

La publicación de este suplemento fue financiada
por la Facultad de Ciencias y el Programa de Posgrados en Ciencia y Tecnología
de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

RECTOR

Alberto Uribe Correa

VICERRECTOR DE INVESTIGACIONES

Jairo Humberto Restrepo Zea

DECANO

Pedro Amariles Muñoz

DIRECTOR (E)

Luis Guillermo Restrepo Vélez

vitae@udea.edu.co / revistavitae@gmail.com

La Revista Vitae es el órgano difusor de la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia. Está dirigida a profesionales y estudiantes interesados en la ciencia y tecnología farmacéutica y alimentaria. Contempla información derivada de investigaciones y revisiones relacionadas con los medicamentos, los cosméticos, los alimentos y los productos naturales.

La responsabilidad por los juicios, opiniones y puntos de vista expresados en los artículos publicados corresponde exclusivamente a sus autores.

COMITÉ EDITORIAL

EDITORES DE SECCIÓN

ALIMENTOS CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA: Misael Cortés Rodríguez. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

ATENCIÓN FARMACÉUTICA: Pedro Amariles Muñoz. Universidad de Antioquia, Colombia.

BIOTECNOLOGÍA: Edison Javier Osorio Durango. Universidad de Antioquia, Colombia.

FARMACOLOGÍA Y TOXICOLOGÍA: Dora Benjumea Gutiérrez. Universidad de Antioquia, Colombia.

INDUSTRIAL FARMACÉUTICA: John Rojas. Universidad de Antioquia, Colombia.

PRODUCTOS NATURALES: Alejandro Martínez Martínez. Universidad de Antioquia, Colombia.

MIEMBROS INTERNACIONALES

Blanca Cecilia Martínez Isaza. University of Minnesota, E.U.A.

Agustín García Asuero. Universidad de Sevilla, España.

Carles Codina Mahrer. Universidad de Barcelona, España.

Olivier Thomas. University of Nice, Francia.

Jesús Ofelia Angulo Guerco. Instituto Tecnológico de Veracruz, México.

Ricardo Reyes Chilpa. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

COMITÉ CIENTÍFICO

Micha Peleg. Universidad de Massachusetts, E.U.A.

Bernard Weniger. Universidad de Strasbourg, Francia.

Jaume Bastida Armengol. Universidad de Barcelona, España.

Raquel Rodríguez Raposo. Universidad de La Laguna, España.

José Luis Pedrás Muñoz. Universidad del País Vasco, España.

Edda Sonia Costa Castro. Universidad de Chile, Chile.

Elio Jiménez González. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba.

Eduardo Enrique Chamorro Jiménez. Universidad Andrés Bello, Chile.

Germán Antonio Giraldo Giraldo. Universidad del Quindío, Colombia.

Luz Marina Carvajal de Pabón. Universidad de Antioquia, Colombia.

Gabriel Jaime Arango Acosta. Universidad de Antioquia, Colombia.

Ricardo D. Andrade P. Universidad de Córdoba, Colombia.

Silvia Luz Jiménez Ramírez. Universidad de Antioquia, Colombia.

ASISTENTE EDITORIAL

Alejandra del Río Blandón

EDICIÓN DE TEXTOS

Alejandra del Río Blandón

PERIODICIDAD

Tres números al año

PRECIO DE SUSCRIPCIÓN ANUAL

Colombia \$ 110.000

Estudiantes \$ 55.000

Exterior US \$ 60

PRECIO PUBLICACIÓN ARTÍCULO

Colombia \$ 350.000

Exterior US \$ 180

TIRAJE

500 ejemplares

vitae@udea.edu.co / revistavitae@gmail.com

http://www.udea.edu.co/vitae

Indexada en:

• **ISI Web of Science:** Thomson Scientific.

Factor de impacto año 2010: 0.205

• **SciVerse SCOPUS/Elsevier B.V.**

• **EMBASE:** Biomedical Answers.

• **PUBLINDEX:** Índice Nacional de Publicaciones Seriadadas, Científicas y Tecnológicas de Colombia. Colciencias. Categoría A1.

• **LILACS:** Índice de la Literatura Latinoamericana en Ciencias de la Salud.

• **LATINDEX:** Índice Latinoamericano de Revistas Científicas y Tecnológicas.

• **CUIDEN:** Base de datos, Granada (España).

• **CAS:** Chemical Abstracts.

• **SciELO:** Scientific Electronic Library Online.

• **OJS:** Open Journal System.

• **DOAJ:** Directory of Open Access Journals.

• **e-revistas:** Plataforma Open Access de Revistas Electrónicas Españolas y Latinoamericanas.

• **REDALYC:** Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal.

• **SIIC Data Bases:** Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC).

CANJE

Universidad de Antioquia.

Departamento de Bibliotecas Sección Canje

canjebc@biblioteca.udea.edu.co

Apartado Aéreo 1226 Medellín – Colombia.

Telefax 57(4) 219 59 92 ó 219 59 93

CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIÓN

Edificio de Extensión Universidad de Antioquia

Calle 70 No. 52-62 Piso 3 Oficina 303

Teléfono: 57(4) 219 84 55

Vitae

MISIÓN

La Revista Vitae tiene como misión la difusión del conocimiento derivado de la investigación y de las revisiones bibliográficas relativas a los medicamentos, los cosméticos, los alimentos y los productos naturales, mediante publicaciones que tienen cobertura tanto a nivel nacional como internacional.

OBJETIVO

Divulgar los resultados de investigaciones relativas a los medicamentos, los cosméticos, los alimentos, los productos fitoterapéuticos y demás insumos sanitarios; obtenidos con una adecuada rigurosidad científica, tecnológica y académica, evaluados por pares académicos expertos en los diferentes temas, y que contribuyan al avance y desarrollo de las ciencias farmacéuticas y de los alimentos.

MISSION

Journal Vitae's mission is the diffusion of the knowledge derived from researches and bibliographic reviews related to medicines, cosmetics, food and natural products, through publications of both national and international coverage.

OBJECTIVE

Journal Vitae's objective is to disclose the results of researches related to medicines, cosmetics, food, phytotherapeutic products and other sanitary supplies, obtained with adequate scientific, technological and academic rigor. These results are evaluated by academic partners who are experts in the different subjects, and contribute to the advance and development of the pharmaceutical and food sciences.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

I Congreso Internacional en Investigación e Innovación en Ciencia y Tecnología de Alimentos



“Innovación y Desarrollo para la Competitividad”

Bogotá, Junio 13 al 15

Centro de Convenciones CAFAM Floresta
Carrera 48F N° 96-50

Inversión: Particulares \$400.000 (USD 250) y Estudiantes \$250.000 (USD 150)
Incluye materiales, almuerzos, refrigerios y coctel de bienvenida

**Todos los trabajos aceptados serán publicados en una
Separata Especial de la Revista Vitae**

Informes:

Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá
Edificio 451 Oficina 449

Conmutador: (1)3165000. Exts: 14485, 19205

www.icta.unal.edu.co/congreso
congiicta1_bog@unal.edu.co

CON EL APOYO DE:



CONTENIDO

	Págs
PRESENTACIÓN	29
William Albarracín Hernández PhD.	
Modalidad	
Nuevas Tecnologías	
Ponencia oral	31
Determinación según especie de carnes crudas y procesadas, mediante análisis del gen Cyt b: implementación del método en Santander (Colombia)	
Oriana Serna D., Oscar Torres M., Jorge Hernandez T.	
Ponencia oral	34
Control en línea del proceso de elaboración de queso mediante sensores de fibra óptica	
Oscar Arango B., Manuel Castillo Z., Oswaldo Osorio M.	
Póster	36
Secador asistido por bomba de calor y secador convectivo con recirculación total: alternativas para el secado de materiales agroalimentarios	
Juan C. Gómez-Daza, Claudia I. Ochoa-Martínez	
Ponencia oral	39
Comparación fisicoquímica de trozos de <i>Cyphomandra betacea cav (sendth)</i> en ciclos de deshidratación osmótica y deshidratación osmótica con calentamiento óhmico	
Luis D. Arango D., Edward A. Montoya F., Magda I. Pinzón	
Ponencia oral	42
Validación del método para la determinación del contenido de grasa total en derivados de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) Mediante espectrometría NMR	
Juan F. Romero R., Sandra L. Ostos A., Leslie K. Rueda P., Martha C. Quicazán S.	
Ponencia oral	45
Concentración de clarificado de uchuva (<i>Physalis peruviana</i>) por destilación osmótica: efecto de los parámetros de operación sobre la concentración	
Jaime H. Mendoza C., Aida Rodríguez de S., Carlos Velez P., Patricia Millán C.	
Ponencia oral	48
Comparación de inulina y sacarosa como agentes osmóticos en mora de castilla (<i>Rubus glaucus</i>)	
Sneyder Rodríguez-Barona, Juliana Granada-Orozco, Gloria Giraldo G.	
Ponencia oral	51
Secado por aspersión de concentrado de caña panelera: una tecnología apropiada para mejorar la competitividad de la cadena	
Misael Cortés R. , Héctor J. Ciro V., Eduardo Rodríguez S., Esteban Largo A.	
Ponencia oral	54
Crioconcentración en bloque de soluciones acuosas de café	
Alejandra Ramírez H., Fabián L. Moreno M, Ruth Y. Ruiz	
Ponencia oral	57
Obtención de aceites vegetales provenientes de especies amazónicas mediante la técnica de extracción asistida por microondas (EAM)	
David M. Mosquera, Raquel O. Díaz S., Juliana E. Cardona, Rafael H. Gutiérrez B., María S. Hernández G.	
Ponencia oral	60
Uso de una nariz electronica y panel sensorial para la evaluación de la calidad de mora	
Laura Carvajal, Germán Cucaita, Carlos Zuluaga, Martha Quicazan	

Ponencia oral	Inhibición de la germinación de cuatro materiales de arveja (<i>Pisum sativum</i>), mediante luz ultravioleta tipo C Oswaldo Osorio M., Oscar Arango B., Andres M. Hurtado	63
Ponencia oral	Efecto de la polinización dirigida con abejas <i>Apis mellifera</i> sobre la cantidad y calidad del fruto en cultivo de naranja <i>Citrus sinensis</i> Sandra Castañeda C, Rodrigo Vásquez R, Hugo Ballesteros CH.	66
Ponencia oral	Influencia de la aplicación de pulsos de vacío sobre la cinética de deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) Carlos J. Giraldo-Cuertas, Alfredo Ayala-Aponte, Liliana Serna-Cock	69
Ponencia oral	Evaluación de la técnica de ventana de refractancia [®] en el secado de puré de papaya (<i>Carica papaya</i> L.) María U. Ocoro Z., Alfredo A. Ayala A.	72
Póster	Producción de láminas de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) usando deshidratación dinámica Pedro Vanegas M., Alfonso Parra C.	75
Ponencia oral	Método alternativo para el seguimiento de la producción de compuestos volátiles durante la fermentación de yogurt Bertha V. Ruales-Guzman, Carlos F. Novoa-Castro	78
Conservación, Envases y Vida Útil		
Ponencia oral	Cinética de degradación térmica de vitamina c en pulpa de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) Luis E. Ordóñez-Santos, Liliana S. Yoshioka-Tamayo	81
Póster	Cambios en la concentración de ácido ascórbico en el procesamiento de frutos de guayaba (<i>Psidium guajava</i> L.) Luis E. Ordóñez-Santos, Andrea M. Vásquez-Riascos	84
Ponencia oral	Conservación de polifenoles en un jugo de fruta modelo secado por aspersión y liofilización Mónica J. Ramírez, Natalia Salgado-Aristizabal, Carlos E. Orrego-Alzate	87
Ponencia oral	Sobrevivencia y encapsulación de bacterias y su efecto en las propiedades sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del yogurt Ricardo A. Parra-Huertas, Oscar J. Medina-Vargas	90
Póster	Aplicación de la colorimetría triestímulo para evaluar la estabilidad de extractos ricos en antocianinas de frutas tropicales colombianas Liliana Santacruz, Coralia Osorio, María L. González-Miret, Francisco J. Heredia	93
Ponencia oral	Cinética del cambio de la textura de papa amarilla (<i>Solanum tuberosum</i>) durante la cocción en agua Patricia Millan, Doris A. Chiran, Pamela Ibañez, Alejandro Fernández, Dominique Dufour	96
Ponencia oral	Evaluación de mohos en arepas refrigeradas utilizando diferentes conservantes Eduardo J. Corpas-Iguarán, Omar A. Tapasco-Alzate	99
Ponencia oral	Actividad antimicrobiana de <i>Weissella confusa</i> contra <i>Escherichia coli</i> Liliana Serna C., Luisa F. Rubiano D.	102
Ponencia oral	Evaluación de atributos de calidad de guayaba fresca en diferentes condiciones de conservación Carlos García M., Katia I. Cury R., Saul Dussán S.	105
Ponencia oral	Biopreservación de productos pesqueros por bacterias ácido lácticas (BAL) Carolina Palomino-Camargo, Elisabetta Tomé-Boschian, Yuniesky González-Muñoz	108

Ponencia oral	Cambios de color y contenido de ácidos durante el almacenamiento del tomate (<i>lycorpesicum esculentum</i>) variedad larga vida, minimamente procesado	111
	Jesús A. Galvis V., Cleidy A. Morales M., Neidy M. Suárez A.	
Ponencia oral	Aislamiento e identificación preliminar de hongos contaminantes en queso paipa del municipio de Paipa, Boyacá	114
	María B. Carrero B., Alfredo López-Molinello	
Ponencia oral	Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano y aceites esenciales en la calidad microbiológica de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) mínimamente procesado	117
	Fabián Rico R., Carolina Gutiérrez C., Consuelo Díaz-Moreno	
Ponencia oral	Efecto del tratamiento térmico sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del zumo de tamarillo (<i>Solanum betaceum</i>)	120
	Maira P. Maca, Diego F. Mejía, Oswaldo Osorio	
Ponencia oral	Conservación del melón cantaloupe (<i>Cucumis melo</i> L. var. <i>Cantalupensis</i>) fresco cortado recubierto y almacenado en atmósferas modificadas	123
	Carolina Buitrago A., Alejandra Saavedra M., Magda I. Pinzón	
Ponencia oral	Evaluación de transparencia y resistencia al vapor de agua en recubrimientos comestibles a base de gel de <i>Aloe barbadensis</i> Miller	126
	Andrés F. Pérez T., Ángel O. Ibargüen D., Magda I. Pinzón F.	
Ponencia oral	Efecto de un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio y iones de calcio sobre la calidad de mora de castilla (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	129
	Leidy C. Ayala S., Claudia P. Valenzuela R., Yanneth Bohorquez P.	
Ponencia oral	Efecto de la adición de cebolla, ajo y la aplicación de ultrasonido de alta intensidad sobre la actividad de la polifenoloxidasas en guacamole	132
	Martha L. Orozco, Rosa E. Prieto, Luis E. Díaz	
Ponencia oral	Efecto fisiológico de atmósferas modificadas en la conservación de la calidad de <i>Mangifera Indica</i> L. CV Vallenato	135
	Aldo A. Fernandez V., Juan G. Reales A.	
Ponencia oral	Efecto de la aplicación pre cosecha de 1-mcp sobre propiedades físicas de pitahaya amarilla	138
	Laura S. Torres V., Alfredo A. Ayala A., Liliana Serna C.	
Ponencia oral	Cambios en propiedades químicas y firmeza de pitahaya amarilla refrigerada por efecto de la aplicación de 1-MCP.	141
	Laura S. Torres V., Liliana Serna C., Alfredo A. Ayala A., Jeniffer Ortiz G, Carolina M. Bedoya S	
Ponencia oral	Película antimicrobiana para el control de <i>Listeria monocytogenes</i> en jamón	144
	Deyci Rodriguez C., Lina Lopez S., Estefanía Orjuela M.	
Póster	Obtención de pulpa de asaí (<i>Euterpe precatoria</i> Mart) en la amazonía norte colombiana	147
	Luisa F. Peña R., Bernardo G. B., Jaime A. Barrera G., María S. Hernández G.	
Ponencia oral	Análisis comparativo de cinéticas de deterioro univariante y multivariante utilizando análisis de componentes principales (PCA).	150
	Jorge Saavedra, Andrés Córdova, Rosa Navarro, Lena Gálvez, César Quezada	
Ponencia oral	Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial de la candia (<i>Hibiscus esculentus</i>) aplicada a una hamburguesa de carne bovina	153
	Manuela Julio-Guzmán, Emir Rodríguez-Luna, Gonzalo Urbina-Ospino, Clemente Granados-Conde, Miladys Torrenegra-Alarcón, Diofanor Acevedo-Correa	

Ponencia oral	Evaluación bromatológica de semillas de ajonjolí (<i>Sesamun indicum</i>) empacadas en bolsas silobag	156
	Yesid A. Marrugo L. Lorenzo Fuentes B., Piedad M. Montero C., Diofanor Acevedo C.	
Ponencia oral	Efecto conservante de propóleos en chorizos	159
	Carolina Gutiérrez-Cortés, Héctor Suarez-Mahecha	
Desarrollo de Productos		
Ponencia oral	Hidrolizado de plumas de gallina como fuente de peptona para la producción de biomasa láctica	162
	Liliana Serna C., Carlos A. Rengifo G., Miguel A. Rojas R.	
Ponencia oral	Desarrollo de una bebida de <i>Vaccinium floribundum Kunth</i> con aplicación de luz ultravioleta como método de pasteurización	165
	Andrea I. Borja, Angélica Alcívar, Stalin Santacruz	
Ponencia oral	Gel de <i>Aloe vera</i> (<i>Aloe barbadensis</i> Miller) en la encapsulación de una bacteria ácido láctica	168
	Liliana Serna-Cock, Vladimir Vallejo-Castillo, Estefanía Garcia-Gonzalez	
Ponencia oral	Diseño y construcción de una cámara experimental de secado para productos hortofrutícolas	171
	Diego Menco-Díaz, Juan C. Mahecha-Godoy, Javier F. Rivera-Hoyos, Juan E. Rincón-Pardo	
Ponencia oral	Efecto de la reutilización de jarabes provenientes de la osmodeshidratación de frutas sobre parámetros de transferencia de masa	174
	Martha Caicedo C., Juan C. Serrato, Oscar Sánchez, Yerson Moreno, Bernadette Klotz, Yolanda Ruiz	
Ponencia oral	Modificación del almidón de yuca por <i>A. niger</i>	177
	Víctor Quintero C., Germán Giraldo G., Juan Lucas A.	
Ponencia oral	Desarrollo de una pulpa funcional de uchuva adicionada de calcio, vitamina C y fibra dietaria	180
	Alba L. Duque C., Germán A. Giraldo G., Misael Cortés R.	
Ponencia oral	Evaluación de métodos de extracción del aceite de milpesillos (<i>Oenocarpus mapora</i>)	183
	Juliana E. Cardona J., Marcela P. Carrillo B., David M. Mosquera, Rafael H. Gutierrez B., María S. Hernandez G.	
Ponencia oral	Microencapsulación de probióticos mediante secado por aspersión en presencia de prebióticos	186
	Sneyder Rodríguez-Barona, Luz M. Montes, Diógenes De J. Ramírez	
Póster	Obtención de proteína unicelular a partir de lactosuero	189
	Arnulfo Taron-Dunoyer, Jaime Perez-Mendoza, Julián Martínez-Zambrano	
Ponencia oral	Modelado y simulación de un secador a escala piloto para la deshidratación térmica de uchuva	192
	Juan D. Reyes F., Rubén D. Godoy-Silva	
Ponencia oral	Propiedades sensoriales, físicas y bromatológicas de yogurt suplementado con yacón	195
	Ricardo A. Parra H., Michael F. Medina R., Diana C. Moreno	
Ponencia oral	Comparación entre fritura atmosférica y al vacío en chips de plátano	198
	Francisco J. Castellanos G., Carlos R. Pinedo J., Oscar D. Hernández P.	
Ponencia oral	Color y textura, características asociadas a la calidad de tomate deshidratado	201
	Diana Moreno-Guarín, Hernán Sierra-Hoyos, Consuelo Diaz-Moreno	
Ponencia oral	Influencia de la congelación con nitrógeno líquido sobre el secado de naranja por liofilización	204
	Esmeralda S. Mosquera, Alfredo A. Ayala, Claudia I. Ochoa	

Ponencia oral	Viabilidad de <i>Lactobacillus casei ssp casei</i> ATCC 393 cultivado en suero de leche clarificado en un proceso de fermentación discontinuo	207
	John A. Velásquez T., Germán Giraldo G., Leonardo Padilla S.	
Ponencia oral	Evaluación bromatológica, sensorial y microbiológica de salchichas de tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>) con adición de harina de lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)	210
	José I. Hleap Z., Juan M. González O., María F. Mora B.	
Póster	Bananut Plus: harina de banano verde enriquecida con micronutrientes	213
	Blanca M. Villegas S., Gloria C. Villa M., Judith M. Torres M, Silvia Ospina M, Luis A. Rocha G, Juan F. Laverde R.	
Póster	Características fisicoquímica, proximal y sensorial de un queso tipo crema saborizado	216
	Ricardo A. Parra H., Eliana G. Fonseca S.	
Póster	Caracterización fisicoquímica y sensorial de una compota a partir de gulupa (<i>Passiflora edulis</i>) almidón de sagú (<i>Canna edulis</i>) Y Stevia	219
	Ricardo A. Parra-Huertas	
Ponencia oral	Aplicación de vacío en la fritura de un pasabocas a base de mango tomy atkins (<i>Manguijera indica L.</i>)	222
	Rafael H. Villamizar V.; Germán A. Giraldo G.	
Póster	Evaluación fisicoquímica, proximal y sensorial de una bebida láctea fermentada con concentrado de rubas (<i>Ullucus tuberosus</i>)	225
	Ricardo A. Parra-Huertas	
Ponencia oral	Caracterización de harina de Teff (<i>Eragrostis tef</i>) como materia prima alternativa para panificados libres de gluten	228
	Jairo Umaña G., Luis I. Restrepo, Seneida M. Lopera C., Cecilia Gallardo C.	
Ponencia oral	Biotecnología de hongos basidiomicetes en el desarrollo de alimentos funcionales: procesos de secado vs. capacidad antioxidante	231
	Diego Rojas, Ana M. Palacio, Sandra P. Ospina, Paola Zapata, Lucía Atehortúa	
Ponencia oral	Efecto de algunas fuentes de nitrógeno en la fermentación alcohólica de miel	234
	Amaury Blanco P., Marta Quicazán S., Marta Cuenca Q.	
Ponencia oral	Elaboración de chorizo a base de pescado	237
	Liliana Batista P., Margarita Caballero C., Clemente Granados C., Miladys Torrenegra A., Gonzalo Urbina O., Diofanor Acevedo C.	
Ponencia oral	Estudio preliminar del desarrollo tecnologico de un embutido tipo salchicha utilizandoharina de trupillo (<i>Prosopisjuliflora</i>)	240
	José Del C. Jaimes M., Diofanor Acevedo C., José D. Torres G.	
Póster	Evaluación sensorial de pasteles a partir de harina de chachafruto (<i>Erythrina edulis triana</i>)	243
	Francisco E. Argote-Vega, Hector S. Villada-Castillo	
Ponencia oral	Efecto de la proporción de pulpa en el mosto para la producción de bebida alcohólica de guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	246
	Stephanie Cabrera, Martha Cuenca, Marta Quicazán	
Ponencia oral	Elaboración de un producto tipo pasta untable en conserva a partir de huevas de atún	249
	Angélica Peluffo R., Angélica Silva D.	

Ponencia oral	Semillas de borojó (<i>Borojoa patinoi</i> Cuatrec) y su potencial aprovechamiento en la elaboración de una infusión	252
	Lina Vélez A., Gustavo Hincapié LL., Claudia Restrepo F., Sandra Adarve E., Sergio Páez S., Juan Palacio P.	
Póster	Obtención y caracterización físico-química de almidón fermentado de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	255
	Mayra A. Adarve-Cobo, Luis M. Mejía-Giraldo	
Póster	Evaluación físico-química, sensorial y reológica de yogurt con carambolo (<i>Averrhoa carambola</i>) y stevia (<i>Rebaudiana bertonii</i>)	258
	Ricardo A. Parra-Huertasaura M. Riveros, Jennifer A. García, Camila Montañez	
Póster	Efecto de la adición de una mezcla de almidón de malanga (<i>Xanthosoma</i>) y soja en la elaboración de sabajón	261
	Ricardo A. Parra H. Leidy Becerra A., Lina M. Rodríguez, Diana S. Nonsoque, Edna X. Aguilera	
Póster	Caracterización físico-química, sensorial y reológica de tres tipos de sabajón	264
	Ricardo A. Parra-Huertas, Lina M. Rodríguez, Edna X. Aguilera, Diana Sofía Nonsoque, Leidy Becerra A.	
Póster	Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de sorgo dulce (<i>Sorghum saccharatum</i>) con las características congénicas del cereal	267
	Arnulfo Taron D., Carmen Espitia Y., Lorenzo Fuentes B., Benjamín Ruiz A, David Martínez P.	
Ponencia oral	Propiedades reológicas y de textura de formulaciones para panificación con inclusión de quinua	270
	Raquel O. Díaz S., María S. Hernández G.	
Ponencia oral	Elaboración de galletas como alternativa para la soberanía alimentaria en la región amazónica colombiana	273
	Raquel O. Díaz S., María S. Hernández G.	
Ponencia oral	Evaluación de la fermentación láctica de leche con adición de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	276
	Carolina Arenas-Suescún, Ricardo Zapata-Fernandez, Carolina Gutiérrez-Cortés	
Ponencia oral	Efecto de la temperatura y pH en la velocidad de precipitación y rendimiento de almidón de papa criolla (<i>Solanum phureja</i>)	279
	Ricardo A. Parra-Huertas, Yaneth Barrera, Liliana Vargas	
Póster	Adición de stevia y avena en la elaboración de yogurt con mezcla de leche semidescremada de cabra y bovino	282
	Ricardo A. Parra-Huertas, Luis J. Barrera-Rojas, Diana C Rodríguez	
Ponencia oral	Influencia del procesamiento del grano de copoazu (<i>Theobroma grandiflorum</i>), sobre la actividad antioxidante y el contenido fenólico	285
	Paula Galeano G., Liceth Cuellar A., Guillermo Schinella	
Ponencia oral	Influencia de la fermentación y el secado al sol sobre las características del grano de cacao TSH 565 e ICS 60	288
	Rocío del P. Pineda, María J. Chica, Luz F. Echeverri, Aristofeles Ortiz, Héctor H. Olarte, Néstor M. Riaño	
Ponencia oral	Sistemas de extracción (SE) y su incidencia en la cuantificación de compuestos bioactivos mayoritarios en frutos de <i>Rubus glaucus</i> Benth	291
	Juan P. Quintero-Cerón, Leidy C. Ayala S., Claudia P. Valenzuela R., Yanneth Bohorquez P., Carlos A. Rivera	

Nutrición y Salud

Ponencia oral	El glutamato monosódico: influencia de su consumo sobre algunos factores metabólicos de ratones y en el aumento de la apetencia	294
	Jorge E. Aza, Luz P. Restrepo	

Póster	Determinación del potencial productivo y nutricional de un frijól biofortificado mesoamericano en el Cesar, Colombia Adriana Tofiño, Rodrigo Tofiño, Hedilka Jiménez	297
Ponencia oral	Estimación de la digestibilidad <i>in vitro</i> de una bebida refrescante adicionada con proteína plasmática Piedad M. Montero C., Marlene Durán L., Yesid Marrugo L.	300
Ponencia oral	Evaluación de residuos de plaguicidas en polen proveniente del altiplano cundiboyacense (Colombia) Danny Rodriguez, Consuelo Diaz-Moreno, Adriana M. Zamudio, Diego Ahumada	303
Póster	Estudio de los efectos de la pectina sobre el metabolismo de lípidos y glucosa (ensayo <i>in vitro</i>) Francy M. Barreto R.1, Blanca L. Ortiz Q., Luz P. Restrepo S.	306
Ponencia oral	Caracterización bromatológica y fisicoquímica del fruto amazónico asaí (<i>Euterpe precatoria</i> Mart) Yuri M. Castillo Q., Mary Lares A., María S. Hernández G.	309
Ponencia oral	Disminución de la absorción de aceite en papas criollas fritas Luis Guzmán C., Diofanor Acevedo C., Clemente Granados C.	312
Ponencia oral	Calidad composicional e higiénico-sanitaria de leche cruda entregada en época seca por productores de Galeras, Sucre Luz Botero A., Melba Vertel M., Lisbeth Florez M. Javier Medina P.	314
Ponencia oral	El piñón de pinus pinea producido en Chile: características nutricionales y organolépticas Marlene González, Verónica Loewe, Claudia Delard	317
Ponencia oral	Caracterización fisicoquímica y nutricional de la harina de frijol caupí <i>Vigna Unguiculata L.</i> cultivado en Colombia Yeison R. Vargas A., Oscar E. Villamil L., Elizabeth Murillo P., Walter Murillo A., José F. Solanilla D.	320
Ponencia oral	Complejos de aminoácidos con metales en suplementos nutricionales orales: estudios de disolución <i>in vitro</i> Julie F. Benavides-Arevalo, Gloria E. Tobón-Zapata	322
Póster	Interacción de los extractos de corteza de guayaba (<i>Psidium guajaba</i>) y mango (<i>Mangifera indica L</i>) en eritrocitos Marlene Durán L., Piedad M. Montero C., Yesid Marrugo L.	325
Póster	Presencia de lincomicina como promotor de crecimiento en carne de pollo comercializado en supermercados de Cartagena, Colombia Luis E. Guzmán-Carrillo, Carmen Espitia-Yanez, Lina L. Berthel	328
Ponencia oral	Evaluación del estipite de shiitake como aportante de fibra y bioctivos con miras a su empleo en alimentos funcionales Ivonne J. Nieto-Ramírez Rocío Rojas-Luna, Carolina Suarez A	331
Ponencia oral	A qué hora nos comemos “el bocachico”? Construcción de un modelo para el desarrollo de una conciencia salubrista proyecto Colciencias-Universidad del Norte Barranquilla, Colombia Aníbal J. Mendoza, Luz M. Alonso, Judith Arteta, Martín Díaz, Rosaura Márquez, Marlys Marquez, Mabel Cano, Arlet Orozco, Angel Villarini-Jusino, Mayra Vega	334
Ponencia oral	Inactivación del inhibidor de tripsina durante el tratamiento térmico de bebidas de soya Marta Quicazán, Luis Caicedo	337
Póster	Validación del método y determinación de fibra dietética soluble e insoluble en harina de trigo y pan Christian Morales, Andrea Nieto, Laura Quiroga2, Marta Quicazan.	340

Ponencia oral	Actividad antioxidante de lámina flexible de lechosa (<i>Carica papaya</i>)	343
	Josué Hernández, Viluzca Fernández, Betzabé Sulbarán, María Berradre	
Propiedades Fisicoquímicas y Funcionales de los Alimentos		
Ponencia oral	Caracterización física de harina de trigo y pan mediante determinación de la viscosidad y la cristalinidad de la pasta	346
	Jairo Montoya L., Germán A. Giraldo G., Juan C. Lucas A.	
Ponencia oral	Predicción del equilibrio líquido-vapor de biomoléculas de importancia en la industria agroalimentaria	349
	Vladimir E. Vallejo-Castillo, Hugo A. Martínez-Correa	
Ponencia oral	Evaluación de la actividad antioxidante de <i>Vaccinium floribundum</i> sometido a tratamiento térmico	352
	Ricardo Claudio, Jessica Nájera, Stalin Santacruz	
Ponencia oral	Potencial antioxidante de la cáscara del mangostino	355
	Daniel Daza R., Elizabeth Murillo P., Jonh Mendez A., Walter Murillo A., Diego Moyano D., Natalia Osorio	
Ponencia oral	Cuantificación de vitamina e en muestras comerciales de polen apícola	357
	Nazly Pulido, Claudia Salazar, Consuelo Diaz, Martha Quicazán	
Ponencia oral	Polifenoles en tres accesiones de camu- camu (<i>Myrciaria dubia</i>)	360
	Natalia Salgado, Mónica J. Ramirez, Salvador Rojas, Yineth Beltran, Carlos E. Orrego	
Ponencia oral	Evaluación en crema de leche y galletas de la actividad antioxidante del extracto de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i> L.)	363
	María Del R. Moreno-Rodríguez, Gloria H. González-Blair	
Póster	Evaluación de la ultraestructura de las bayas de uva de mesa y sus alteraciones mediante criomicroscopía electrónica de barrido	366
	Juan P. Fernández-Trujillo, Juan A. Martínez, María S. Hernández	
Ponencia oral	Identificación de los compuestos aromáticos en el cacao criollo de venezuela usando microextracción en fase sólida y cromatografía de gases	370
	Álvarez Clímaco, Pérez Elevina, Boulanger Renaud, Lares Mary, Assemat Sophie, Davrieux Fabrice, Cros Emile	
Ponencia oral	Modelado del perfil de temperaturas durante la congelación de alimentos vegetales esféricos	373
	Rolando Mendoza-Rincón, Aníbal Herrera	
Póster	Caracterización de ácidos grasos, diacetilo y acetoina en queso colombiano	376
	Mónica Durango Z., Uriel Sepúlveda V., Margarita Gutiérrez B., Andrés Londoño Z.	
Ponencia oral	Efecto de ultrasonido sobre la actividad ATP-ASA y propiedades funcionales en surimi de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	379
	Annamaria Filomena, Luis E. Díaz, Ana Puig, Indira Sotelo	
Ponencia oral	Tipificación de mieles de mielato de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) de Boyacá y Santander	382
	Viviana Gamboa-Abril, Consuelo Díaz-Moreno, Judith Figueroa-Ramírez	
Ponencia oral	Comparación de la capacidad antioxidante del arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh) durante la maduración	385
	Fabio A. Cuéllar C., Cecilia Anzola V.	
Ponencia oral	Modelación del equilibrio higroscópico de semillas de maracuyá	388
	Henry A. Váquiro, Harvey A. Villa-Vélez, Javier Telis-Romero	

Ponencia oral	Evaluación fisicoquímica y sensorial de conserva de pitahaya amarilla (<i>Selinicereus megalanthus</i>)	391
	Luis E. Ordóñez-Santos Heidi X. Bastidas-Bolaños, Alejandra M. Narváez-Coral, Ricardo Malagón-Manrique	
Ponencia oral	Evaluación de los extractos de <i>Anacardium excelsum</i> (Anacardiaceae) como alternativa hacia la preservación de alimentos	394
	Vanessa Urrea-Victoria, Luis Gonzalo Sequeda-Castañeda	
Ponencia oral	Propiedades físicas de semillas de manzana en función del contenido de humedad	397
	Henry A. Váquiro, Harvey A. Villa-Vélez, Javier Telis-Romero, Ana L. Gabas	
Ponencia oral	Evaluación de los cambios fisicoquímicos producidos por la composición de sal en la formulación de jamón cocido	400
	Olga L. Torres V. Jennifer Hernández O., Leidy T. Sánchez A.	
Póster	Propiedades funcionales de concentrados proteicos de <i>Phaseolus lunatus</i> y <i>Vigna unguiculata</i>	403
	Yesid A. Marrugo L., Piedad M. Montero C., Marlene Duran L.	
Ponencia oral	Composición química y cinética enzimática de la polifenol oxidasa de <i>Averrhoa carambola</i> L. en diferentes estados de maduración	406
	Juan G. Aristizabal S., Elizabeth Murillo P., Jonh J. Mendez, Walter Murillo A., Daniel Daza	
Póster	Caracterización reométrica de emulsión de caballa (<i>Scomber scombrus</i>)	409
	José Del C. Jaimes M., Diofanor Acevedo C., José D. Torres G.	
Ponencia oral	Análisis bromatológico y sensorial de pastas alimenticias compuestas con inclusión de quinua	412
	Amanda C. Mora, Patricia Restrepo, Rafael H. Gutierrez B., María S. Hernández G.	
Póster	Determinación del índice de blancura en harina de trigo comercial	415
	Jairo Montoya-López, Germán A. Giraldo-Giraldo, Juan C. Lucas-Aguirre	
Póster	Caracterización física de harina de trigo y pan mediante determinación de calorimetría diferencial de barrido y análisis termogravimétrico	417
	Jairo Montoya-López, Germán A. Giraldo-Giraldo, Juan C. Lucas-Aguirre	
Póster	Modelado de las isotermas de adsorción de láminas flexibles biodegradables	420
	Diana P. Navia P., Héctor S. Villada C.	
Ponencia oral	Modelación matemática de las isotermas de adsorción en materiales bioplásticos de harina de yuca	423
	Diana P. Navia P., Alfredo A. Ayala A., Héctor S. Villada C.	
Ponencia oral	Elaboración y caracterización de películas de almidón de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) variedad ica cultivada en el departamento de quindío	426
	Tatiana Sánchez, Omar García, Magda Pinzón	
Ponencia oral	Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (<i>Chenopodium Quinoa W</i>) y chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>): potenciales extensores cárnicos	430
	Natalia Delgado C., William Albarracín H.	
Ponencia oral	Caracterización reológica de dos salsas alimenticias	433
	Heidy Gallego, Cristina Álvarez, Carlos Vélez, Alejandro Fernández	
Ponencia oral	Actividad antioxidante de extractos metanólicos de granos de copoazú (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	436
	Paula Galeano G., Magally Paladines B.	

Ponencia oral	Evaluación de parámetros bromatológicos, fitoquímicos y funcionalidad antioxidante de frutos de <i>Bromelia karatas</i> (Bromeliaceae)	439
	Diego Moyano D., María Osorio R., Elizabeth Murillo P., Walter Murillo A., José Solanilla D., Jonh Méndez A., Juan Aristizabal S.	
Ponencia oral	Actividad antioxidante, contenido de vitamina c y fenoles totales en el borojó (<i>Borojoa patinoi</i> Cuatrec)	442
	Javier Rincon-Velandia, Astrid Garzon	
Ponencia oral	Levaduras nativas aisladas durante la fermentación espontánea de uva Blanca cv. Malvasía	445
	María Berradre, Betzabé Sulbarán, Graciela Ojeda, Viluzca Fernández, Laura Soto, Janett Martínez, Braulio Esteve-Zarzoso	
Ponencia oral	Actividad Antioxidante de chocolates comerciales venezolanos	448
	Fernández Viluzca, Amen Yee, Betzabé Sulbarán, María N. Berradre	
Ponencia oral	Cuantificación de la frecuencia de polimorfismo de la calpaína en carnes de bovino	451
	Sandra M. Vásquez-Mejía, Francisco J. Valencia-Alaix, Manuela Orozco-Gaviria	
Póster	Determinación de fibra dietaria en polen apícola colombiano	454
	Consuelo Díaz M., Carlos Zuluaga, Christian Morales, Martha Quicazán	
Póster	Verificación de la fortificación con hierro en productos de trigo en Bogotá	457
	Jorge Buitrago S., Martha Hurtado L., Claudia Salazar G.	

NOTA ACLARATORIA:

La selección de las presentaciones orales y de los resúmenes que se publican en este **suplemento**, así como la calidad científica y editorial de los mismos, es de total responsabilidad del Comité Académico del I Congreso Internacional en Investigación e Innovación en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

CONTENT

Pages

	PRESENTACIÓN	29
	William Albarracín Hernández PhD.	
Modalidad		
New Technologies		
Oral presentation	Species determination of crude and processed meats by Cyt <i>b</i> gene analysis: implementation of the method in Santander (Colombia)	31
	Oriana Serna D., Oscar Torres M., Jorge Hernandez T.	
Oral presentation	Inline control process of cheese manufacture using fibre optic sensor	34
	Oscar Arango B., Manuel Castillo Z., Oswaldo Osorio M.	
Poster	Heat pump assisted dryer and closed cycle convective dryer: drying alternatives for agro-alimentary products	36
	Juan C. Gómez-Daza, Claudia I. Ochoa-Martínez	
Oral presentation	Physicochemical comparison of <i>Cyphomandra betacea</i> cav (<i>sendth</i>) pieces in cycles of osmotic dehydration and osmotic dehydration with ohmic heating	39
	Luis D. Arango D., Edward A. Montoya F., Magda I. Pinzón	
Oral presentation	Validation of methodology for determination of total fat in cocoa (<i>Theobroma cacao</i> L.) products by NMR spectrometry	42
	Juan F. Romero R., Sandra L. Ostos A., Leslie K. Rueda P., Martha C. Quicazán S.	
Oral presentation	Concentration of clarified goldenberry fruit (<i>Physalis peruviana</i>): by osmotic distillation: effect of operating parameters on concentration	45
	Jaime H. Mendoza C., Aida Rodríguez de S., Carlos Velez P., Patricia Millán C.	
Oral presentation	Comparison of inulin and sucrose as osmotic agents in andean blackberry (<i>Rubus glaucus</i>)	48
	Sneyder Rodríguez-Barona, Juliana Granada-Orozco, Gloria Giraldo G.	
Oral presentation	Drying spray concentrate sugarcane: an appropriate technology for improving the competitiveness of the chain	51
	Misael Cortés R. , Héctor J. Ciro V., Eduardo Rodríguez S., Esteban Largo A.	
Oral presentation	Block freeze concentration of aqueous coffee solutions	54
	Alejandra Ramírez H., Fabián L. Moreno M, Ruth Y. Ruiz	
Oral presentation	Obtaining vegetable oils from amazonia species by means of microwave assisted extraction (MAE) technique.	57
	David M. Mosquera, Raquel O. Díaz S., Juliana E. Cardona, Rafael H. Gutiérrez B., María S. Hernández G.	

Oral presentation	Use of an electronic nose and sensorial panel in the evaluation of blackberry quality Laura Carvajal, Germán Cucaita, Carlos Zuluaga, Martha Quicazan	60
Oral presentation	Inhibition of the germination in four materials of pea (<i>Pisum sativum</i>), by means of ultraviolet light type C Oswaldo Osorio M., Oscar Arango B., Andres M. Hurtado	63
Oral presentation	Effect of directed pollination with bees <i>Apis mellifera</i> on the quantity and quality of the fruit crop of orange <i>Citrus sinensis</i> Sandra Castañeda C, Rodrigo Vásquez R, Hugo Ballesteros CH.	66
Oral presentation	Influence of the application of vacuum pulse on the kinetics of osmotic dehydration of yellow pitahaya (<i>Selenicereus megalanthus</i>) Carlos J. Giraldo-Cuartas, Alfredo Ayala-Aponte, Liliana Serna-Cock	69
Oral presentation	Evaluation of the refractance window™ technique on drying of papaya (<i>Carica papaya</i> L.) purée María U. Ocoro Z., Alfredo A. Ayala A.	72
Poster	Production of sheets mango (<i>Mangifera indica</i> L.) using dynamic dehydration Pedro Vanegas M., Alfonso Parra C.	75
Oral presentation	Alternative method to monitor the aroma production during fermentation of yogurt Bertha V. Ruales-Guzman, Carlos F. Novoa-Castro	78
Preservation, Packaging and Self Life		
Oral presentation	Thermal degradation kinetics of vitamin c in mango pulp (<i>Mangifera indica</i> L.) Luís E. Ordóñez-Santos, Liliana S. Yoshioka-Tamayo	81
Poster	Changes in the concentration of ascorbic acid in the processing of guava fruit (<i>Psidium guajava</i> L.) Luís E. Ordóñez-Santos, Andrea M. Vásquez-Riascos	84
Oral presentation	Polyphenols conservation in a model fruit juice dried by spray drying and freeze drying Mónica J. Ramírez, Natalia Salgado-Aristizabal, Carlos E. Orrego-Alzate	87
Oral presentation	Survival and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory, physicochemical, microbiological properties of yoghurt Ricardo A. Parra-Huertas, Oscar J. Medina-Vargas	90
Poster	Application of tristimulus colorimetry in the stability assessment of anthocyanin-rich extracts from colombian tropical fruits Liliana Santacruz, Coralia Osorio, María L. González-Miret, Francisco J. Heredia	93
Oral presentation	Kinetics of texture change of yellow potato (<i>Solanum tuberosum</i>) during the cooking in water Patricia Millan, Doris A. Chiran, Pamela Ibañez, Alejandro Fernández, Dominique Dufour	96
Oral presentation	Evaluation of molds count in arepas chilled using different preservatives Eduardo J. Corpas-Iguarán, Omar A. Tapasco-Alzate	99
Oral presentation	Antimicrobial activity of <i>Weissella confusa</i> against <i>Escherichia coli</i> Liliana Serna C., Luisa F. Rubiano D.	102

Oral presentation	Evaluation of quality indexes of fresh guava in different conservation conditions Carlos García M., Katia I. Cury R., Saul Dussán S.	105
Oral presentation	Seafood biopreservation by lactic acid bacteria (LAB) Carolina Palomino-Camargo, Elisabetta Tomé-Boschian, Yuniesky González-Muñoz	108
Oral presentation	Changes of color and content of acids during storage of (<i>lycorpesicum esculentum</i>) tomato long life variety minimally processed Jesús A. Galvis V., Cleidy A. Morales M., Neidy M. Suárez A.	111
Oral presentation	Isolation and preliminary identification of contaminants fungi in the paipa cheese from Paipa, Boyacá María B. Carrero B., Alfredo López-Molinello	114
Oral presentation	Effect of edible coating of chitosan and essential oils on microbiological quality of minimally processed mango (<i>Mangifera indica L.</i>) Fabián Rico R., Carolina Gutiérrez C., Consuelo Díaz-Moreno	117
Oral presentation	Effect of heat treatment on physicochemical and sensory properties of tamarillo juice (<i>Solanum betaceum</i>) Maira P. Maca, Diego F. Mejía, Oswaldo Osorio	120
Oral presentation	Conservation melón cantaloupe (<i>Cucumis melo l. Var. Cantalupensis</i>) fresh-cut coated and stored in modified atmospheres Carolina Buitrago A., Alejandra Saavedra M., Magda I. Pinzón	123
Oral presentation	Evaluation of transparency and water vapor resistance of edible coatings based on gel <i>Aloe barbadensis</i> Miller Andrés F. Pérez T., Ángel O. Ibarguén D., Magda I. Pinzón F.	126
Oral presentation	Effect of alginate-based edible coating and calcium ions on the quality of castilla blackberries (<i>Rubus glaucus Benth</i>) Leidy C. Ayala S., Claudia P. Valenzuela R., Yanneth Bohorquez P.	129
Oral presentation	Effect of addition of onion, garlic and application of high intensity ultrasound on polyphenoloxidase activity in avocado paste Martha L. Orozco, Rosa E. Prieto, Luis E. Díaz	132
Oral presentation	Physiological effects of modified atmospheres on the quality of conservation <i>Mangifera indica L. cv Vallenato</i> Aldo A. Fernandez V., Juan G. Reales A.	135
Oral presentation	Effect of preharvest application of 1-MCP on physical properties of yellow pitahaya Laura S. Torres V., Alfredo A. Ayala A., Liliana Serna C.	138
Oral presentation	Changes in chemical properties and firmness in yellow pitahaya refrigerated for effect of 1-MCP application Laura S. Torres V., Liliana Serna C., Alfredo A. Ayala A., Jeniffer Ortiz G, Carolina M. Bedoya S	141
Oral presentation	Antimicrobial film to control of <i>Listeria monocytogenes</i> in ham Deyci Rodríguez C., Lina Lopez S., Estefanía Orjuela M.	144
Poster	Asai (<i>Euterpe precatoria Mart</i>) pulp obtention in colombian north amazonic region Luisa F. Peña R., Bernardo G. B., Jaime A. Barrera G., María S. Hernández G.	147

Oral presentation	Comparative analysis of univariate and multivariate deterioration kinetics using principal components analysis (PCA) Jorge Saavedra, Andrés Córdova, Rosa Navarro, Lena Gálvez, César Quezada	150
Oral presentation	Evaluation of antioxidant activity of the essential oil of candia (<i>Hibiscus esculentus</i>) applied to beef hamburger Manuela Julio-Guzmán, Emir Rodríguez-Luna, Gonzalo Urbina-Ospino, Clemente Granados-Conde, Miladys Torrenegra-Alarcón, Diofanor Acevedo-Correa	153
Oral presentation	Bromatological evaluation of sesame seeds (<i>Sesamum indicum</i>) stored in silobags Yesid A. Marrugo L. Lorenzo Fuentes B., Piedad M. Montero C., Diofanor Acevedo C.	156
Oral presentation	Preservative effect of propolis in "chorizos" Carolina Gutiérrez-Cortés, Héctor Suarez-Mahecha	159
Products Development		
Oral presentation	Chicken feathers hydrolyzate as peptone for the production of lactic biomass Liliana Serna C., Carlos A. Rengifo G., Miguel A. Rojas R.	162
Oral presentation	Development of a drink based on <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth by using uv light as pasteurization method Andrea I. Borja, Angélica Alcívar, Stalin Santacruz	165
Oral presentation	<i>Aloe vera</i> gel (<i>Aloe barbadensis</i> Miller) in the encapsulation of lactic acid bacteria Liliana Serna-Cock, Vladimir Vallejo-Castillo, Estefanía Garcia-Gonzalez	168
Oral presentation	Design and construction of an experimental drying chamber for fruits and vegetables Diego Menco-Díaz, Juan C. Mahecha-Godoy, Javier F. Rivera-Hoyos, Juan E. Rincón-Pardo	171
Oral presentation	Effect of the reuse of syrup from the osmotic dehydration of fruits on mass transfer parameters Martha Caicedo C., Juan C. Serrato, Oscar Sánchez, Yerson Moreno, Bernadette Klotz, Yolanda Ruiz	174
Oral presentation	Modification of native cassava starch by <i>A. niger</i> Víctor Quintero C., Germán Giraldo G., Juan Lucas A.	177
Oral presentation	Development of a functional pulp cape gooseberry added with calcium, vitamin c and dietary fiber Alba L. Duque C., Germán A. Giraldo G., Misael Cortés R.	180
Oral presentation	Method evaluation for milpesillos (<i>Oenocarpus mapora</i>) oil extraction Juliana E. Cardona J., Marcela P. Carrillo B., David M. Mosquera, Rafael H. Gutierrez B., María S. Hernandez G.	183
Oral presentation	Microencapsulation of probiotic by spray drying in the presence of prebiotic Sneyder Rodríguez-Barona, Luz M. Montes, Diógenes De J. Ramírez	186
Poster	Obtaining single cell protein from whey Arnulfo Taron-Dunoyer, Jaime Perez-Mendoza, Julián Martínez-Zambrano	189
Oral presentation	Modeling and simulation of a pilot-scale dryer for thermal dehydration of cape gooseberry Juan D. Reyes F., Rubén D. Godoy-Silva	192

Oral presentation	Sensory, physical and proximal properties of yogurt supplemented with yacon Ricardo A. Parra H., Michael F. Medina R., Diana C. Moreno	195
Oral presentation	Comparation between atmospheric and vacuum frying of plantain chips Francisco J. Castellanos G., Carlos R. Pinedo J., Oscar D. Hernández P.	198
Oral presentation	Color and texture, characteristics associated with dried tomato quality Diana Moreno-Guarín, Hernán Sierra-Hoyos, Consuelo Diaz-Moreno	201
Oral presentation	Influence of the freezing with liquid nitrogen on drying of orange by freeze drying Esmeralda S. Mosquera, Alfredo A. Ayala, Claudia I. Ochoa	204
Oral presentation	Viability of <i>Lactobacillus casei ssp casei</i> ATCC393 grown on clarified whey in a batch fermentation process John A. Velásquez T., Germán Giraldo G., Leonardo Padilla S.	207
Oral presentation	Bromatological, sensory and microbiological evaluation of sausages of red tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) with addition of earthworm meal (<i>Eisenia foetida</i>) José I. Hleap Z., Juan M. González O., María F. Mora B.	210
Poster	Bananut plus, enriched flour green bananas with micronutrients Blanca M. Villegas S., Gloria C. Villa M. , Judith M. Torres M, Silvia Ospina M, Luis A. Rocha G, Juan F. Laverde R.	213
Poster	Chemical, physical, sensorial and proximal characteristics of flavored cream cheese Ricardo A. Parra H., Eliana G. Fonseca S.	216
Poster	Physical-chemical and sensory characterization of compote from gulupa (<i>Passiflora edulis</i>), starch sagú (<i>canna edulis</i>) and stevia Ricardo A. Parra-Huertas	219
Oral presentation	Application of vacuum in the frying of a mango tomy atkins (<i>Manguifera indica</i> L.) snack Rafael H. Villamizar V.; Germán A. Giraldo G.	222
Poster	Physicochemical, proximal and sensory properties with fermented milk drink concentrate rubas (<i>Ullucus tuberosus</i>) Ricardo A. Parra-Huertas	225
Oral presentation	Characterization of flour Teff (<i>Eragrostis tef</i>) as an alternative raw material for gluten free bakery Jairo Umaña G., Luis I. Restrepo, Seneida M. Lopera C., Cecilia Gallardo C.	228
Oral presentation	Biotechnology of basidiomycetes fungi in the development of functional foods: drying process vs. antioxidant capacity Diego Rojas, Ana M. Palacio, Sandra P. Ospina, Paola Zapata, Lucía Atehortúa	231
Oral presentation	Effect of some nitrogen sources in the alcoholic fermentation of honey Amaury Blanco P., Marta Quicazán S., Marta Cuenca Q.	234
Oral presentation	Sausage making of a fish-based company in manaure-guajira asokanulíaa Liliana Batista P., Margarita Caballero C., Clemente Granados C., Miladys Torrenegra A., Gonzalo Urbina O., Diofanor Acevedo C.	237

Oral presentation	Preliminary study of the technological development a sausage using trupillo flour (<i>Prosopis juliflora</i>) José del C. Jaimes M., Diofanor Acevedo C., José D. Torres G.	240
Poster	Sensory evaluation of cake flour from chachafruto (<i>Erythrina edulis Triana</i>) Francisco E. Argote-Vega, Hector S. Villada-Castillo	243
Oral presentation	Effect of the proportion of pulp in the must for the production of an alcoholic beverage from guava (<i>Psidium guajava</i>) Stephanie Cabrera, Martha Cuenca, Marta Quicazán	246
Oral presentation	Development of a preserved spreadable product from roe tuna Angélica Peluffó R., Angélica Silva D.	249
Oral presentation	Borojo seeds (<i>Borojoa patinoi Cuatrec</i>) and its potential use of an infusion preparation Lina Vélez A., Gustavo Hincapié Ll., Claudia Restrepo F., Sandra Adarve E., Sergio Páez S., Juan Palacio P.	252
Poster	Physical chemical characterization and obtention of arracacha starch (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>) Mayra A. Adarve-Cobo, Luis M. Mejía-Giraldo	255
Poster	Chemical, sensory, rheological evaluation of yogurt with carambolo (<i>Averrhoa carambola</i>) and stevia (<i>Rebaudiana bertonii</i>) Ricardo A. Parra-Huertasaura M. Riveros, Jennifer A. García, Camila Montañez	258
Poster	Effect of the addition of a mixture of starch malanga (<i>Xanthosoma</i>) and soybeans in the elaboration of sabajón Ricardo A. Parra H. Leidy Becerra A., Lina M. Rodríguez, Diana S. Nonsoque, Edna X. Aguilera	261
Poster	Chemical characterization, sensory and rheological two types sabajón Ricardo A. Parra-Huertas, Lina M. Rodríguez, Edna X. Aguilera, Diana Sofía Nonsoque, Leidy Becerra A.	264
Poster	Development of a distilled alcohol from sweet sorghum (<i>Sorghum saccharatum</i>) with characteristics of cereal congeneric Arnulfo Taron D., Carmen Espitia Y., Lorenzo Fuentes B., Benjamín Ruiz A, David Martinez P.	267
Oral presentation	Rheological and textural properties of breadmaking formulations with quinoa inclusion Raquel O. Díaz S., María S. Hernández G.	270
Oral presentation	Cookies from colombian amazonic native species as a food safety proposal Raquel O. Díaz S., María S. Hernández G.	273
Oral presentation	Evaluation of the lactic fermentation of milk with addition of quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) Carolina Arenas-Suescún, Ricardo Zapata-Fernandez, Carolina Gutiérrez-Cortés	276
Oral presentation	Effect of temperature and ph in the precipitation rate and yield of native potato starch (<i>Solanum phureja</i>) Ricardo A. Parra-Huertas, Yaneth Barrera, Liliana Vargas	279
Poster	Addition stevia and oat in the yogurt manufacturing with mixture of goat's and cow skim milk Ricardo A. Parra-Huertas, Luis J. Barrera-Rojas, Diana C Rodríguez	282

Oral presentation	Influence of the cupuassu bean processing (<i>Theobroma grandiflorum</i>), on the antioxidant activity and the phenolic content	285
	Paula Galeano G., Liceth Cuellar A., Guillermo Schinella	
Oral presentation	Influence of fermentation and sun drying on the characteristics of the cocoa bean TSH 565 and ICS 60	288
	Rocío del P. Pineda, María J. Chica, Luz F. Echeverri, Aristofeles Ortiz, Héctor H. Olarte, Néstor M. Riaño	
Oral presentation	Extraction systems (ES) and their incidence in the quantitation of major bioactive compounds in <i>Rubus glaucus</i> Benth fruits	291
	Juan P. Quintero-Cerón, Leidy C. Ayala S., Claudia P. Valenzuela R., Yanneth Bohorquez P., Carlos A. Rivera	
Nutrition and Health		
Oral presentation	Monosodium glutamate: influence of consumption on some metabolic factors of mice and the increased appetite	294
	Jorge E. Aza, Luz P. Restrepo	
Poster	Productive and nutritional potential determination of mesoamerican Biofortified bean at Cesar, Colombia	297
	Adriana Tofiño, Rodrigo Tofiño, Hedilka Jiménez	
Oral presentation	Estimation OF <i>in vitro</i> digestibility of a refreshing drink added with plasma protein	300
	Piedad M. Montero C., Marlene Durán L., Yesid Marrugo L.	
Oral presentation	Evaluation of pesticide residues in pollen from cundiboyacense high-plateau (Colombia)	303
	Danny Rodriguez, Consuelo Diaz-Moreno, Adriana M. Zamudio, Diego Ahumada	
Poster	Study of the effects of pectin on lipid and glucose metabolism (assay <i>in vitro</i>)	306
	Francy M. Barreto R.1, Blanca L. Ortiz Q., Luz P. Restrepo S.	
Oral presentation	Bromatological and chemical characteristization of amazonian fruit asai (<i>Euterpe precatoria</i> Mart)	309
	Yuri M. Castillo Q., Mary Lares A., María S. Hernández G.	
Oral presentation	Reduction of oil absorption creole chips	312
	Luis Guzmán C., Diofanor Acevedo C., Clemente Granados C.	
Oral presentation	Compositional, hygienic and health quality of raw milk delivered by the dry season producers, Galeras, Sucre	314
	Luz Botero A., Melba Vertel M., Lisbeth Florez M. Javier Medina P.	
Oral presentation	The pine nuts of pinus pinea produced in Chile: characterization nutritional and sensorial	317
	Marlene González, Verónica Loewe, Claudia Delard	
Oral presentation	Physicochemical and nutritional characterization of flour from cowpea <i>Vigna Unguiculata</i> L. cultivated in Colombia	320
	Yeison R. Vargas A., Oscar E. Villamil L., Elizabeth Murillo P., Walter Murillo A., José F. Solanilla D.	
Oral presentation	Metal complexes with amino acids in oral dietary supplements: <i>in-vitro</i> dissolution studies	322
	Julie F. Benavides-Arevalo, Gloria E. Tobón-Zapata	
Poster	Interaction of peel extracts of mango (<i>Psidium guajaba</i>) and guava (<i>Manguiфера indica</i> L) in erythrocyte	325
	Marlene Durán L., Piedad M. Montero C., Yesid Marrugo L.	

Poster	Evidence of lincomycin as growth promoter of chicken meat sold in markets from Cartagena, Colombia Luis E. Guzmán-Carrillo, Carmen Espitia-Yanez, Lina L. Berthel	328
Oral presentation	Assessment of stipe of shiitake as provider of fiber and bioactive principles with an intended use in functional food Ivonne J. Nieto-Ramírez Rocío Rojas-Luna, Carolina Suarez A	331
Oral presentation	What time do we eat “bocachico”?, Building a model for development of health consciousness Colciencias-University of north project Barranquilla-Colombia Aníbal J. Mendoza, Luz M. Alonso, Judith Arteta, Martín Díaz, Rosaura Márquez, Marlys Marquez, Mabel Cano, Arlet Orozco, Angel Villarini-Jusino, Mayra Vega	334
Oral presentation	Inactivation of trypsin inhibitor during heat treatment of soymilk Marta Quicazán, Luis Caicedo	337
Poster	Method validation and determination of soluble and insoluble dietary fiber in wheat flour and bread Christian Morales, Andrea Nieto, Laura Quiroga2, Marta Quicazan.	340
Oral presentation	Antioxidant activity in papaya fruit leather (<i>Carica papaya</i>) Josué Hernández, Viluzca Fernández, Betzabé Sulbarán, María Berradre	343

Physicochemical and Functional Properties of Food

Oral presentation	Physical characteristics of wheat flour and bread with the determination of the viscosity and pulp crystallinity Jairo Montoya L., Germán A. Giraldo G., Juan C. Lucas A.	346
Oral presentation	Vapor liquid equilibrium prediction of biomolecules of importance in the agri-food industry Vladimir E. Vallejo-Castillo, Hugo A. Martínez-Correa	349
Oral presentation	Study of the antioxidant activity of <i>Vaccinium floribundum</i> under thermal treatment Ricardo Claudio, Jessica Nájera, Stalin Santacruz	352
Oral presentation	Antioxidant potential from mangosteen shell Daniel Daza R., Elizabeth Murillo P., Jonh Mendez A., Walter Murillo A., Diego Moyano D., Natalia Osorio	355
Oral presentation	Quantification of vitamin e in commercial samples of bee-pollen Nazly Pulido, Claudia Salazar, Consuelo Diaz, Martha Quicazán	357
Oral presentation	Polyphenol in three accessions of camu- camu (<i>Myrciaria dubia</i>) Natalia Salgado, Mónica J. Ramirez, Salvador Rojas, Yineth Beltran, Carlos E. Orrego	360
Oral presentation	Evaluation in milk cream and cookies of antioxidant activity of extract of valencia orange peel (<i>Citrus sinensis</i> L.) María del R. Moreno-Rodríguez, Gloria H. González-Blair	363
Poster	Ultrastructural evaluation of table grape berries and disorders by crioscanning electron microscopy Juan P. Fernández-Trujillo, Juan A. Martínez, María S. Hernández	366
Oral presentation	Aromatic compounds identification from venezuelan criollo cocoa, using headspace solid-phase microextraction and gas chromatography Álvarez Clímaco, Pérez Elevina, Boulanger Renaud, Lares Mary, Assemat Sophie, Davrieux Fabrice, Cros Emile	370

Oral presentation	Modeling of temperature profile in spherical vegetable foods freezing Rolando Mendoza-Rincón, Aníbal Herrera	373
Poster	Characterization fatty acid, diacetyl and acetoin in colombian quesillo Mónica Durango Z., Uriel Sepúlveda V., Margarita Gutiérrez B., Andrés Londoño Z.	376
Oral presentation	Effect of ultrasound on ATP-ASE activity and functional properties in tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) SURIMI Annamaria Filomena, Luis E. Díaz, Ana Puig, Indira Sotelo	379
Oral presentation	Typification of oak (<i>Quercus humboldtii</i>) honeydew honey from Boyaca and Santander Viviana Gamboa-Abril, Consuelo Díaz-Moreno, Judith Figueroa-Ramírez	382
Oral presentation	Comparison of the antioxidant capacity of arazá (<i>Eugenia stipitata</i> Mc Vaugh) during the ripening Fabio A. Cuéllar C., Cecilia Anzola V.	385
Oral presentation	Modeling hygroscopic equilibrium of passion fruit seeds Henry A. Váquiro, Harvey A. Villa-Vélez, Javier Telis-Romero	388
Oral presentation	Evaluation physicochemical and sensory yellow pitahaya canning (<i>Selinicereus megalanthus</i>) Luis E. Ordóñez-Santos Heidi X. Bastidas-Bolaños, Alejandra M. Narváez-Coral, Ricardo Malagón-Manrique	391
Oral presentation	Evaluation of extracts of <i>Anacardium excelsum</i> (Anacardiaceae) as alternative to the food preservation Vanessa Urrea-Victoria, Luis Gonzalo Sequeda-Castañeda	394
Oral presentation	Physical properties of apple seeds as a function of moisture content Henry A. Váquiro, Harvey A. Villa-Vélez, Javier Telis-Romero, Ana L. Gabas	397
Oral presentation	Evaluation of physicochemical changes induced by salt composition during the formulation of cooked ham Olga L. Torres V. Jennifer Hernández O., Leidy T. Sánchez A.	400
Poster	Functional properties of protein concentrate <i>Phaseolus lunatus</i> and <i>Vigna unguiculata</i> Yesid A. Marrugo L., Piedad M. Montero C., Marlene Duran L.	403
Oral presentation	Chemical composition and enzyme kinetics of polyphenol oxidase from <i>Averrhoa carambola</i> L. through different maturation stages Juan G. Aristizabal S., Elizabeth Murillo P., Jonh J. Mendez, Walter Murillo A., Daniel Daza	406
Poster	Rheometric characterization of emulsion of mackerel (<i>Scomber scombrus</i>) José Del C. Jaimes M., Diofanor Acevedo C., José D. Torres G.	409
Oral presentation	Bromathologic and sensory analysis of wheat-quinoa blend pasta Amanda C. Mora, Patricia Restrepo, Rafael H. Gutierrez B., María S. Hernández G.	412
Poster	Index determination in wheat flour whiteness Jairo Montoya-López, Germán A. Giraldo-Giraldo, Juan C. Lucas-Aguirre	415
Poster	Physical characteristics of wheat flour and bread by determination of differential scanning calorimetry and thermogravimetric analysis Jairo Montoya-López, Germán A. Giraldo-Giraldo, Juan C. Lucas-Aguirre	417

Poster	Modeling of adsorption isotherms in biodegradable flexible films Diana P. Navia P., Héctor S. Villada C.	420
Oral presentation	Mathematical modeling of adsorption isotherms in bioplastic materials of cassava flour Diana P. Navia P., Alfredo A. Ayala A., Héctor S. Villada C.	423
Oral presentation	Preparation and characterization of cassava starch films (<i>Manihot esculenta</i>) ica variety grown on the department of quindío Tatiana Sánchez, Omar García, Magda Pinzón	426
Oral presentation	Microstructure and functional properties of quinoa (<i>Chenopodium Quinoa W</i>) and chachafruto flours (<i>Erythrina edulis</i>): potentials meat extenders Natalia Delgado C., William Albarracín H.	430
Oral presentation	Rheology characterization of two food sauces Heidy Gallego, Cristina Álvarez, Carlos Vélez, Alejandro Fernández	433
Oral presentation	Antioxidant activity of methanolic extracts of cupuassu seeds (<i>Theobroma grandiflorum</i>) Paula Galeano G., Magally Paladines B.	436
Oral presentation	Bromatological and phytochemical parameters evaluation and antioxidant functionality of bromelia karatas (Bromeliaceae) fruits Diego Moyano D., María Osorio R., Elizabeth Murillo P., Walter Murillo A., José Solanilla D., Jonh Méndez A., Juan Aristizabal S.	439
Oral presentation	Antioxidant activity, vitamin c content and total phenolic content of borojo (<i>Borojoa patinoi</i> Cuatrec) Javier Rincon-Velandia, Astrid Garzon	442
Oral presentation	Natives yeasts isolated during spontaneous fermentation of white Grape cv. Malvasía María Berradre, Betzabé Sulbarán, Graciela Ojeda, Viluzca Fernández, Laura Soto, Janett Martínez, Braulio Esteve-Zarzoso	445
Oral presentation	Antioxidant activity of comercial venezuelan chocolate Fernández Viluzca, Amen Yee, Betzabé Sulbarán, María N. Berradre	448
Oral presentation	Quantification of the frequency of polymorphism of the calpain in meat of beef Sandra M. Vásquez-Mejía, Francisco J. Valencia-Alaix, Manuela Orozco-Gaviria	451
Poster	Determination of dietary fiber in colombian honey-bee pollen Consuelo Díaz M., Carlos Zuluaga, Christian Morales, Martha Quicazán	454
Poster	Verification of fortification with iron in products of flour in Bogotá Jorge Buitrago S., Martha Hurtado L., Claudia Salazar G.	457

I CONGRESO INTERNACIONAL EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

COMITÉ ORGANIZADOR

Coordinador General: William Albarracín Hernández PhD.

Héctor Suarez Mahecha PhD.

Aníbal Orlando Herrera PhD.

Amanda Consuelo Díaz PhD.

Martha Cecilia Quicazán de Cuenca PhD.

Nathalia Valderrama Bohórquez Ing.

Ángela Marlen Amaya Ortiz Zoot.

Erika Fonseca Zarate I.Q

Edicson M. Rincon Soledad Zoot.

COMITÉ CIENTÍFICO

Héctor Suarez Mahecha PhD.

William Albarracín Hernández PhD.

José Manuel Barat Baviera PhD.

Carmen Eloisa Velezmoro PhD.

Beatriz Hatta Sokoda Msc.

Luis Felipe Gutiérrez Msc.

María Soledad Hernández Gómez PhD.

Jairo Humberto López Vargas PhD.

Carlos Fernando Novoa Msc.

Olga Lucia Torres Vargas PhD.

José Fernando Solanilla Duque PhD.

Henry Alexander Váquiro Herrera PhD.

Sneyder Rodriguez Barona PhD.

Uriel Sepúlveda Valencia Msc.

Jesus Gil Gonzalez PhD.

Pedro Vanegas Mahecha Msc.

Sandra Milena Vásquez Mejía Msc.

Liliana Serna Cock PhD.

Aníbal Orlando Herrera PhD.

Carlos Antonio Pabón Galán Msc.

Coralia Osorio Roa PhD.

Liliam Alexandra Palomeque Forero PhD.

Luis Eduardo Ordoñez Santos PhD.

Luz Patricia Restrepo Sánchez Msc.

Martha Cecilia Quicazán de Cuenca PhD.

Misael Cortes Rodríguez PhD.

Oscar Julio Medina Vargas PhD.

Héctor José Ciro Velásquez PhD.

Amanda Consuelo Díaz PhD.

PRESENTACIÓN DEL EVENTO

El gran crecimiento de la población mundial, sumado al hecho que la producción alimentaria no presenta un crecimiento similar, ha generado un déficit alimentario sin registros históricos. Lo anterior hace necesario el desarrollo de investigación en la que los principales objetivos sean la resolución de esta problemática. Latinoamérica es una región por excelencia agropecuaria, además que por sus características geológicas y ambientales presenta innumerables variedades de especies, tanto vegetales como animales. Cuenta con las condiciones que permiten el desarrollo de frutas y hortalizas con una propiedad de explotación agroalimentaria y base sostenible de una economía en crecimiento; tierras aptas para la cría de animales especializados en producción láctea y cárnica. Simultáneo al crecimiento económico de América Latina, los sectores productivos se unen a la academia con el fin de desarrollar nuevos productos y tecnologías por medio de los convenios de investigación agroalimentaria, dando herramientas eficientes para el avance tecnológico de la región. Adicionalmente, la abundancia de recursos con la que cuenta la región, posiciona a América latina como la “despensa” del mundo, siendo necesario que las autoridades académicas y los centros de investigación, desarrollen estrategias y aúnen esfuerzos con el sector productivo, con el fin de optimizar estos recursos disponibles, mejorando o aumentando la oferta alimentaria de la región.

Con lo anterior, es importante desarrollar la iniciativa de llevar a cabo el primer congreso IICTA 2012 con el fin de dar a conocer los diferentes avances en investigación tanto nacional, como internacional y posicionar al país como una autoridad en la socialización, acercamiento con los procesos académicos y conocimiento de las tecnologías en auge, enfocado al avance de la ciencia y tecnología alimentaria, y permitiendo el intercambio de información y la generación de vínculos entre los participantes, que permitan fortalecer los diferentes procesos investigativos y de innovación.



William Albaracín Hernández PhD.
Coordinador General IICTA 2012

DETERMINACIÓN SEGÚN ESPECIE DE CARNES CRUDAS Y PROCESADAS, MEDIANTE ANÁLISIS DEL GEN *Cyt b*: IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO EN SANTANDER (COLOMBIA)

SPECIES DETERMINATION OF CRUDE AND PROCESSED MEATS BY *Cyt b* GENE ANALYSIS: IMPLEMENTATION OF THE METHOD IN SANTANDER (COLOMBIA)

ARTÍCULO CORTO

Oriana SERNA D.¹, Oscar TORRES M.¹, Jorge HERNANDEZ T.^{1*}

RESUMEN

Es conocido el hecho de que en Colombia se comercializan carnes crudas y procesadas de animales no autorizados. Las autoridades denuncian que estos animales, a menudo enfermos, son sacrificados en mataderos clandestinos insalubres. En esta publicación reportamos el uso del gen *Cyt b* como marcador molecular para la identificación de carnes y derivados de expendio en el departamento de Santander. Los resultados sugieren que el contenido de los cárnicos no se corresponde con lo impreso en las etiquetas y por lo tanto los productores no están cumpliendo con la normatividad expedida por el Invima.

Palabras clave: ADN mitocondrial, *Cyt b*, identificación de carnes, control de calidad.

ABSTRACT

In Colombia, an illegal market of raw and processed meats from unauthorized animals is well detected. The authorities claim that these animals are often sick and sacrificed in unsanitary slaughterhouses. In this paper, we report the use of *Cyt b* gene as molecular marker for the identification of meat and derivatives, purchased in the department of Santander. Our results suggest incoherence between the content and the labels of products, suggesting that producers are not complying with regulations of the Invima.

Keywords: Mitochondrial DNA, *Cyt b*, meat identification, quality control.

INTRODUCCIÓN

Las carnes contaminadas con patógenos constituyen una grave amenaza para la salud pública. Los mataderos clandestinos no cumplen con las normas sanitarias que regulan las labores de sacrificio, corte, lavado, empackado, etiquetado y transporte de la carne, y operan en condiciones deplorables de insalubridad. Además, el sacrificio de animales enfermos o reservorios de patógenos son fuente de enfermedades zoonóticas como parasitosis, *E.*

coli enterohemorrágica, salmonelosis, tétanos, yersiniosis, etc. (1).

Las autoridades colombianas permanentemente denuncian en los medios de comunicación el comercio fraudulento de carne de burro, caballo y perro, y probablemente de otros animales. No obstante, no existen cifras del volumen de estas carnes que se expendan en tiendas, mercados, carnicerías, restaurantes y otros.

¹ Laboratorio de Biología Molecular (CINBIN). Escuela de Biología. Universidad Industrial de Santander. Apartado Aéreo 678, Bucaramanga, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: hernanj@uis.edu.co

En consecuencia, es inaplazable iniciar la práctica de pruebas de laboratorio confiables para la determinación del origen según especie de carnes y derivados. La mayoría de países ha recurrido a técnicas moleculares, generalmente enfocadas en el análisis del ADN mitocondrial o mtDNA (2). Los estudios filogenéticos basados en el mtDNA son mayoritarios, entre otras razones por su estabilidad, multiplicidad de copias y facilidad de purificación.

Nuestro grupo de investigación —con el apoyo financiero inicial de la Secretaría de Salud de Santander y posteriormente de Colciencias— lleva varios años desarrollando la tecnología de identificación de carnes y derivados, con base en el gen mitocondrial *Cyt b*. El gen posee regiones conservadas y otras muy variables, permitiendo inferir una posible filiación con un taxón determinado (3). En esta publicación reportamos la aplicación de la metodología que hemos estandarizado, en el marco de un proyecto piloto financiado por Colciencias para la identificación de carnes y derivados de expendio en Bucaramanga y su Área Metropolitana. Nuestro objetivo es fomentar la práctica de esta prueba a nivel nacional. Los resultados tendrán un impacto positivo para los organismos de control sanitario, los productores legales y especialmente los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Se compró carnes crudas y procesadas en los mercados de Bucaramanga (Santander) y su Área Metropolitana, de diversas fuentes animales (ver figura 1): Res [2], cerdo [3], pollo [4], cabro [5], chorizo de cerdo [6], pichón [7], carne de arroz chino [8], pollo de arroz chino [9], pichón [10], sobrebarriga [11], chanfaina [12], salame [13], salchichón [14], salchicha [15] y génova [16]. Las muestras se almacenaron a -20°C .

Extracción de ADN total y amplificación del gen *Cyt b*

Se extrajo ADN de 25 mg de carne, usando el kit de extracción de ADN animal DNeasy Tissue[®] (Qiagen). La calidad del ADN fue visualizada en geles 1% agarosa coloreados con EZVision[®] III (Amresco, USA). Un fragmento de 358 pb del gen *Cyt b* fue amplificado mediante PCR, con los oligonucleótidos universales L14841 (5'CCATC-

CAACATCTCAGCATGATGAAA3') y H15149 (5'CCCCTCAGAATGATATTTGTCCTCA3') (2). La reacción de amplificación se realizó con un termociclador Swift[™] MaxPro (Esco) según lo propuesto por Bartlett *et al.*, 1992 (3). Los productos fueron purificados con el kit GeneJet[®] (Fermentas, USA) y clonados en el vector pJET1.2F (Fermentas, USA) en células de *E. coli* JM109.

Determinación del origen según especie

Se secuenciaron 4 clones plasmídicos recombinantes por cada carne (Macrogen, Corea). El origen animal se determinó mediante BlastN, matrices de distancia y árboles de similitud usando MEGA 5 (4). Los límites de similitud para definir género y especie fueron de $\geq 95\%$ y $\geq 97,5\%$, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método aplicado es muy confiable en virtud de la preservación del mtDNA, a pesar de los tratamientos químicos y físicos a los que son sometidas las carnes procesadas. En la figura 1A se puede observar extractos de ADN total de carnes y derivados. Es remarcable la cantidad ($\approx 5 \mu\text{g}$) y la calidad ($>10 \text{ kb}$) del ADN que puede aislarse de embutidos y carnes frías. En la figura 1B se evidencian bandas únicas de 358 pb del gen *Cyt b* suficientes en calidad y cantidad para secuenciación.

En el árbol de distancias de la figura 1C representamos los principales hallazgos de fraude en las carnes. i) Según la etiqueta, la salchicha de marca B debería contener pollo, res y cerdo y solo contiene pollo. ii) La supuesta rellena de res, en realidad contiene sangre de cerdo. iii) La sopa de pichón debería estar hecha con sangre de res, pero también contiene de cerdo. iv) La supuesta salchicha de carne de res de la marca A, también contiene búfalo. v) El supuesto chorizo de cerdo contiene mayoritariamente carne de res. Si bien no se encontraron carnes de animales no autorizados como caballos o perros, los resultados demuestran que los productores están recurriendo al remplazamiento irregular de materias primas por otras de menor costo, en contradicción con lo que declaran en las etiquetas. Asimismo, las evidencias hacen sospechar que los fabricantes infiltran en sus productos, cualquier insumo cárnico disponible. Tomados en conjunto, los resultados sugieren que sí ocurre sustitución ilegal de las carnes y que las autoridades están en mora de ejercer una mayor vigilancia en la producción

de cárnicos. Un muestreo que incluya pescados y enlatados podría revelar nuevos hallazgos. Gracias al apoyo económico del programa de Ciencias

Básicas de Colciencias, la implementación de esta metodología en Santander ha demostrado su validez y podría aplicarse en todo el país.

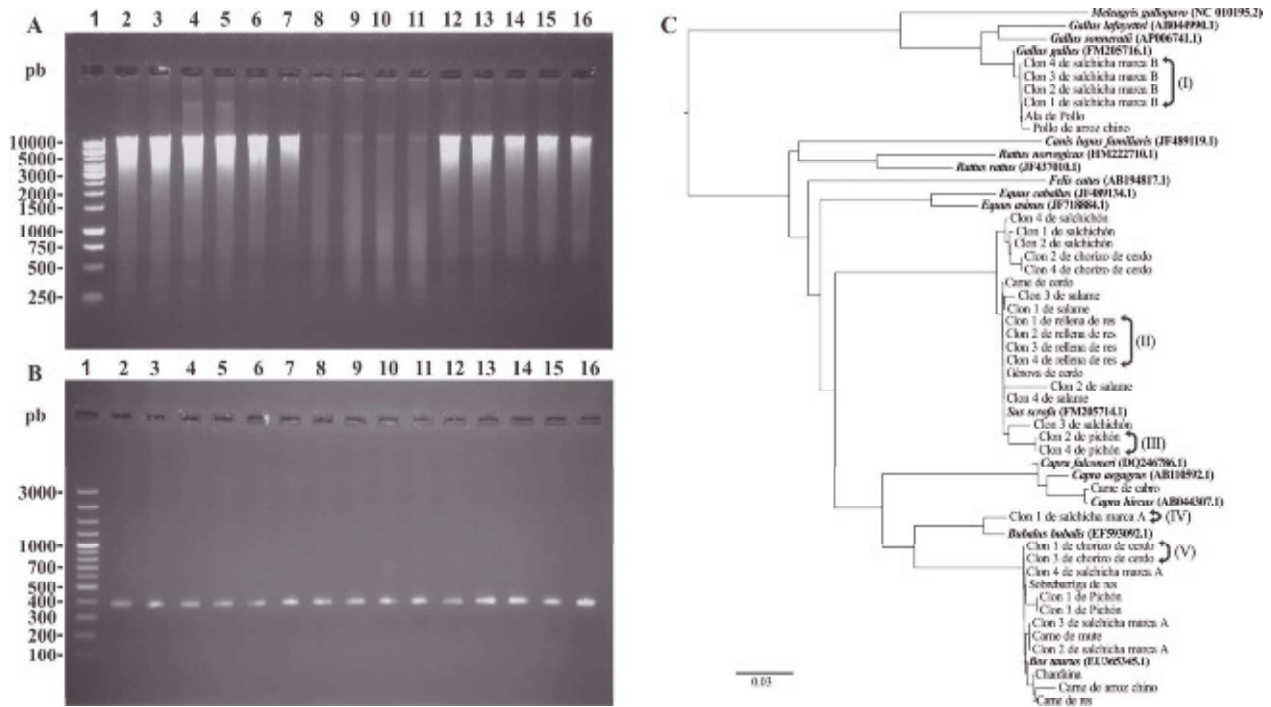


Figura 1. Geles de 1% agarosa de extractos de A) ADN total de carnes y derivados (ver M&M), B) productos de PCR del gen *Cyt b* (358 pb) de los mismos cárnicos. C) Árbol de distancia (Neighbor-Joining) de las secuencias de cárnicos y derivados, junto con secuencias de referencia de Genbank (en cursiva). 0.03 = número de sustituciones esperadas por sitio. I-V, inconformidades entre resultados esperados y obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), World Health Organization. Foodborne disease in OECD countries: Present state and economic costs. Paris, FR; World Health Organization (WHO). 2003. 93p.
2. Kocher TD, Thomas WK, Meyer A, Edwards SV, Pääbo S, *et al.*, Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: amplification and sequencing with conserved primers. Proc Natl Acad Sci. 1989 Aug; 86 (16): 6196-200.
3. Bartlett S, Davidson W. FINS (Forensically informative nucleotide sequencing): A procedure for identifying the animal origin of biological specimens. Bio Tech. 1992 Mar; 12 (3): 408-11.
4. Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Mol Biol Evol. 2011 May 4; 28 (10): 2731-39.

CONTROL EN LINEA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO MEDIANTE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA

INLINE CONTROL PROCESS OF CHEESE MANUFACTURE USING FIBRE OPTIC SENSOR

ARTÍCULO CORTO

Oscar ARANGO B.^{1*}, Manuel CASTILLO Z.², Oswaldo OSORIO M.¹

RESUMEN

La industria quesera demanda el desarrollo de instrumentos de medida en línea que permitan controlar el proceso de coagulación y la predicción de parámetros, tales como el tiempo de corte, el cual incide en el rendimiento y la homogeneidad del producto. En este se utilizó un sensor de fibra óptica para controlar el proceso de coagulación de la leche y obtener algoritmos que permitan predecir los tiempos de agregación y corte de la cuajada. Se utilizó leche reconstituida semidesnatada y desnatada y se evaluaron tres niveles de temperatura de coagulación. El proceso de coagulación fue monitorizado utilizando parámetros ópticos, reológicos y visuales. Se determinó que los parámetros derivados a partir de los perfiles de dispersión de luz de infrarrojo cercano, se correlacionan con la velocidad de coagulación, por lo que los sensores de fibra óptica permiten el seguimiento a tiempo real de la coagulación y el estudio de los factores que la afectan. Se encontraron ecuaciones que permiten predecir eficazmente variables importantes en la elaboración de quesos como el tiempo de gelificación y el tiempo de corte.

Palabras clave: Sensor NIR, queso, coagulación, tiempo de corte, predicción.

ABSTRACT

The cheese industry demands the development of on-line measuring instruments in order to monitoring the milk coagulation process and predicting control parameters such as cutting time, because it has effect on the cheese yield and the homogeneity of the product. In this study a fiber optic sensor was used to control the coagulation of milk and to obtain algorithms to predict the clotting time and the cutting time of the curd. Reconstituted skimmed and semi skimmed milk was used and three levels of coagulation temperature were evaluated. The coagulation process was monitored using optical, rheological and visual parameters. Parameters generated from the NIR diffuse reflectance profiles, were found to be a function of coagulation rate, so that the optical fiber sensors allow real-time monitoring of the coagulation and the study of the factors affecting it. Equations were found to effectively predict important variables in making cheese as the gelation time and cutting time.

Keywords: NIR Sensor, cheese, coagulation, cutting time, forecasting

INTRODUCCIÓN

En la fabricación de queso la elección del momento apropiado para el corte de la cuajada es una operación de suma importancia debido a sus efectos sobre el rendimiento, la maduración y la vida útil del producto (1). El empleo de métodos subjetivos para determinar el momento de corte mediante observación visual y táctil depende de la experiencia del operario y no permite una adecuada

estandarización del proceso. Numerosos equipos se han desarrollado para estudiar y controlar el proceso de coagulación a nivel de laboratorio y de planta (2), en particular la tecnología de sensores de fibra óptica con base en la dispersión de luz de infrarrojo cercano (NIR), que ha mostrado ser una herramienta apropiada para monitorizar la coagulación de la leche (3). Los objetivos de este estudio fueron monitorizar los cambios en los perfiles de

¹ Grupo de Investigación TEA. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

² Centre Especial de Recerca Planta de Tecnologia dels Aliments (CERPTA). Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193-Bellaterra, Spain.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: oscar769@hotmail.com

dispersión de luz durante la coagulación de la leche a diferentes condiciones y determinar algoritmos para la predicción de parámetros como el tiempo de coagulación y el tiempo de corte de la cuajada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño experimental con 2 factores: temperatura (27, 32 y 37°C) y concentración de grasa en la leche (< 0,2 y 1,5%). Como coagulante se usó quimosina recombinante 100% en concentración de 100 $\mu\text{L kg}^{-1}$ de leche. Para evaluar el tiempo de coagulación (t_{clot}) se utilizó una espátula que se introdujo sucesivamente en el gel hasta el momento en el que fue perceptible visualmente la aparición de pequeños flóculos de caseína en su superficie. El tiempo de corte de la cuajada (t_{cut}) se determinó de acuerdo con el procedimiento descrito por Castillo (3). El proceso de coagulación de la leche fue monitorizado simultáneamente a través del sensor de fibra óptica y mediante reología oscilatoria de pequeña amplitud utilizando un reómetro Thermo Haake RS1. Los parámetros que se determinaron fueron G' , G'' y $\text{tg } \delta$ ($\text{tg } \delta = G'/G''$). Los tiempos de gelificación ($t_{G'1}$) y de corte reológico ($t_{G'30}$) se definieron como el tiempo en que los geles alcanzan un $G' = 1$ Pa y 30 Pa respectivamente. El equipo empleado para determinar la dispersión de luz NIR durante la coagulación de la leche se describe detalladamente en el trabajo de Tabayehnejad *et al.*, 2012 (4). Se utilizó un algoritmo para calcular la primera y segunda derivadas del perfil de dispersión en función del tiempo y se establecieron varios parámetros ópticos de tiempo definidos por los máximos y mínimos de las derivadas como se muestra en la figura 1. El procedimiento de máximo R^2 de SAS se utilizó para obtener los mejores modelos para la predicción de los parámetros t_{clot} , t_{cut} , $t_{G'1}$ y $t_{G'30}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que el incremento de la temperatura produjo una disminución significativa ($P < 0,05$) en todos los parámetros de dispersión (t_{max} , $t_{\text{max}2}$, $t_{2\text{max}}$, $t_{2\text{min}}$, $t_{2\text{max}2}$, $t_{2\text{min}2}$) analizados durante el proceso de coagulación de la leche reconstituida. El mismo efecto se observó sobre los tiempos de coagulación (t_{clot}), de corte visual (t_{cut}), de gelificación ($t_{G'1}$) y de corte reológico ($t_{G'30}$). Al incrementar la temperatura de coagulación de 27 a 37°C se observó una reducción de 69% en el tiempo de corte (t_{cut}) y de 37% en el parámetro t_{max} , siendo mayor el efecto sobre la fase de agregación.

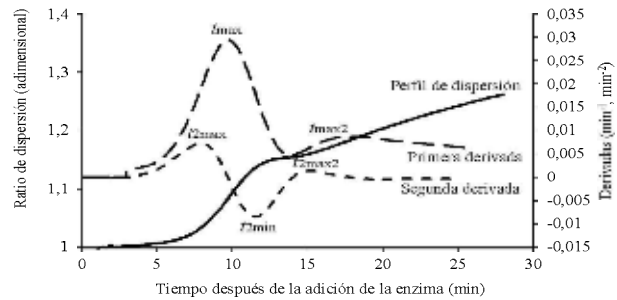


Figura 1. Perfil de dispersión NIR con su primera y segunda derivadas en función del tiempo.

Al reducir el nivel de grasa se observó un incremento en los parámetros ópticos $t_{2\text{max}}$, $t_{2\text{min}}$, $t_{\text{max}2}$ y $t_{2\text{min}2}$; en los parámetros reológicos $t_{G'1}$, $t_{G'30}$ y en los parámetros visuales t_{dot} y t_{cut} , lo que indica que los geles coagularon más lentamente. Se observó una fuerte correlación lineal ($r = 0,985$; $P < 0,0001$) entre el tiempo de coagulación (t_{clot}) y el parámetro óptico $t_{2\text{min}}$, por lo que el siguiente modelo: $t_{\text{dot}} = \beta_0 + \beta_1 t_{2\text{min}}$ con $R^2 = 0,97$ y $\text{SEP} = 0,35$ min, resulta apropiado para predecir t_{clot} . Se encontró además un modelo que permite predecir el tiempo de corte de la cuajada $t_{\text{cut}} = \beta t_{2\text{min}}$ con un error estándar de predicción de 4,1 min y $R^2 = 0,91$.

CONCLUSIONES

Los parámetros generados a partir del perfil de dispersión fueron una función de la velocidad de coagulación, la cual aumentó con la temperatura. El uso de sensores de fibra óptica para medir la dispersión de luz de infrarrojo cercano resultó ser un método objetivo y preciso para controlar el proceso de coagulación de la leche durante la elaboración del queso y permite obtener modelos apropiados para la predicción de parámetros como el tiempo de coagulación y el tiempo de corte de la cuajada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo M, González R, Payne F, Laencina J, López M. Optical monitoring of milk coagulation and inline cutting time prediction in Murcian al Vino Cheese. *Appl Eng Agric.* 2005; 21 (3): 465-471.
- Klandar AH, Lagaude A, Chevalier-Lucia D. Assessment of the rennet coagulation of skim milk: A comparison of methods. *Int Dairy J.* 2007 Oct; 17 (10): 1151-1160.
- Castillo M. Cutting time prediction in cheese making by backscatter of near infrared radiation [dissertation]. [Murcia]: University of Murcia, Spain. Department of Food Technology. 2001.
- Tabayehnejad N, Castillo M, Payne F. Comparison of total milk-clotting activity measurement precision using the Berridge clotting time method and a proposed optical method. *J Food Eng.* 2012 Feb; 108 (4), 549-556.

SECADOR ASISTIDO POR BOMBA DE CALOR Y SECADOR CONVECTIVO CON RECIRCULACIÓN TOTAL: ALTERNATIVAS PARA EL SECADO DE MATERIALES AGROALIMENTARIOS

HEAT PUMP ASSISTED DRYER AND CLOSED CYCLE CONVECTIVE DRYER: DRYING ALTERNATIVES FOR AGRO-ALIMENTARY PRODUCTS

ARTÍCULO CORTO

Juan C. GÓMEZ-DAZA^{1*}, Claudia I. OCHOA-MARTÍNEZ¹

RESUMEN

Los materiales agroalimentarios son comercializados en fresco o secos. El proceso de secado se realiza mediante secado convectivo, secado con vacío o liofilización. Estos demandan alto consumo de energía. Las tecnologías propuestas reducen costos y minimizan el consumo de energía. No se encontró diferencia estadística significativa para las eficiencias, pero sí para la velocidad específica de extracción de humedad y la pérdida de exergía.

Palabras clave: zanahoria, *Daucus carota*, exergía, eficiencia.

ABSTRACT

The agri-food materials are marketed fresh or dried. The drying process is carried out by convective drying, vacuum drying or lyophilization. These require high energy consumption. The proposed technologies reduce costs and minimize consumption of energy. No statistically significant difference was found for energy and exergy efficiencies, but was found for the specific moisture energy rate and the loss of exergy.

Keywords: Carrot, *Daucus carota*, exergy, efficiency.

INTRODUCCIÓN

La preservación de alimentos mediante secado es una de las aplicaciones más antiguas, pero es una operación altamente costosa en energía. Se estima que del 10 al 15% del uso de la energía industrial se consume en operaciones de secado (1). Las primeras aplicaciones particulares del secador asistido por bomba de calor (SBC) se iniciaron en 1973 y los primeros estudios en la literatura sobre secado asistido por bomba de calor se realizaron en 1976 (2). Los secadores de bomba de calor se han empleado en la industria de alimentos para el secado de frutas y vegetales en diferentes países. El objetivo de este trabajo es realizar una evaluación energética y exergética del SBC y un secador convectivo con recirculación total o cerrado (SCC) mediante parámetros de energía y exergía. Se empleó la zanahoria como alimento modelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se levantó y se cortó las zanahorias (*Daucus carota* L.) variedad Nantes en rodajas de 3 cm de diámetro y espesores entre 2 y 4 mm de acuerdo al diseño experimental. El SBC (Dártico[®]) consiste de un circuito frigorífico conformado por el condensador, el evaporador, el compresor y la válvula de expansión. En la cámara de secado se ubicó 5 bandejas. El SCC funciona en el mismo equipo pero sin el circuito de refrigeración. En el SBC se fijó la humedad relativa (HR) y la velocidad del aire; en el SCC se fijó la temperatura y la velocidad del aire. Los parámetros de energía empleados para la evaluación fueron velocidad específica extracción humedad (*SMER*) (3), eficiencia de secado (*DE*), pérdida de exergía (Ex_L) (4) y eficiencia exergética (η_{Ex}) (ver ecuaciones 1 a 4) (5).

¹ Escuela de Ingeniería de Alimentos, Universidad del Valle, Cali, Colombia

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: juan.gomez.d@correounivalle.edu.co

$$SMER = \frac{\text{cantidad de agua evaporada} \left[\frac{kg}{kg} \right]}{\text{energía de entrada al secador} \left[\frac{kWh}{kg} \right]} \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$DE = \frac{T_{aire\ entrada} - T_{aire\ salida}}{T_{aire\ entrada} - T_{aire\ saturado}} * 10^2 [\%] \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$\sum E_{xL} = \sum E_{xi} - \sum E_{xo} \left[\frac{kJ}{kg} \right] \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$\eta_{Ex} = \left(1 - \frac{E_{x\ salida}}{E_{x\ entrada}} \right) * 10^2 [\%] \quad \text{Ecuación 4.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de humedad inicial promedio de la zanahoria fresca fue de 0,8935 (bh) ó 8,39 (bs). De 17 experimentos para un tiempo fijo de 5 h, se escogieron tres con las condiciones presentadas en las figuras 1 y 2. Las barras claras corresponden al SBC. El eje X en las figuras se identifica así: temperatura del aire (°C)-espesor (mm)-velocidad del aire (m/s).

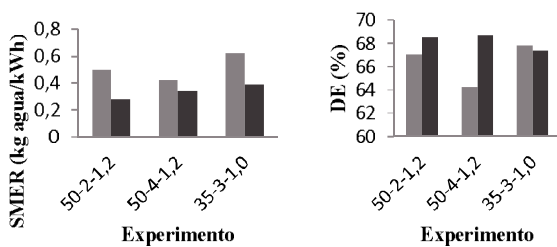


Figura 1. Comparación de los secadores mediante parámetros de energía.

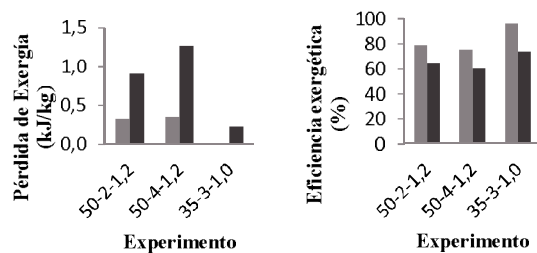


Figura 2. Comparación de los secadores mediante parámetros de exergía.

Para las condiciones de secado evaluadas, en el SBC se obtienen mayores SMER y valores alternos para DE (figura 1). En cuanto a exergía, se presentan menores pérdidas y mayor eficiencia en el SBC. En la tabla 1 se presenta el análisis mediante el estadístico de Fisher. El criterio de rechazo de la hipótesis nula es $F_{calc} > F_{tab}$. Para este caso con 16 grados de libertad (considerando todos los experimentos) F_{tab} es 2.333.

Tabla 1. Evaluación mediante el estadístico de Fisher.

	Parámetro	SBC	SCC	F_{calc}
Energía	SMER	0,031	0,003	10,333
	DE	4,926	11,139	2,261
Exergía	E_{xL}	0,011	0,169	15,364
	E_{f_Ex}	0,003	0,004	1,333

El SMER es el método más usado para determinar la eficiencia de un sistema de SBC (6); para los experimentos considerados se encontró valores entre 0,42 y 0,62 para el SBC y valores entre 0,28 y 0,39 [kg/kWh] para el SCC, presentando diferencias significativas de acuerdo a la prueba F (ver tabla 1). Se han encontrado valores entre 0,715 y 1,25 en el secado de cubos de zanahoria en un SBC (7). En general, la capacidad (medida con SMER) y la eficiencia (DE) de un SBC son proporcionales al incremento en la temperatura y la humedad (8). Sosle (9) encontró que el SMER se incrementa con la carga hasta cierto valor, a partir de la cual disminuye y luego vuelve a incrementarse, obteniendo valores entre 0,334 y 0,356 [kg/kWh].

Respecto a los parámetros de exergía, se han encontrado, mediante simulación, eficiencias exergéticas en el rango de 7 a 16% para la cámara de secado (10), mientras que en secadores asistidos por bomba de calor, se encontraron valores entre 60 y el 85% en el secado de hojas de oliva (11) y valores entre 40 y 90% (4). En esta investigación, se encontraron valores entre 75 y 96%, lo que puede sugerir un efecto de la configuración del SBC evaluado.

CONCLUSIONES

Existe combinaciones de humedad relativa (temperatura) y velocidad del aire en el proceso de secado mediante SBC que reducen el consumo energético respecto al SCC usando como indicador la velocidad específica de extracción de humedad (SMER), puesto que esto indica que cada kWh se aprovecha mejor en el SBC. Se encontró que es posible realizar el secado convectivo con recirculación total (SCC) con un desempeño interesante. La conclusión más general para el presente estudio es que el método de secado asistido por bomba de calor ofrece ventajas significativas sobre el método alternativo evaluado para el secado de zanahoria al mostrar mejor desempeño tanto energético como exergético. Sin embargo, estadísticamente, sólo existe diferencia significativa en el SMER y la pérdida de exergía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mujumdar AS. Research and development in drying: recent trends and future prospects. *Dry Technol.* 2004; 22 (1-2): 1-26.
2. Colak N, Hepbasli A. A review of heat pump drying: Part 1 –Systems, models and studies. *Energ Convers Manage.* 2009 Sep; 50 (9): 2180-2186.
3. Chua KJ, Hawlader MNA, Chou SK, Ho JC. On the study of time-varying temperature drying-effect on drying kinetics and product quality. *Dry Technol.* 2002; 20 (8): 1559-1577.
4. Ceylan I, Aktas M, Dogan H. Energy and exergy analysis of timber dryer assisted heat pump. *Appl Ther Eng.* 2007 Jan; 27 (1): 216-222.
5. Midilli A, Kucuk H. Energy and exergy analyses of solar drying process of pistachio. *Energy.* 2003 May; 28 (6): 539-556.
6. Colak N, Hepbasli A. A review of heat pump drying: Part 2 –Applications and performance assessments. *Energ Convers Manage.* 2009 Sep; 50 (9): 2187-2199.
7. Zhang X, Mao Z, Sun L. Heat pump fluidized bed drying of agricultural materials. Annual meeting of American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2004.
8. Perera CO, Rahman MS. Heat pump dehumidifier drying of food. *Trends Food Sci Tech.* 1997 Mar; 8 (3): 75-79.
9. Sosle V. A heat pump dehumidifier assisted dryer for agri-foods [dissertation]. [Ontario, Canada]: McGill University: 2002. 140p.
10. Dincer I, Sahin AZ. A new model for thermodynamic analysis of a drying process. *Int J Heat Mass Tran.* 2004 Feb; 47 (4): 645-652.
11. Erbay Z, Icier F. Optimization of drying of olive leaves in a pilot-scale heat pump dryer. *Dry Tech.* 2009; 27: 416-427.

COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE TROZOS DE *Cyphomandra betacea cav (sendth)* EN CICLOS DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA CON CALENTAMIENTO ÓHMICO

PHYSICOCHEMICAL COMPARISON OF *Cyphomandra betacea cav (sendth)* PIECES IN CYCLES OF OSMOTIC DEHYDRATION AND OSMOTIC DEHYDRATION WITH OHMIC HEATING

ARTÍCULO CORTO

Luis D. ARANGO D.¹, Edward A. MONTOYA F.¹, Magda I. PINZÓN^{2*}

RESUMEN

En el presente artículo se propuso aplicar un método no convencional: calentamiento óhmico (electroporación), para aumentar la cinética de deshidratación osmótica, y así obtener los mismos, o incluso mejores resultados, que en deshidratación osmótica convencional y como consecuencia ahorro en tiempo de proceso, influyendo en costos económicos y de manufactura. Se analizó y comparó el comportamiento de trozos de tomate de árbol (*Cyphomandrabetacea (cav) sendth*) en ciclos sucesivos de deshidratación por dos métodos: la deshidratación osmótica convencional y la deshidratación osmótica combinada con calentamiento óhmico.

Palabras clave: tomate, *Cyphomandrabetacea (cav) sendth*, deshidratación, electroporación.

ABSTRACT

In this article is proposed to apply an unconventional method, the ohmic heating (electroporation), to increase the osmotic dehydration kinetic and obtain the same or even better results than osmotic dehydration conventional process, in consequence savings in processing time, influencing economic and manufacturing costs. It was analyzed and compared the behavior of pieces of tree tomato (*Cyphomandrabetacea (cav) sendth*) in successive cycles of dehydration by two methods: osmotic dehydration conventional process and osmotic dehydration combined with ohmic heating.

Keywords: tomato, *Cyphomandrabetacea (cav) sendth*, dehydration, electroporation.

INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol (*Cyphomandrabetacea (cav) sendth*) originario de los Andes, pertenece a la familia Solanaceae. La pulpa del tomate es una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. La deshidratación osmótica (DO) es una técnica en la que el producto vegetal es puesto en contacto con una solución concentrada de sales y/o azúcares, estableciéndose una doble transferencia de materia: agua desde el producto hacia la solución junto con sustancias naturales y, en sentido opuesto, solutos de la solución hacia el producto. El calentamiento

óhmico (CO) se produce por el efecto Joule; es rápido y tiene mayor capacidad de penetración que las microondas (1). Cuando el CO es utilizado en alimentos y/o microorganismos, éste produce un efecto adicional al daño térmico denominado electroporación que es la formación de poros en la membrana celular causadas por un campo eléctrico aplicado externamente (2). En esta investigación, se propuso aplicar un método no convencional, CO, para aumentar la cinética de DO y de esta manera optimizar o mantener los mismos resultados que en DO convencional.

¹ Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

² Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mipinzon@uniquindio.edu.co.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la muestra

Los tomates de árbol se adquirieron en el mercado local, estos fueron desinfectados por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio 500ppm, seguido de un proceso escaldado. Se retiró la cascara y las puntas, se realizó un corte por el eje polar, y se retiraron las semillas obteniendo dos trozos rectangulares que fueron troceados en cubos de $2 \times 2 \times 0,5 \text{ cm}^3$ utilizando una cortadora de acero inoxidable.

Solución osmótica

Como solución deshidratante se utilizó una disolución de sacarosa de 60 °Brix, en agua tipo II purificada por ósmosis inversa, se adicionaron 1 g/L de ácido ascórbico (antioxidante) y 0,5 g/L de ácido cítrico (conservante), 0,26% de NaCl (fuente de electrolitos) y 0,2 g/L de cloruro de calcio (texturizante).

Deshidratación osmótica (DO) convencional

La DO se realizó siguiendo parámetros establecidos por Rojas *et al.*, 2004 (3), sumergiendo los cubos de tomate en la solución deshidratante durante 240 min, sin agitación y manteniendo una relación fruta:jarabe de 1:5. Se realizó ciclos de deshidratación, refrigerando la solución al final de cada día a 4°C.

Deshidratación osmótica con calentamiento óhmico (DO-CO)

La DO-CO se llevó a cabo siguiendo los parámetros de Rojas *et al.*, 2004 (3); se utilizó un voltaje variable de 6 a 10 V (según el ciclo de deshidratación), para que la temperatura de la solución no sobrepasara los 40°C. Se realizó ciclos de deshidratación, refrigerando la solución al final de cada día a 4°C.

Análisis composicional

Durante cada ciclo de deshidratación se midió la pérdida de peso, disminución de la a_w , pérdida de humedad, y °Brix, de los cubos de tomate de árbol sometidos a DO y DO-CO.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del tiempo de DO-CO

Para determinar el tiempo de deshidratación al cual los valores de DO van a ser iguales a los de

DO-CO, se realizaron deshidrataciones a diferentes tiempos: 60, 120, 180 y 240 min. Se analizó dos variables fundamentales que determinan la composición fisicoquímica de los trozos de tomate de árbol: % pérdida de peso y °Brix.

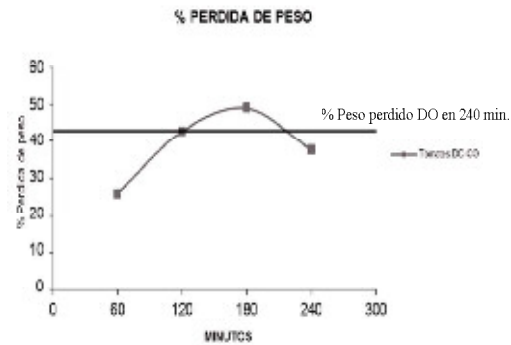


Figura 1. Variación % pérdida de peso de cubos de tomate durante la DO-CO durante 60, 120, 180 y 240 min.

En la figura 1 se puede observar que para obtener los mismos resultados de % de pérdida de peso en 240 min de DO, sólo es necesario 120 min empleando DO-CO; de igual manera la ganancia de °Brix tienen el mismo comportamiento.

Para comprobar que la disminución del tiempo de deshidratación no era únicamente causada por el aumento de temperatura, se realizó experimentos deshidratando osmóticamente trozos de tomate a 40°C utilizando un calentamiento convectivo, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 1. Valores promedios de % pérdida de peso y °Brix de trozos de tomate en 120 min.

	DO Calentamiento-convectivo	DO-CO
% Pérdida de peso	31,34%	42,97 %
°Brix	35,4	42,13%

Aunque el incremento de la temperatura aumenta la tasa de deshidratación, no es suficiente para obtener los mismos resultados en cuanto a porcentaje de pérdida de peso alcanzados con la DO-CO (tabla 1).

Análisis composicional

Se calculó los valores pérdida de agua (ΔM_w) y ganancia de sólidos (ΔM_s) según las ecuaciones 1 y 2, que correlacionan los cambios en los °Brix y % humedad de los cubos de tomate sometidos a DO y DO-CO, con los cambios en el peso.

$$\Delta M_s = \frac{(M_f \cdot X_{ssf}) - (M_0 \cdot X_{sso})}{M_0} \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$\Delta M_w = \frac{(M_f \cdot X_{wff}) - (M_0 \cdot X_{w0})}{M_0} \quad \text{Ecuación 2.}$$

donde: M_0 = Peso de la muestra antes del tratamiento; M_f = Peso de la muestra al final del tratamiento; X_{w0} = Fracción másica del agua en la muestra antes del tratamiento; X_{wf} = Fracción másica del agua en la muestra al final del tratamiento; X_{sso} = Fracción másica de °Brix en la muestra antes del tratamiento; X_{ssf} = Fracción másica de °Brix en la muestra al final del tratamiento.

Se realizó un ANOVA simple a los datos. La prueba de LSD de ΔM_s mostró los resultados en tres grupos homogéneos: ciclo 1 al 4, ciclo 2 al 6 y ciclo 3 al 7. De igual manera ΔM_w mostró 3 grupos homogéneos: ciclo 1, ciclo 2 al 3 y ciclo 4 al 7. Teniendo en cuenta el ciclo 1 como fuente de comparación, y a causa de que los ciclos 1 al 4 en cuanto a ΔM_s son un grupo homogéneo, los trozos de tomate de árbol van a ser similares en su composición fisicoquímica en 4 ciclos consecutivos de DO.

A diferencia de los resultados obtenidos en la DO convencional, en DO-CO, los resultados de ΔM_s se muestran en 1 solo grupo homogéneo que va desde el ciclo 1 hasta el 7. En la ΔM_w se encontró 4 grupos homogéneos: ciclo 1 al 2, ciclo 3 al 4, ciclo 5 al 6, y ciclo 7 (figura 2).

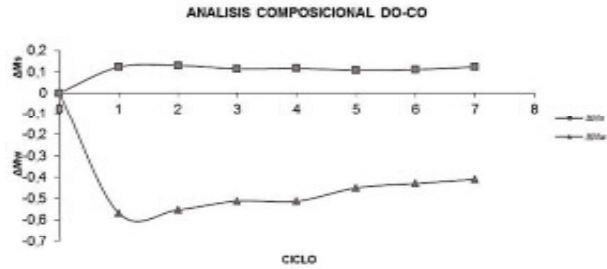


Figura 2. ΔM_w y ΔM_s en los cubos de tomate durante DO-CO vs ciclo de deshidratación.

CONCLUSIONES

La DO-CO reduce el tiempo de deshidratación en un 50%, y los trozos de tomate de árbol presentan una composición fisicoquímica similar en los 7 ciclos de deshidratación a diferencia de la DO convencional que son únicamente 4.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gil A. Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. España: Editorial Médica Panamericana; 2010. 538 p.
2. Calderón M, González M, Barbosa G, Swanson B. Métodos no térmicos para procesamiento de alimentos: variables e inactivación microbiana. Braz J Food Tech Campiñas. 1998; 1 (1,2): 3-11p.
3. Rojas M, Arango L. Evolución de las propiedades físicas y bioquímicas durante la cinética de deshidratación osmótica del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea (Cav) sendth*). [Trabajo de pregrado]. [Armenia, Quindío]: Universidad del Quindío. 2004.

VALIDACIÓN DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA TOTAL EN DERIVADOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) MEDIANTE ESPECTROMETRÍA NMR

VALIDATION OF METHODOLOGY FOR DETERMINATION OF TOTAL FAT IN COCOA (*Theobroma cacao* L.) PRODUCTS BY NMR SPECTROMETRY

ARTÍCULO CORTO

Juan F. ROMERO R.^{1,2*}, Sandra L. OSTOS A.¹, Leslie K. RUEDA L.¹, Martha C. QUICAZÁN S.²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue validar la determinación del contenido de grasa por espectrometría de resonancia magnética nuclear (NMR). Esta se destaca por ser una técnica operativamente simple, rápida, no destructiva, no requerir de reactivos y grandes cantidades muestra. La validación se realizó con tres analistas en diferentes días. Se evaluó la repetibilidad, la precisión intermedia, el error relativo y la recuperación. Se determinaron diferencias significativas entre analistas y métodos por medio de análisis ANOVA y prueba de Tukey con 95% de confianza. Los parámetros obtenidos fueron satisfactorios respecto a los criterios de aceptación, presentándose divergencias entre las dos categorías de producto. No se encontraron diferencias significativas entre analistas y a su vez entre estos y el método estándar. Los resultados afirmaron la fiabilidad y aplicabilidad de la espectrometría NMR en el control de calidad de los productos mencionados.

Palabras clave: cacao, chocolate de mesa, espectrofotometría de resonancia magnética, contenido de grasa, licores de cacao.

ABSTRACT

The aim of this study was to validate the determination of fat content by nuclear magnetic resonance spectrometry (NMR). This methodology stands out as a simple, rapid, non destructive technique and it does not require reagents and large amounts of sample. The validation was performed with three analysts on different days. The repeatability, intermediate precision, the relative error and recovery were evaluated. Significant differences between analysts and methods were determined by ANOVA and Tukey test with 95% confidence. The parameters obtained were satisfactory regarding the acceptance criteria, presenting differences between the two product categories. There were no significant differences among analysts and in turn between these and the standard method. The results affirmed the reliability and applicability of NMR spectroscopy in quality control of products mentioned.

Keywords: cocoa, cocoa liquors, sweet chocolates, magnetic resonance spectrometry, fat content.

INTRODUCCIÓN

Al ritmo que los niveles de producción en las industrias alimenticias crecen, se exige métodos efectivos y rápidos en el control de la calidad. Particularmente, la industria del cacao y derivados enfrenta adversidades en la determinación de uno

de sus parámetros de importancia: el contenido de grasa. La técnica oficial requiere un mínimo de 16 horas, ocasionando demoras en las declaratorias de conformidad y por tanto largos periodos y costos de almacenamiento.

¹ CasaLuker S.A. Calle 13 No. 68-98. Bogotá, Colombia.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos –ICTA. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá. Carrera 30 No. 45-03 edificio 500 C, segundo piso. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jfromeror@unal.edu.co

En la última década se ha popularizado métodos alternativos, entre los que se destacan los basados en resonancia magnética nuclear (NMR). Sus aplicaciones en análisis de alimentos están principalmente dirigidos al cálculo del porcentaje de sólidos y más frecuentemente a la determinación del contenido de grasa total mediante su variante de baja resolución pulsada (1). NMR exige pocos minutos de análisis (2), no necesita reactivos ni grandes cantidades de muestras. Mientras sus principios de funcionamiento son relativamente complejos, el uso de NMR es simple, debido en parte al alto grado de automatización y control mediante computador (3).

El propósito de este trabajo fue validar y evaluar la fiabilidad de la espectrometría NMR en la determinación del contenido de grasa en dos derivados del cacao: licores y chocolates de mesa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Equipos

Se empleó el equipo de espectrometría de resonancia magnética nuclear de tiempo dominante (TD-NMR) MiniSpec® MQ20 de Bruker®.

Muestras

Se empleó licores obtenidos de cacaos procedentes de Santander, Tumaco, Ecuador y Perú. Se seleccionó chocolates de mesa con diferencias en sus componentes. Los productos fueron suministrados por CasaLuker S.A.

Diseño experimental

En cada categoría de producto se seleccionó un producto patrón. El contenido de grasa en estos fue determinado 10 veces por 3 analistas según NMR. Cada operador realizó sus ensayos en distintos días.

Determinación de valores de referencia

Se determinó 6 veces el contenido de grasa a 4 licores de cacao y 4 chocolates de mesa por medio de extracción en soxhlet según el método oficial AOAC 963.15 (4).

Implementación de curvas de calibración y obtención de datos

Para la creación y ajuste de las curvas de calibración las muestras fueron pesadas en tubos de vidrio aproximadamente 3,0 g de chocolates de mesa, 4,0 g de licores de cacao y calentados a 40°C por 20 min.

Se ingresó en el equipo dos valores de entrada: los pesos de las muestras y los correspondientes valores de contenido de grasa. Después de la lectura en el espectrómetro el equipo ajusta la calibración. Para la validación se ingresó el peso de la muestra y se obtuvo el contenido de grasa predicho según las referencias implementadas.

Parámetros y análisis estadístico

Se determinó la repetibilidad, la precisión intermedia, representadas por el coeficiente de variación, el error relativo y la recuperación. Los criterios de aceptación se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de aceptación de parámetros.

Parámetro	Criterio de aceptación
Repetibilidad	< 2%
Precisión intermedia	< 2%
Error relativo	≤ 2%
Recuperación	99% – 101%

Se determinó diferencias significativas entre analistas y métodos por medio de análisis ANOVA y prueba de Tukey con un 95% de confianza, con ayuda del software MatLab® en su versión 7.10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros y análisis estadístico

Los parámetros estadísticos obtenidos se exponen en la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros estadísticos.

Parámetro	Licores de cacao	Chocolates de mesa
Repetibilidad (%)	1,8689	0,9374
Precisión intermedia (%)	1,8116	0,9303
Error relativo (%)	0,2140	0,5460
Recuperación (%)	100,6144	100,5640

Los resultados son satisfactorios en comparación con los criterios de aceptación. La diferencia de precisión entre las dos categorías de producto es atribuible a las características morfológicas desiguales. La divergencia entre errores relativos es asociada al coeficiente de correlación que en chocolates de mesa era inferior. Por tanto, las mejoras en el grado de predicción del método evaluado dependen del

perfeccionamiento y constante evaluación de las curvas implementadas.

La comparación estadística de los resultados obtenidos por los tres analistas y el valor referencia es reportada en la tabla 3.

Tabla 3. Valor referencia y resultados por analista.

Analista	% de Grasa Total	
	Licores de cacao	Chocolates de mesa
Referencia (Método oficial)	54,4265a	16,7546b
Analista 1	54,8686a	16,8432b
Analista 2	54,6532a	16,8651b
Analista 3	54,6860a	16,8390b

* Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0,05$.

Las pruebas estadísticas indican que con un 95% de confianza no existen diferencias significativas entre analistas, descartando la existencia de errores sistemáticos considerables por particularidades del operador. A su vez se establece la ausencia de desviaciones significativas entre los valores obtenidos con el método oficial y los resultados por NMR. Los resultados señalan la validez de la espectrometría

NMR en la determinación del contenido de grasas en los dos tipos de producto derivados del cacao.

CONCLUSIONES

La determinación del contenido de grasas en licores de cacao y chocolates de mesa, mediante espectrometría NMR es válida y reproduce fielmente los resultados obtenidos según el método de extracción por soxhlet.

La técnica es operativamente simple y rápida, no requiere de reactivos ni grandes cantidades de muestras en comparación con el procedimiento oficial por lo que puede ser aplicada en control de calidad de los productos estudiados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento por el apoyo prestado a CasaLuker S.A. por facilitar las muestras, equipos e instalaciones del Laboratorio de Control de Calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Todt H, Guthausen G, Burk W, Schmalbein D, Kamlowski A. Water/moisture and fat analysis by time-domain NMR. Food Chem. 2006 Jul 19; 96 (3): 436-440.
2. Leung H, Anderson G, Norr P. Rapid Determination of Total and Solid Fat Contents in Chocolate Products by Pulsed Nuclear Magnetic Resonance. J Food Sci. 1985 Aug 25; 50 (4): 942-945.
3. Nielsen S. Food Analysis. New York, (NY): Springer; 2010. 602 p.
4. Horwitz W. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Arlington, (TX): AOAC International; 2005. 2590 p.

CONCENTRACIÓN DE CLARIFICADO DE UCHUVA (*Physalis peruviana*) POR DESTILACIÓN OSMÓTICA: EFECTO DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN SOBRE LA CONCENTRACIÓN

CONCENTRATION OF CLARIFIED GOLDENBERRY FRUIT (*Physalis peruviana*): BY OSMOTIC DISTILLATION: EFFECT OF OPERATING PARAMETERS ON CONCENTRATION

ARTÍCULO CORTO

Jaime H. MENDOZA C.^{1*}, Aida RODRÍGUEZ DE S.¹, Carlos VELEZ P.¹, Patricia MILLÁN C.¹

RESUMEN

La destilación osmótica es un proceso de membrana utilizado para concentrar soluciones acuosas de los alimentos. Su ventaja es la capacidad de lograr altas concentraciones a bajas presiones y temperaturas, evitando el daño térmico y mecánico de los jugos. En este trabajo se estudió el efecto del flux de alimentación, flux de la salmuera, tiempo de proceso y temperatura sobre la concentración del jugo clarificado de uchuva (*Physalis peruviana*) utilizando la destilación osmótica. Las mejores condiciones de operación se obtuvieron trabajando durante 8,55 horas a una temperatura de 35°C con un flux de evaporación del jugo de 1,3 kg/m²h y un flux de evaporación de salmuera de 1,1 kg/m²h para obtener un concentrado a 67 °Brix.

Palabras clave: *Physalis*, destilación osmótica, membranas, voncentración.

ABSTRACT

Osmotic distillation is a membrane process used to concentrate aqueous solutions of foods. Its advantage is the ability to achieve high concentrations, to low pressures and temperatures avoiding thermal and mechanical damage of the juices. This paper studied the effect of feed flux, brine flux, processing time and temperature on the concentration of clarified juice of goldenberry (*Physalis peruviana*) using osmotic distillation. The best operating conditions were obtained working for 8.55 hours at a temperature of 35°C with a juice evaporation flux of 1.3 kg/m²h and brine evaporation flux of 1.1 kg/m²h to obtain a 67 °Brix concentrate.

Keywords: *Physalis*, osmotic distillation, membranes, concentration.

INTRODUCCIÓN

Los jugos de fruta se concentran por evaporación ocasionando una degradación del color y sabor. Los procesos de destilación por membrana y destilación osmótica se utilizan para concentrar el jugo clarificado mejorando la calidad del producto y reduciendo el consumo de energía (1-5). Procesos como la microfiltración, la ultra filtración (UF) y la ósmosis reversa (OR) han sido aplicados extensamente al sector de lácteos y jugos precedidos por procesos de clarificación (6-12). El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de la temperatura, el caudal de alimentación del jugo y la salmuera en

la concentración por evaporación osmótica del jugo clarificado de uchuva (*Physalis peruviana*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Destilación osmótica

El jugo clarificado (10 °Brix) por ultrafiltración se sometió al proceso de destilación osmótica utilizando una membrana 020 CP 2N Microdyn hidrofóbica de polipropileno, el área de la membrana es de 0,1 m². El jugo clarificado se alimentó usando bombas peristálticas y utilizando una solución de cloruro de calcio en un lado de la membrana al 60% P/P. El proceso acoplado se muestra en la figura 1.

¹ Ingeniería de Alimentos. Universidad del Valle. Cali. Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jaimes1764@hotmail.com

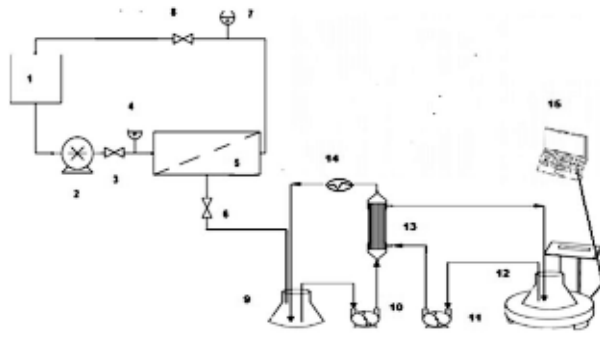


Figura 1. Sistema acoplado: 1. Almacenamiento 2. Bomba 3. Válvula 4. Medidor de presión 5. Ultrafiltro 6. Válvula 7. Medidor de presión 8. Válvula 9. Jugo clarificado 10. Bombas peristálticas 11. Balanza 12. Salmuera 13. Membrana 14. Intercambiador de calor 15. Computador.

Calidad del Concentrado

Al concentrado se le analizó pH, acidez, viscosidad, densidad, humedad, vitamina C, azúcares totales, reductores, sólidos solubles totales, sólidos no solubles, color y actividad de agua, contenido de bacterias y levaduras (13). Se evaluó el jugo natural y el jugo preparado con el concentrado utilizando una prueba afectiva de preferencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Destilación osmótica

En la tabla 1 se puede observar los resultados de las pruebas en el proceso de concentración del jugo clarificado de uchuva por destilación osmótica.

Tabla 1. Concentración del jugo clarificado de uchuva por destilación osmótica.

Pruebas	Caudal de Alimentación (Jugo) l/h	Caudal de la Salmuera) l/h	Horas trabajadas	Flux de evaporación (jugo) kg/m ² h	Flux de condensación (Salmuera) kg/m ² h	Brix	T. °C
1	7,23	31,21	10	0,98	0,84	61	30
2	7,23	47,16	10	0,78	1,14	60	30
3	12,18	31,21	11	1	0,87	62	30
4	12,18	47,16	10:35	1,1	0,88	63	30
5	7,23	31,21	09:35	0,54	0,9	63	35
6	7,23	47,16	10:45	0,91	0,8	60	35
7	12,18	31,21	08:55	1,1	0,86	65	35
8	12,18	31,21	08:55	1,3	1,1	67	35
9	12,18	47,16	09:20	1,14	1,1	60	25
10	9,6	42,27	14	0,82	0,96	65,2	40
11	9,6	42,27	18	0,76	0,71	65,2	32,5
12	9,6	42,27	16	0,81	0,82	65,2	32,5
13	9,6	42,27	09:30	1,1	1,2	61	32,5
14	0,72	42,27	11:16	1,17	0,98	64	32,5
15	18,7	42,27	09:40	0,69	0,65	60	32,5
16	9,6	22,5	10:40	0,99	0,93	64	32,5
17	9,6	47,16	08:50	0,95	1,01	61	32,5
18	9,6	42,27	10	1,15	1,05	61	32,5
19	9,6	42,27	10:20	0,95	0,97	61	32,5

Las mejores condiciones de operación se obtuvieron cuando se trabajó durante 8,55 horas a una temperatura de 35°C, caudal de la bomba de salmuera de 31,21 l/h, y caudal de la bomba de alimentación de 12,18 l/h, con un flux de evaporación del jugo de 1,3 kg/m²h y un flux de evaporación de salmuera de 1,1 kg/m²h, aunque a diferentes condiciones de operación se obtuvieron concentrados a 65 °Brix y 67 °Brix; al realizar las pruebas sensoriales no se evidenciaron diferencias significativas.

Efecto de la velocidad de circulación del jugo clarificado, la salmuera y la temperatura sobre la concentración del jugo

La figura 2 muestra cómo van aumentando los grados °Brix a medida que aumenta el caudal de alimentación del jugo, el caudal de la salmuera y se incrementa la temperatura, esto es debido a la reducción del fenómeno de la polarización, pues al aumentar la velocidad de alimentación se reduce el espesor y la formación de la torta en las paredes de la membrana; asimismo, al incrementar la temperatura el flux de evaporación es mayor pues se reduce la viscosidad del jugo y permite que se alcance más fácilmente los 67 °Brix (14, 15).

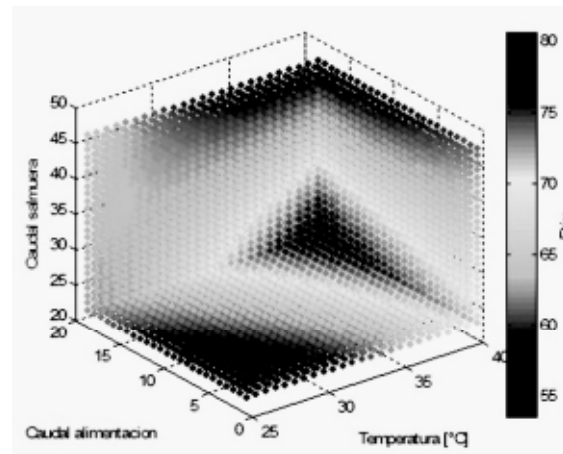


Figura 2. Efecto de la velocidad de circulación del jugo clarificado, la salmuera y la temperatura sobre la concentración del jugo.

Calidad del Concentrado

En la tabla 2 se observa la caracterización del concentrado.

Tabla 2. Caracterización del concentrado.

Características	Concentrado	
Sólidos suspendidos (gKg ⁻¹)	0	
pH (20°C)	3.7	
Acidez titulable (mg ácido cítrico/100 mg de muestra)	0.93	
Sólidos solubles totales	65	
Vitamina C(mg ácido ascórbico/100 mg de muestra)	48.50	
Extracto seco (g extracto seco/ ml de muestra)	17.33	
Azúcares totales (mg/ml de azúcar)	5.10	
Azúcares reductores (mg/ml de azúcar)	4.12	
Parámetros de color	L	4.56
	a	4.49
	b	6.61
Actividad de agua	0.8688	
Densidad	1.30	
Recuento de mesófilos UFC/g	2,5x10 ⁴	
Recuento de mohos y levaduras	3,7 x10 ⁴	

Al observar la caracterización, es de resaltar que el pH se conserva y la acidez aumenta, esto debido al proceso de concentración; el contenido de vitamina C se mantiene alto, lo cual señala que el proceso de destilación osmótica ayuda a conservar su contenido.

CONCLUSIÓN

La destilación osmótica es una alternativa eficiente para trabajar a bajas temperaturas, logrando concentrados de hasta 67 °Brix sin alterar las características organolépticas del jugo preparado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailey AFG, Barbe AM, Hogan PA, Johnson RA, Sheng J. The effect of ultrafiltration on the subsequent concentration of grape juice by osmotic distillation. *J of Membrane Sci.* 2000 Jan 4; 164 (1-2): 195-204.
- Cassano A, Drioli E, Galaverna G, Marchelli R, Di Silvestro G, Cagnasso P. Clarification and concentration of citrus and carrot juice by integrated membrane process. *J Food Eng.* 2003 Apr; 57 (2): 153-163.
- Koroknai K, Kiss K, Gubicza L, Belafi-Bako K. Coupled operation of membrane distillation and osmotic evaporation in fruit juice concentration. *Desalination.* 2006 Sep 28; 200: 526-527.
- Jiao B, Cassano A, Drioli E. Recent advances on membrane processes for the concentration of fruit juices: a review. *J Food Eng.* 2004 Aug; 63 (3): 303-324.
- Vaillant F. Clarification et concentration de jus de fruits tropicaux pulpeux associant traitements enzymatiques, microfiltration tangentielle et évaporation osmotique [Trabajo de Postgrado]. [Cali, Colombia]: Universidad del valle; 2000. 27 p.
- He Y, Ji Z, Li Sh. Effective clarification of apple juice using membrane filtration Without enzyme and pasteurization pretreatment. *Sep Purif Technol.* 2007 Oct 15; 57 (2): 366-373.
- Vaillant F, Jeantom E, Dornier M, O'Brien GM, Reynes M, Decloux M. Concentration of passion fruit juice on an industrial pilot scale using osmotic evaporation. *J Food Eng.* 2001 Feb; 47 (3): 195-202.
- Ali S, Boblak P, Capili E, Milidovich S. Membrane Separation and Ultrafiltration. *Membrane Separation.* 2000; CHE-396.
- Rodriguez RB, Menezes HC, Cabral LM, Dornier M, Rios GM, Reynes M. Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu-camu juice (*Myrciaria dubia*). *J Food Eng.* 2004 Jun; 63 (1): 97-102.
- Cassano A, Jiao B, Drioli E. Production of concentrated kiwifruit juice by integrated membrane process. *Food Res Int.* 2004 Mar; 37 (2): 139-148.
- Cassano A, Mecchia A, Drioli E. Analyses of hydrodynamic resistances and operating parameters in the ultrafiltration of grape must. *J Food Eng.* 2008 Nov; 89 (2): 171-177.
- Girard B, Fukumoto L. Membrane processing of fruit juices and beverages: a review. *Crit Rev Biotechnol.* 2000; 20 (2): 109-175.
- Helrich K. Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington, USA: 1990; 910-928p.
- Cassano A, Mecchia A, Drioli E. Effetto dei parametric operative sul flusso di evaporazione. *Mosti.* 2009 Apr; 19-28.
- Alves VD, Coelho IM. Orange juice concentration by osmotic evaporation and membrane distillation: A comparative study. *J Food Eng.* 2006 Sep 28; 74 (1): 125-133.

COMPARACIÓN DE INULINA Y SACAROSA COMO AGENTES OSMÓTICOS EN MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)

COMPARISON OF INULIN AND SUCROSE AS OSMOTIC AGENTS IN ANDEAN BLACKBERRY (*Rubus glaucus*)

ARTÍCULO CORTO

Sneyder RODRÍGUEZ-BARONA^{1*}, Juliana GRANADA-OROZCO¹, Gloria GIRALDO G.²

RESUMEN

Se evaluó y comparó el comportamiento osmótico de la inulina frente al de la sacarosa considerando diferentes concentraciones (45, 55 y 62°Brix) en laminas de mora de castilla (*Rubus glaucus*) osmodeshidratadas durante 20 h a 20°C. Se determinó el contenido de humedad, pérdida de agua, ganancia de sólidos y reducción de peso así como los coeficientes difusionales. El estudio cinético reveló una clara influencia del efecto de la naturaleza del soluto sobre los parámetros cinéticos.

Palabras clave: osmodeshidratación, sacarosa, inulina, mora de castilla.

ABSTRACT

Inulin and sucrose were evaluated and compared as osmotic agents considering different concentrations (45, 55 and 62°Brix) on slices of Andean blackberry (*Rubus glaucus*) osmodehydrated during 20 h at 20°C. It was determined moisture content, water loss, solid gain and weight reduction, as well as diffusional coefficients. The kinetic study revealed a clear influence of the solute nature on kinetic parameters.

Keywords: osmotic dehydration, sucrose, inulin, andean blackberry.

INTRODUCCIÓN

La deshidratación osmótica permite la remoción parcial del agua de un alimento, por inmersión directa en una solución concentrada de sólidos solubles; la diferencia de potencial químico genera una transferencia de masa simultánea de un lado a otro de las membranas (1). En frutas la sacarosa ha sido el principal agente osmótico empleado; sin embargo, el efecto benéfico de los prebióticos ha despertado un creciente interés en su posible aplicación como agente osmodeshidratante, al considerar que los mecanismos de transferencia de masa permitirán la incorporación de fibra soluble prebiótica en la matriz de las frutas tratadas. El objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto osmótico de inulina y sacarosa en láminas de mora, considerando el efecto de la concentración de los agentes osmóticos sobre los coeficientes difusionales y parámetros cinéticos como contenido de humedad (MC), reducción de peso (WR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG).

MATERIALES Y MÉTODOS

Soluciones osmóticas

Se empleó inulina y sacarosa comercial como agentes osmóticos y se preparó soluciones a concentraciones de 45, 55 y 62°Brix en agua destilada.

Preparación de las muestras

Las moras de castilla (*Rubus glaucus*) fueron higienizadas y cortadas en láminas ($2,02 \pm 0,1$ cm de diámetro y $0,59 \pm 0,06$ cm de espesor). La caracterización físico-química de las muestras se realizó según protocolos descritos por Rodríguez-Barona *et al.*, 2011 (2).

Tratamiento Osmótico

Se sumergió las láminas de mora en las soluciones hipertónicas agitadas continuamente ($v = 50$ rpm) a una temperatura de 20°C durante 20 h, conservando una relación fruta:solución de 1:10 p/v.

¹ Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Departamento de Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Departamento de Física y Química. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: snrodriguezba@unal.edu.co

Los experimentos fueron realizados por triplicado. Se aplicó ANOVA (95%) a los resultados.

Determinación de parámetros cinéticos y difusividades de agua y solutos

Se determinó la humedad de las muestras según AOAC, 1999 (3), y el contenido de humedad y la pérdida de peso mediante las ecuaciones 1 y 2.

$$MC \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{M_{OD} - S_{OD}}{M_{OD}} \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$WR \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{M_i - M_{OD}}{S_i} \quad \text{Ecuación 2.}$$

La pérdida de agua (WL) y la ganancia de sólidos (SG) fueron calculadas usando las ecuaciones 3 y 4, según Tedjo *et al.*, 2002 (4) y Matussek *et al.*, 2008 (5).

$$WL \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{(M_i - S_i) - (M_{OD} - S_{OD})}{S_i} \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$SG \left(\frac{g}{g} \right) = WL - WR \quad \text{Ecuación 4.}$$

La solución de la segunda ley de Fick para una placa plana infinita, se expresa en las ecuaciones 5 y 6 (6).

$$\frac{W_t - W_\infty}{W_0 - W_\infty} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[-(2n+1)^2 \left(\frac{\pi^2 D_{es} t}{l^2} \right) \right] \quad \text{Ecuación 5.}$$

$$\frac{S_t - S_\infty}{S_0 - S_\infty} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[-(2n+1)^2 \left(\frac{\pi^2 D_{ew} t}{l^2} \right) \right] \quad \text{Ecuación 6.}$$

donde: D_{es} y D_{ew} = difusividades efectivas del soluto y el agua respectivamente; l = longitud; W_t = Pérdida de agua (subíndices 0, t, ∞ valores, t, ∞); M_i = Peso muestra antes de OD (g); M_{OD} = Peso muestra después de OD (g); S_{OD} = Peso muestra seca después de OD (g); S_i = Contenido de sólidos después de OD (g); S_t = Contenido de sólidos (subíndices 0, t, ∞

son los valores: 0, t, ∞), s_1 = Constante relacionada con la pérdida de agua; s_2 = Constante relacionada con la ganancia de sólidos Tiempo (h).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ganancia de sólidos y la pérdida de agua se dan en forma paralela. Inicialmente se evidencia una rápida pérdida de agua y ganancia de sólidos debido al diferencial de gradiente de concentraciones entre la fruta: solución-hipertónica. Posteriormente, el sistema alcanza un estado de equilibrio dinámico cuando el gradiente tiende a cero (7, 8). La pérdida de agua es mayor que la ganancia de sólidos independiente del agente osmótico pero dependiente de la concentración (1). El ANOVA mostró que la concentración del agente osmótico tiene efecto significativo sobre ambos parámetros. Las propiedades fisicoquímica y de transporte del agente osmótico podrían estar afectando los mecanismos de transferencia de masa en el proceso; mostrando mayor penetración del soluto a más bajo peso molecular (4-9). El MC decrece con el tiempo como resultado de la WL y SG para ambos agentes y es proporcional a la concentración de la solución. Siendo más acusado para la sacarosa a medida que incrementa la concentración (9).

Se utilizó un análisis de superficie de respuesta para modelar el efecto de la concentración y el tiempo sobre los parámetros cinéticos para cada uno de los agentes osmóticos. La tabla 1 presenta el resumen de los modelos. Se aplicó un ANOVA al 95% de confianza para determinar la significancia de los modelos y de los términos que tienen influencia sobre los parámetros. Los altos valores de R^2 muestran una buena aproximación entre los valores experimentales y los calculados. Las condiciones óptimas de proceso se dieron alrededor de las 15 h a la concentración de 62°Brix para ambos agentes.

Tabla 1. Modelos del análisis de superficie de respuesta para los parámetros cinéticos.

Parámetro		Modelo	R ²
MC	Inulina	0,8473 - 0,0182 * t + 1,7351 * 10 ⁻³ C + 9,4016 * 10 ⁻⁴ * t ² - 2,4791 * 10 ⁻⁴ * t * C	0,9916
	Sacarosa	0,6187 - 0,0241 * t + 9,4215 * 10 ⁻³ * C + 9,7839 * 10 ⁻⁴ * t ² - 1,619 * 10 ⁻⁴ * t * C - 1,2663 * 10 ⁻⁴ * C ²	0,9877
SG	Inulina	0,2969 + 0,09393 * t - 6,4407 * 10 ⁻³ * C - 2,3302 * 10 ⁻³ * t ² - 4,23389 * 10 ⁻⁴ * t * C	0,9442
	Sacarosa	0,3310 + 0,1038 * t + 6,6213 * 10 ⁻⁴ * C - 2,4430 * 10 ⁻³ * t ² - 6,1270 * 10 ⁻⁴ * t * C	0,9326
WL	Inulina	0,9083 + 0,5165 * t - 0,0381 * C - 0,0195 * t ²	0,9772
	Sacarosa	0,7824 + 0,5513 * t - 0,0274 * C - 0,0188 * t ²	0,9688
WR	Inulina	2,0151 + 0,4037 * t - 0,0839 * C - 0,0169 * t ² + 1,5966 * 10 ⁻³ * t	0,9787
	Sacarosa	0,7002 + 0,4348 * t - 0,0373 * C - 0,0159 * t ²	0,9698

*Las unidades están dadas en: t(h), C(% w/v).

La tabla 2 presenta los valores de las difusividades efectivas para el agua y los solutos. La viscosidad y densidad fueron proporcionales a la concentración de las soluciones osmóticas, esto sumado al tamaño molecular que afecta la movilidad de los solutos y por lo tanto la difusividad y penetración de la solución osmótica en los tejidos de la fruta (1).

Tabla 2. Difusividades efectivas para el agua y los solutos.

Parámetro	Soluciones osmóticas					
	Sacarosa			Inulina		
	45°B	55°B	62°B	45°B	55°B	62°B
$D_{cw} \cdot 10^{10} [m^2/s]$	0,379	98,7	101,68	0,327	0,347	0,246
$D_{es} \cdot 10^{10} [m^2/s]$	94,386	86,316	97,494	0,294	0,214	0,233

CONCLUSIONES

Existe influencia de la naturaleza del soluto sobre los parámetros cinéticos. Fue evidente la capacidad osmo-deshidratante de la sacarosa y el efecto de la concentración del agente osmótico, sobre los coeficientes difusionales y parámetros cinéticos. Las propiedades físico-químicas y el tamaño molecular del agente podrían afectar los mecanismos de transferencia de masa. Los modelos obtenidos mostraron un buen ajuste con los datos experimentales.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigaciones de Sede Manizales (DIMA) por la financiación del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. El-Aouar AA, Moreira P, Lucena J, Xidieh F. Influence of the osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya L.*). J Food Eng. 2006; 75: 267-274.
2. Rodríguez-Barona S, Giraldo-Gómez GI, Cruz-Ríos, D, Montes-Ramírez LM. Evaluation of the effect of osmotic dehydration in Andean blackberry (*Rubus glaucus*) using fructo-oligosaccharides. In: Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos- CIBIA VIII. 2011. Lima, Perú.
3. AOAC Method 934.06. Moisture in dried fruits. Official method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International; 1999.
4. Tedjo W, Taiwo KA, Eshtiaghi MN, Knorr D. Comparison of pretreatment methods on water and solid diffusion kinetics of osmotically dehydrated mangos. J Food Eng. 2002 Jun; 53 (2): 133-142.
5. Matusek A, Czukur B, Merész P. Comparison of sucrose and fructo-oligosaccharides as osmotic agents in apple. Innov Food Sci Emerg Tech. 2008 Jul; 9 (3): 365-373.
6. Rastogi NK, Raghavarao KSMS. Mass transfer during osmotic dehydration determination of moisture and solute diffusion coefficients from concentration profiles. Food Bioprod Process. 2004 Mar; 82 (1): 44-48.
7. İspir A, Toğrul T. Osmotic dehydration of apricot: Kinetics and the effect of process parameters. Chem Eng Res Des. 2009 Feb; 87 (2): 166-180.
8. Cantor JM. Progress in Food Engineering Research and Development. New York, United States of America: Nova Science Publishers, Inc.; 2008. 245 p.
9. Giraldo G, Talens P, Fito P, Chiralt A. Influence of sucrose solution concentration of kinetics and yield during osmotic dehydration of mango. J Food Eng. 2003Jun; 58 (1): 33-43.

SECADO POR ASPERSIÓN DE CONCENTRADO DE CAÑA PANELERA: UNA TECNOLOGÍA APROPIADA PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LA CADENA

DRYING SPRAY CONCENTRATE SUGARCANE: AN APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF THE CHAIN.

ARTÍCULO CORTO

Misael CORTES R.^{1*}, Héctor J. CIRO V.¹, Eduardo RODRÍGUEZ S.¹, Esteban LARGO A.¹

RESUMEN

El secado por aspersión es una técnica ampliamente utilizada en la industria agroalimentaria. El objetivo de la investigación fue obtener un producto en polvo de caña panelera (*Saccharum officinarum* L.) a partir de concentrado suministrado por un trapiche comercial antioqueño. Las condiciones del proceso de secado por aspersión fueron: temperatura del aire de entrada (130°C), temperatura del aire de salida (75°C), velocidad del disco atomizador (22000 rpm). Se evaluó en el producto las propiedades fisicoquímicas (humedad, actividad de agua, pH, acidez, solubilidad) y el rendimiento o recuperación de sólidos. Los resultados mostraron un producto con un contenido de humedad de $1,11 \pm 0,03\%$, actividad de agua $0,184 \pm 0,001$, pH $5,80 \pm 0,01$, acidez $0,01 \pm 0,00\%$, solubilidad $98,05 \pm 0,01\%$ y un rendimiento del $98,72 \pm 0,04\%$. Los atributos de calidad obtenidos identifican una buena estabilidad para el producto y un potencial uso como consumo directo o por reconstitución (*agua de panela*), edulcorante y como ingrediente para otros sectores de industria alimentaria.

Palabras clave: *Saccharum officinarum* L., conservación de alimentos, polvo de caña panelera, deshidratación.

ABSTRACT

Spray drying is a widely used technique to produce a broad range of food industrial powders. The aim of the research was to obtain a powder of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) from slurry of sugarcane juice supplied by a mill from Antioquia. The conditions of spray drying process were: inlet air temperature (130°C), outlet air temperature (75°C), spray disk speed (22000 rpm). Product was assessed by its physicochemical properties (moisture, water activity, pH, acidity, solubility) and the solid yield or recovery. The results showed a product with a moisture content of $1.11 \pm 0.03\%$, water activity 0.184 ± 0.001 , pH 5.80 ± 0.01 , acidity $0.01 \pm 0.00\%$, solubility $98.05 \pm 0.01\%$ and yield $98.72 \pm 0.04\%$. Quality attributes of the sugarcane powder showed a good stability and a potential use as direct consumption or for reconstitution (*sugarcane water*), sweetener or as an ingredient for other food industry sectors.

Keywords: *Saccharum officinarum* L., food preservation, powder sugarcane, dehydration.

INTRODUCCIÓN

En Colombia la caña panelera es uno de los cultivos más importantes por su generación de empleo en el sector rural y producción agroalimentaria. Esta agroindustria presenta brechas tecnológicas, restringiéndose a la producción de panela en forma desorganizada, es rural, artesanal, tradicional, de

poca industrialización y tecnología sin controles adecuados al producto y proceso; con poca diversificación de productos, sumado a la alta contaminación ambiental y altos consumos energéticos asociados al proceso.

El secado por aspersión es una técnica para obtener productos en polvo (1); sin embargo,

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. Universidad Nacional de Colombia -Sede Medellín. A.A. 568, Medellín, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mcortesro@unal.edu.co

algunas matrices presentan dificultades por los altos contenidos de azúcares, implicando el uso de aditivos que facilitan la eliminación de agua. Un deficiente proceso conlleva a obtener productos higroscópicos, pegajosos, inestables y difícil manejo y manipulación. Este método de conservación ha sido estudiado para deshidratar alimentos ricos en azúcares, frutas y productos lácteos (2, 3).

El objetivo de la investigación fue obtener un producto en polvo de caña panelera (*Saccharum officinarum* L.) a partir de su concentrado, que permita a Colombia una alternativa de mejoramiento de la competitividad de la cadena, a partir de la diversificación de la oferta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El concentrado de caña panelera (CCP), fue suministrado por un trapiche del Municipio de Girardota (Antioquia). La suspensión de alimentación al secador (SAS) se homogenizó con un Ultra-turrax® T25 (IKA) (15000 rpm, 5 min), mezclando el concentrado con maltodextrina (20% w/w). La caracterización del producto se realizó a partir del pH (4), sólidos solubles (5); acidez (6); humedad (X_w) (7); a_w con un higrómetro de punto de rocío a 25°C (Aqualab serie 3TE, Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA); solubilidad por el método Eastman y Moore, de 1984, citado por Cano-Chauca *et al.*, 2004 (8), y rendimiento de la masa, producto seco inicial y final (9). La viscosidad se realizó con un reómetro Brookfield DV-III Ultra

(10). Se utilizó un secador por aspersión (Vibrasec S.A., PSA1.5): temperatura del aire de entrada (130°C), temperatura del aire de salida (75°C) y velocidad del disco atomizador (22000 rpm). Se realizó tres réplicas para cada parámetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 presenta las propiedades fisico-químicas y físicas del CCP, SAS y del polvo de caña panelera (PCP). El pH, la acidez no presentaron cambios apreciables en los tipos de muestra. Los °Brix en la SAS están influenciados por el aporte de sólidos solubles de la maltodextrina y por la eliminación de agua en el producto final, lo que le permite al PCP poder ser utilizado como edulcorante natural. El valor de viscosidad de la SAS fue menor (27,28 Cp) que el fijado en los criterios de diseño del equipo (600 Cp), lo cual contribuyó a gotas pequeñas y favoreció una baja humedad ($1,11 \pm 0,03\%$) y a_w ($0,184 \pm 0,01$) en el PCP, que lo hace estable microbiológicamente.

Bajos valores de X_w y a_w han sido reportados por Guzmán *et al.*, 2002 (11), lo cual podría asociarse a las condiciones de la monocapa, donde la fuerza de sorción de agua y la fuerza motriz a la transferencia de masa son importantes, que hacen que el empaque que se vaya a utilizar tenga una barrera importante al vapor de agua. La solubilidad del PCP fue alta, debido a la alta solubilidad de la maltodextrina utilizada (dextrosa equivalente entre 19-20); resultados similares son reportados por Yoshii *et al.*, 2001 (12).

Tabla 1. Propiedades del CCP, SAS y PCP.

Muestra	pH	Acidez (%)	°Brix	m (cP)	Densidad (g/cm ³)	Solubilidad (%)	X_w (%)	a_w	Rendimiento (%)
CCP	5,75 ± 0,01	0,26 ± 0,00	40,00 ± 0,00	6,29 ± 0,01	0,40 ± 0,01	-----	-----	-----	-----
SAS	5,80 ± 0,01	0,26 ± 0,00	51,60 ± 0,00	27,28 ± 0,03	0,63 ± 0,01	-----	-----	-----	-----
PCP	5,75 ± 0,01	0,26 ± 0,00	99,12 ± 0,02	-----	-----	98,05 ± 0,01	1,11 ± 0,03	0,184 ± 0,01	98,72 ± 0,04

CONCLUSIONES

El PCP presentó atributos de calidad adecuados para ser consumido directamente o reconstituido como “*agua de panela*”; además, puede ser un ingrediente para otras industrias del sector de alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Masters K. Applying spray drying to customize powder manufacture. J Chem Eng. 2004; 12 (6): 744-749.
2. Truong V, Bhandari BR, Howes T. Optimizations of cocurrent spray drying process for sugar-rich foods. Part II- optimization of spray drying process based on glass transition concept. J Food Eng. 2005; 71(1): 66-72.

3. Gaiani C, Morand M, Sanchez C, Arab M, Jacquot P *et al.*, How surface composition of high milk protein powders is influenced by spray drying temperature. *Colloids Surfaces B Biointerfaces*. 2010 Jan 1; 75 (1): 377-384.
4. Instituto Colombiano de Norma técnicas y certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4592. Productos de frutas y verduras. Determinación del pH. Bogotá: ICONTEC; 1999. 4p.
5. Instituto Colombiano de Norma técnicas y certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4624. Jugos de frutas y hortalizas. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico. Bogotá: ICONTEC; 1999. 9p.
6. Instituto Colombiano de Norma técnicas y certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4623. Productos de frutas y verduras. Determinación de la acidez titulable. Bogotá: ICONTEC; 1999. 6p.
7. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist International. Moisture in feeds. Method 925.45; [CD-ROM]. USA: AOAC; 1997.
8. Cano-Chauca M, Stringheta PC, Ramos AM, Cal-Vidal J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Sci Emerg Technol*. 2004 Aug; 6 (4): 420-428.
9. Maury M, Murphy K, Kumar S, Shi L, Lee G. Effects of process variables on the powder yield of spray-dried trehalose on a laboratory spray-dryer. *Eur J Pharm Biopharm*. 2005 Apr; 59 (3): 565-573.
10. Hernández, G. Desarrollo de un producto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en polvo secado por atomización adicionado con vitamina C, ácido fólico, hierro y fibra soluble [Tesis de Maestría]. [Medellín, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2011. 101p.
11. Guzmán SP, Castaño JJ. Secado por atomización del jugo de caña de azúcar. *Cenicafé*. 2002; 53 (4): 327-333.
12. Yoshii H, Soottitantawat A, Liu XD, Atarashi T, Furuta T *et al.*, Flavor release from spray-dried maltodextrin/gum arabic or soy matrices as a function of storage relative humidity. *Innovative Food Sci Emerg Technol*. 2001; 2 (1): 55-61.

CRIOCONCENTRACIÓN EN BLOQUE DE SOLUCIONES ACUOSAS DE CAFÉ

BLOCK FREEZE CONCENTRATION OF AQUEOUS COFFEE SOLUTIONS

ARTÍCULO CORTO

Alejandra RAMÍREZ H.¹, Fabián L. MORENO M^{1*}, Ruth Y. RUIZ¹

RESUMEN

La crioconcentración es una técnica para la eliminación de agua de una solución por enfriamiento y congelamiento hasta la formación y separación de cristales de hielo de alta pureza. La técnica evita la pérdida de calidad por degradación térmica de las soluciones concentradas. Se crioconcentró soluciones acuosas de café y se determinó el efecto de la temperatura de congelación y descongelación sobre el proceso. Se realizó 4 tratamientos con dos niveles: temperatura de congelación T_c (-10 y -20°C) y temperatura de descongelación T_d (20 y 30°C) para soluciones de café con concentración inicial de $2,0 \pm 0,01\%$ °Bx. Se determinó que fue posible crioconcentrar las soluciones de bajo las condiciones estudiadas. La recuperación de soluto se hace mayor para fracciones de descongelación menores al 20%.

Palabras clave: crioconcentración en bloque, Soluciones de café, temperaturas de congelación, descongelación.

ABSTRACT

Freeze concentration is a technique for solutions dewatering by cooling and freezing until the formation and separation of ice crystal of high purity. This technique avoid quality loss by thermal degradation of concentrated substances. Coffee solutions were freeze concentrated and the effect of freezing and thawing temperature on concentration process were tested. Four treatments were performed, with two levels: freeze temperature T_f (-10 y -20°C) and thawing temperature T_t (20 y 30°C) for coffee solutions with initial concentration $2.0 \pm 0.01\%$ °Bx. It was determined that is possible freeze-concentrate the solutions under the conditions studied. The solute recovery is higher for the thawing rate below 20%.

Keywords: Block freeze concentration, Coffee solutions, Freeze index, Freeze, thawing temperature.

INTRODUCCIÓN

El café es el principal producto agrícola de exportación de Colombia y tiene gran impacto a nivel económico y social. (1). Es alta la importancia que la industria de procesamiento le otorga a la calidad sensorial de este producto. En el proceso de producción de café liofilizado se requiere una etapa de concentración diferente a la evaporación que permita conservar la calidad del producto; una de las tecnologías que ha permitido cumplir con estos requerimientos es la Crioconcentración (CC).

La CC es un método de eliminación de agua de una solución por enfriamiento y congelamiento hasta la formación y separación de cristales de hielo de alta pureza (2), de esta manera se logra obtener un producto de mayor concentración conservando la calidad nutricional y sensorial de los alimentos. A diferencia de productos concentrados por evaporación en donde las altas temperaturas ocasionan cambios químicos y bioquímicos indeseables.

La CC puede ser llevada a cabo por tres técnicas. CC en suspensión (3), CC en película (4) y

¹ Grupo de Investigación en Procesos Agroindustriales. Universidad de La Sabana. Campus del puente del común, Km 7, Autopista Norte, Chía, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: leonardo.moreno@unisabana.edu.co

CC en bloque (5). Se ha realizado investigaciones en crioconcentración en bloque (6), donde se ha determinado que la temperatura de congelación es influyente en el proceso debido a que puede controlar la velocidad de congelación la cual puede influir en el nivel de solutos atrapado (7). Sin embargo, en otras investigaciones demuestra que no hay influencia significativa en la temperatura de congelación para los fluidos tratados y se concluye la influencia que tiene el tipo de solución en la eficiencia de la separación (8).

El objeto del presente trabajo fue evaluar la posibilidad de realizar crioconcentración en bloque de soluciones acuosas de café.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se preparó soluciones de café a partir de café soluble comercial (Buendía®, *Coffea Arabica*, Colombia) y agua destilada a 20°C. La concentración inicial fue 2,0 ± 0,01% °Bx. Las muestras fueron almacenadas a 10°C por 24 h.

Protocolo de crioconcentración

Las muestras fueron congeladas en recipientes cilíndricos (50 mL) y almacenadas por un tiempo de 24 h. Posteriormente, las muestras fueron sometidas a un ambiente con temperatura controlada para la descongelación. Las fracciones descongeladas fueron colectadas y se determinó su masa y concentración por refractometría. Se estudió dos temperaturas de congelación (T_c) (-10 y -20°C) y dos temperaturas de descongelación (T_d) (20 y 30°C).

Para el seguimiento del proceso se utilizó las siguientes variables: Fracción de descongelación (f), Índice de concentración (IC) y Rendimiento de soluto (Y).

Fracción de descongelación (f)

Definida como la relación entre la masa de la solución descongelada y la masa de solución inicial (7), como se muestra en la ecuación 1:

$$f = \frac{M}{M_i} \tag{Ecuación 1.}$$

donde: M =Masa de líquido descongelado (g); M_i =Masa inicial (g).

Índice de concentración (IC)

Es la relación entre la concentración de sólidos de la fracción líquida separada y la concentración de sólidos inicial, ecuación 2:

$$IC = \frac{X_s}{X_{si}} \tag{Ecuación 2.}$$

donde: X_s = fracción de sólidos en la solución descongelada; X_{si} = fracción inicial de sólidos.

Rendimiento de Solute (Y)

Es la fracción de soluto recuperado respecto al contenido inicial (6), ecuación 3:

$$Y = f * IC \tag{Ecuación 3.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el índice de concentración con respecto a f para los cuatro tratamientos realizados.

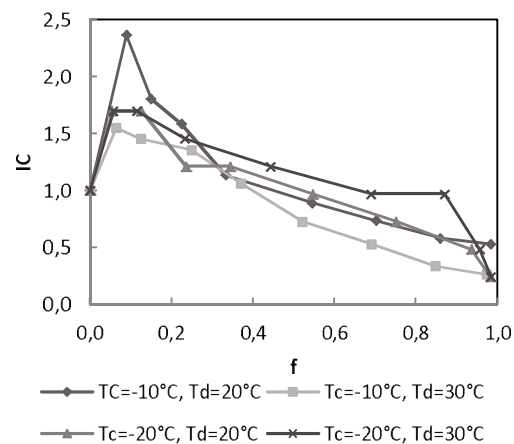


Figura 1. Índice de concentración en función de la fracción de descongelación.

Se observó índices de concentración mayores para las primeras fracciones de descongelación. Un $IC > 1$ indica la existencia de la crioconcentración, dado que la concentración lograda es mayor a la inicial. Esto se obtuvo para fracciones inferiores a 0,4.

La condición que mejor índice de concentración obtuvo fue para una T_c de -10°C y T_d de 20°C. Esto puede deberse a que, a menores velocidades de congelación se atrapa menor cantidad de soluto, como se ha reportado en investigaciones anteriores (6). Por otra parte, si la descongelación es rápida se puede diluir la fracción concentrada disminuyendo el IC.

En la figura 2 se presenta Y como función de f . Cuanto más alto es el valor de Y , mejor será la eficiencia de la separación. El tratamiento que mejor resultado obtuvo fue nuevamente $T_c = -10^\circ\text{C}$ y $T_d = 20^\circ\text{C}$. Condición para la cual se recupera un 75% de soluto cuando se ha descongelado un 60% de la masa. Las otras condiciones evaluadas no mostraron una diferencia apreciable. Es recomendable investigar más a fondo y para mayores niveles las diferentes variables operativas que permitan utilizar la técnica de CC en bloque.

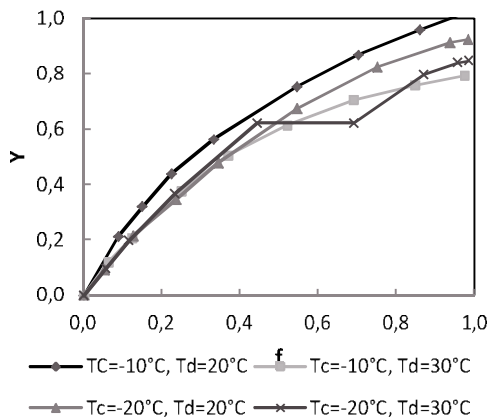


Figura 2. Rendimiento del Soluta en función de la fracción de descongelación.

CONCLUSIONES

Se comprobó el fenómeno de crioconcentración en soluciones acuosas de café fue mediante la técnica de bloque. La temperatura de congelación y

de descongelación puede influir en la separación, dependiendo de las condiciones de proceso.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo hace parte del Proyecto de Investigación financiado por COLCIENCIAS en la convocatoria 521 de 2010. Los autores agradecen a la estudiante Viviana Torres por la colaboración en la fase experimental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Perspectivas agropecuarias segundo semestre de 2011 [Internet] Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2011 [Citado 31 Mar 2012]. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/agronetweb/Portals/0/perspectivas_2_2011_verde.pdf
2. Sánchez J, Ruiz Y, Auleda JM, Hernández E, Raventós M. Review: Freeze concentration in the fruit juices industry. *Food Sci Technol Int.* 2009 Oct 15, 15 (4): 303-315.
3. Huige NJJ, Thijssen HAC. Production of large crystals by continuous ripening in a stirrer tank. *J Cryst Growth.* 1972; 13-14: 483-487.
4. Raventós M, Hernández E, Auleda J, Ibarz A. Concentration of aqueous sugar solutions in a multi-plate cryoconcentrator. *J Food Eng.* 2007 Mar; 79 (2): 577-585.
5. Aider M, Halleux D. Cryoconcentration technology in the bio-food industry: Principles and applications. *Food Sci Technol-Leb.* 2009 Apr; 42 (3): 679-685.
6. Nakagawa K, Maebashi S, Maeda K. Freeze-thawing as a path to concentrate aqueous solution. *Sep Purif Technol.* 2010 Jul 8; 73 (3): 403-408.
7. Nakagawa K, Maebashi S, Maeda K. Concentration of Aqueous Dye Solution by Freezing and Thawing. *Can J Chem Eng.* 2009 Sep 23; 87 (5): 779-787.
8. Aider M, Halleux D. Production of concentrated cherry and apricot juices by cryoconcentration technology. *Food Sci Technol-Leb.* 2008 Dec; 41 (10): 1768-1775.
9. Aider M, Ben-Ounis W. Skim milk cryoconcentration as affect by the thawing mode: gravitational vs microwave. *Int J Food Sci Tech.* 2012 Jan; 47 (1): 195-202.

OBTENCIÓN DE ACEITES VEGETALES PROVENIENTES DE ESPECIES AMAZÓNICAS MEDIANTE LA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS (EAM)

OBTAINING VEGETABLE OILS FROM AMAZONIA SPECIES BY MEANS OF MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE) TECHNIQUE.

ARTÍCULO CORTO

David M. MOSQUERA¹, Raquel O. DÍAZ S.¹, Juliana E. CARDONA¹,
Rafael H. GUTIÉRREZ B.², María S. HERNÁNDEZ G.^{1*}

RESUMEN

Se empleó extracción asistida por microondas para la extracción de aceites vegetales a partir de pulpas de frutos de palma miriti (*Mauritia flexuosa*) y milpesos (*Oenocarpus bataua*) logrando determinar mediante un diseño de superficie de respuesta las condiciones de operación apropiadas para obtener aceites con altos rendimientos [miriti: 37% (-1%), milpesos: 45% (-2%)] y potenciales aplicaciones alimenticias y cosmeceúticas, acordes con sus índices de calidad y perfil de ácidos grasos.

Palabras clave: aceites vegetales, biodiversidad, palmas amazónicas, especies silvestres.

ABSTRACT

Microwave assisted extraction was used to obtain vegetal oils from buriti (*Mauritia flexuosa*) and batawa (*Oenocarpus bataua*), finding by means of a surface response method the adequate operation conditions to extract oils with high yields [buriti: 37% (-1%), batawa: 45% (-2%)] and potential food and cosmeceutical applications according to its quality indexes and fatty acid profile.

Keywords: Vegetable oils, biodiversity, amazonic palms, wild species.

INTRODUCCIÓN

Extracción asistida por microondas (MAE) es una técnica relativamente novedosa que ofrece ventajas ambientales, como el uso de menores cantidades de solvente, consumo de energía reducido, uso de solventes menos tóxicos y menor cantidad de productos de desecho permitiendo extracciones más selectivas y rápidas con recuperación similar o mejor, comparada con procesos de extracción convencionales (1, 2), y por tanto, constituye una alternativa para mejorar la calidad de los productos de extracción y disminuir su impacto ambiental.

La técnica permite la extracción de principios activos de matrices vegetales con base en el calentamiento selectivo obtenido de la fricción

molecular debida a la alineación de iones y dipolos al campo eléctrico oscilante de las microondas. Se emplea una frecuencia de 2,45 GHz que permite un calentamiento efectivo sin inducir reacciones químicas (3, 4).

Diferentes sustancias químicas absorben la energía de microondas en diferentes niveles. La constante dieléctrica mide esta propiedad física. El medio en el cual se encuentra el material de interés (solvente) debe ser tal que presente una baja constante dieléctrica favoreciendo la liberación de calor. La selección de solvente también debe considerar la aplicación final del producto de interés, priorizando el uso de aquellos que presenten un riesgo mínimo para la salud y el medio ambiente (2, 4, 5).

¹ Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi. Bogotá, Colombia.

² Universidad Central de Venezuela. Escuela de Nutrición y Dietética. Caracas, Venezuela.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: shernandez@sinchi.org.co

Adicionalmente, el contenido de humedad en la matriz y su tamaño de partícula influyen en la EAM. Las microondas causan un calentamiento localizado que lleva a una elevación no uniforme de la temperatura con efectos más pronunciados donde hay mayores proporciones de agua libre. Esto ocasiona una mayor selectividad del proceso, menores tiempos y menor uso de solventes pues la extracción ocurre de adentro hacia afuera (1, 2, 6).

Varios autores reportan altos rendimientos en la extracción de sustancias de interés como aceites, polifenoles, flavonoides, quinonas, terpenoides y alcaloides (1, 5, 6). En este estudio se determinó las condiciones de operación y calidad de los aceites obtenidos de frutos de palmas amazónicas mirití y milpesos, determinando la viabilidad de EAM para obtener productos de valor agregado a partir de estas especies subutilizadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Inicialmente se determinó la curva de solubilidad de los aceites en etanol, eter, glicerina, acetona, propilenglicol e isopropilalcohol relacionando los parámetros de constante dieléctrica y solubilidad a temperatura ambiente para determinar el mejor solvente y la relación solvente:matriz.

Todas las EAM se realizaron empleando un prototipo construido modificando un horno doméstico Whirlpool®, modelo WM111D00 (ver figura 1). Partiendo de pulpa de mirití y milpesos, se determinaron condiciones de extracción para maximizar el rendimiento mediante un diseño compuesto central rotatable y ortogonal (Statgraphics Centurión®) evaluando tiempo (5 - 45 min), potencia (110 - 1100 W) y humedad de las matrices (7 -21%).

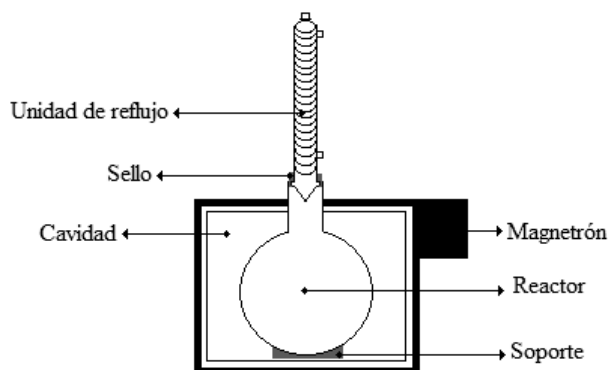


Figura 1. Diagrama de equipo EAM.

Al finalizar el bombardeo con microondas se filtró la matriz extraída y se recuperó el solvente por

rotovaporación; cuantificando el rendimiento como la relación entre la cantidad de aceite obtenido y la masa de la matriz vegetal empleada. Se determinó el perfil de ácidos grasos e índices de calidad de los aceites obtenidos con las mejores condiciones de operación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los solventes que presentan mejor equilibrio entre alta solubilidad y baja constante dieléctrica son acetona e isopropilalcohol (IPA) (datos no mostrados), las conocidas aplicaciones de éstos determinaron su uso alternativo al de hexano, que presenta restricciones ambientales y en las aplicaciones de interés.

Empleando la relación solvente:matriz determinada de acuerdo al rendimiento teórico (mirití: 38%, milpesos: 47%) se encontró que, a mayor contenido de humedad y potencia se incrementa el rendimiento en la extracción con un tiempo óptimo de 15 min bajo las condiciones establecidas (ver tabla 1).

Tabla 1. Condiciones de operación para EAM de aceites de mirití y milpesos.

Condiciones de operación	Mirití	Milpesos
Solvente	IPA	Acetona
Relación solvente:matriz	2:1	4:1
Potencia	770 w	770 w
Tiempo	15 min	15 min
Rendimiento	37%	45%

La geometría de la cámara de resonancia influye en la distribución de la radiación; se determinó que existe zonas muertas ubicadas hacia el centro y los extremos de la cavidad ocasionando que en algunas zonas del reactor el material no se calentara, lo cual explica un rendimiento menor al teórico. Se debe mejorar el prototipo desarrollado instalando un agitador en el reactor que asegure una irradiación uniforme de la matriz vegetal y una mejor dispersión en el solvente.

Los índices de yodo y saponificación de ambos aceites indican su uso potencial en el sector alimenticio y cosmecéutico (ver tabla 2). Un índice de acidez mayor al 2% para mirití, limita su uso en aplicaciones de alta temperatura como procesos de fritura. Adicionalmente, se obtiene un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados (ver tabla 3) que el de aceites comerciales de estas especies, probablemente debido a menor tiempo y temperatura de calentamiento durante la extracción (7, 8).

Tabla 2. Índices de calidad de aceites obtenidos con EAM.

Índices de calidad	miriti	milpesos
Índice de yodo (g I ₂ / 100g)	57,98 ± 9,88	76,38 ± 1,52
Índice de saponificación (Mg KOH/ g)	162,63 ± 8,42	164,86 ± 5,11
Índice de acidez (% ácidos libres)	16,42 ± 0,29	1,96 ± 0,05
Densidad (g/mL)	0,7855-0,8252	0,8630 – 0,8956

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos de aceites obtenidos con EAM.

Perfil de ácidos grasos	Miriti	Milpesos
C10:0	0,03%	
C12:0	0,13%	
C14:1	0,91%	0,72%
16:0	12,31%	12,83%
C18:1n ⁹ c	86,62%	86,45%
SATURADOS	13,37%	13,57%
INSATURADOS	86,62%	86,45%

CONCLUSIONES

El bajo consumo energético, alta recuperación de solventes y calidad de los aceites obtenidos potencian la tecnología EAM para la obtención de productos de valor agregado a partir de especies subutilizadas de la región amazónica colombiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zhang HF, Yang XH, Wang Y. Microwave assisted extraction of secondary metabolites from plants: Current status and future directions. *Trends in Food Sci Tech.* 2011 Dec; 22 (12): 672-688.
- Chan CH, Yusoff R, Ngoh GC, Kung FWL. Microwave-assisted extractions of active ingredients from plants. *J Chromatogr A.* 2011 Sep 16; 1218 (37): 6213-6225.
- Alfaro MJ, Bélanger JMR, Padilla FC, Jocelyn Paré JR. Influence of solvent, matrix dielectric properties, and applied power on the liquid-phase microwave-assisted processes (MAP(TM)) extraction of ginger (*Zingiber officinale*). *Food Res Int.* 2003; 36 (5): 499-504.
- Kwon JH, Bélanger JMR, Paré JRJ. Optimization of microwave-assisted extraction (MAP) for ginseng components by response surface methodology. *J Agr Food Chem.* 2003 Mar 26; 51 (7): 1807-1810.
- Proestos C, Komaitis M. Application of microwave-assisted extraction to the fast extraction of plant phenolic compounds. *Food Sci Technol-LEB.* 2008 May; 41 (4): 652-659.
- Mahesar SA, Sherazi STH, Abro K, Kandhro A, Bhanger MI *et al.*, Application of microwave heating for the fast extraction of fat content from the poultry feeds. *Talanta.* 2008 Jun 15; 75 (5): 1240-1244.
- Rodrigues AMdC, Darnet S, Silva LHMd. Fatty acid profiles and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*), patawa (*Oenocarpus bataua*), tucuma (*Astrocaryum vulgare*), mari (*Poraqueiba paraensis*) and inaja (*Maximiliana maripa*) fruits. *J Brazil Chem Soc.* 2010; 21 (10): 2000-2004.
- Darnet SH, Silva LHMd, Rodrigues AMdC, Lins RT. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the amazon region. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 2011; 31 (10): 488-941.

USO DE UNA NARIZ ELECTRONICA Y PANEL SENSORIAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE MORA

USE OF AN ELECTRONIC NOSE AND SENSORIAL PANEL IN THE EVALUATION OF BLACKBERRY QUALITY

ARTÍCULO CORTO

Laura CARVAJAL^{1*}, Germán CUCAITA¹, Carlos ZULUAGA², Martha QUICAZAN²

RESUMEN

Se presenta y discute el rendimiento de una nariz electrónica basada en sensores de óxido metálico y un panel sensorial de seis panelistas en la evaluación de aroma derivado de la degradación de mora, bajo condiciones de almacenamiento a dos temperaturas: 4 y 21°C. Los rendimientos son medidos en términos de la capacidad de ambos sistemas de distinguir la calidad de las muestras a lo largo de un periodo de 5 días. Los resultados del perfil obtenido por nariz electrónica fueron analizados mediante la técnica estadística de Análisis de Componentes Principales, mientras que los datos del panel sensorial fueron estudiados mediante la prueba no paramétrica de Friedman en conjunción con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer. Los patrones de respuesta de los sensores y del panel sensorial permitieron concluir que la nariz electrónica es capaz de detectar cambios aromáticos en la mora desde el primer día a las dos temperaturas estudiadas, mientras que el panel sensorial no detecta cambios a 4°C y hasta el cuarto día a 21°C.

Palabras clave: nariz electrónica, panel sensorial, calidad, Análisis de Componentes Principales, estadística.

ABSTRACT

This article presents and discusses the performance of an electronic nose based on oxide sensors and a sensory panel of six panelists in the evaluation of aroma derived from the degradation of blackberry under storage conditions at two temperatures: 4°C and 21°C. The yields are measured in terms of the ability of both systems to distinguish the quality of the samples over a period of 5 days. The results of the profile obtained by electronic nose were analyzed using the statistical technique of Principal Component Analysis, while sensory panel data were studied by Friedman nonparametric test in conjunction with Tukey-Kramer's multiple comparison. The response patterns of sensors and sensory panel allowed to concluding that the electronic nose can detect changes in aroma from the first day at the two temperatures studied, while the sensory panel detected no changes at 4°C and until the fourth day at 21°C.

Keywords: Electronic nose, sensory panel, quality, Principal Component Analysis, statistics.

INTRODUCCIÓN

El análisis de perfil aromático con nariz electrónica tiene una gran importancia dentro del campo de los alimentos, ya que facilita el control de calidad de un producto, por medio de la medición de una característica sensorial muy importante: el aroma (1, 2). Hoy en día los desarrollos tecnológicos a nivel de caracterización sensorial han sido de gran aporte en la industria de los alimentos, lo cual ha llevado

a este tipo de técnicas como lo son la olfatometría electrónica (3), a ganar un nivel de aceptación y confiabilidad dentro de la ciencia de los alimentos (4). El objetivo de esta investigación fue comparar la capacidad de una nariz electrónica y un panel sensorial para distinguir la evolución del aroma en mora a lo largo de 5 días, con el fin de estimar si esta herramienta instrumental posee una mayor sensibilidad con respecto a pequeños cambios aromáticos.

¹ Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 No. 45-03. Bogotá D.C., Colombia.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 No. 45-03. Bogotá D.C., Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lpcarvajal@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la muestra

Se tomó 200 g de mora, la mitad de la muestra se mantuvo a temperatura de 21°C y la restante en refrigeración a 4°C.

Equipos y condiciones de análisis

Se utilizó una nariz electrónica Airsense PEN3 (Alemania) provista de 10 sensores de óxido metálico. El procedimiento operativo consiste en tomar 10 g de muestra la cual es colocada en una cámara hermética, dejándola hasta equilibrio a 20°C. La medición se realiza mediante el paso de gas desde la cámara hacia los sensores de la nariz durante 150 seg. Este análisis se repitió durante 5 días consecutivos. Los resultados, expresados como conductancia fueron analizados mediante la técnica estadística multivariada de Análisis de Componentes Principales (PCA). El análisis sensorial de las muestras se realizó con 6 panelistas, quienes mediante una prueba de puntajes realizaron la descripción del aroma durante 5 días. Los resultados fueron analizados mediante una prueba no paramétrica de Friedman en conjunción con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el software MATLAB (v. 7.0 TheMathworks, Natick, MA, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el comportamiento del primer componente principal en función del tiempo para el caso de las moras almacenadas a 21°C se distinguió un cambio brusco en la tendencia desde el primer día (ver figura 1). Para el caso de las moras refrigeradas se percibió un cambio en menor magnitud (ver figura 2). Dicho comportamiento se asignó a una modificación abrupta de las propiedades de las muestras, causada probablemente por una fermentación. Teniendo en cuenta la magnitud del cambio entre los dos primeros días, se determinó que a partir de este tiempo el consumo de las moras era inaceptable bajo la naturaleza que presentaban.

Al evaluar las muestras a 4 y 21°C simultáneamente en el PCA se aprecia una distinción favore-

cida especialmente por el primer componente principal (ver figura 3). En este caso el *loadingplot* (ver figura 4), permite comprobar que los sensores que mayor influencia presentan sobre la mora almacenada a 4°C son los de terminación C, específicos para compuestos aromáticos, mientras que las muestras conservadas a 21°C son altamente influenciadas por los sensores específicos a compuestos alcohólicos, sugiriendo la presencia de fermentación alcohólica.

Los resultados del panel sensorial demuestran que no hubo una diferencia apreciable en el aroma de las muestras refrigeradas, mientras que a 21°C la variación fue perceptible solamente desde el cuarto día. Los resultados del panel se presentan en la tabla 1.

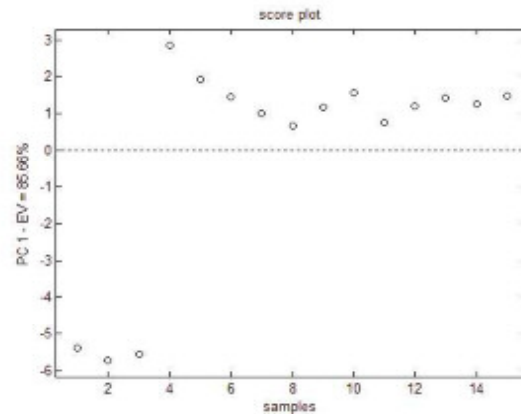


Figura 1. Evolución del componente principal 1 en función del tiempo para mora a 21°C.

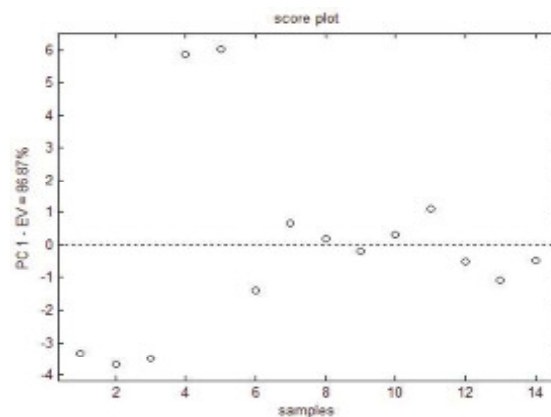


Figura 2. Evolución del componente principal 1 en función del tiempo para mora a 4°C.

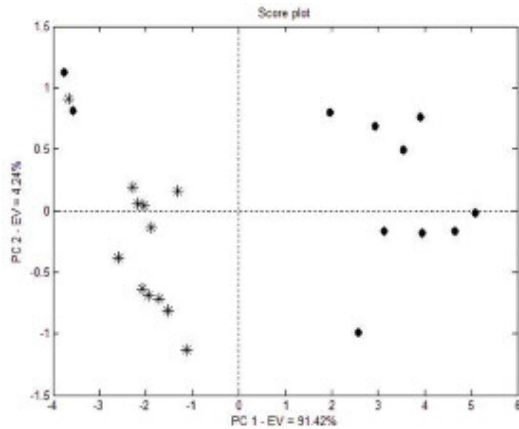


Figura 3. Análisis Componentes Principales para muestras almacenadas a 21°C (*) y a 4°C (•).

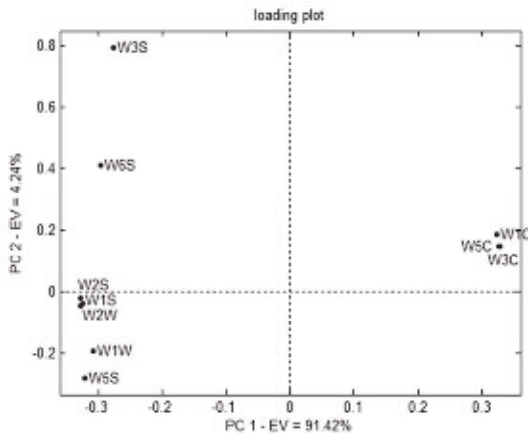


Figura 4. Selectividad de sensores y distribución en función de los dos componentes principales.

Tabla 1. Resultados según la Prueba de Friedman y Tukey-Kramer.

Temperatura	Valor p	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
4°C	0,0068	a	A	ab	b	ab
21°C	0,0127	a	Ab	ab	a	b

*Letras diferentes en la misma fila significan diferencias significativas.

CONCLUSIONES

La nariz electrónica permitió determinar la evolución del proceso de degradación de la mora con respecto al tiempo. Dicho comportamiento evidenció la presencia de un fenómeno que causó una desnaturalización del alimento desde el primer día, haciéndolo inaceptable para el consumo. La evaluación de los sensores y su selectividad, indicó que los más influyentes sobre las muestras presentaban afinidad por los alcoholes, de este modo se determinó que se presentó fermentación. La nariz electrónica presentó una mayor sensibilidad al percibir los cambios en la naturaleza del alimento de una manera más rápida y eficaz que el panel sensorial, que en el caso de las muestras conservadas a 4°C no logró encontrar cambios significativos en el aroma, mientras que a 21°C solamente los detectó desde el cuarto día.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bartlett PN, Elliot JM, Gardner JM. Electronic noses and their application in the food industry. *Food Technol.* 1997; 51: 44-48.
2. Cerrato MC, Pérez JL, García C, Fernández ME, Moreno B, Forina M. Electronic nose based on metal oxide semiconductor sensors as a fast alternative for the detection of adulteration of virgin olive oils. *Anal Chim Acta.* 2002 May 22; 459 (2): 219-228.
3. Gardner JM, Bartlett PN. *Electronic Noses Principles and Applications.* New York: Oxford University Press; 1999. 244.
4. Schaller E, Bosset J, Escher F. 'Electronic Noses' and Their Application to Food. *Food Sci Technol.* 1998; 31 (4): 305-316.

INHIBICIÓN DE LA GERMINACIÓN DE CUATRO MATERIALES DE ARVEJA (*Pisum sativum*), MEDIANTE LUZ ULTRAVIOLETA TIPO C

INHIBITION OF THE GERMINATION IN FOUR MATERIALS OF PEA (*Pisum sativum*), BY MEANS OF ULTRAVIOLET LIGHT TYPE C

ARTÍCULO CORTO

Oswaldo OSORIO M.^{1*}, Oscar ARANGO B.¹, Andres M. HURTADO¹

RESUMEN

Se estudió el efecto de aplicar la radiación ultravioleta a una longitud de onda de 254 nm en cuatro materiales de arveja fresca, con el fin de mantener la calidad del producto en una etapa de post-cosecha, evitando germinaciones e inhibiendo acciones patológicas que ocasionan el deterioro del producto tanto en sus características organolépticas como en sus características nutricionales. Los tiempos de exposición a las UV-C se realizaron entre 30 y 900 min equivalentes a dosis de 8,78 a 263,6 eV.seg. En comparación con el testigo sin tratamiento de radiación, el porcentaje de germinación disminuyó en un 50 - 60% cuando se aplicó la dosis mínima y en un 80 - 90% cuando se aplicó la dosis máxima.

Palabras clave: UV-C, dosis, arveja, germinación, almacenamiento, post-cosecha.

ABSTRACT

This investigation studied the effect to applied the ultraviolet radiation to a wavelength of 254 nm in four materials of fresh pea, with the purpose of maintain the quality of the product in a post-harvest stage, avoiding germinations and inhibiting pathological actions that as much cause the deterioration of the product in their organoleptic characteristics as in their nutritional characteristics. The exposure times to UV-C radiation were realized between 30 and 900 min, equivalents to 8,78 doses from 263,6 eV.s. Comparing the material whitout radiation, the percentage of germination dropped between 50 - 60% when it was exhibited to the minimum dose, and between 80 - 90% when the maximum dose was applied.

Keywords: UV-C. Dosage, pea, germination, storage, postharvest.

INTRODUCCIÓN

La arveja se considera en la actualidad como la especie hortícola con mayor potencial en Nariño, Colombia debido a importantes factores relacionados con la cadena de producción (1). Uno de los problemas detectados en su comercialización ha sido el alto porcentaje de producto germinado, por ello la dificultad de comercializar este tipo de producto en fresco.

Una de las alternativas es el uso del frío; lastimosamente, las personas involucradas en este tipo de mercado no poseen los medios para el transporte refrigerado, por ello la búsqueda de soluciones es una prioridad para los productores.

Una alternativa promisoría para el control de la germinación en Postcosecha es el uso de radiaciones ultravioleta UV-C (190 - 280 nm). Estudios recientes demuestran que el uso en frutas y vegetales frescos prolonga la vida post-cosecha sin afectar la calidad del producto, evitando germinaciones; con el empleo de esta técnica, también denominada pasteurización en frío se inhibe la brotación en almacén de productos frescos (2, 3, 4).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la irradiación UV-C como agente inhibidor del proceso de germinación en 3 nuevos materiales de arveja con el fin de prolongar su periodo de conservación en fresco.

¹ Grupo de Investigación Tecnologías Emergentes en Agroindustria. Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Nariño. Pasto, Nariño, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: Osorio_oswaldo@hotmail.com

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado, semillas frescas de arveja variedad Sindamanoy, sirvió como testigo y tres materiales promisorios aportadas por Corpoica C.I. Obonuco, (5). La siembra fue en una zona en la que se implementó un programa de reconversión de trigo.

El material cosechado se trasladó a planta piloto para la selección, clasificación y desvainado. La arveja fresca se almacenó a 7°C por 24 h, y posteriormente, se procedió al tratamiento de exposición a los UV-C.

Los frutos fueron seleccionados por características de calidad con ausencia de quemaduras, daño mecánico o manual; se desinfectó con hipoclorito de sodio a 200 ppm, se escurrieron y fueron puestas en bandejas de icopor de 4 x 10 cm cuyo peso promedio fue de 50 g ± 10 g y se agruparon en lotes de acuerdo a la dosis expuesta; las bandejas se pusieron sobre una cama vibratoria con el fin de que los granos de arveja rotaran uniformemente durante el periodo de exposición a los UV-C.

La aplicación del tratamiento de irradiación UV-C se realizó con una fuente de UV-C a partir de una lámpara germicida (Sylvania, Japón) de 15 w a 254 nm, que aportó 7,82 e-22 J de energía. Las lámparas fueron colocadas a unos 15 cm de distancia de las cámaras vibratorias con los frutos que se expondrían a la fuente de irradiación. La energía aportada se determinó bajo la siguiente expresión:

$$E = h \cdot c / \lambda \quad \text{Ecuación 1.}$$

donde: **E** = Energía aportada; **h** = constante de Planck; **c** = velocidad de las radiaciones electromagnéticas; **λ** = longitud de onda específica.

Bajo estas consideraciones:

$$E = 6,6262e^{-3} \text{ j.s} * 2,9979e^{\frac{8\text{m}}{254 \text{ nm}}} = 7,82e^{-22} \text{ j}$$

Por otro lado, la intensidad del proceso de irradiación o dosis se consideró teniendo en cuenta la siguiente expresión:

$$I = E \times t \quad \text{Ecuación 2.}$$

donde: **I** = Intensidad; **t** = tiempo de exposición.

De acuerdo a esta expresión:

$$I = 7,82e^{-22} \text{ j} * 1800 \text{ seg} = 1,4076e^{-18} \text{ j.s} = 8,7854 \text{ eV.s}$$

donde: **1 eV (electronvoltio)** = 1.6022e-19 J.

Luego de la exposición a los UV-C, se empacó en bandejas con plástico comercial (Cristaflex), y con el fin de acelerar la germinación se ubicó en un germinador tipo (inter ci343 de Ojalvo) el cual se programó a 25°C ± 2°C y 94% ± 4% HR. Las condiciones fueron controladas con un termohigrómetro portátil (Omega RH 83). Se evaluó el Porcentaje de germinación con base en el número de arvejas germinadas por cada bandeja de 50 ± 10 gr durante 20 días de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La energía aportada por la radiación UV-C tuvo efecto significativo sobre el porcentaje de germinación de la arveja, lo que coincide con estudios previos en el tratamiento de otro tipo de productos (2, 6). En comparación con el testigo sin tratamiento, el porcentaje de germinación disminuyó 50 - 60% con aplicación de la dosis mínima de irradiación y 80 - 90% con la dosis máxima (ver tabla 1).

En general la exposición a radiaciones UV-C genera un proceso de inhibición de la germinación de las semillas de arveja en el transcurrir del tiempo de estudio. La figura 1 nos muestra este comportamiento, en el cual el material 016 es el que mejor se comporta sin diferencias con los otros materiales de arveja estudiados al final del tiempo de estudio.

Tabla 1. Porcentaje de Germinación, según exposición.

Material	% Germinación a mayor exposición (263,6 eVs)	% Germinación a menor exposición (8,78 eVs)	% Germinación sin exposición
018	20%	82,50%	100%
016	23%	75%	100%
008	11%	44,30%	100%
Sindamanoy	15%	59,26%	100%

Se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las dosis (8,78 eV.s y 35,14 eV.s) y se determinó que el efecto de una dosis de 8,78 eV.s fue estadísticamente diferente al conseguido con una dosis de 70,28 eV.s. En tanto no hubo diferencias significativas entre las dosis (70,28 y 263,6 eV.s) a un 95% de nivel confianza.

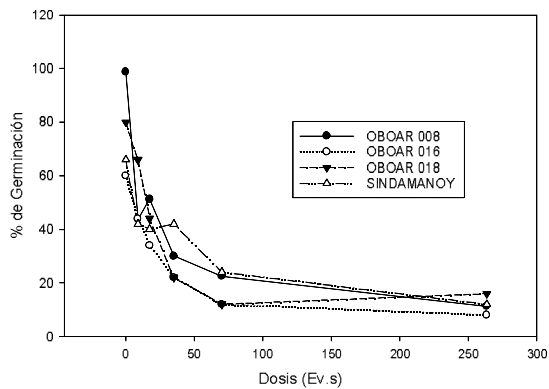


Figura 1. Efecto de la dosis de exposición frente al porcentaje de germinación en los materiales en estudio. Cada punto representa la media \pm DS de 3 réplicas.

CONCLUSIONES

La radiación ultravioleta UV-C es una alternativa viable y económica en el manejo post-cosecha para el control de la germinación de productos

agrícolas, no sólo se vio resultados en la disminución de los porcentajes de germinación si no también en contaminaciones microbiológicas, no afectando los contenidos proteínicos de la misma (datos no aportados en el presente escrito); sin embargo, es recomendable seguir estudiando la técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Apraez A. Determinación de las principales enfermedades de arveja (*Pisum Sativum*) en el departamento de Nariño. San Juan Pasto, Colombia: Universidad de Nariño; 1973.
2. González-Aguilar GA, Villegas-Ochoa MA, Cuamea-Navarro F, Ayala-Zavala JF. Efecto de la irradiación UV-C sobre la calidad de mango fresco cortado. I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados; 2006 Apr. San Pedro, SP Brazil.
3. Farkas J. Irradiation as a method for decontaminating food. A review. *Int J Food Microbiol.* 1998 Nov 10; 44 (3): 189-204.
4. Guerrero-Beltrán JA, Barbosa-Cánovas GV. Review: Advantages and limitations on processing foods by UV light. *Food Sci Tech.* 2004 Jun; 10 (3): 137-147.
5. CORPOICA. Informe del proyecto: Ajuste, validación y transferencia de tecnología de materiales promisorios de Arveja y producción artesanal de semilla. 2001 May.
6. Marquenic D, Chris W, Michiels B, Van-Impe JF, Schrevels E, Nicola BN. Pulsed white light in combination with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry; *Postharvest Biol Tech.* 2003 Jul 1; 28 (3): 455-461.

EFFECTO DE LA POLINIZACIÓN DIRIGIDA CON ABEJAS *Apis mellifera* SOBRE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL FRUTO EN CULTIVO DE NARANJA *Citrus sinensis*

EFFECT OF DIRECTED POLLINATION WITH BEES *Apis mellifera* ON THE QUANTITY AND QUALITY OF THE FRUIT CROP OF ORANGE *Citrus sinensis*

ARTÍCULO CORTO

Sandra CASTAÑEDA C^{1*}, Rodrigo VÁSQUEZ R¹, Hugo BALLESTEROS CH.²

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* sobre la cantidad y la calidad del fruto de naranja (*Citrus sinensis*) en dos empresas en los municipios de Pompeya y Villavicencio (Meta, Colombia); se establecieron calendarios florales e identificaron insectos polinizadores. En este estudio la abeja fue el insecto que más visitó esta flor, aumentó los cuajes entre un 20,9 y 28,7% por árbol, al contar con 0,5 colmenas/ha y se mejoró el peso, volumen de jugo y grados °Brix de los frutos.

Palabras clave: *Apis mellifera*, *Citrus sinensis*, Colombia, Calidad físico-química.

ABSTRACT

The effect of directed pollination with bees *Apis mellifera* on the quantity and quality of the fruit of orange (*Citrus sinensis*) in two companies in the towns of Pompeii and Villavicencio (Meta, Colombia) schedules were established and identified floral pollinators. In this study the insect bee was the most visited this flower cuajes increased between 20.9 and 28.7% for tree count of 0.5 hives/ha and improved weight, volume of juice and °Brix of fruits.

Keywords: *Apis mellifera*, *Citrus sinensis*, Colombia, physico-chemical quality.

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza se ha desarrollado interacciones entre plantas y animales que han sido importantes para el surgimiento y mantenimiento de las especies, una de ellas es la polinización; Los insectos son los polinizadores más eficientes, sobresaliendo la abeja *Apis mellifera*, por el elevado número de individuos por unidad de área. La polinización incrementa no sólo la cantidad de frutos, sino su calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en dos municipios: Pompeya y Villavicencio (Meta, Colombia); luego, se estableció calendarios florales y se identificó polinizadores. Se instaló 5 y 14 colmenas, respectivamente,

estableciendo rangos de 100, 200, 300 m de distancia entre las colmenas y el cultivo, identificando en cada rango 5 árboles y en cada uno 4 grupos de flores, instalando angeos (exclusión total, parcial, y sin exclusión). Posteriormente, se realizó conteo de cuajes a 15 y 30 días. Para evaluar de la calidad de los frutos se utilizó la NTC 4086 y se pesó los frutos con una balanza JAVAR[®] FU-3; además, se midió los diám con cinta métrica, se evaluó la firmeza de la cáscara con mordaza de punción con un texturómetro Shimadzu[®] modelo EZ Test; por otro lado, se midió el volumen de jugo, se contó y pesó las semillas, la pulpa y la cáscara; se determinó en el jugo el pH con pHmetro Mettler Toledo[®] 1120, se cuantificó la cantidad de ácido cítrico, málico y ascórbico con titulador Mettler Toledo[®], DL 22 F&B y los grados °Brix con refractómetro Mettler Toledo[®] 30 PX.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA, C.I. Tibaitatá. Bogotá Colombia

² Corpoica, C.I. La Libertad.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: sjcastanedac@unal.edu.co

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estableció variedades botánicas nectaríferas, poliníferas y mixtas (44,7, 45,7 y 9,6%). Las abejas *Apis mellifera*, avispas, hormigas, moscas y abejorros fueron los insectos que frecuentaron la flor (27,1, 21,1, 15,8, 12,8 y 12,0%, respectivamente). Reyes

indicó la *Apis mellifera* como principal agente polinizador (1).

El número de cuajes en la empresa con 5 colmenas tuvo un promedio de 2,7 a menos de 100 m a los 30 días, y a más de 100 m de 2,3; en la empresa con 14 colmenas fue de 4,5 a menos de 300 m y de 3,8 a más de 300 m.

Tabla 1. Efecto distancia en peso fruto, cáscara, semilla, pulpa (g) y volumen de jugo (mL).

Distancia colmenas (m)	Peso	Cáscara	Semilla	Pulpa	Jugo
Menos de 100	194,6 ^a ± 25,2	38,6 ^a ± 13,0	1,7 ^b ± 1,4	29,8 ^b ± 8,7	100,4 ^a ± 19,4
Entre 100 a 200	194,1 ^a ± 45,1	38,0 ^a ± 12,6	1,8 ^b ± 1,0	35,0 ^a ± 10,4	101,8 ^a ± 26,4
Más de 200	181,3 ^b ± 41,1	34,6 ^b ± 10,8	2,2 ^a ± 2,1	35,9 ^a ± 13,7	89,3 ^b ± 22,6
General	185,3 ± 41,6	35,8 ± 11,6	2,1 ± 1,8	35,1 ± 12,6	93,5 ± 24,0

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas $P \leq 0,05$ para cada distancia.

El peso del fruto y el volumen de jugo fue mayor a menos de 200 m (7,2%) y (13,2%), el peso de la cáscara fue menor a más 200 m, el peso de la semilla fue menor a menos de 100 m, la cantidad de pulpa fue mayor a más de 100 m (ver tabla 1), Malerbo *et al.*, 2004 (2), reportó peso de frutos polinizados

en un promedio de 180,2 g y sin polinizar 168,5 g (10,9% más), León *et al.*, 2006 (3) reportaron aumentos del 20,4% y Pesante, 2006 (1), reportó aumentos del 22% en peso y 33% más jugo, el cual se reflejó en el mejor amarre de los frutos.

Tabla 2. Efecto distancia respecto tamaño del fruto, grosor y resistencia cáscara.

Distancia colmenas (m)	Perímetro		Resistencia cáscara (kgF)	Número semillas
	Polar (cm)	Ecuatorial (cm)		
Menos de 100	23,0 ^a ± 1,0	23,4 ^a ± 0,9	8,7 ^a ± 1,7	5,2 ^b ± 3,5
Entre 100 a 200	22,3 ^b ± 2,0	22,8 ^b ± 2,0	6,4 ^b ± 2,4	5,9 ^b ± 2,9
Más de 200	21,9 ^c ± 1,8	22,2 ^b ± 1,8	5,8 ^b ± 2,1	6,7 ^a ± 3,3
General	21,9 ± 2,3	22,3 ± 2,2	6,2 ± 2,3	6,4 ± 3,3

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas $P \leq 0,05$ para cada distancia.

Los frutos más cercanos son anchos y largos, por el mayor peso del fruto y presentan mayores resistencias de la cáscara, el número de semillas aumentó a distancias mayores de 200 m (ver tabla 2).

Los frutos cercanos contienen menor pH, cantidad de ácido cítrico y ascórbico, y mayor porcen-

taje de grados °Brix (ver tabla 3), Agustí, 1999 (4), reportó efecto positivo sobre la calidad y cantidad del fruto y Malerbo *et al.*, 2004 (2) reportó 11,4% de grados °Brix para frutos polinizados y 11,2% para frutos sin polinizar.

Tabla 3. Efecto distancia en las variables químicas.

Distancia colmenas (m)	Ácido			Grados Brix (%)	pH
	Cítrico (gr/L)	Málico (gr/L)	Ascórbico (mg/L)		
Menos de 100	7,8 ^b ± 2,9	4,5 ^a ± 3,3	201,1 ^b ± 78,6	10,9 ^a ± 1,1	3,7 ^a ± 0,3
Entre 100 a 200	19,7 ^a ± 14,7	4,4 ^a ± 1,0	235,7 ^a ± 30,2	9,6 ^a ± 1,3	3,4 ^b ± 0,2
Más de 200	21,9 ^a ± 14,3	4,6 ^a ± 1,7	219,2 ^b ± 55,3	10,1 ^a ± 1,1	3,3 ^b ± 0,2
General	18,6 ± 14,1	4,5 ± 1,8	220,4 ± 54,9	10,0 ± 1,2	3,4 ± 0,3

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas $P \leq 0,05$ para cada distancia.

CONCLUSIONES

Se identificó especies botánicas, fuentes de polen y/o néctar, siendo un factor de competencia en épocas de floración. La *Apis mellifera* es la especie que más frecuenta el cultivo. Al tener 1,6 colmenas se incrementan los frutos por árbol en un 26,0%, mientras con 0,5 colmenas el aumento es de 17,0%. En calidad físico-química se identificó un aumento del 6% en peso, de 11% en jugo y de 9% en grados °Brix, con apiarios a menos de 200 m.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pesante D. Información sobre polinización de algunos arbustos y árboles de importancia agrícola y apícola [Internet]. Entomología Colegio Ciencias Agrícolas; 2006 May. Disponible en: www.culturaapicola.com/floraapicola.
2. Malerbo D, Noguera R, Couto L. Honey bee attractants and pollination in sweet orange, *Citrus sinensis*. J Venom Anim Toxins incl Trop Dis. 2004; 10 (2): 144-153.
3. León Y, Moreno F. Evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de *Citrus sinensis* "Valencia" con Abeja *Apis mellifera* en el municipio de Sasaima [Trabajo de pregrado]. [Bogotá, Colombia]: Universidad de la Salle; 2006.
4. Agustí M. El desarrollo de los frutos cítricos. Factores y estímulo. En: IV Congreso de Citricultura de la Plana. Valencia, España: Ed. Bromera, S.A.; 1999. p. 79-99.

WHAT'S NEW IN Vitae ?

REVISTA DE LA FACULTAD
DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

The Scientific and Editorial Board has the honor to inform the scientific community that the journal Vitae updated all processes in the Open Journal System platform and will be administered through the website of the Journal: www.udea.edu.co/vitae.

The Journal has implemented this system to streamline processes and editorial quality of our publication. The Open Journal System (OJS) is a free software to manage, edit and publish magazines, developed by the Public Knowledge Project (PKP) in Canada, in order to expand and improve access and quality of the research reported, both the academic and the public.



Since 1991:



We've improved and expanded in the last two years:



Thank you very much for your valuable advice and support.

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE PULSOS DE VACÍO SOBRE LA CINÉTICA DE DESHIDRATACION OSMÓTICA DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*)

INFLUENCE OF THE APPLICATION OF VACUUM PULSE ON THE KINETICS OF OSMOTIC DEHYDRATION OF YELLOW PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*)

ARTÍCULO CORTO

Carlos J. GIRALDO-CUARTAS¹, Alfredo AYALA-APONTE^{1*}, Liliana SERNA-COCK²

RESUMEN

La deshidratación osmótica es una alternativa de interés como método de conservación de frutas. Este proceso es no térmico y es de bajo costo. La aplicación previa de pulsos de vacío a la deshidratación osmótica facilita la extracción de agua de la fruta. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres condiciones de presión (90, 50 y 17 kPa) sobre las cinéticas de deshidratación osmótica y el índice de efectividad de rodajas de pitahaya. Se usó una solución osmótica de sacarosa a 55°Brix. La aplicación de pulsos de vacío favoreció la pérdida de agua y de peso, con índices de efectividad mayor a 2 en la primera hora.

Palabras clave: sacarosa, presión, índice de efectividad, osmosis.

ABSTRACT

Osmotic dehydration is an interesting alternative as a method of preserving fruit. This process is non-thermal and low cost. The application of vacuum pulses before osmotic dehydration facilitates removal of water of fruit. The aim of this study was to evaluate the effect of three pressure conditions (90, 50 and 17 kPa) on the kinetics of osmotic dehydration and the index of effectiveness of sliced pitahaya. Osmotic solution was used a 55 °Brix sucrose. The application of vacuum pulses favored water loss and weight, effectiveness indexes greater than 2 in the first hour.

Keywords: Sucrose, pressure, effectiveness index, osmosis.

INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es un fruto exótico de propiedades biofuncionales y medicinales (1). En Colombia el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural promueve desde el 2005 la necesidad de alternativas de agroindustrialización de pitahaya, debido a que la fruta se comercializa en fresco (2). La deshidratación osmótica (DO) es una alternativa de conservación de frutas que no implica cambio de fase; su mayor aplicación es como pretratamiento a otros procesos. La pérdida de humedad, ganancia de sólidos y pérdida de peso durante la DO se pueden evaluar mediante cinéticas, debido a los mecanismos de transferencia de masa agua-sólidos que se dan simultáneamente e influenciados por las

condiciones de operación y las características estructurales del producto. Para evaluar la efectividad del proceso de DO se emplea el índice de efectividad (I.E); los valores altos de esta relación indican una mejor condición del proceso osmótico (3, 4). En la literatura se ha reportado estudios previos en DO de pitahaya amarilla, evaluándose el efecto de la agitación, concentración y la presión (5, 6). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de pulsos de vacío sobre las cinéticas de DO y el I.E de muestras de pitahaya amarilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó pitahayas (*Selenicereus megalanthus*) provenientes del norte del departamento del Valle

¹ Escuela de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

² Departamento de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: alfredo.ayala@correounivalle.edu.co

del Cauca, Colombia. Las frutas fueron seleccionadas con estado de madurez 4, correspondiente a la NTC 3554 (7). Las frutas se lavaron, se pelaron y se cortaron en rodajas de 40 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Las muestras se colocaron en contacto con una solución de sacarosa comercial a 55°Brix a 28°C con una relación fruta:solución de 1:20. Se usó un deshidratador osmótico a escala piloto (CENTRICOL S.A., Colombia) con capacidad de 40 L y velocidad de recirculación de solución de 2.6 L.min⁻¹. Se evaluó tres niveles de presión, a presión atmosférica (AT) (90 kPa) y dos pulsos de vacío (PV) (50 y 17 kPa); se realizó estos pulsos de vacío durante 5 min. Se tomó muestras de pitahaya a diferentes tiempos de proceso (0, 15, 30, 60, 120, 180 min) para determinar la humedad (X_w), peso (M_t) y °Brix (X_s). Con estas medidas se calculó las cinéticas de pérdida de peso (ΔM_p), pérdida de agua (ΔM_A), ganancia de sólidos (ΔM_S) e índice de efectividad (I.E.) mediante las ecuaciones del 1 a 5, respectivamente (5, 6). La significancia se evaluó a través del ANOVA (MINITAB® v.14).

$$\Delta M_p = \frac{M_t - M_0}{M_0} \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$\Delta M_A = \frac{M_t \cdot X_{w,t} - M_0 \cdot X_{w,0}}{M_0} \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$\Delta M_S = \frac{M_t \cdot X_{s,t} - M_0 \cdot X_{s,0}}{M_0} \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$RM_i = \frac{\Delta M_{i,j}}{\Delta M_{i,AT}} \quad \text{Ecuación 4.}$$

$$I.E. = \frac{\Delta M_A}{\Delta M_S} \quad \text{Ecuación 5.}$$

Los sub-índices **t** y **0** hacen referencia a las condiciones en un tiempo **t** de tratamiento y a las iniciales, respectivamente. La ecuación 4 indica la relación de la variable a evaluar con aplicación de pulso y la misma a la condición atmosférica. Las muestras se pesaron antes y después de la DO mediante una balanza analítica (Mettler, AE200) con sensibilidad de 0,001g; el contenido de humedad se determinó mediante el método 934.06 de la A.O.A.C. (8), y los sólidos solubles (°Brix) mediante el uso un refractómetro (ABBE ATAGO 1T, 20°C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra la variación de la ΔM_p , ΔM_A y ΔM_S durante la DO de pitahaya. En general, al

final del proceso los tres tratamientos alcanzaron valores bajos de ΔM_S entre 4,8 y 6%, resultado favorable debido a que la fruta en fresco presenta alto contenido de azúcar (22%) (6). El efecto de los dos pulsos de vacío favoreció la ΔM_p superando al tratamiento con AT; no obstante, entre los pulsos no se evidenció diferencias significativas ($P < 0,05$). Se observó que el tratamiento PV (17 kPa) presentó mayor ΔM_A durante la DO (28%). De acuerdo a la tabla 1, el PV de 50 kPa cercano a la presión atmosférica favoreció la ganancia de solutos y no al agua, mientras que el pulso más alejado (17 kPa) favoreció la pérdida de agua. Comportamiento similar observaron algunos investigadores (5, 6). El efecto inverso en la cinética de ΔM_A a 50 kPa con respecto a la AT es típico de estructuras biológicas de baja porosidad, donde la aplicación de PV cercanas a las condiciones atmosféricas sólo es efectiva si se acompaña con soluciones de mayor concentración, temperaturas superiores y mayores tiempos de pulso (3, 4). El I.E. de la figura 2 indica que en general las condiciones de los diferentes tratamientos osmóticos de pitahaya fueron efectivos ($I.E. \geq 2$). Al final del proceso este índice aumentó al aplicar mayor PV. El tratamiento de 17 kPa presentó mayor efectividad durante el proceso de DO, pero disminuyó significativamente con el tiempo de DO, posiblemente por la rápida colmatación estructural ocasionada por el mecanismo hidrodinámico de transporte de materia en la estructura de baja porosidad de la pitahaya ($2,78 \pm 0,35\%$) (5); donde la membrana y la pared celular pudieron sufrir una expansión de los espacios intercelulares al aplicar el PV favoreciendo la selectividad a la transferencia de solutos, incluso después de haber alcanzado la mayor pérdida de agua (3, 4).

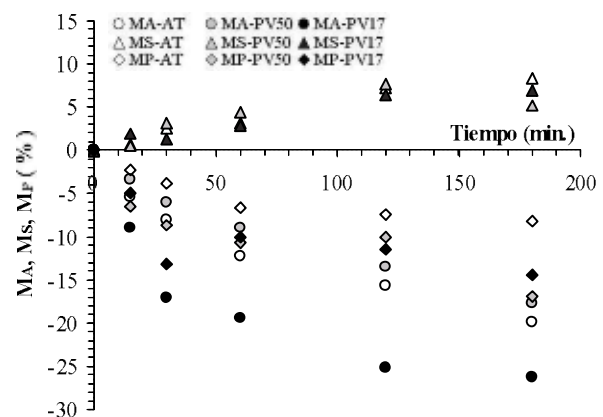


Figura 1. Cinéticas de DO de pitahaya a diferentes presiones: AT (90kPa), PV= 50 y 17 kPa.

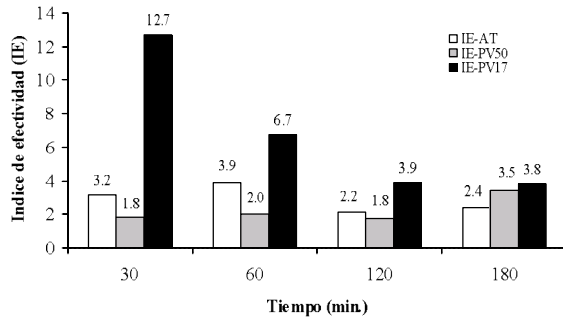


Figura 2. Variación del I.E a diferentes presiones: AT (90kPa), PV= 50 y 17 kPa.

Tabla 1. Razón de cambios para ΔM_s , ΔM_A referidos a las condiciones atmosféricas.

Tiempo (min)	PV50/AT		PV17/AT	
	RMS	RMA	RMS	RMA
30	1,3	0,7	0,5	2,1
60	1,4	0,7	0,9	1,6
120	1,1	0,9	0,9	1,6
180	0,6	0,9	0,8	1,3

CONCLUSIONES

La aplicación de pulsos de vacío en muestras de pitahaya amarilla durante la DO a 55°Brix favoreció significativamente la pérdida de agua, pérdida de peso y el índice de efectividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nerd A, Mizrahi Y. The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya. *Postharvest Biol Tech.* 1999 Feb; 15 (2): 99-105.
2. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (CO). Minagricultura destina \$2.057 millones para 25 agendas de investigación . *Boletín oficial* 131. 2009 Aug; 1-2.
3. Palou E, Mujica-Paz H, Valdez-Fragoso A, López-Malo A, Welti-Chanes J. Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effect of the vacuum pressure and syrup concentration. *J Food Eng.* 2003 May; 57 (4): 305-314.
4. Escriche I, Garcia-Pinchi R, Andres A, Fito P. Osmotic dehydration of kiwifruit (*Actinidia Chinensis*): fluxes and mass transfer kinetics. *J Food Process Eng.* 2000 Aug; 23 (3): 191-205.
5. Ayala-Aponte AA, Serna-Cock L, Giraldo-Cuartas CJ. Efecto de la agitación sobre la deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereus magalanthus*). *Interciencia.* 2009 Jul; 34 (7): 492-496.
6. Ayala-Aponte AA, Giraldo-Cuartas CJ, Serna-Cock L. Cinéticas de deshidratación osmótica de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). *Interciencia.* 2010 Jul; 35 (7): 539-544.
7. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 3554. Frutas frescas. Pitahaya amarilla. Bogota: ICONTEC; 1996. p. 1-14.
8. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. Moisture in dried fruits. Method 934.06. Arlington, USA; 1990. p. 911-912.

EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE VENTANA DE REFRACTANCIA® EN EL SECADO DE PURÉ DE PAPAYA (*Carica papaya* L.)

EVALUATION OF THE REFRACTANCE WINDOW™ TECHNIQUE ON DRYING OF PAPAYA (*Carica papaya* L.) PURÉE

ARTÍCULO CORTO

María U. OCORO Z.¹, Alfredo A. AYALA A.^{1*}

RESUMEN

La Ventana de Refractancia® es una técnica novedosa que utiliza la energía infrarroja del agua para secar frutas y vegetales sensibles al calor de forma eficiente y con alta retención de calidad. El propósito de este trabajo fue evaluar los cambios de humedad y volumen durante el secado de rodajas de puré de papaya por Ventana de Refractancia® a 80°C y 2, 3 y 4 mm de espesor. Adicionalmente, se determinó las difusividades a partir de la solución analítica de la segunda ley de Fick. Los resultados mostraron que en 90 min de secado se alcanzó contenidos de humedad inferiores al 8% (bs) y cambios netos de volumen de 86,4, 83,2 y 82,7% para rodajas de 2, 3 y 4 mm de espesor, respectivamente. Los valores de difusividad fueron del orden de 10^{-10} m²/s.

Palabras clave: conservación de alimentos, papaya.

ABSTRACT

The Refractance Window™ is a novel technique that uses the infrared energy of water in order to dry heat-sensitive fruits and vegetables in an efficient way and with high quality retention. The purpose of this work was to evaluate the changes in moisture and volume during Refractance Window™ drying of papaya purée slices with 2, 3 and 4 mm of thickness and using water at 80°C. Additionally, the diffusivities were determined from the analytical solution of Fick's second law. The results showed that at 90 min of drying, moisture contents below 8% (db) and net volume changes of 86.4, 83.2 and 82.7% for slices of 2, 3 and 4 mm of thickness, respectively, were reached. The values of diffusivity were of the order of 10^{-10} m²/s.

Keywords: Food preservation, papaya.

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) es una fruta tropical con alto contenido de vitaminas y minerales (1), sin embargo, su potencial para exportación es limitado debido a la corta vida útil del producto fresco (2). La Ventana de Refractancia® (VR®) es un método novedoso de secado desarrollado por MCD Technologies Inc. (Tacoma, Washington, USA), que permite secar alimentos sensibles al calor, protegiendo las características organolépticas y nutricionales. Consiste en colocar el producto en una membrana plástica (Mylar®) que está en

contacto con una superficie de agua a temperatura inferior a la de ebullición, favoreciendo el paso de la radiación infrarroja del agua hacia el alimento (3).

En este trabajo se evaluó la técnica de secado de VR® sobre muestras de puré de papaya, teniendo en cuenta el efecto del espesor y el tiempo de secado sobre el contenido de humedad (*CH*), el volumen (*V*) y el coeficiente de difusión del agua (*D_{eff}*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó puré de papayas (10 - 12°Brix) seleccionadas con un grado de calidad de primera según

¹ Escuela de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle, Sede Meléndez. Calle 13 No 100-00, Edificio 338, 2° Piso, Espacio 2023. Cali, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: alfredo.ayala@correounivalle.edu.co

NTC 1270 (4) y se formó rodajas de puré de 2, 3 ó 4 mm de espesor y 30 mm de diámetro. El secado se realizó en un equipo piloto de VR®, que consiste en un reservorio de agua a 80°C recirculando con un caudal de 2,74 L/min, en cuya superficie se desliza una membrana de poliéster (Mylar®) a una velocidad de 0.001 m/min. Las muestras se secaron sobre la membrana determinando *CH* y *V* a diferentes tiempos (0, 10, 20, 30, 60, 90, 120 y 180 min). Los experimentos se realizaron por triplicado siguiendo un diseño factorial aleatorizado.

Los resultados de *CH* se interpretaron a partir de la razón de humedad (*MR*), definida por la ecuación 1:

$$MR = \frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} \tag{Ecuación 1.}$$

donde $X_t = CH$ en un tiempo dado; $X_e = CH$ de equilibrio; $X_0 = CH$ inicial, en base seca.

MR se simplificó a la ecuación 2, teniendo en cuenta que el equipo utilizado no controla la humedad relativa del aire que entra en contacto con el material (5).

$$MR = \frac{X_t}{X_0} \tag{Ecuación 2.}$$

CH (X_t o X_0) se determinó mediante el método de AOAC (1980) (6). *V* se obtuvo midiendo las dimensiones de las rodajas con un calibrador (Caliper, USA) y D_{eff} se calculó para el primer periodo de secado de velocidad decreciente, usando el primer término de la solución analítica de la segunda ley de Fick (ecuación 3) (7), para una geometría de lámina semi-infinita de espesor *l* y considerando la difusión en dirección axial.

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[-(2n+1)^2 \frac{\pi^2 D_{eff} t}{l^2} \right] \tag{Ecuación 3.}$$

Los resultados se analizaron con ANOVA para un intervalo de confianza de 95% mediante Minitab versión 15.1.20.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El *CH* inicial de las muestras fue $6,80 \pm 0,64$ g agua/g ms. La pérdida de humedad fue mayor en las muestras de menor espesor (figura 1), debido a la reducción de la distancia neta recorrida por las moléculas de agua para ser extraídas (8). Resultados similares se observaron en papaya (9) y mango (8). A los 90 min de proceso se alcanzó *CH* inferiores

a 8% (bs) y a los 120 min, inferiores a 5% (bs), indicando la rapidez del secado por la técnica de VR® comparado con los métodos tradicionales. El ANOVA evidenció un efecto significativo ($p < 0.05$) del espesor y el tiempo de secado sobre *MR*.

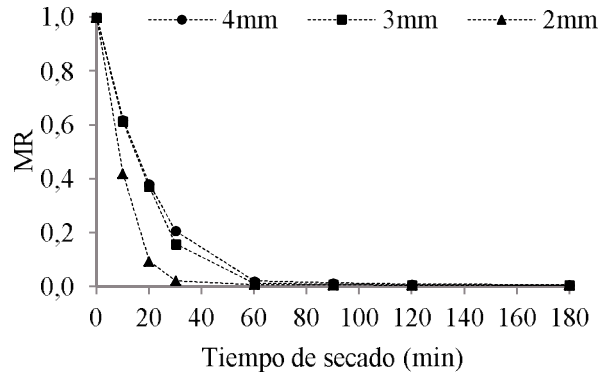


Figura 1. Curvas de razón de humedad para secado de puré de papaya.

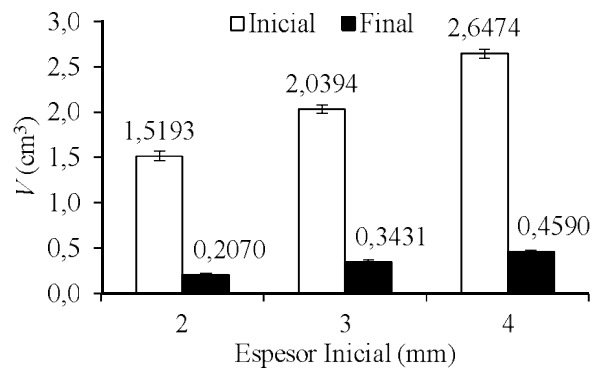


Figura 2. Cambios netos de volumen durante secado de rodajas de puré.

V se redujo un 86,4, 83,2 y 82,7% para rodajas de 2, 3 y 4 mm de espesor, respectivamente (figura 2), debido al fatigamiento de la estructura celular causado por la pérdida de agua y el calentamiento (10). Esta reducción en *V* influyó la movilidad del agua, donde D_{eff} aumentó a mayor espesor del puré (tabla 1). Un comportamiento similar se observó en el secado de mango por VR® (8) y en el secado convectivo de papaya (9).

Tabla 1. Coeficiente de difusión para secado de puré de papaya.

Espesor (mm)	$D_{eff} \times 10^{10}$ (m²/s)
2	5,6985
3	6,2859
4	10,3038

CONCLUSIONES

La VR® presenta alto potencial como alternativa de conservación de la papaya por alcanzar contenidos de humedad inferiores a 8% (bs) en tiempos cortos de secado (90 min). A menor espesor de muestra el contenido de humedad fue menor y la reducción de volumen mayor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. de Oliveira JG, Vitória AP. Papaya: Nutritional and pharmacological characterization, and quality loss due to physiological disorders. An overview. *Food Res Int.* 2011 Jun; 44 (5): 1306-1313.
2. Rodrigues ACC, Cunha RL, Hubinger MD. Rheological properties and color evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. *J Food Eng.* 2003 Sep; 59 (2-3): 129-135.
3. Abonyi BI, Feng H, Tang J, Edwards CG, Chew BP *et al.*, Quality retention in strawberry and carrots purees dried with refractance window™ system. *J Food Sci.* 2002 Apr; 67 (3): 1051-1056.
4. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 1270. Industria Alimentaria. Papaya. Bogot: ICONTEC; 1993. 4p.
5. Schössler K, Jäger H, Knorr D. Effect of continuous and intermittent ultrasound on drying time and effective diffusivity during convective drying of apple and red bell pepper. *J Food Eng.* 2012 Jan; 108 (1): 103-110.
6. AOAC. Official methods of analysis. 13th edition. Washington D.C.: Association of the Official Agricultural Chemists; 1980.
7. Crank J. The mathematics of diffusion. 2th edition. Oxford: Clarendon Press; 1975.
8. Ochoa-Martínez CI, Quintero PT, Ayala AA, Ortiz MJ. Drying characteristics of mango slices using the Refractance Window™ technique. *J Food Eng.* 2012 Mar; 109 (1): 69-75.
9. Fernando WJN, Ahmad AL, Abd Shukor SR, Lok YH. A model for constant temperature drying rates of case hardened slices of papaya and garlic. *J Food Eng.* 2008 Sep; 88 (2): 229-238.
10. Mayor L, Sereno AM. Modelling Shrinkage during convective drying of food materials: a review. *J Food Eng.* 2004 Feb; 61 (3): 373-386.

PRODUCCIÓN DE LÁMINAS DE MANGO (*Mangifera indica* L.) USANDO DESHIDRATACIÓN DINÁMICA

PRODUCTION OF SHEETS MANGO (*Mangifera indica* L.) USING DYNAMIC
DEHYDRATION

ARTÍCULO CORTO

Pedro VANEGAS M.^{1*}, Alfonso PARRA C.²

RESUMEN

En Colombia el secado y la deshidratación de frutas se hace usando equipos de tipo estático. En el presente trabajo se deshidrató pulpa de mango, utilizando un secador dinámico (movimiento relativo del material con respecto al aire de secado), usando una velocidad del aire de secado en el rango de 1,5 m.s⁻¹ a 3,5 m.s⁻¹ y temperatura en un rango de 50 a 70°C. En este trabajo se innovó en el proceso de deshidratación de frutas y se propone una presentación de estos productos en forma de lámina.

Palabras clave: deshidratación, *mangifera indica* L., secador dinámico, túneles de secado, flujo laminar.

ABSTRACT

In Colombia fruit drying and dehydration is done using static equipment. In this work mango pulp was dehydrated using a dynamic drier (relative motion of the material with respect to dryer air), using a dryer air speed in the range from 1.5 m.s⁻¹ to 3.5 m.s⁻¹ and a temperature in the range from 50 to 70°C. In this work we innovated in the fruit dehydration process, and is proposed a laminar presentation for these products.

Keywords: dehydration, *mangifera indica* L., dynamic dryer, drying tunnels, laminar flow.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se innovó la tecnología del proceso de deshidratación de frutas, al utilizar un secador de túnel dinámico de flujo, combinado paralelo-contracorriente (1). Para la deshidratación se utilizó aire caliente a 70°C con una velocidad $v_{\text{aire}} \leq 3,5 \text{ m.s}^{-1}$, obteniendo un producto en forma de lámina. Las investigaciones realizadas en Colombia han determinado las variables de secado en pulpas de fruta en lámina (2). Los productos deshidratados laminados se pueden obtener usando secadores de tambor, calentados con vapor presurizado a 120 - 170°C, lo cual no es recomendable para materias primas sensibles al calor (3). El secado dinámico consiste en un movimiento relativo del material con respecto al movimiento de la corriente de aire (4). La deshidratación dinámica en flujo combinado permite obtener productos deshidratados laminados (0,0010 ± 0,00005 m. de espesor), la operación se

realiza intermitentemente al cambiar la exposición del material al flujo de aire caliente entre flujo paralelo y contracorriente, con tiempos de operación de 9 h.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se trabajó con mango (100% maduro) cortado en trozos, adquirido en un supermercado local de la ciudad de Palmira, Colombia. Mediante licuado se obtuvo un puré. Se midió el contenido de humedad (81% CHbh) en estufa a vacío (Método AOAC 934.06 (37.1.10)), el contenido de sólidos solubles totales (17,6 °Brix) con un refractómetro digital PDX-95 marca VEE GEE® con escala de 0 a 95 °Brix, la acidez titulable se determinó por titulación de acuerdo a la metodología propuesta por AOAC:942.15 (37.1.37): La densidad (1008 kg.m⁻³)

¹ Grupo de Investigación en Procesos Agroindustriales. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Colombia.

² Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: pvanegasmah@unal.edu.co

se determinó usando Norma INEN 391 (5) y el pH(3.59) se determinó usando un pHmetro 744 Metrohm, previamente calibrado. La actividad de agua a_w del producto final (lamina de fruta deshidratada) se midió con un equipo AQUALAB Mod. 3 TE, en un rango de temperatura de la muestra comprendido entre 24,2°C - 25,8°C.

Equipo

Se utilizó un prototipo de secador de túnel de flujo combinado, provisto de un sistema de transporte de bandejas, con un movimiento relativo de la pulpa (puré de mango) con respecto al movimiento de la corriente de aire de secado.

Experimentos de secado

Para la obtención del producto deshidratado, el puré de mango se dispuso en las bandejas de 0,30 m x 0,18 m x 0,015 m y se procedió a realizar el secado utilizando una corriente de aire caliente (50, 60 y 70 °C) y tres velocidades de aire (1,5; 2,5; y 3,5 m.s⁻¹). El contacto puré-aire caliente ocurre en el interior del túnel. En el trabajo experimental se consideró como variable dependiente el contenido de humedad en base seca (CHbs), como Factor A la velocidad del aire de secado (1,5; 2,5; y 3,5 m.s⁻¹) y como Factor B la temperatura del aire de secado (50, 60 y 70 °C). Se hicieron tres repeticiones, para un número total de 27 experimentos. Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad Nacional de Colombia –Sede Palmira, con temperatura ambiente de 26°C, y humedad relativa HR:66%, y 1000 m.s.n.m.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La exposición de la pulpa de mango a una corriente de aire caliente paralela a la bandeja se asemeja al flujo de un fluido sobre una placa plana en la que incide con ángulo cero. Al pasar el aire caliente sobre la bandeja que contiene el puré se produce la eliminación de agua, produciéndose la deshidratación del material, obteniendo finalmente una lamina de pulpa de $0,0010 \pm 0,00005$ m de espesor con un C.Hbs de 0,11 (ver figura 1). Las curvas de secado del puré de mango presentan el comportamiento característico de esta operación (6).

Se calculó los parámetros de la capa térmica como el Número de Reynolds longitudinal crítico ($N_{re,critico}$) para el modelo bandeja-aire; los espesores de la capa límite fluido-dinámica (δ) y

desplazamiento (δ^*) utilizando las ecuaciones propuestas en Novella, 1984 (7), que ayudan a explicar el secado cuando se usa una corriente de aire paralela a la bandeja que contiene el material en el interior del túnel. Para el caso de aire fluyendo sobre una placa plana (bandeja con una capa de puré) se encontró que el N_{re} longitudinal es 51127,8, menor que el valor crítico de $3,2 \times 10^5$. El mejor tratamiento para la obtención del deshidratado laminado se presenta cuando el proceso se realiza con aire caliente a 70°C y una velocidad del aire de 3,5 ms⁻¹, y un tiempo de 9 h para la deshidratación. Por análisis proximal a la pulpa fresca y producto deshidratado, se estableció que los constituyentes no se afectan sustancialmente, cuando se somete al proceso de secado dinámico (Análisis proximal Pulpa fresca: materia seca: 16,20%; proteína: 3,15%; extracto etéreo: 2,02%; cenizas: 1,93%, carbohidratos: 87,52%; análisis proximal pulpa deshidratada: materia seca: 82,96%, proteína: 2,51%; extracto etéreo, 0,45%; cenizas: 1,68%; carbohidratos: 90,07%, energía bruta: 3673.07 cal.g⁻¹. La actividad de agua del producto final de 0,603, minimiza la proliferación de microorganismos y hace que sea un producto estable en cuanto a vida útil se refiere (8).

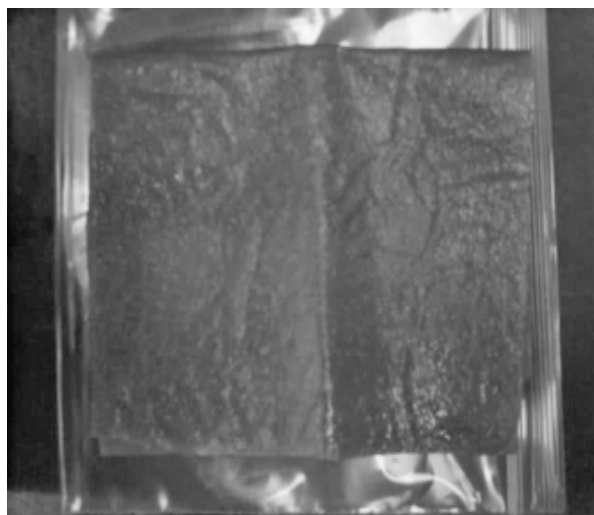


Figura 1. Lámina de pulpa de mango deshidratada.

CONCLUSIONES

La tecnología desarrollada permite obtener mango deshidratado en forma de lamina con contenido de humedad y una actividad-agua bajas, respectivamente; asimismo, tiempos de secado menores comparados con el secado estático. El producto laminado tiene una mejor presentación y apariencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lijuan Z, Jiango L. Thermal Dehydration methods for fruits and vegetables. *Dry Technol.* 2005; 23: 2249-2260.
2. Cerquera N. Determinación de variables de secado y diseño de un prototipo para deshidratación de pulpa de fruta en lámina. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2006. 120 p.
3. Sharma S, Mulvancy S. Ingeniería de alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. México: Editorial Limusa S.A; 2007. 202-205 p.
4. Saastamoinen J. Comparison of moving Bed Dryers of solids Operating in Parallel and counterflow modes. *Dry Technol.* 2005; 23:1003-1025.
5. Alvarado J, Aguilera M. Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. España: Editorial Acribia S.A; 2001. 348 p.
6. Treybal R. Operaciones de transferencia de masa. México: Editorial McGraw-Hill; 1988. 862 p.
7. Novella EC. Fenómenos de transporte. España: Editorial Alhambra S.A; 1984. 580 p.
8. Larragaña I. Control e higiene de los alimentos. España: Editorial McGraw-Hill; 1998. 250p.



Make sure your publication is read worldwide...

WRITE YOUR MANUSCRIPT IN ENGLISH

and send it to Vitae

more info: <http://www.udea.edu.co/vitae/>
vitae@udea.edu.co

vitae
 REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Index in:



MÉTODO ALTERNATIVO PARA EL SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES DURANTE LA FERMENTACIÓN DE YOGURT

ALTERNATIVE METHOD TO MONITOR THE AROMA PRODUCTION DURING FERMENTATION OF YOGURT

ARTÍCULO CORTO

Bertha V. RUALES-GUZMÁN^{1*}, Carlos F. NOVOA-CASTRO²

RESUMEN

El seguimiento de la fermentación es la clave para obtener un yogurt con la calidad exigida por el consumidor, por tal razón, en la presente investigación se propuso el seguimiento de la producción de aroma como un método alternativo para la evaluación de la fermentación de yogurt, utilizando una nariz electrónica. En el análisis de los datos se utilizó un análisis estadístico multivariado para poder obtener la relación entre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto. Se obtuvo una curva de fermentación para las tres cepas, en dos condiciones de temperatura de incubación, obteniendo así un modelo de calidad que apoye a la industria láctea. Los resultados encontrados permitieron observar que la producción de compuestos volátiles varía con la temperatura de incubación y el tipo de cultivo, siendo la nariz electrónica una excelente alternativa para monitorear la fermentación de yogurt, complementando los análisis fisicoquímicos que se usan actualmente en la industria láctea.

Palabras clave: aroma, acetaldehído, nariz electrónica, análisis multivariado.

ABSTRACT

The monitoring of fermentation is the key to obtain a yogurt with the quality required by the consumer for this reason, the present research looked at monitoring the production of aroma as an alternative method for evaluating the fermentation of yogurt, using an electronic nose. For the data analysis, a multivariate statistical analysis was used to get the relationship between physicochemical and sensorial properties of the product. An aroma production curve was obtained for three strains, at two incubation temperature conditions, and thus, a quality control model was obtained to support the dairy industry. The results permitted to observe that, production of volatile compounds varies with incubation temperature and type strains, using the electronic nose as an excellent alternative for monitoring fermentation of yogurt and supporting physicochemical analysis currently used in the dairy industry.

Keywords: Aroma, acetaldehyde, electronic nose, multivariate analysis.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la manera de realizar el seguimiento a la fermentación láctica de yogurt es por medio de la determinación de acidez titulable, pero durante este proceso también se hace necesario controlar otras variables que son importantes para la aceptación de un producto por parte del

consumidor, como lo es la calidad sensorial. Para esta investigación se propuso el seguimiento de la fermentación con nariz electrónica, por tratarse de un equipo moderno que disminuye costos, es fácil de utilizar y se puede manejar en espacios relativamente pequeños. Como objetivo se planteó evaluar la producción de aroma durante la fermentación del yogurt con tres tipos de cultivos, a dos condiciones

¹ Grupo de Investigación Aseguramiento de la calidad de alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: bvrualesg@unal.edu.co

de temperatura de incubación, relacionando los resultados emitidos por el panel sensorial entrenado para aroma con los resultados obtenidos mediante nariz electrónica y análisis fisicoquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entrenamiento de panelistas

Se entrenó 8 panelistas en reconocimiento, discriminación e intensidad del aroma de acetaldehído, compuesto impacto del aroma del yogurt, con el empleo de pruebas de ordenamiento. El entrenamiento de los panelistas se realizó durante un mes de acuerdo con la norma NTC 4129 de 2008 (1), y la evaluación de la intensidad se realizó por pruebas de ordenamiento de acuerdo con la norma NTC 3930 de 2008 (2).

Seguimiento de la fermentación

A partir del momento de la inoculación hasta las ocho horas de fermentación se tomaró muestras por triplicado cada hora para evaluar acidez, pH, viscosidad y aroma por nariz electrónica y panel sensorial. Los tratamientos aplicados a las unidades experimentales fueron: temperaturas de incubación: 45°C (temperatura 1), 35°C (temperatura 2), Cultivos lácticos: uno (Yo mix 401 Danisco), dos (Yo flex Hansen), tres (Yo mix 495 Danisco), obteniéndose en total 27 muestras para cada ensayo.

Análisis sensorial

La intensidad del aroma del yogurt fue evaluada con escalas estructuradas de 0-5, con 8 panelistas entrenados, de acuerdo con la norma NTC 5328 de 2008, estos resultados fueron analizados por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con un nivel de significancia del 5%, ($P < 0.05$).

Método instrumental

El aroma se detectó por medio de una nariz electrónica marca Airsense Analytics PEN3 la cual dispone de un arreglo de 10 sensores de óxido metálico, utilizando un vial cromatográfico de 20 mL con 1 g de la muestra, a una temperatura de 10°C, dejándola 20 min hasta lograr el equilibrio de la concentración de los compuestos volátiles. Las condiciones de trabajo del equipo fueron 450 seg de limpieza, análisis de la muestra por 150 segundos,

flujo de gas de 200 ml/min y el factor de dilución automática.

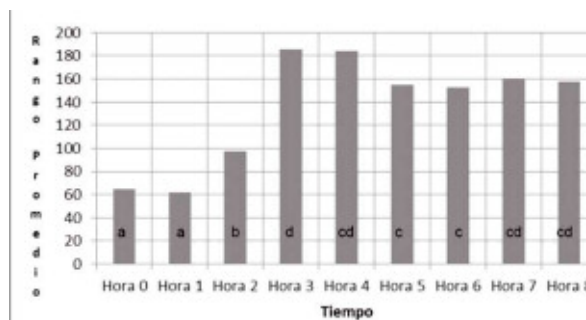
Análisis multivariado

Los resultados obtenidos de la nariz electrónica, se analizaron mediante el software Matlab versión 7.11.0, aplicando un análisis de componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de Kruskal Wallis

Los panelistas pudieron percibir levemente la intensidad del aroma a partir de la hora 2 de fermentación y con mayor claridad a partir de la hora 3 en adelante (ver figura 1). Entre cultivos y temperaturas los panelistas no encontraron diferencias significativas.



* Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

Figura 1. Rangos promedios para la diferencia entre tiempos por el panel sensorial.

Diferencias entre tiempos con análisis de componentes principales

En los *score plots* y *loading plots* (figuras 2 y 3) se observó que las variables más alejadas del origen en el eje X para el componente principal 1 (PC1) son el pH y algunos sensores de la nariz electrónica lo que indica que estas variables son las que mejor explican las diferencias entre las primeras y últimas horas de fermentación, pero para analizar las horas intermedias se hace con base al componente principal 2 (PC2) en donde las variables más alejadas del origen son las fisicoquímicas; por lo tanto, esto muestra que la nariz electrónica podría ser un apoyo para controlar la fermentación del yogurt.

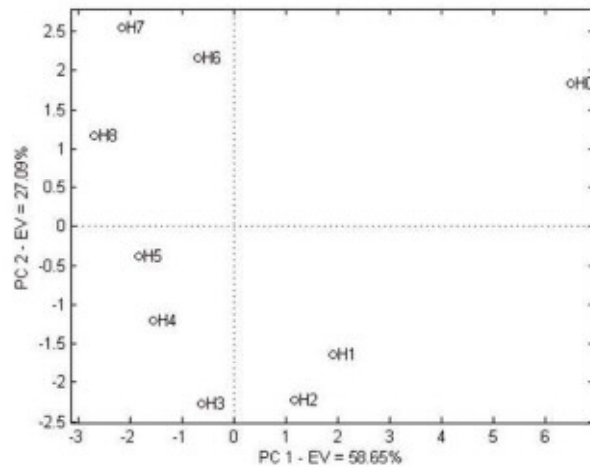


Figura 2. Score Plot diferencias entre tiempos Cultivo 1, Temperatura 35°C.

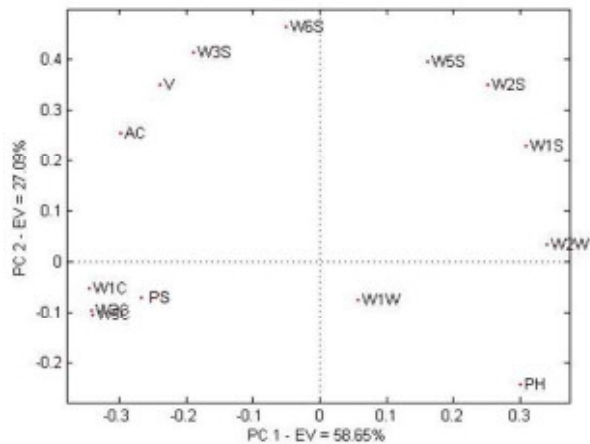


Figura 3. Loading Plot diferencias entre tiempos Cultivo 1, Temperatura 35°C.

CONCLUSIONES

Para determinar el efecto del tiempo en la fermentación del yogurt, la mejor opción es hacerlo con las variables fisicoquímicas o con nariz electrónica, porque según el análisis multivariado, estas variables fueron las que mejor explicaron las diferencias.

La nariz electrónica es un instrumento que puede facilitar el control del proceso de fermentación del yogurt, con más capacidad de discriminación que el panel sensorial contribuyendo a garantizar al consumidor un producto mejor estandarizado, que cumpla con sus expectativas de calidad en general, además de ayudarnos a controlar la calidad sensorial que es de vital importancia de acuerdo a las últimas tendencias de mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4129. Análisis Sensorial: Guía General para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores. Bogotá: INCONTEC; 2008.
2. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 3930. Análisis sensorial: metodología. Ordenación de acuerdo con un criterio específico (Ranking). Bogotá: INCONTEC; 2008.

CINÉTICA DE DEGRADACIÓN TÉRMICA DE VITAMINA C EN PULPA DE MANGO (*Mangifera indica* L)

THERMAL DEGRADATION KINETICS OF VITAMIN C IN MANGO PULP (*Mangifera indica* L)

ARTÍCULO CORTO

Luís E. ORDÓÑEZ-SANTOS^{1*}, Liliana S. YOSHIOKA-TAMAYO²

RESUMEN

En este trabajo fue estudiada la cinética de degradación térmica de la vitamina C en pulpa de mango en un rango de temperatura de 60 - 80°C. El contenido de vitamina C en las muestras antes y después del tratamiento de calor se determinó por el método del 2,6-diclorofeno-indofenol. La degradación de la vitamina C se ajusta a una cinética de primer orden ($k = 0,028 - 0,056 \text{ min}^{-1}$, $R^2 > 0,90$) y se obtiene un valor de $(E_a) = 8,13 \text{ kcal/mol}$. Los resultados de esta investigación pueden conducir a mejorar la estabilidad de la vitamina C en los derivados del mango.

Palabras clave: tratamiento de calor, antioxidante, ácido ascórbico, fruta tropical.

ABSTRACT

Thermal degradation kinetics of vitamin C in mango pulp in a temperature range of 60 - 80°C was studied in this work. Vitamin C content in the samples before and after heat treatment were determined by the method of 2,6-dichlorophen-indophenol. The degradation of vitamin C is fitted to a first-order kinetics, ($k = 0.028-0.056 \text{ min}^{-1}$, $R^2 > 0.90$), and obtained a value of $(E_a) = 8.13 \text{ kcal/mol}$. The results of this research may lead to improved stability of vitamin C derivatives of the mango.

Keywords: Heat treatment, antioxidant, ascorbic acid, tropical fruit.

INTRODUCCIÓN

La vitamina C es un importante micronutriente relacionado con la biosíntesis de los aminoácidos y la adrenalina, el mantenimiento del colágeno, la desintoxicación del hígado y el papel preventivo frente a varios tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (1, 2). Su disponibilidad es reducida significativamente durante el procesamiento de las frutas y hortalizas, por acción de la temperatura, el oxígeno, la luz, la presión, los iones metálicos, los azúcares reductores y el pH (3, 4). Estudios cinéticos de la degradación térmica de este compuesto bioactivo en diferentes productos alimentarios revelan que responde a una cinética de primer orden (3-5). A pesar de estos estudios, aún no existen investigaciones tendientes a evaluar la cinética de degradación térmica de la vitamina C durante el procesamiento

de los frutos de mango, información de interés en el diseño de nuevos procesos que permitan obtener altos niveles de retención de este importante antioxidante, en consecuencia, el objetivo de este trabajo fue estudiar la cinética de degradación térmica de la vitamina C en pulpa de mango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se preparó dos tubos con 15 gr de pulpa de mango (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins) cada uno, para cada relación temperatura-tiempo (60, 70, y 80°C durante 5, 10 y 15 min), las muestras se enfriaron rápidamente en una ducha con hielo y se procedió a evaluar las características fisicoquímicas en las muestras. El pH, acidez y sólidos solubles se midieron en las muestras de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (6-8); los resultados son ex-

¹ Facultad de Ingeniería y Administración. Departamento de Ingeniería. Grupo de Investigación en Procesos Agroindustriales –GIPA. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Carrera 32 N 12-00, Palmira, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lcordonezs@unal.edu.co

presados en gramos de ácido málico/100 g pulpa y °Brix, respectivamente. El contenido de vitamina C en las muestras se determinó de acuerdo al protocolo descrito previamente por Ordoñez-Santos *et al.*, 2010 (9). Todas las determinaciones analíticas se realizaron por duplicado. La cinética de degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de mango, se calculó a partir de las ecuaciones 1-6, descritas previamente por Toledo, 1991 (10):

$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -kt \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$k = A_0 e^{-E_a/RT} \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$D = \frac{\ln(10)}{k} \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$t_{0,5} = \frac{-\ln(0,5)}{k} \quad \text{Ecuación 4.}$$

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{\frac{10}{T_2 - T_1}} \quad \text{Ecuación 5.}$$

$$z = \frac{10 \ln(10)}{\ln Q_{10}} \quad \text{Ecuación 6.}$$

donde, **C** = concentración de vitamina C; **k** = velocidad constante de reacción expresada en min⁻¹; **t** = tiempo en minutos; **E_a** = energía de activación en kcal/mol; **R** = constante universal de los gases (1,987 cal/mol °K); **T** = temperatura absoluta en grados kelvin (°K); **A** = constante preexponencial; **D** = reducción decimal; **t_{0,5}** = tiempo requerido para reducir el 50% la concentración original de vitamina C; **Q₁₀** = cambio de la constante de velocidad de una reacción al aumentar la temperatura en 10°C; **z** = constante de resistencia térmica. Los datos cinéticos fueron analizados mediante el análisis de regresión, utilizando MS Excel 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros cinéticos de la vitamina C en la pulpa de mango durante el tratamiento térmico se relacionan en la tabla 1. **k** se incrementó al aumentar la temperatura de 60 a 80°C, por el contrario, **D** y **t_{0,5}** decrecen durante los tratamientos. La degradación térmica de este antioxidante en la pulpa de mango responde a una cinética de degradación de primer orden, tal como se evidencia en los coeficientes de regresión mayores de 0,90 (ver figura 1); otros estudios registran coeficientes de regresión cercanos a los obtenidos en la presente investigación (3-5). Los valores de **Q₁₀**, **z** y **E_a** han

sido calculados igualmente en la pulpa de mango (ver tabla 2 y figura 2).

Tabla 1. Parámetros cinéticos de la vitamina C en pulpa de mango.

Temperatura (°C)	k (min ⁻¹)	D (min)	t _{0,5} (min)	Q ₁₀ (60-80°C)	z (°C)	E _a (kcal/mol)
60	0,028	82,24	24,76	1,41	66,44	8,13
70	0,047	48,99	14,75			
80	0,056	41,12	12,38			

Los parámetros cinéticos de la vitamina C durante los tratamientos térmicos han sido estudiados previamente por Karhan *et al.*, 2004 (11), en pulpa de *Rosa canina* L, **k** (0,0076 a 0,013 min⁻¹), **D** (302- 175 min), **t_{0,5}** (91 a 53 min), **Q₁₀** = 1,21, **z** = 53°C y **E_a** de 47,50 kcal/mol, en rangos de temperaturas de 70 a 95°C. Otros trabajos evaluaron estos parámetros en jugo de naranja, flores de brócoli, y puré de melocotón (3-5). Las diferencias en los parámetros cinéticos de la vitamina C en el presente estudio con los registrados en otras investigaciones puede ser consecuencia de las temperaturas empleadas, la matriz biológica y su geometría, y probablemente por las diferencias en el contenido de humedad de las muestras.

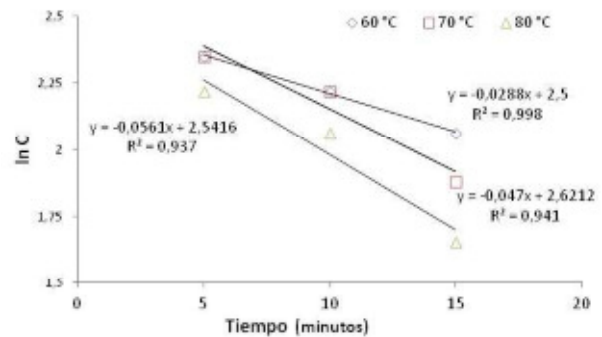


Figura 1. Degradación térmica de la vitamina C en pulpa de mango.

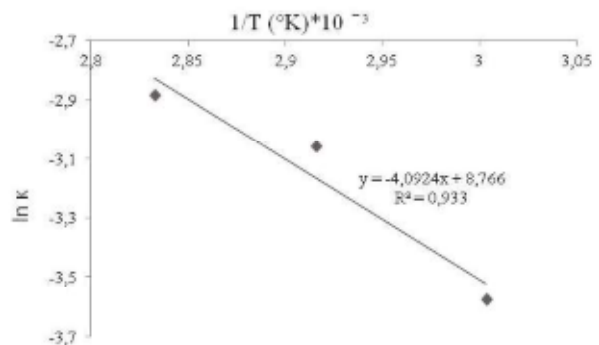


Figura 2. Modelo de Arrhenius de la degradación de la vitamina C en pulpa de mango.

CONCLUSIONES

En este trabajo se puede concluir que la degradación térmica de la vitamina C en pulpa de mango responde a una cinética de primer orden. Los resultados de esta investigación pueden conducir a mejorar la estabilidad de la vitamina C en el procesamiento de mango.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Oficina de Investigación de Palmira (DIPAL-2010100844).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García-Alonso M, De Pascual-Teresa S, Santos-Buelga C, Rivas-Gonzalo JC. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chem.* 2001 Jan; 84 (1): 13-18.
- Yahia, EM, Contreras-Padilla M, González-Aguilar G. Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. *Food Sci Technol-LEB.* 2001; 34 (7): 452-457.
- Dhuique-Mayer C, Tbatou M, Carail M, Caris-Veyrat C, Dornier M, Amiot MJ. Thermal degradation of antioxidant micronutrients in Citrus juice: Kinetics and newly formed compounds. *J Agric Food Chem.* 2007 Apr 27; 55 (10), 4209-4216.
- Munyaka AW, Makule EE, Oey I, Van Loey A, Hendrickx M. Thermal Stability of L-Ascorbic Acid and Ascorbic Acid Oxidase in Broccoli (*Brassica oleracea var. italica*). *J Food Sci.* 2010 May; 75 (4), C336-C340.
- Toralles RP, Vendruscolo JL, Vendruscolo CT, Del Pino FAB, Antunes PL. Determination of reaction rate constants for ascorbic acid degradation in peach puree: Effect of temperature and concentration. *Cienc Tecnol Aliment.* 2008; 28 (1); 18-23.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4592. Productos de Frutas y Verduras. Determinación del pH. Bogotá: ICONTEC; 1999. 4p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4623. Productos de Frutas y Verduras. Determinación de la Acidez Titulable. Bogotá: ICONTEC; 1999. 6p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4624. Jugos de Frutas y Hortalizas. Determinación del contenido de Sólidos Solubles. Método Refractométrico. Bogotá: ICONTEC; 1999. 9p.
- Ordóñez-Santos LE, Vazquez-Riascos AM. Effect of processing and storage time on the vitamin C and lycopene contents of nectar of pink guava (*Psidium guajava* L.). *Arch Latinoam Nutr.* 2010; 60 (3); 280-284.
- Toledo RT. *Fundamentals of food process engineering.* 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold; 1991. 664p.
- Karhan M, Aksu M, Tetik N, Turham I. Kinetics modeling of anaerobic thermal degradation of ascorbic acid in rose hip (*Rosa canina* L) pulp. *J Food Quality.* 2004 Dec 22; 27 (5): 311-319.

CAMBIOS EN LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL PROCESAMIENTO DE FRUTOS DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.)

CHANGES IN THE CONCENTRATION OF ASCORBIC ACID IN THE PROCESSING OF GUAVA FRUIT (*Psidium guajava* L.)

ARTÍCULO CORTO

Luís E. ORDÓÑEZ-SANTOS^{1*}, Andrea M. VÁSQUEZ-RIASCOS²

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar los cambios de concentración del ácido ascórbico en frutos de guayaba al ser procesados en pulpa, néctar, mermelada y bocadillo. El contenido del ácido ascórbico en las muestras se determinó por HPLC. Se encontró que el procesamiento afecta significativamente la concentración del ácido ascórbico con niveles de retención entre un 27,30 y 65,20% teniendo en cuenta el contenido inicial en frutos de guayaba.

Palabras clave: Vitamina C, sólidos solubles, pH.

ABSTRACT

The aim of this work was to study the changes in concentration of vitamin C in guava fruits to be processed into pulp, nectar, jam and bocadillo. Ascorbic acid content were determined by HPLC. We found that processing significantly affects the concentration of ascorbic acid retention levels between 27.3 and 65.20% considering the initial content in guava fruit.

Keywords: Vitamin C, soluble solid, pH.

INTRODUCCIÓN

La vitamina C, o ácido ascórbico, es uno de los nutrientes más importantes en la alimentación humana; participa en la síntesis de colágeno y carnitina, es un fuerte antioxidante capaz de desactivar una gran variedad de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno en sistemas acuosos, tiene efectos beneficiosos en pacientes con determinados tipos de lesiones cancerosas o precancerosas y facilita la absorción intestinal de hierro no hemínico de los alimentos (1). La disponibilidad de este antioxidante se ve reducida significativamente durante el procesamiento por factores como el oxígeno, la luz, la presión, la temperatura, los iones metálicos, los azúcares reductores y el pH (2). Otros autores han investigado los cambios del ácido ascórbico al procesar los frutos de guayaba (3-6). Sin embargo, aún siguen siendo limitadas las investigaciones tendientes a evaluar los niveles de retención de este

compuesto bioactivo durante la transformación de frutos de guayaba; por lo tanto, el objetivo del presente trabajo se orientó a evaluar los cambios de concentración de ácido ascórbico en frutos de guayaba al ser procesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó 60 kg de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad "Pera", se dividió en seis grupos, que se lavó y desinfectó con hipoclorito de sodio (50 ppm) durante 5 minutos, se escaldó con agua a $90 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 10 minutos y se despulpó. El néctar se obtuvo al mezclar pulpa, azúcar y agua en una relación 25:15:60, respectivamente; el producto se pasteurizó a 80°C durante 30 minutos, se envasó en caliente en frascos de vidrio de 125 ml, y se enfrió rápidamente a 25°C . En la elaboración de la mermelada y el bocadillo se mezcló los ingredientes en una proporción de pulpa, agua y azúcar de 35:20:45,

¹ Facultad de Ingeniería y Administración. Departamento de Ingeniería. Grupo de Investigación en Procesos Agroindustriales –GIPA. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Carrera 32 N 12-00, Palmira, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: leordonezs@unal.edu.co

respectivamente; y, pulpa y azúcar 60:40, respectivamente. Los ingredientes fueron llevados a cocción en dos etapas, una hasta 35 °Brix y la segunda hasta 64 °Brix en la mermelada y 65 °Brix en el bocadillo; se adicionó pectina y ácido cítrico en la formulación del bocadillo, se vertió en caliente en recipientes de aluminio y se enfrió rápidamente a 25°C. El pH, % acidez y sólidos solubles se determinaron según NTC (7-9). La extracción y cuantificación del ácido ascórbico, (mg/100 g de pulpa) en las muestras se realizó de acuerdo a Ordoñez-Santos *et al.*, 2009 (10). Se utilizó un diseño experimental aleatorizado con cinco tratamientos, y cada tratamiento contó con seis repeticiones. Se aplicó la prueba de Tukey, p-valor < 0,05 y los datos fueron analizados con el software SPSS Versión 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 están los valores medios de las propiedades fisicoquímicas evaluadas a los frutos de guayaba y sus derivados. El pH, acidez y los sólidos solubles en los frutos de guayaba concuerdan con otros estudios (6, 11). La concentración del ácido ascórbico se ajusta a los valores obtenidos por Ordoñez-Santos *et al.*, 2010 (6). El procesamiento afecta significativamente todas las propiedades

fisicoquímicas evaluadas (ver tabla 1) y los valores obtenidos de pH y acidez en pulpa y néctar concuerdan con otros estudios (6). El pH y la acidez cambian en los productos elaborados con respecto a la guayaba fresca, principalmente por la dilución de los ácidos orgánicos en pulpa y néctar, y la adición del ácido cítrico en bocadillo y mermelada.

Los sólidos solubles se reducen en la pulpa y se incrementan en los otros tres derivados frente al material en fresco, la reducción probablemente es consecuencia del escaldado de la fruta, y el aumento al efecto combinado de la evaporación y la adición del azúcar. En el presente estudio, los mayores niveles de retención del ácido ascórbico se observan en néctar (65,20%), mermelada (46,82%) y bocadillo (41,68%) frente a pulpa (27,37%) (ver tabla 1). Gualdrón *et al.*, 2006 (12) al igual que este estudio reportan un incremento del ácido ascórbico en bocadillo frente a la pulpa de guayaba. Otros estudios han evaluado los niveles de retención de este antioxidante en derivados de guayaba, Jawaheer *et al.*, 2003 (4), obtienen el 70,60% en jugo y 37,50% en mermelada, Padula *et al.*, 1987 (3), registran el 89% en la producción de jugo y Ordoñez-Santos *et al.*, 2010 (6), obtienen el 71,70% al producir pulpa y 36,90% al elaborar néctar.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas en frutos y derivados de guayaba.

Producto	pH	Acidez (g/100 g peso fresco)	Sólidos Solubles (°Brix)	Ácido ascórbico	Retención de Ácido Ascórbico (%)
Guayaba	3,66 ± 0,04 ^b	0,27 ± 0,05 ^b	7,86 ± 0,44 ^c	164,25 ± 18,70 ^a	
Pulpa	3,73 ± 0,04 ^b	0,22 ± 0,02 ^c	4,81 ± 0,32 ^d	44,96 ± 6,56 ^b	27,37
Néctar	3,81 ± 0,02 ^a	0,15 ± 0,02 ^d	25,33 ± 1,14 ^b	107,10 ± 10,09 ^c	65,20
Mermelada	3,51 ± 0,03 ^c	0,21 ± 0,03 ^c	64,39 ± 1,69 ^a	76,91 ± 13,19 ^c	46,82
Bocadillo	3,43 ± 0,07 ^c	0,34 ± 0,01 ^a	65,00 ± 0,30 ^a	68,47 ± 6,47 ^c	41,68
ANOVA	***	***	***	***	

(*) significativo p < 0,05; (**) significativo p < 0,01; (***) significativo p < 0,001.

CONCLUSIONES

En este trabajo se puede concluir que los frutos de guayaba son una fuente importante de ácido ascórbico; los procesos de transformación afectan significativamente los parámetros fisicoquímicos evaluados y se logra retener entre un 27,30 y 65,20% de ácido ascórbico teniendo en cuenta el contenido inicial en frutos de guayaba.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Colciencias y a la Oficina de Investigación de Palmira (DIPAL-2050100879)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pighin, Rossi. Fresh, frozen and canned spinach: vitamin C content before and after cooking. *Rev Chil Nutr.* 2010; 37 (2): 201-207.
- Lima M, Brian BF, Burianek LL, Nokes SE, Sastry SK. Ascorbic acid degradation kinetics during conventional and ohmic heating. *J Food Process Pres.* 1999 Nov; 23 (5): 421-434.

3. Padula M, Rodriguez-Amaya DB. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. *Acta Aliment.* 1987; 16 (3): 217-223.
4. Jawaheer B, Goburdhun D, Ruggoo A. Effect of processing and storage of guava into jam and juice on the ascorbic acid. *Plant Food Hum Nutr.* 2003; 58 (3): 1-12.
5. Queiroz VAV, Berbert PA, Molina MMB, Gravina GA, Queiroz LR, Silva JA. Qualidade nutricional de goiabas submetidas aos processos de desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2008 Apr-Jun; 28 (2): 329-340.
6. Ordoñez-Santos LE, Vazquez-Riascos AM. Effect of processing and storage time on the vitamin C and lycopene contents of nectar of pink guava (*Psidium guajava* L.). *Arch Latinoam Nutr.* 2010 Sep; 60 (3): 280-284.
7. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4592. Productos de Frutas y Verduras. Determinación del pH. Bogotá: ICONTEC; 1999. 4p.
8. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4623. Productos de Frutas y Verduras. Determinación de la Acidez Titulable. Bogotá: ICONTEC; 1999. 6p.
9. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4624. Jugos de Frutas y Hortalizas. Determinación del contenido de Sólidos Solubles. Método Refractométrico. Bogotá: ICONTEC; 1999. 9p.
10. Ordóñez-Santos LE, Vázquez-Oderiz L, Arbones-Macñeira E, Romero Rodríguez MA. The influence of storage time on micronutrients in bottled tomato pulp. *Food Chem.* 2009 Jan 1; 112 (1): 146-149.
11. Brunini MA, Oliveira AL, Varanda DB. Quality evaluation of 'Paluma' guava pulp stored at -20°C. *Rev Bras Frutic.* 2003 Dec; 25 (3): 394-396.
12. Gualdrón LH, Jiménez PB. Retención de nutrientes en bocadillos de guayaba (*Psidium guajava*) y feijoa (*Acca sellowiana*) elaborados en evaporador al vacío y a presión atmosférica. *Revista de Investigación*, 2006 Jul-Dic; 6 (2): 171-177.

CONSERVACIÓN DE POLIFENOLES EN UN JUGO DE FRUTA MODELO SECADO POR ASPERSIÓN Y LIOFILIZACIÓN

POLYPHENOLS CONSERVATION IN A MODEL FRUIT JUICE DRIED BY SPRAY DRYING AND FREEZE DRYING

ARTÍCULO CORTO

Mónica J. RAMÍREZ¹, Natalia SALGADO-ARISTIZABAL¹, Carlos E. ORREGO-ALZATE^{1*}

RESUMEN

En este trabajo se evaluó los efectos de dos variables de operación en el secado (por liofilización y aspersion) y de la concentración de dos encapsulantes (maltodextrina, MD, y goma arábica, GA) en el contenido de ácido gálico y la cristalinidad de un deshidratado obtenido a partir de un jugo de frutas modelo, usando un diseño experimental de superficie de respuesta tipo Box Benhken. En liofilización, la mayor estabilidad con base en la concentración final de ácido gálico en el deshidratado se alcanzó usando GA (10% en jugo) de encapsulante y 0,3°C/min en congelación. Para el secado por aspersion el mejor resultado se logró para temperaturas de aire entre 90 y 110°C, usando nuevamente GA (10 - 20% en jugo). Todos los deshidratados mostraron baja cristalinidad.

Palabras clave: ácido gálico, liofilización, secado por aspersion, cristalinidad.

ABSTRACT

In this work were evaluated the effects of two operational variables in the drying process (freeze and spray drying), the concentration of two encapsulants (Maltodextrin MD and Gum Arabic GA) over the gallic acid content and the cristallinity of a dried sample, obtained from a model fruit juice by using a response surface methodology Box-Benhken design. The major stability in powder freeze dried, based on gallic acid final concentration, was achieved by using GA as encapsulant (10% in juice), and 0.3°C/min of freezing rate. In spray drying the best results were obtained when the air inlet temperatures were between 90 to 110°C, and GA encapsulant (10 - 20% in juice). All dried samples showed low cristallinity.

Keywords: Gallic acid, freeze drying, spray drying, cristallinity.

INTRODUCCIÓN

A los polifenoles, que están extensamente distribuidos como metabolitos secundarios de las plantas (1), se les reconoce un efecto protector contra enfermedades cancerígenas, cardio y cerebro vasculares. Sin embargo, su poder antioxidante es también la causa de su inestabilidad en almacenamiento (2).

La maltodextrina (MD) se utiliza en la encapsulación de bioactivos, protegiéndolos físicoquímicamente de los cambios por oxidación (3) y temperatura (4). La goma arábica (GA) es un polisacárido que también tiene propiedades de barrera (5). La liofilización es el proceso más adecuado para

preservar el contenido nutricional y antioxidante de las frutas frescas (6) para lo cual se pueden usar matrices de microestructura amorfa de carbohidratos (3). Con este mismo propósito se ha usado el secado por aspersion que produce un producto final de buena (7).

El objetivo de este trabajo fue conocer los rangos óptimos de operación, la liofilización y el secado por aspersion de un jugo de fruta modelo (JFM) con un contenido inicial definido de polifenoles, con dos diferentes encapsulantes (MD y GA) buscando maximizar el contenido final de polifenoles después del secado.

¹ Instituto de Biotecnología y Agroindustria. Departamento de Física y Química. Universidad Nacional de Colombia -Sede Manizales. Campus la Nubia Km 4 Vía al Magdalena, AA 127, Manizales, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: corregoa@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Sacarosa comercial (98%), pectina (66%GE), ácido gálico (99%), reactivo de Foulin-Cicalteu's, sodio carbonato (anhidro), GA y MD (20DE).

Métodos

Se preparó JFM (0.1% pectina, 10% sacarosa y 0,5% ácido gálico) y sus blancos sin ácido gálico, con pH final (3, 7-4) controlado con ácido cítrico (8-9). Los JFM fueron secados por aspersión con un secador de aspersión Büchi (M191, Suecia) y un liofilizador Virtis (Genesis25, USA). Se midió los polifenoles los polifenoles totales de los deshidratados usando el método de Folin-Ciocalteu modificado (1), extracción metanólica, espectrofotómetro Jenway (M6405, Inglaterra) y la cristalinidad con un equipo Bruker (AXSD8; Alemania), CuK_{α} ($\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$, 40kV, 30mA, 2θ (5 - 60°), 5°/min). Con los difractogramas se calculó el índice de cristalinidad (IC,%) (ecuación 1):

$$IC = \frac{I_c I_a}{I_c} \quad \text{Ecuación 1.}$$

donde: I_a = intensidades de las regiones cristalina ($2\theta = 20^\circ$) y amorfa ($2\theta = 12^\circ$) (10).

Diseño experimental

Se utilizó la metodología de superficie de respuesta (RSM) para modelar el contenido de polifenoles y la cristalinidad de las muestras secas con un diseño Box Behnken (29 corridas/secado, 5 repeticiones centrales)(ver tabla 1):

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante el software "Design Expert 8.0" (State Easy, EEUU).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de polifenoles

Según el ANOVA de resultados, los RSM fueron significativos al 95%. Para el secado por aspersión y liofilización el contenido total de polifenoles sigue los polinomios $491,40 + 26,49B + 42,92BC - 31,33A^2 - 50,75B^2$ y $375,91 - 50,38AB + 44,32B^2 + 64,20C^2$ respectivamente. En ambos tipos de secado la mayor influencia se dio en la relación de encapsulante que para la GA (100%) preserva mayormente el contenido de polifenoles; resultado similar al de Watanabe *et al.*, 2012 (7). También se encontró concordancias con los trabajos de Zhang, para la encapsulación de procianidinas, Murugesan *et al.*, 2011 (4), en la encapsulación de polifenoles en secado por aspersión. Ceballos *et al.*, 2012 (11), estudiaron la conservación del ácido ascórbico en la pulpa de guanábana liofilizada con un contenido de MD (20DE) al 18%, variando la velocidad de congelación, encontrándose que a menor velocidad la degradación de este antioxidante es menor, siendo estos resultados también similares con los obtenidos en este trabajo en donde las concentraciones más altas de polifenoles son más estables en bajas velocidades de congelación.

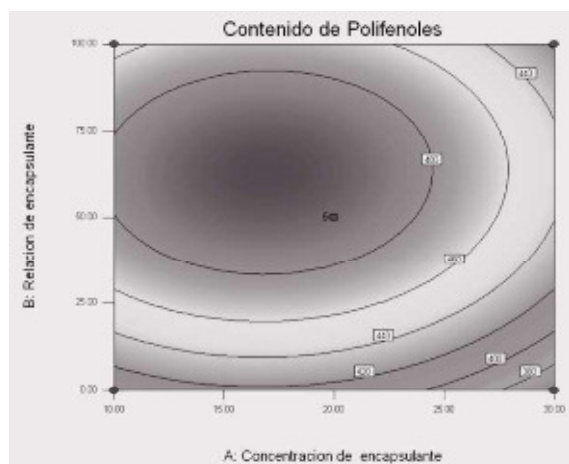
Cristalinidad

Los difractogramas fueron hechos a 24 ± 2 h después del secado, luego de empacarlos al vacío y almacenarlos (-10°C). Sólo para la liofilización el índice de cristalinidad se afectó levemente por el % de encapsulante en el jugo ($0,31 + 0,024A$).

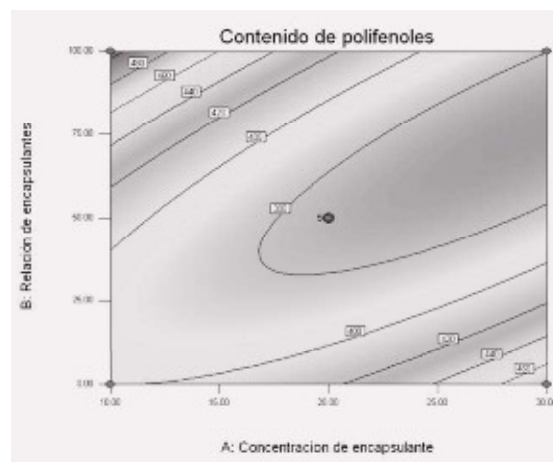
Tabla 1. Niveles y valores reales utilizados en los secados por aspersión y liofilización.

LIOFILIZACIÓN	-1	0	1	SECADO POR ASPERSIÓN	-1	0	1
A-% de encapsulantes en el jugo	10	20	30	A-% de encapsulantes en el jugo	10	20	30
B-Relación de encapsulantes*	0	50	100	B-Relación de encapsulantes*	0	50	100
C-Velocidad de congelación ($^\circ\text{C}/\text{min}$)	0.3	0.5	0.7	C-Temperatura de entrada	80	100	120
D-Presión de la cámara (mTorr)	300	400	500	D-Flujo de alimentación (ml/h)	72	108	144,

*(0: 100% MD, 50%: 50% MD: GA y 100%: 100% GA).



(a)



(b)

Figura 1. Comparación de las variables comunes de los dos métodos de encapsulación. (a) Secado por aspersión (T:100°C, flujo de alimentación: 108 ml/h). (b) Liofilización (Velocidad de congelación: 0.5 °C/min, Presión de cámara : 400mTor).

CONCLUSIONES

Al evaluar diferentes condiciones de la liofilización y el secado por aspersión de un jugo de fruta modelo (JFM) con un contenido inicial definido de polifenoles, con dos diferentes encapsulantes (MD y GA), los mayores polifenoles en el material deshidratado se lograron con GA (10% en JFM) y 0,3°C/min de rata de congelación en el primer caso, mientras que para el secado por aspersión el mejor resultado se logró para temperaturas de aire entre 90 - 110°C, usando GA (10-20% en JFM).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Orrego CE, Salgado N, Botero CA. Developments and trends in fruit bar production and characterization. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2012; doi: 10.1080/10408398.2011.571798.
- Munin A, Edwards-Lévy F. Encapsulation of Natural Polyphenolic Compounds: A Review. *Pharm.* 2011 Nov 4; 3 (4): 793-829.
- Sanchez V, Baeza R, Galmarini M, Zamora M, Chirife J. Freeze-drying encapsulation of red wine polyphenols in an amorphous matrix of maltodextrin. *Food Bioprocess Tech.* 2011 Jul 13; doi:10.1007/s11947-011-0654-z.
- Murugesan R, Orsat V. Spray Drying of Elderberry (*Sambucus nigra* L.) Juice to Maintain Its Phenolic Content. *Dry Technol.* 2011 Oct 19; 29 (14): 1729-40.
- Jafari SM, Beheshti P, Assadpoor E. Rheological behavior and stability of d-limonene emulsions made by a novel hydrocolloid (Angum-gum) compared with Arabic-gum. *J Food Eng.* 2012 Mar; 109 (1): 1-8.
- Orrego CE, Pamplona F, Pérez VH. Low pressure water diffusivity measurements of freeze-dried tomato tree (*Cyphomandra betacea*(cav) send) juice. *Ireche.* 2009; 1: 1-9.
- Murugesan R, Orsat V. Spray drying for the production of nutraceutical ingredients: A review. *Food Bioprocess Tech.* 2012; 5 (1): 3-14.
- Sarkar B, DasGupta S, De S. Effect of electric field during gel-layer controlled ultrafiltration of synthetic and fruit juice. *J Membr Sci.* 2008; 307 (2): 268-76.
- Rai P, Majumdar GC, Dasgupta S, De S. Understanding ultrafiltration performance with mosambi juice in an unstirred batch cell. *J Food Process Eng.* 2005; 28 (2): 166-80.
- Takeiti CY, Kieckbusch TG, Collares-Queiroz FP. Morphological and Physicochemical Characterization of Commercial Maltodextrins with Different Degrees of Dextrose-Equivalent. *Int J Food Prop.* 2010;13(2):411-25.
- Ceballos AM, Giraldo GI, Orrego CE. Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. *J Food Eng.* 2012;111(2):360-65.

SOBREVIVENCIA Y ENCAPSULACIÓN DE BACTERIAS Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES SENSORIALES, FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL YOGURT

SURVIVAL AND ENCAPSULATED PROBIOTIC BACTERIA AND THEIR EFFECT ON THE SENSORY, PHYSICO-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF YOGHURT

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA-HUERTAS¹*, Oscar J. MEDINA-VARGAS¹

RESUMEN

En el presente trabajo se elaboró cápsulas de alginato cargadas con microorganismos ácido lácticos y utilizadas en yogurt durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración. El experimento se realizó en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Los resultados mostraron que la adición de cápsulas en el yogurt influyeron significativamente en las características finales del yogurt. Durante el almacenamiento, el pH para el yogurt sin cápsulas tuvo un valor de 4,03 y para la misma bebida con cápsulas fue 3,9. La acidez en el yogurt fue 0,98% para la muestra con cápsulas y 1,26% de ácido láctico sin ellas; el recuento microbiológico indicó que hubo liberación de las bacterias ácido lácticas, reportándose $1,45 \times 10^7$ UFC/g para el yogurt con cápsulas y $3,6 \times 10^6$ sin ellas. La encapsulación de microorganismos utilizando alginato en concentración de 4% fue una técnica viable en la tecnología de yogurt durante el tiempo de almacenamiento.

Palabras clave: yogurt, encapsulación, bacterias, probiótico, almacenamiento.

ABSTRACT

In this paper we developed alginate capsules loaded with lactic acid and microorganisms used in yogurt during storage under refrigeration. The experiment was conducted at the Pedagogical and Technological University of Colombia. The results showed that addition of capsules in yogurt significantly influence the final characteristics of yogurt. During storage the pH to yogurt without capsules had a value of 4.03 and for the same drink with capsules was 3.9; the acidity of the yogurt was 0.98% for the sample capsule and 1.26% lactic acid without them; microbiological count indicated that there release of lactic acid bacteria to be reported $1,45 \times 10^7$ CFU / g for the yogurt with capsules y $3,6 \times 10^6$ without them. Encapsulation using alginate concentration of 4% was a viable technique in the technology of yogurt during storage time.

Keywords: yogurt, encapsulation, bacteria, probiotic, storage.

INTRODUCCIÓN

La encapsulación es definida como una técnica por la cual gotas líquidas, partículas sólidas o gaseosas, son cubiertas con una película polimérica porosa conteniendo una sustancia activa, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad. Las microcápsulas, ayudan a que los materiales alimenticios empleados resistan las condiciones de procesamiento y empaquetado mejorando el sabor, el aroma, la estabilidad, el valor nutritivo y la apariencia de

sus productos (1). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento fisicoquímico y microbiológico de un yogurt con cápsulas con contenido de *Lactobacillus delbrueckii* (L.B), *Streptococcus thermophilus* (S.T) y *Bifidobacterium lactis* (B.L).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el laboratorio de investigación de alimentos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Para la

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja-Boyacá. Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

elaboración de yogurt se tuvo en cuenta la metodología de Kailasapathy, 2006 (2). Se utilizó cultivo iniciador liofilizado que contenía L.B, S.T y B.L. Se mezcló y llevó a incubación a 45°C hasta alcanzar pH 4,2; posteriormente, el yogurt se enfrió en baño con agua fría; se distribuyó en recipientes de plástico de 200 mL, a la mitad de ellos se añadió 5 cápsulas como las que se muestran en la figura 1, el restante de muestras no tuvo modificaciones. Ambos tratamientos se dejaron en refrigeración y durante los días 1, 5, 9 y 13 de almacenamiento; se realizó los análisis de pH, acidez, sinéresis, densidad y °Brix. Al final se realizó un conteo microbiológico de bacterias ácido lácticas (BAL).



Figura 1. Cápsulas elaboradas y añadidas al yogurt.

Análisis físico-químicos

pH (AOAC/90). **Acidez titulable (AOAC/90)**
Densidad. Se realizó en picnómetro de 25 mL. **Sinéresis:** Se pesó 10 g de yogurt y se centrifugó por 20 min. a 4000 rpm. **Grados Brix.** refractometrú.
Análisis microbiológico. Se utilizó la metodología empleada por Kailsapathy 2006 (2), utilizando agar MRS. Las cajas de petri fueron incubadas anaerobicamente por 48 horas a 37°C. Se aclara que no se utilizó cisteína como suplemento como si fue realizado por el autor en mención. **Encapsulación.** Las BAL se encapsularon empleando la técnica por extrusión utilizando alginato de sodio como agente encapsulante (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH y acidez. Se observa en la figura 2 que para los dos tratamientos los valores de pH disminuyeron durante el tiempo de almacenamiento; para la acidez en la figura 3 los valores aumentaron en ambos tratamientos. Este comportamiento fue similar al

observado por otros autores como Kailasapathy 2006 (2), quien señaló que el pH característico de un yogurt está entre 3,95 y 4,49 para un yogurt control y, 4,25 y 4,48 para un yogurt con capsulas añadidas. Para la acidez, Briceño *et al.*, 2001 (4), mencionan que continúa aumentando lentamente, por la actividad residual de las bacterias ácidolácticas. Estos cambios observados pueden atribuirse a que durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración ocurre una actividad microbiana residual como tal como lo señala Lubbers *et al.*, 2004 (5).

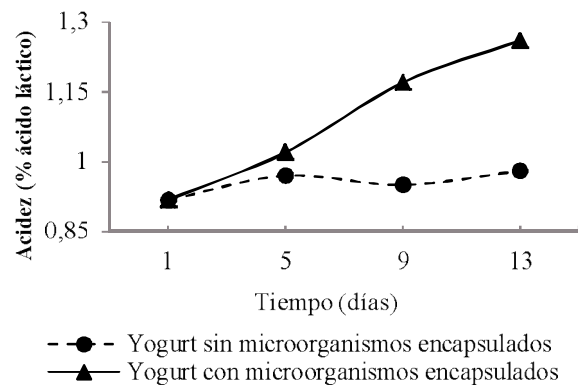


Figura 2. Comportamiento pH de yogurt con microorganismos encapsulados.

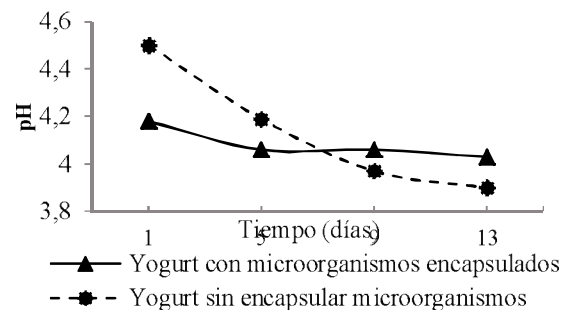


Figura 3. Comportamiento acidez de yogurt con microorganismos encapsulados.

Densidad y °Brix

En la tabla 1 se detalla que las muestras que contenían las microcápsulas aumentaron la densidad durante el almacenamiento, caso contrario ocurrió con las muestras que no las contenían, lo anterior se debe a la liberación de los microorganismos. Por otro lado, los °Brix disminuyeron en las muestras que contenían las cápsulas; la sinéresis disminuyó en las muestras con encapsulados de microorganismos

probablemente por la presencia del polímero encapsulante teniendo una alta retención de agua evitando así altos valores de sinéresis.

Tabla 1. Comportamiento densidad, °Brix y sinéresis de yogurt con cápsulas y sin ellas.

Parámetro	Tratamiento	Día			
		1	5	9	13
° Densidad (g/mL)	Y.C.M.E	1,06	1,05	1,043	1,032
	Y.S.M.E	1,1012	1,095	1,085	1,07
°°Brix	Y.C.M.E	19	15,5	15,5	15,6
	Y.S.M.E	15	15	16	16
Sinéresis (%)	Y.C.M.E	27	25	38	40
	Y.S.M.E	40	43	45	49

Y.C.M.E = Yogurt con microorganismos encapsulados; Y.S.M.E = Yogurt sin microorganismos encapsulados.

Recuento microbiológico de bacterias ácido lácticas

Tabla 2. Conteo microbiológico.

Y.C.M.E(UFC/g)	Y.S.M.E (UFC/(g))
1,45X10 ⁷	3,6X10 ⁶

La diferencia entre las muestras de yogurt indican que las cápsulas liberaron los microorganismos, aumentando así la población celular.

CONCLUSIONES

Los recuentos de BAL fueron más altos para las muestras de yogurt que contenían cápsulas debido a la liberación de estos microorganismos aumentando así la acidez y la densidad; esto indica que la encapsulación favoreció la sobrevivencia de las bacterias; la sinéresis disminuyó probablemente por la presencia del polímero encapsulante. Finalmente, la encapsulación de microorganismos fue una opción viable para el almacenamiento de yogurt en condiciones de refrigeración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Parra R. Revisión: Microencapsulación de Alimentos. Rev Fac Nal Agr Medellín. 2010; 63 (2): 5669-5684.
2. Kailasapathy K. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. Food Sci Technol-LEB. 2006; 39: 1221-1227.
3. Caicedo Y. Estudio de la viabilidad de la incorporación de bacterias probióticas micro encapsuladas en helados [Trabajo de grado]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional: 2010. 25 p.
4. Briceño A, Martínez R, García K. Viabilidad y actividad de la flora láctica (*streptococcus salivarius ssp thermophilus* y *lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*) del yogurt en Venezuela. Acta Cient Venez. 2001; 52 (1): 46-54.
5. Lubbers S, Decourcelle N, Vallet N, Guichard E. Flavor release and rheology behaviour of strawberry fatfree stirred yogurt during storage. J Agr Food Chem. 2004 May 19; 52 (10): 3077-3082.

APLICACIÓN DE LA COLORIMETRÍA TRIESTÍMULO PARA EVALUAR LA ESTABILIDAD DE EXTRACTOS RICOS EN ANTOCIANINAS DE FRUTAS TROPICALES COLOMBIANAS

APPLICATION OF TRISTIMULUS COLORIMETRY IN THE STABILITY ASSESSMENT OF ANTHOCYANIN-RICH EXTRACTS FROM COLOMBIAN TROPICAL FRUITS

ARTÍCULO CORTO

Liliana SANTACRUZ¹, Coralia OSORIO^{1*}, María L. GONZÁLEZ-MIRET², Francisco J. HEREDIA²

RESUMEN

El uso de la colorimetría triestímulo permitió evaluar la estabilidad del color de los extractos enriquecidos en antocianinas (AREs) de cuatro frutas tropicales Colombianas: motilón, coral, uva de árbol y mora pequeña, a diferentes valores de pH y durante un periodo de almacenamiento de un mes. Se encontró que el color de todos los extractos variaba con el pH y fue estable a pH ácido. El extracto más estable fue de la uva de árbol (*M. cauliflora*) debido a las menores variaciones en el croma.

Palabras clave: Colorimetría, antocianinas, *Hyeronima macrocarpa*, *Rubus megalococcus*, *Myrciaria aff cauliflora*.

ABSTRACT

The use of tristimulus colorimetry allowed evaluating the color stability of anthocyanin-rich extracts (AREs) of four Colombian tropical fruits: motilón, coral, uva de árbol and mora pequeña, at different pH values and through one month of storage. The color of all extracts changed with pH and was stable at acid pH. Uva de árbol (*M. cauliflora*) extract was the more stable due to fewer variations in chroma.

Keywords: Colorimetry, anthocyanins, *Hyeronima macrocarpa*, *Rubus megalococcus*, *Myrciaria aff cauliflora*.

INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas y verduras ha demostrado su efectividad en la prevención de algunas enfermedades en los seres humanos y en los animales. Las hortalizas, frutas y sus semillas son ricas en vitaminas como C y E, β -caroteno y polifenoles como proantocianidinas y antocianinas. Estos compuestos podrían proteger los organismos contra lesiones causadas por radicales libres (1).

Como contribución al estudio de la biodiversidad en Colombia, en estudios previos, se seleccionó cuatro especies frutales silvestres colombianas promisorias para el desarrollo de colorantes naturales debido a su alto contenido en antocianinas; a saber, la uva de árbol (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) D.Bery), coral (*Hyeronima macrocarpa* Müll.Arg), motilón

(*Hyeronima macrocarpa* Müll.Arg) y mora pequeña (*Rubus megalococcus* Focke). La uva de árbol o jabo-ticaba, pertenece a la familia *Myrtaceae* y es un árbol pequeño que crece hasta 2 m en el sur de Colombia; la mora pequeña es un arbusto silvestre de la familia *Rosaceae*; y las otras dos frutas, coral y motilón, son muy cercanas taxonómicamente y pertenecen a la familia *Euphorbiaceae*, siendo el fruto del motilón dos veces más grande que el del coral. Su composición cualitativa y cuantitativa en antocianinas se estudió por HPLC-DAD y HPLC-MS y se determinó la capacidad antioxidante *in vitro* de los extractos enriquecidos en antocianinas (AREs) de estas frutas mediante espectroscopía UV-Vis y EPR (Electronic Paramagnetic Resonance) (2).

Con el objeto de encontrar una aplicación apropiada en la industria alimenticia para los pigmentos

¹ Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia. AA 14490, Bogotá, Colombia.

² Laboratorio de Color y Calidad de Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla, 41012, Sevilla, España.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: cosorior@unal.edu.co

antociánicos presentes en las frutas mencionadas anteriormente, en este trabajo se evaluó la estabilidad del color de los AREs mediante colorimetría triestímulo frente al pH y al tiempo de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la muestra

Con el fin de evaluar el efecto del pH sobre la estabilidad del color de las antocianinas en cada uno de los AREs, se preparó 100 mL de soluciones acuosas de cada una de ellos en una concentración tal que la absorbancia inicial medida en el espectrofotómetro a λ 520 nm, fuera de aproximadamente en 0,7 unidades. Para este estudio se utilizó en un espectrofotómetro UV-Vis Agilent 8453. Luego, se midió el pH inicial de cada solución y se ajustó a un valor de 1,5 con HCl 32%; posteriormente, adicionando gotas de NaOH 10M, se incrementó poco a poco el pH de la solución hasta obtener valores de 3,5, 5,5 y 7,5.

Colorimetría triestímulo

En cada valor de pH se midió los parámetros de color (L^* , a^* , b^*) y los valores de C^*_{ab} , h_{ab} se calcularon de acuerdo a las ecuaciones reportadas por Santacruz *et al.*, 2012 (3). Las sucesivas variaciones de pH se obtuvieron adicionando pequeños volúmenes de NaOH 10 M, por lo que se considera despreciable el cambio de volumen.

Las correlaciones entre los parámetros del color se obtuvieron por medio del software Statistica v. 6.0 (StatSoft, 2001).

La estabilidad del color con respecto al tiempo de almacenamiento se determinó a los mismos valores de pH, a una temperatura ambiente de 15°C. Las soluciones de los AREs se colocaron en recipientes de vidrio de 130 ml cada uno, y posteriormente, se almacenaron en la oscuridad en presencia de aire (23%). Cada ocho días se midió los parámetros del color, y el dato reportado fue el promedio del valor obtenido para cada parámetro en cada una de las dos soluciones preparadas por muestra.

Los parámetros CIELAB (L^* , a^* , b^* , C^*_{ab} , h_{ab} , ΔE^*_{ab}) de los extractos, se determinaron de acuerdo con las especificaciones CIE usando el software Cromalab (4). Las diferencias de color ΔE^*_{ab} se calcularon entre el pH inicial (pH 1,5) y la muestra después del tratamiento (incremento de pH).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que el cambio de color con la variación del pH presenta la misma tendencia para los AREs correspondientes a las cuatro frutas. Sin embargo, la variación de color para los extractos de uva y coral con respecto al pH se encuentra en una tonalidad roja cerca a 20° que en comparación a los datos obtenidos para el motilón y la mora a este mismo pH, exhiben tonalidades rojo-naranja con valores cercanos a los 40°. En general, se observa una pérdida de intensidad cromática entre el valor inicial (pH = 1,5) y los siguientes valores de pH, para todos los tiempos y frutos. En el caso de la uva, estas pérdidas de cromas son menos intensas, lo cual puede estar relacionado con la presencia de cianidina-3-glucósido como compuesto mayoritario o, a la posible presencia de algunos otros polifenoles en el extracto que puedan estabilizar el color. A un pH de 1,5 se evidencian los mayores cambios en el cromas y la claridad hasta un pH de 5,5, donde la variación se hace menor. Los extractos de motilón y mora presentaron mayor viveza e intensidad de color.

Los cambios en el color durante el periodo de almacenamiento se estudiaron a un valor de pH de 1,5, en el cual las antocianinas son más estables. Se observó que el ARE de motilón es el que presenta menor claridad (47,77), a pH ácido, seguido del coral (59,32) y la mora (59,30) mientras que la uva presenta el valor más alto de claridad (70,13) al mismo pH (1,5). Esto indica que el ARE del motilón presenta una coloración más oscura que las otras frutas. También se determinó que a un valor de pH de 1,5 las frutas mora y motilón son las que tienen más alto valor de cromas. En general, se encontró que el extracto del motilón presentó la mayor absorción seguida por el extracto de mora, coral y uva.

CONCLUSIONES

Las características cromáticas observadas para los AREs de las cuatro frutas, frente a los cambios de pH y periodo de almacenamiento, justifican el aprovechamiento de estos extractos como colorantes para alimentos ácidos. Con base en los resultados obtenidos, la uva de árbol y el motilón constituyen una fuente promisoría de pigmentos antociánicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de la agencia IFS (International Foundation of Science, Suecia), del Plan Propio CoDe de la Universidad de Sevilla y de la AUIP (Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Prior RL, Wu X, Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem.* 2005 Apr; 53 (10): 4290-4302.
2. Santacruz L, Carriazo JG, Almanza O, Osorio C. Anthocyanin composition of wild tropical Colombian fruits and antioxidant activity measurement by electron paramagnetic resonance spectroscopy. *J Agric Food Chem.* 2012 Feb; 60 (6), 1397-1404.
3. González IA, Osorio, C, Meléndez-Martínez AJ, González-Miret ML, Heredia FJ. Application of tristimulus colorimetry to evaluate colour changes during the ripening of Colombian guava (*Psidium guajava* L.) varieties with different carotenoid pattern. *Int J Food Sci Tech.* 2011 Mar; 46 (4), 840-848.
4. Heredia FJ, Álvarez C, González-Miret ML, Ramírez A. Cromalab, análisis de color. Sevilla (España). Registro General de la Propiedad Intelectual, SE-1052-04. 2004.

CINÉTICA DEL CAMBIO DE LA TEXTURA DE PAPA AMARILLA (*Solanum tuberosum*) DURANTE LA COCCIÓN EN AGUA

KINETICS OF TEXTURE CHANGE OF YELLOW POTATO (*Solanum tuberosum*) DURING THE COOKING IN WATER

ARTÍCULO CORTO

Patricia MILLAN^{1*}, Doris A. CHIRAN¹, Pamela IBAÑEZ¹, Alejandro FERNÁNDEZ¹, Dominique DUFOUR^{1,2}

RESUMEN

Se determinó la cinética del cambio de textura en la cocción en agua de papa amarilla (*Solanum tuberosum*), con y sin empaque al vacío en un rango de temperaturas de 70 a 96°C. Los resultados mostraron que la textura de las muestras en la cocción siguió una cinética de primer orden para los dos procedimientos de cocción. Las energías de activación para el cambio de textura fueron 25,163 y 22,562 Kcal/mol para muestras empacadas al vacío y sin empaque, respectivamente; indicando que las papas cocinadas sin empaque fueron más sensibles a la temperatura en el proceso de cocción.

Palabras clave: cinética, cocción, papa amarilla, temperatura, textura.

ABSTRACT

The texture kinetic change of yellow potato (*Solanum tuberosum*) was determined during cooking in water with and without vacuum packaging in a temperature range of 70 to 96°C. The results showed that the texture modification of the samples during cooking followed a first order kinetics reaction for the two cooking procedures. The activation energies for texture change were 25.163 and 22.562 kcal/mol for samples packed under vacuum and those unpacked respectively, indicating that cooked potatoes without packing were more sensitive to temperature in the cooking process.

Keywords: Kinetic, cooking, yellow potato, temperature, texture.

INTRODUCCIÓN

La papa amarilla es apreciada en Colombia por su consistencia granulosa, cáscara delgada y su capacidad para espesar. El tubérculo no se puede almacenar por dos semanas por la rápida brotación y generación de tejido con clorofila (1). La textura de la papa amarilla se modifica muy rápido cuando se cocina en agua en ebullición llegando a desintegrarse entre 15 y 20 minutos. Existe la posibilidad de procesar el tubérculo mediante una cocción parcial y conservación a bajas temperaturas (5 - 10°C). En la actualidad hay interés en la cocción de productos

vegetales empacados al vacío, tratamiento conocido como “sous vide” (por sus siglas en francés) (2). Este método de cocción evita la desintegración del tejido parenquimatoso al final del proceso. La textura de los vegetales y su modificación durante la cocción han sido estudiadas ampliamente por Rao *et al.*, 1986 (3); sin embargo, no existen reportes sobre estudios cinéticos de la cocción con empaque al vacío de papa amarilla. El objetivo de este trabajo fue evaluar la cinética que describe el cambio de textura de la papa amarilla cocida en agua empacada al vacío y su comparación con el método convencional de cocción en contacto directo con el agua.

¹ Universidad del Valle.

² Centre de Recherche Agronomique pour le Développement, CIRAD, Montpellier, France.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: patricia.millan@correounivalle.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima y tratamiento térmico de cocción

Se utilizó papa amarilla de 3,5 – 4,0 cm de diámetro promedio, adquirida en un supermercado local. Se preparó como unidad experimental, rodajas del tubérculo de 1 cm de espesor y 3 cm de diámetro. Las muestras sin empaque fueron sumergidas en agua en vasos metálicos con una relación producto:agua de 1:6 en volumen. Las muestras crudas se empaquetaron en bolsas Termoflex (ref. 0201-A05306 marca ALICO S.A.), y se sellaron al vacío por 40 segundos con una empacadora al vacío (Hollymatic). Las rodajas sin empaque y empacadas al vacío fueron sometidas a cocción en agua, previamente calentada a 70, 80, 90 y 96°C, en un baño termostático (Julabo TW8), entre 1 y 25 min. Se utilizó 12 rodajas para cada tiempo y temperatura de cocción.

Medida de textura y cálculos cinéticos

El cambio de textura en la papa por el tratamiento térmico en la cocción se midió con un texturómetro Shimadzu EZ Test, acondicionado con una celda de carga de 500 N. Las muestras se comprimieron uniaxialmente, utilizando un disco de 4 cm de diámetro. La velocidad de compresión se programó en 5mm/min, y la deformación de las muestras se llevó hasta el 50% de su altura. La textura se expresó como dureza, la cual representa la fuerza resultante al comprimir la muestra al nivel de deformación establecida. Para el estudio de la cinética de cambio de textura la dureza se expresó como dureza relativa (ecuación 1):

$$D_r = \frac{D_t}{D_0} \tag{Ecuación 1.}$$

donde: D_r = Dureza relativa; D_t = Dureza de la rodaja de papa amarilla en el tiempo t (N); D_0 = Dureza de la rodaja de papa en el tiempo cero (N).

La cinética de cambio de textura se expresó como una velocidad de reacción de primer orden de acuerdo a la ecuación 2 y la dependencia de la constante cinética con la temperatura puede representarse por la ecuación 3, de Arrhenius:

$$\frac{dx}{dt} = \pm kX^n \tag{Ecuación 2.}$$

donde: X = propiedad textural; t = tiempo; k = constante cinética.

$$K = K_{ref} * EXP \left[- \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right] \tag{Ecuación 3.}$$

donde, K = constante cinética de la reacción y tiene unidades de tiempo (min^{-1}); E_a = energía de activación (cal/mol); R = constante universal de los gases (1.987 cal/mol K); T y T_{ref} = en grados kelvin; K_{ref} = constante cinética a una temperatura de referencia predefinida (T_{ref}).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cinética de cambio de textura

La figura 1 muestra que los cambios texturales relacionados con cada temperatura de cocción fueron consistentes con un modelo cinético de primer orden para muestras con y sin empaque.

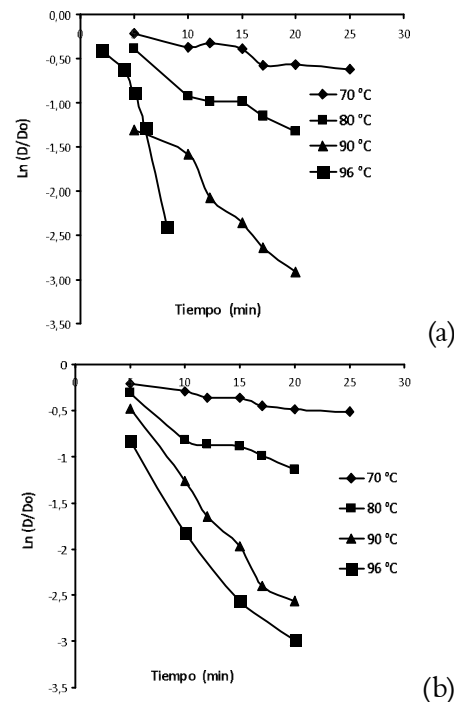


Figura 1. Cinética de cambio de textura durante la cocción: a) sin empaque b) con empaque.

En el análisis de varianza (ANOVA) los factores: procedimiento de cocción, temperatura y tiempo, mostraron un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la dureza relativa de la papa amarilla.

Los parámetros cinéticos, constante de velocidad de reacción (K) y de reacción a la temperatura de referencia (K_{ref}) y la energía de activación (E_a) se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros cinéticos de la cocción de papa amarilla con y sin empaque al vacío.

Parámetros cinéticos	K_{70} (min ⁻¹)	K_{80} (min ⁻¹)	K_{90} (min ⁻¹)	K_{96} (min ⁻¹)	K_{Tref} (min ⁻¹)	E_a (Kcal/mol)
Cocción sin empaque	0,021	0,056	0,143	0,332	0,076	25,163
Cocción con empaque	0,016	0,049	0,113	0,144	0,059	22,562

*Temperatura de referencia 83°C.

La constante de velocidad de reacción (K) aumenta a medida que se incrementa la temperatura, presentando valores mayores durante la cocción sin empaque, lo que indica que la cocción es más rápida empezando en un valor K de 0,021 (min⁻¹) a 70°C hasta 0,332 (min⁻¹) a 96°C. Estos valores están cercanos a los obtenidos por Nisha *et al.*, 2006 (4), con valores de 0,0085(min⁻¹) hasta 0,22 (min⁻¹) para cubos de 1 cm³ de papa (*Solanum tuberosum* L.) cocinados sin empaque a temperaturas de 70 y 100°C, respectivamente. La energía de activación fue mayor para la muestra sin empaque (25,163 Kcal/mol) comparada a la muestra cocida con empaque (22,562 Kcal/mol), indicando una mayor sensibilidad a la temperatura en el proceso de cocción.

CONCLUSIONES

El cambio de la textura de la papa amarilla con o sin empaque se describió por una cinética de

primer orden. La velocidad de cambio de la textura fue mayor para las rodajas de papa cocinadas sin empaque debido a que están expuestas directamente al medio de cocción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bonilla M. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia con énfasis en papa criolla. Ministerio de Agricultura, Agenda 004 [Internet]. [consultado 2011 Feb 25]. Disponible en: http://www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_papa_criolla.pdf
2. García-Segovia P, Andrés-Bello A, Martínez-Monzó J. Textural properties of potatoes (*Solanum tuberosum* L., cv. Monalisa) as affected by different cooking processes. J Food Eng. 2008 Sep; 88 (1): 28-35.
3. Rao MA, Lund DB. Kinetics of thermal softening of foods. A review J Food Process Pres. 1986; 10: 311-329.
4. Nisha P, Singhal RS, Pandit AB. Kinetic modelling of texture development in potato cubes (*Solanum tuberosum* L.) green gram whole (*Vigna radiate* L.) and red gram splits (*Cajanus cajan* L.). J Food Eng. 2006 Oct; 76 (4): 524-530.

EVALUACIÓN DE MOHOS EN AREPAS REFRIGERADAS UTILIZANDO DIFERENTES CONSERVANTES

EVALUATION OF MOLDS COUNT IN AREPAS CHILLED USING DIFFERENT PRESERVATIVES

ARTÍCULO CORTO

Eduardo J. CORPAS-IGUARÁN^{1*}, Omar A. TAPASCO-ALZATE²

RESÚMEN

Inicialmente se determinó mediante un análisis de varianza, realizado a 10 paquetes que contenían 5 unidades de producto cada uno, que la ubicación de las unidades en el paquete no ejercía influencia alguna sobre el recuento de mohos. Posteriormente, el producto fue sometido a 4 conservantes y 5 momentos temporales de análisis para determinar, durante su almacenamiento en refrigeración, cuál de los conservantes ejercía mayor limitación sobre el recuento de mohos. La prueba de Duncan indicó que el ácido sórbico genera mayor limitación al desarrollo de mohos en el ambiente de 4°C/95% humedad relativa, con recuento promedio de 26,6 unidades formadoras de colonias.

Palabras clave: análisis microbiológico, conservación de alimentos, contaminación cruzada, Inocuidad de los alimentos, vida útil.

ABSTRACT

Initially it was determined, by analysis of variance done at 10 packages containing 5 units of each product, that the location of the units in the package had no influence on mold count. Thereafter, product was subjected to four preservatives and 5 time points analysis, during refrigerated storage, for determining which of the preservatives exercised greater restraint upon the mold count. The Duncan test indicated that sorbic acid generates major limitation to the development of mold in the environment of 4°C/95% relative humidity, with an average count of 26,6 colony forming units.

Keywords: Cross contamination, food preservation, food safety, microbiological analysis, shelf life.

INTRODUCCIÓN

En Colombia existe un importante mercado de arepas precocidas que en el 2008 alcanzó 3,69 billones de pesos (1); por otro lado, en Venezuela, el producto se prepara a partir de harina de maíz precocida mezclada con agua (pasta adhesiva) (2-4). Situaciones que incentivan estudios que tienden a mejorar la calidad del producto a partir del uso de harinas compuestas de endospermo (5), sustitución parcial de la harina de maíz con harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) (6), adición de salvado de arroz

(5) y el enriquecimiento con hierro y vitamina A (3), como estrategia para favorecer el sostenimiento nutricional, principalmente en poblaciones vulnerables. Una de las problemáticas principales de las empresas productoras es la aparición de mohos filamentosos en el producto, principalmente de los géneros *Alternaria*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Trichothecium*, *Fusarium*, *Penicillium* (7-8), antes del vencimiento del producto, derivando en consecuencias como el rechazo por parte del consumidor, deterioro de la imagen la empresa, y pérdidas económicas por devoluciones.

¹ Instituto de investigación en Microbiología y Biotecnología Agroindustrial. Universidad Católica de Manizales. Manizales – Colombia.

² Facultad de Ciencias Exactas. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: eduardocorpas@hotmail.com

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento de diferencias en el recuento promedio de mohos según la posición de las unidades del producto en el paquete

Se determinó, mediante análisis de varianza, si la posición de cada unidad en una bolsa que contenía cinco unidades de producto, podría influir sobre el recuento de mohos, para establecer si era necesario bloquear la toma de unidades que no fuesen representativas de cada paquete, en el estudio subsecuente. Para ello, se analizó 50 unidades provenientes de diez paquetes (sin adición de conservante alguno).

Comparación de conservantes bajo un ambiente controlado de refrigeración, 4°C/95% HR, en el recuento de mohos

El producto fue sometido a cuatro conservantes: propionato de sodio, ácido sórbico, sorbato de potasio, y la mezcla de estos en idénticas proporciones (1 gr de conservante/Kg de producto), y durante el periodo de almacenamiento se efectuó análisis de recuento para la población de mohos por triplicado, durante los días 6, 12, 18, 24 y 30, para un total de 60 análisis. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis comparativo, a partir del diseño completamente aleatorizado de un factor (tipo de conservante), aplicado a los recuentos de mohos obtenidos al día treinta con cada conservante y la mezcla.

Método de análisis

Se aplicó el recuento en placa profunda, utilizando como medio de cultivo el agar Rosa de Bengala, de Merck® - Alemania (9).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento de diferencias en el recuento promedio de mohos según la posición de las unidades del producto en el paquete

El análisis de varianza reveló un F calculado menor al valor crítico de F indicando que, a un nivel de confianza del 95%, la toma de cualquier unidad del paquete es representativa.

Comparación de conservantes bajo un ambiente controlado de refrigeración, 4°C/95% HR, en el recuento de mohos

Al administrar los diferentes conservantes y la mezcla de éstos en el producto se apreció un recuen-

to menor de mohos en las arepas conservadas con ácido sórbico, de manera que al final del monitoreo de dichas poblaciones (día 30), el recuento promedio fue de 26,6 de mohos/gr (ver figura 1).

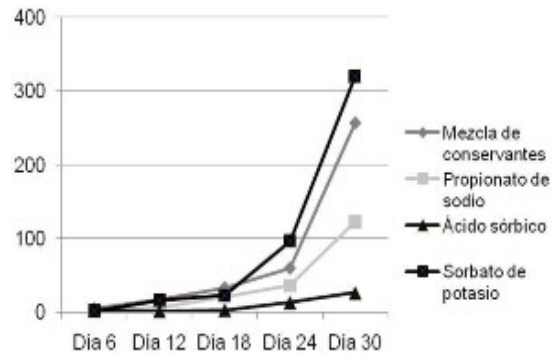


Figura 1. Comportamiento del recuento de mohos en el producto sometido a 4°C / 95% HR.

A los datos correspondientes al día 30, después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilks con P = 0,429) y de homogeneidad (prueba de Levene con P = 0,447), se les determinó diferencias estadísticamente significativas entre cada conservante mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan con una mayor restricción a la población de mohos cuando se utilizó ácido sórbico (ver tabla 1). El funcionamiento óptimo del ácido sórbico como limitante de la población de mohos en el producto podría obedecer a su constante de disociación de $1,73 \times 10^{-5}$, lo que permite su utilización óptima a pH cercano a 6,5 (10); asimismo, podría obedecer a su amplio espectro de acción frente a mohos a partir de la inhibición de enzimas como la enolasa y la lactodeshidrogenasa (11), preconceptos que refuerzan los resultados obtenidos.

Tabla 1. Resultados en la prueba comparativa de Duncan aplicada a los datos del día treinta.

Conservante		N	Subset			
			1	2	3	4
Duncan	Ácido sórbico	3	26,6			
	Propionato de Sodio	3		123,3		
	Mezcla de conservantes	3			256,6	
	Sorbato de Potasio	3				320

CONCLUSIONES

El ácido sórbico fue el conservante con mayor eficacia para limitar el recuento de mohos en arepa

blanca asada durante la refrigeración. Puesto que se ha demostrado que el ácido sórbico carece de toxicidad, efecto mutágeno o tumorígeno (11-12), se recomienda su adición al producto como único conservante, dada la convergencia entre su óptimo funcionamiento y carácter inocuo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lozano R. Mercado de arepas precocidas alcanzó en Colombia \$3,9 billones, con un crecimiento de 3% en 2008 [Internet]. Bogotá, Colombia: Portafolio. 2009. [citado 18 de Ene 2010]. Disponible en: <http://www.portafolio.co/archivo/documento/CMS-4883106>.
2. Padua M. Rheological behavior of Venezuelan arepa dough from precooked corn flour. *Cereal Chem.* 1984; 61 (1): 37-41.
3. Del Real S, Páez M, Solano L, *et al.*, Consumo de harina de maíz precocido y su aporte de hierro y vitamina a en preescolares de bajos recursos económicos. *Archiv Latinoam Nutr.* 2002 Sep; 52 (3): 274-281.
4. Granfeldt Y, Drews A, Björck I. Arepas made from high amylose corn flour produce favorably low glucose and insulin responses in healthy humans. *J Nutr.* 1995 Mar; 125 (3): 459-465.
5. Hernández B, Guerra M, Rivero F. Obtención y caracterización de harinas compuestas de endospermo –germen de maíz y su uso en la preparación de arepas. *Cienc Tecnol Aliment.* 1999 May; 19 (2): 194-198.
6. Torres A, Guerra M. Sustitución parcial de harina de maíz precocida con harina de qinchoncho (*Cajanus cajan*) para la elaboración de arepas. *Interciencia.* 2003 Nov; 28 (11): 660-664.
7. Yousef A, Carlstrom C. Microbiología de los alimentos. Manual de laboratorio. Madrid, España: Acribia; 2006. 302 p.
8. Acuña C, Díaz, G, Espitia M. Aflatoxinas en maíz: Reporte de caso en la costa atlántica colombiana. *Rev Med Vet Zoot.* 2005 Jun; 52 (2): 156-162.
9. Merck®. Microbiology Manual. Darmstadt, Germany: Merck®; 2006. 689 p.
10. Cubero N, Monferrer A, Villalta J. Aditivos alimentarios. Madrid, España: Mundi –Prensa; 2002. 240 p.
11. Shibamoto T, Bjeldanes L. Introducción a la toxicología de los alimentos. San Diego, Estados Unidos: Academic Press; 1996. 218 p.
12. Lindner E. Toxicología de los Alimentos. Zaragoza, España: Acribia; 1995. 262 p.

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE *Weissella confusa* CONTRA *Escherichia coli*

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF *Weissella confusa* AGAINST *Escherichia coli*

ARTÍCULO CORTO

Liliana SERNA C.^{1*}, Luisa F. RUBIANO D.¹

RESUMEN

En este trabajo se evaluó la actividad antimicrobiana de células de *W. confusa*, *W. confusa* más sus metabolitos y metabolito contra *Escherichia coli* ATCC 25922. Las tres sustancias se obtuvieron a partir de fermentación en sustrato comercial MRS, sin aireación, agitación continua a 33°C y 100 rpm. La actividad antimicrobiana se realizó a través del método de difusión en pozo. Se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos y tiempo de evaluación. La mayor actividad antimicrobiana la presentó el tratamiento de *W. confusa*. Los mayores diámetros de inhibición se alcanzaron a la cuarta hora de fermentación. Los resultados sugieren que *W. confusa* y sus metabolitos, pueden tener potencial como bioprotector en la conservación de alimentos y la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos.

Palabras clave: fermentación, productos con acción antimicrobiana, bioprotección, conservación de alimentos.

ABSTRACT

In this work, the antimicrobial activity of cells of *W. confusa*, cells of *W. confusa* plus their metabolites and metabolite against *Escherichia coli* ATCC 25922 was evaluated. The three biological substances were obtained from fermentation in MRS substrate, without aeration, agitation continues at 33°C and 100 rpm. The antimicrobial activity was performed using the diffusion method. Significant differences ($p < 0.05$) between treatment and evaluation time were found. Most activity antimicrobial was presented by treatment *W. confusa*. The largest diameter of inhibition was reached at the fourth hour of fermentation. The results suggest that *W. confusa* and their metabolites may have potential as biocontrollers in food preservation and prevention of foodborne diseases.

Keywords: Fermentation, products with antimicrobial action, biosecurity, food preservation.

INTRODUCCIÓN

W. confusa es una bacteria ácido láctica (BAL) grampositiva, que ha sido aislada en su forma natural de una variedad de nichos naturales (1) como vegetales frescos, alimentos fermentados, productos cárnicos (2) y rumen bovino (3). Existen reportes científicos de actividad antimicrobiana por el género *Weissella*. Espeche *et al.*, 2009 (4), reportan actividad antimicrobiana de especies de *W. paramesenteroides* contra *Streptococcus dysgalactiae* ATCC 27957 y *Escherichia coli*; y Serna *et al.*, 2010 (3), reportaron

actividad antimicrobiana de especies de *W. confusa* contra *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. Los resultados de estas investigaciones muestran el potencial que podría tener las BAL como biopreservantes alimentarios y/o en la prevención y control de enfermedades en animales y humanos.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana de *W. confusa* y sus metabolitos contra *Escherichia coli*, principal patógeno causal de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's).

¹ Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia -Sede Palmira. Carrera 32 vía Candelaria, Palmira, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lserna@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Como microorganismo patógeno, indicador de actividad antimicrobiana, se utilizó una cepa de *E. coli* ATCC® 25922, a una concentración de 10^8 UFC.mL⁻¹. Como bacteria ácido láctica se utilizó a *W. confusa* criopreservada en glicerol (-20°C) a concentración de 10^9 UFC.mL⁻¹, aislada en investigaciones de Serna *et al.*, 2010 (3). El crecimiento de *W. confusa* se realizó en fermentaciones en discontinuo en Erlenmeyer de 1000 mL (800 mL de volumen efectivo), en sustrato MRS de acuerdo a la metodología de Serna *et al.*, 2010 (3). Durante el proceso de fermentación cada hora se tomó 45 mL del fermentado y se separó 3 tipos de sustancias: células de *W. confusa* con sus metabolitos (W+M), células de *W. confusa* libres de metabolitos (W) y metabolitos (M). La separación de sustancias se llevó a cabo a través de centrifugación durante 30 min a 2860 g (modelo 5804R Eppendorf Ltd, CITI, Germany). El sobrenadante obtenido se centrifugó nuevamente por 30 min a 2860 g, y posteriormente, se filtró utilizando membranas de 0,45 µm, obteniendo de esta manera la sustancia M. El pellet de células de *W. confusa* obtenido en el primer paso de centrifugación se sometió a proceso de lavado utilizando 1 mL de NaCl al 0,9% y centrifugación por 5 min a 2860 g. De esta forma se obtuvo la sustancia W. La combinación W+M se obtuvo directamente del fermentado. La actividad antimicrobiana de W, W+M y M contra *E. coli* ATCC 25922 se determinó por el método de difusión en pozo de acuerdo a la metodología de Serna *et al.*, 2010 (3) utilizando placas de agar Eosin-azul de Metileno (Scharlau Microbiology, España).

Diseño experimental

Para evaluar la actividad antimicrobiana, se utilizó un diseño factorial de 3 * 7. Factor sustancia antimicrobiana (W, W+M y M) y factor tiempo de fermentación (Hora 0, 1, 2, 3, 4, 5, y 6). Los resultados se analizaron a través del programa estadístico SAS versión 9.13.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra las cinéticas de la capacidad antimicrobiana de *W. confusa* y de sus metabolitos frente a *E. coli*. Se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos,

tiempo y efecto combinado tratamiento tiempo de evaluación. El mayor diámetro de inhibición contra *E. coli* correspondió al tratamiento W, con promedios de 3,0, 2,73, y 2,96 cm. El menor diámetro de inhibición correspondió al tratamiento M con promedios de 2,03, 1,76, 2,00 cm, en la cuarta, quinta y sexta hora de fermentación, respectivamente. La máxima actividad antimicrobiana en los tres tratamientos W, W+M y M se alcanzó a la cuarta hora de fermentación. Resultados similares fueron encontrados en previos estudios de Serna *et al.*, 2010 (3), quienes reportan actividad antimicrobiana de *W. confusa* contra *S. aureus* y *S. agalactiae* con diámetros de inhibición de 2,4 y 3,0 cm a la cuarta hora de fermentación. Los resultados indican que *Weissella confusa* podría utilizarse en la biopreservación de alimentos procesados y frescos.

Actualmente, se está llevando a cabo amplias investigaciones en el uso de BAL para la biopreservación de alimentos. Díaz-Ruiz *et al.*, 2012 (5), de acuerdo a sus resultados de investigación sugieren el uso de *Lactobacillus plantarum* EC52 para la conservación de mezclas de carne, dado que la bacteria reduce los niveles de *L. monocytogenes* e inhibe el crecimiento de *E. coli*, lo que subsecuentemente conllevaría a una disminución de adquirir ETA's. Por otro lado, recientemente, Ayeni *et al.*, (6), plantean a *W. confusa* U17, una cepa aislada de quesos, como una BAL candidata para ser investigada y usada como posible probiótico, por su mejor habilidad de adhesión a las células gastrointestinales que otras cepas de *W. confusa*.

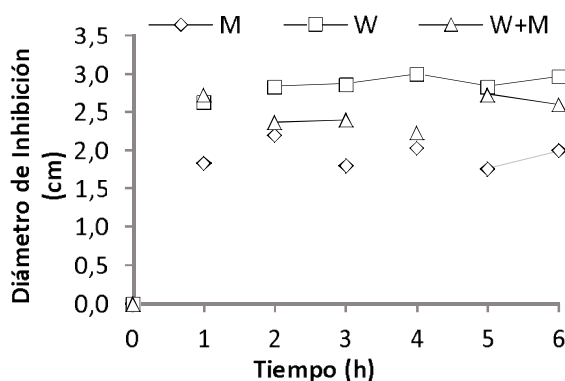


Figura 1. Cinéticas de actividad antimicrobiana (medida en diámetros de inhibición en cm) de *W. confusa* (W), *W. confusa* + sus metabolitos (W+M) y metabolitos (M) contra *E. coli* durante 6 h de fermentación.

CONCLUSIONES

W. confusa demostró poseer efecto antimicrobiano contra la cepa patógena *E. coli*, sugiriendo que la bacteria ácido láctica podría tener potencial bioprotector en la conservación de alimentos y la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Björkroth KJ, Schillinger U, Geisen R, Weiss N, Hoste B, Holzapfel WH, Korkeala HJ, Vandamme P. Taxonomic study of *Weissella confusa* and description of *Weissella cibaria* sp. nov., detected in food and clinical samples. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2002 Jan; 52 (Pt 1): 141-148.
2. Díez A, Björkroth J, Jaime I, Rovira J. Microbial, sensory and volatile changes during the anaerobic cold storage of morcilla de burgos previously inoculated with *Weissella viridescens* and *Leuconostoc mesenteroides*. *Int J Food Microbiol*. 2009 Feb 28; 131 (2-3): 168-177.
3. Serna L, Valencia LJ, Campos R. Cinética de fermentación y acción antimicrobiana de *Weissella confusa* contra *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. *Rev Fac Ing Univ Antioquia* 2010 Sep; 55: 55-65.
4. Espeche M, Otero M, Sesma F, Nader-Macias M. Screening of surface properties and antagonistic substances production by lactic acid bacteria isolated from the mammary gland of healthy and mastitic cows. *Vet Microbiol*. 2009 Mar 30; 135 (3-4): 346-357.
5. Díaz-Ruiz G, Ben-Omar N, Abriouel H, Martínez CM, Gálvez A. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* by bacteriocin-producing *Lactobacillus plantarum* EC52 in a meat sausage model system. *Afr J Microbiol Res*. 2012 Feb 16; 6 (6): 1103-1108.
6. Ayeni FA, Sánchez B, Adeniyi BA, Margolles A, Ruas-Madiedo P, Reyes-Gavilán CG, *et al.*, Evaluation of the functional potential of *Weissella* and *Lactobacillus* isolates obtained from Nigerian traditional fermented foods and cow's intestine. *Int J Food Microbiol*. 2011 Apr 11; 147 (2): 97-104.

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS DE CALIDAD DE GUAYABA FRESCA EN DIFERENTES CONDICIONES DE CONSERVACIÓN

EVALUATION OF QUALITY INDEXES OF FRESH GUAVA IN DIFFERENT CONSERVATION CONDITIONS

ARTICULO CORTO

Carlos GARCÍA M.¹, Katia I. CURY R.², Saul DUSSÁN S.^{3*}

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento poscosecha y atributos de calidad de la guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivar Roja durante 15 días utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial consistente en tres factores durante el almacenamiento: a) Tiempo con seis niveles (0, 3, 6, 9, 12 y 15 días), b) Temperatura con dos niveles; ambiente ($37 \pm 2^\circ\text{C}$ y 85 a 90% de HR) y refrigeración ($9 \pm 2^\circ\text{C}$ y HR de 85 - 90%), y c) Dos tipos de empaques; bandeja de poliestireno con PVC y cubiertas con papel de aluminio. Se observó que los factores tiempo de almacenamiento, temperatura y tipo de empaque tienen un efecto estadístico significativo ($P < 0,05$) sobre el diámetro equivalente, esfericidad, masa específica aparente, SST, pH y acidez titulable del fruto. El producto empacado en bandeja de poliestireno cubierto con película plástica de PVC puede ser almacenado como fruta fresca hasta 10 días a temperatura ambiente y 15 días en refrigeración.

Palabras clave: *Psidium guajava* L., frutas, vida útil, caracterización.

ABSTRACT

The guava fruit (*Psidium guajava* L.) Red cultivar is a product very perishable when it is storage in inappropriate conditions. The postharvest behavior and quality indexes of fruit were evaluated. Fruits were storage to different temperatures and packing conditions. The evaluation was made during 15 days and was utilized a random factorial design with three factors: time of storage with six levels (0, 3, 6, 9, 12 and 15 days), storage temperature with two levels: room temperature $37 \pm 2^\circ\text{C}$ and 85 to 90% RH) and cold storage ($9 \pm 2^\circ\text{C}$ and 85 to 90% RH); two type of package: tray of polystyrene covered with PVC film and covered with aluminum foil. During storage was observed that time, temperature and packing type, have significant statistic effect ($P < 0.05$) on equivalent diameter, sphericity, bulk density, total soluble solids, pH and titratable acidity of fruits. The fresh fruit packed in polystyrene tray covered with PVC film can be storage for a period of 10 days in room temperature and for a period of 15 days in cold storage.

Keywords: *Psidium guajava* L., fruits, shelf life, characterization.

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Córdoba - Sede Berastegui. Carrera 6 No. 76-103, Montería, Colombia.

² Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Sucre. Carrera 28 No. 5-267, Sincelejo, Colombia.

³ Facultad de Ingeniería y Administración. Departamento de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia -Sede Palmira. Carrera 32 Chapinero, Vía Candelaria, Palmira, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: sdussan@unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

En Colombia se estima que en frutas, incluyendo la guayaba, las pérdidas en poscosecha son altas y se acercan al 30% (1). Por ser una fruta altamente perecedera, la guayaba después de ser cosechada sufre pérdida de peso y reducción de su vida útil de 5 a 7 días, limitando su comercialización en mercados extranjeros. Las pérdidas aumentan debido al manejo inadecuado que recibe el producto. El conocimiento del comportamiento de propiedades físico-mecánicas y químicas de la guayaba en fresco en almacenamiento a diferentes condiciones y el empleo de diversos materiales de empaque, permiten establecer las condiciones óptimas para el tiempo de consumo y uso industrial (2). El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento poscosecha y los atributos de calidad de la guayaba en fresco, conservada en diferentes condiciones de almacenamiento y empaque.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las guayabas frescas cultivar Roja, fueron obtenidas en el departamento de Córdoba, Colombia, con madurez fisiológica, estado (verde-maduro). Las frutas fueron higienizadas con agua clorada ($200 \mu\text{L L}^{-1}$). Fueron dispuestos 24 tratamientos derivados de dos condiciones de almacenamiento ($37 \pm 2^\circ\text{C}$ y $85 \pm 90\%$ de HR y $9 \pm 2^\circ\text{C}$ y HR de 85 a 90%) y dos condiciones de empaque (bandeja de poliestireno recubierta con película plástica de PVC o papel de aluminio) y 6 periodos de evaluación. Los resultados fueron analizados utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurion XV y Microsoft Excel.

Durante el almacenamiento de los frutos la calidad fue evaluada en cuanto a contenido de sólidos solubles totales (NTC 4624 (2)), pH (NTC

4623 (3)), masa específica aparente (MESAP), el diámetro equivalente (de), y el valor de esfericidad (E). La evaluación de calidad fue realizada cada tres días durante el periodo de almacenamiento. Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial $2 \times 2 \times 6$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La combinación de los factores temperatura y empaque no tuvo un efecto sobre las propiedades físicas, masa específica aparente y diámetro equivalente, pero sí en la esfericidad de las guayabas cuando fueron refrigeradas y empacadas en papel de aluminio.

El tiempo, la temperatura y el tipo de empaque en almacenamiento de guayaba en fresco presentó efectos ($P < 0,05$) sobre los valores de SST, pH y AT. La interacción de los factores temperatura por empaque tienen efecto significativo ($P < 0,05$), sobre las propiedades químicas (ver figura 1). El comportamiento de las propiedades químicas de las frutas frescas de guayaba empacadas en bandejas de poliestireno durante el tiempo de almacenamiento, evidencia una reducción en los valores de SST, (ver figura 2a), la que se acentúa cuando las frutas se almacenan a temperatura ambiente, alcanzando un índice de madurez (IM) de 14,5 a los 15 días correspondiente a un estado III (100% amarilla) y la refrigerada empacada en foil un IM de 32, mostrando un estado de sobre madurez (4).

En Brasil, se encontró que, en guayaba dulce para el periodo poscosecha a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ (5), las frutas en tres estados de madurez presentaron valores de SST de 6,9, 7,3 y 7,6 °Brix, resultados que son similares a los obtenidos en este estudio a los nueve días de almacenamiento a $37 \pm 2^\circ\text{C}$ y 85 a 90% de HR y a 12 días en refrigeración.

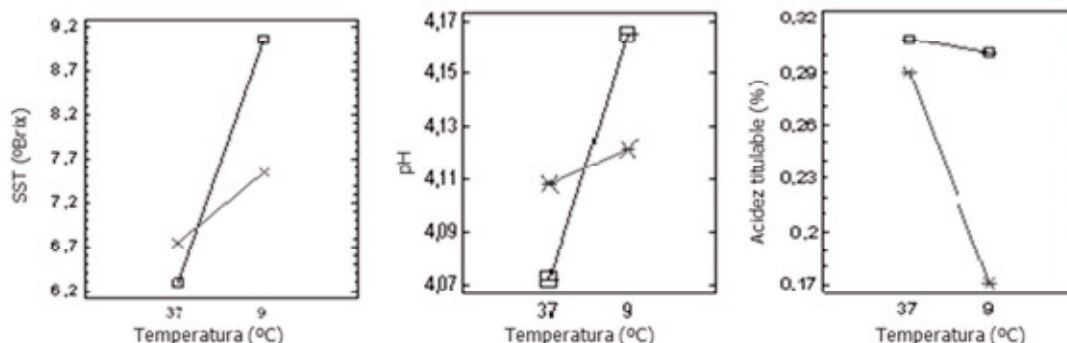


Figura 1. Efecto de las interacciones de temperatura de almacenamiento y el tipo de empaque (□: papel aluminio, x: bandeja) sobre propiedades químicas de frutas de guayaba fresca.

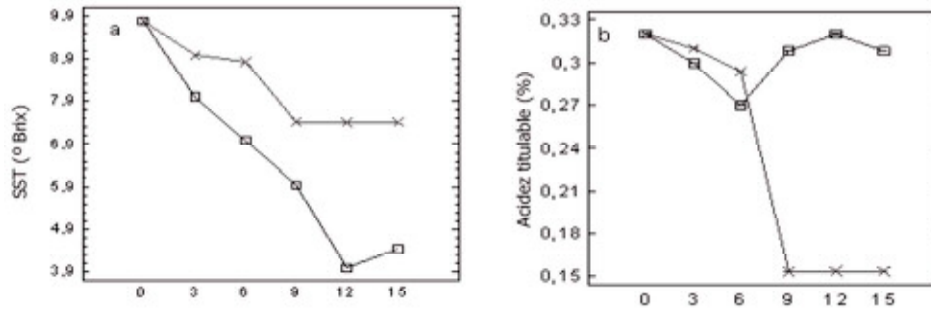


Figura 2. Efecto del tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas de conservación (□: ambiente, x:refrigeración) sobre las propiedades químicas de frutas de guayaba fresca.

CONCLUSIONES

La temperatura y humedad relativa de almacenamiento afectan las propiedades físico-químicas del fruto de guayaba e influyen en los atributos de calidad de la guayaba fresca.

Las condiciones de empaque y manejo de guayaba en fresco inciden en su adecuada conservación.

La guayaba en fresco almacenada en bandejas de poliestireno cubiertas con película plástica de PVC puede ser conservada hasta máximo 10 días en condiciones ambientales ($37 \pm 2^\circ\text{C}$ y 85 a 90% de HR) y hasta 15 días en refrigeración ($9 \pm 2^\circ\text{C}$ y 85 a 90% de HR).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Corporación Colombiana Internacional (CCI). Plan Hortícola Nacional-PHN (2006-2010) [Internet]. Bogota, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006 [citado 2011 Ago 10]. Disponible en: http://www.cci.org.co/publicaciones/1_PHNfinal.pdf.
2. Cortés, R. (Editor). El manejo agronómico de la guayaba y su agroindustria. CORPOICA – Barbosa, Colombia. 1996. Gómez, R. Producción y calidad de frutos de diez variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.) para consumo natural e industrial.
3. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4623 – NTC 4624. Productos de frutas y verduras. Bogotá: ICONTEC; 1999. 6 p.
4. Gonzalez, I. Caracterización química del color de diferentes variedades de Guayaba (*psidium guajava l.*) Colombiana [Tesis de Maestría]. [Bogota, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2010. 84 p.
5. Azzolini, M, Jacomino A, Urbano I. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. Pesq Agropec Brasilia. 2004 Feb; 39 (2): 139-145.

BIOPRESERVACIÓN DE PRODUCTOS PESQUEROS POR BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL)

SEAFOOD BIOPRESERVATION BY LACTIC ACID BACTERIA (LAB)

ARTÍCULO CORTO

Carolina PALOMINO-CAMARGO^{1*}, Elisabetta TOMÉ-BOSCHIAN¹

RESUMEN

Las bacterias ácido-lácticas son a menudo fuertes competidores, debido a la producción de una amplia gama de metabolitos antimicrobianos, por lo cual resultan excelentes candidatos para la biopreservación de alimentos perecederos, como los productos pesqueros. Durante el presente trabajo se aisló e identificó BAL, a partir de productos pesqueros ahumados, con el fin de evaluar el espectro antimicrobiano frente a diversos microorganismos patógenos y deteriorantes. Para cinco de las cepas identificadas se atribuyó el efecto inhibitorio a la presencia de bacteriocinas, y en sólo una no se pudo caracterizar el metabolito responsable de la inhibición. No obstante, todas estas BAL lograron la inhibición tanto de microorganismos Gram negativos, como Gram positivos.

Palabras clave: conservación de alimentos, bacteriocinas, inhibición, bacterias gram negativas, bacterias gram positivas.

ABSTRACT

Lactic acid bacteria are often strong competitors, due to the production of a wide range of antimicrobial metabolites, which makes them excellent candidates for biopreservation of perishable foods such as fish products. During this study were isolated and identified BAL from smoked fish products, in order to evaluate the antimicrobial spectrum of the same against various pathogens and deteriorative microorganisms. To five of the strains identified the inhibitory effect was attributed to the presence of bacteriocins, and in one only could not be characterized the metabolite responsible for inhibition. However, all BAL achieved the inhibition of both Gram negative and Gram positive.

Keywords: Food preservation, bacteriocins, inhibition, gram positive bacteria, gram negative bacteria.

INTRODUCCIÓN

A pesar de los recientes logros en la tecnología, la preservación de los alimentos sigue siendo un tema debatido, a nivel mundial. Mejorar las pérdidas económicas debidas al deterioro de alimentos, reducir los costos durante el procesamiento de alimentos y evitar la transmisión de microorganismos patógenos a través de la cadena alimentaria; al tiempo que se satisface la creciente demanda de los consumidores por alimentos frescos, nutritivos, mínimamente procesados y preservados sin el uso de aditivos químicos; son retos importantes para la industria alimentaria actual (1).

Toda esta situación obliga la búsqueda de metodologías alternativas para la conservación de alimentos (2). La biopreservación consiste en la inoculación de los productos alimenticios con cepas bacterianas capaces de inhibir el crecimiento de bacterias indeseables. Las BAL son candidatos particularmente interesantes para esta técnica. De hecho, con frecuencia, se encuentran presentes de forma natural en los alimentos y son a menudo fuertes competidores, por la producción de una amplia gama de metabolitos antimicrobianos, tales como: ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno, diacetilo y bacteriocinas (3).

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: carolina.palomino@ciens.ucv.ve

No obstante, la biopreservación se aplica actualmente en alimentos fermentados, y existen pocos ejemplos en aquellos no fermentados, como los productos pesqueros (4). Los productos del mar pueden transportar bacterias patógenas y además, debido al alto contenido en compuestos nitrogenados de bajo peso molecular, su pH neutro y a la elevada actividad de agua, también son extremadamente sensibles al deterioro microbiano (5, 6). Por esta razón, se hace necesario desarrollar tecnologías de bioconservación para mejorar la calidad y extender la vida útil de los productos del mar.

En este orden de ideas, el presente trabajo de investigación se propuso determinar el espectro inhibitorio de diferentes cepas ácido lácticas, aisladas a partir de productos pesqueros ahumados, frente a diversos microorganismos patógenos y deteriorativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se homogeneizó 25 g de cada muestra de productos pesqueros (adquiridas en expendios comerciales) en 250 ml de agua peptonada. A partir de esta dilución se realizó diluciones consecutivas y posteriormente, se sembró alícuotas de 1 ml por profundidad en agar APT [All purpose Tween (Hi-Media®)] para la determinación de BAL. Luego, del periodo de incubación (48 h a 25°C), las colonias características fueron aisladas para su identificación bioquímica (tinción gram, prueba de catalasa y oxidasa).

La actividad antimicrobiana de las BAL y su naturaleza fue evaluada frente a los microorganismos indicadores, siguiendo la metodología empleada por Tomé, 2006 (7).

Un cultivo del microorganismo indicador fue diluido en caldo tripticasa soya (Hi-Media®). Se

esparció 200 μ l sobre Agar APT y posteriormente, se colocó gotas de cada BAL sobre éste. Se incubó las placas a 25°C por 48 horas. Los cultivos de BAL con halos de inhibición \geq 8 mm fueron seleccionados, centrifugados y el supernadante fue filtrado. Las soluciones filtradas fueron utilizadas para verificar la producción de los halos de inhibición, luego de ajustar el pH a 6,5 y del tratamiento con las enzimas catalasa y tripsina. Se empleó lipasas, α -amilasas y distintas enzimas proteolíticas para la caracterización del metabolito responsable de la inhibición. Las bacteriocinas encontradas fueron precipitadas con sulfato de amonio para su análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversas colonias fueron aisladas a partir de productos pesqueros ahumados, de las cuales 24 presentaron características propias de BAL. Estos resultados son consistentes con lo reportado previamente en otros trabajos (8, 3). No obstante, sólo diez de estas permitieron la formación de halos de inhibición \geq 8 mm, luego de su ensayo frente a las bacterias indicadoras. Las presuntas BAL que generaron inhibición y cuyo espectro de acción fue relativamente amplio fueron identificadas a través de pruebas moleculares (a excepción de las cepas 2, 3, 9 y 13, las cuales no fueron identificadas). En cinco de estas cepas, luego de los experimentos apropiados, se atribuyó el efecto inhibitorio a la presencia de bacteriocinas y en sólo una (*Leuconostoc mesenteroides*) no se pudo caracterizar el metabolito responsable de la inhibición.

En su gran mayoría, los microorganismos indicadores aquí inhibidos, son agentes patógenos, lo cual destaca los beneficios de la utilización de las BAL como agentes para la seguridad de este tipo de productos.

Tabla 1. Bacterias ácido lácticas que generaron halos de inhibición \geq 8 mm.

Microorganismo indicador	Zona de inhibición	BAL
<i>Yersinia enterocolitica</i>	> 8mm	2, 3, <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Lactobacillus curvatus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Lactobacillus fermentum</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	> 8mm	3, 9, <i>L. mesenteroides</i>
<i>Enterobacter sakazakii</i>	> 8mm	3, <i>L. mesenteroides</i> , <i>E. faecium</i> , <i>L. curvatus</i>
<i>Listeria monocytogenes</i>	> 8mm	13, <i>L. mesenteroides</i> , <i>E. faecium</i> , <i>L. fermentum</i>
<i>Listeria innocua</i>	> 8mm	<i>L. mesenteroides</i> , <i>E. faecium</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>L. fermentum</i>
<i>Salmonella</i> spp.	> 8mm	<i>L. mesenteroides</i>

CONCLUSIONES

Un grupo de bacterias ácido lácticas aisladas a partir de productos pesqueros, lograron generar halos de inhibición significativos en bacterias Gram positivas y Gram negativas. La identificación de algunos aislados reveló la presencia de diferentes géneros y especies, tales como: *E. faecium* y *L. mesenteroides*, entre otros. Este último presentó el mayor espectro de inhibición. Estos resultados indican que las BAL podrían utilizarse en la biopreservación de productos pesqueros u otros alimentos. Sin embargo, se requiere más trabajos de investigación que contemplen la actividad antimicrobiana *in situ*, así como la seguridad y aceptabilidad sensorial de una aplicación en alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gálvez A, Abriouel H, López RL, Omar NB. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *Int J Food Microbiol.* 2007 Nov 30; 120 (1-2): 51-70.
2. Vásquez SM, Suárez H, Zapata S. Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Rev Chil Nutr.* 2009 Mar; 36 (1): 64-71.
3. Matamoros S, Pillet MF, Gigout F, Prevost H, Leroi F. Selection and evaluation of seafood-borne psychrotrophic lactic acid bacteria as inhibitors of pathogenic and spoilage bacteria. *Food Microbiol.* 2009 Sep; 26 (6): 638-644.
4. Wessels S, Huss HH. Suitability of *Lactococcus lactis* subsp *lactis* ATCC 11454 as a protective culture for lightly preserved fish products. *Food Microbiol.* 1996; 13: 323-332.
5. Gram L, Dalgaard P. Fish spoilage bacteria –problems and solutions. *Curr Opin Biotech.* 2002 Jun 1; 13 (1): 262-266.
6. Joffraud JJ, Cardinal M, Cornet J, Chasles JS, Léon S, Gigout F, *et al.*, Effect of bacterial interactions on the spoilage of cold-smoked salmon. *Int J Food Microbiol.* 2006 Oct 15; 112 (1): 51-61.
7. Tomé, E. Biopreservative lactic acid bacteria in vacuum – packaged cold – smoked salmon [Thesis]. [Portugal]: Escola Superior de Biotecnología. Universidade Católica Portuguesa. 2006.
8. González-Rodríguez MN, Sanz JJ, Santos JA, Otero A, García-López ML. Numbers and types of microorganisms in vacuum-packed cold-smoked freshwater fish at the retail level. *Int J Food Microbiol.* 2002 Jul 25; 77 (1-2): 161-168.

CAMBIOS DE COLOR Y CONTENIDO DE ÁCIDOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DEL TOMATE (*lycorpesicum esculentum*) VARIEDAD LARGA VIDA, MINIMAMENTE PROCESADO

CHANGES OF COLOR AND CONTENT OF ACIDS DURING STORAGE OF (*lycorpesicum esculentum*) TOMATO LONG LIFE VARIETY MINIMALLY PROCESSED

ARTÍCULO CORTO

Jesús A. GALVIS V.¹, Cleidy A. MORALES M.², Neidy M. SUÁREZ A.²

RESUMEN

El tomate posee compuestos bioactivos con capacidad antioxidante, como vitamina C, carotenoides y polifenoles, los cuales son importantes para la salud. El objetivo fue evaluar el comportamiento del color de la pulpa y de los ácidos ascórbico, cítrico y málico durante el almacenamiento del fruto mínimamente procesado. Rodajas de tomate fueron tratadas con soluciones de ácido cítrico y ácido ascórbico. Posteriormente, se empacó en cajas de Poliestireno Biorientado (BOPP) y se almacenó a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 12 días, para prevenir el deterioro del color y conservar los niveles de ácidos del producto fresco. Para el color se determinaron los parámetros L^* , a^* y b^* . Los ácidos fueron cuantificados por HPLC; se hizo seguimiento de las variaciones en los días 0, 6 y 12. El diseño experimental fue completamente al azar con estructura de diseño 2-x-2 más un testigo. El mejor tratamiento fue el ácido cítrico en concentración de 250 ppm, donde se observó las menores variaciones de color y contenido de ácidos de las rodajas con respecto al producto fresco.

Palabras clave: antioxidantes, conservación, alimentos, productos precortados, fisiología.

ABSTRACT

Tomato has bioactive compounds with antioxidant such as vitamin C, carotenoids and polyphenols, which are important for health. The objective was to evaluate the behavior of flesh color and ascorbic acid, citric and malic acids during storage of minimally processed fruit. Tomato slices were treated with solutions of citric acid and ascorbic acid. Subsequently packed in boxes of BOPP and stored at $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ for 12 days, to prevent color deterioration and preserve acid levels of fresh produce. For color parameters were determined L^* , a^* b^* . Acids were quantified by HPLC, was made up of variations on days 0, 6 and 12. The experimental design was completely randomized design structure with 2 x 2 plus a control. The best treatment was citric acid concentration of 250 ppm, where the smaller variations were observed color and acid content of the slices with respect to the fresh product.

Keywords: Antioxidants, conservation, food, products precut, physiology.

¹ Grupo de Investigación Conservación de Frutas y Hortalizas. Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA. Bogotá, Colombia.

² Programa de Ingeniería de Alimentos. Fundación Universitaria Agraria de Colombia –UNIAGRARIA. Bogotá, Colombia.

* Autor a quién debe dirigirse la correspondencia: jagalvisv@uniagraria.edu.co

INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas y hortalizas tiene un efecto benéfico en la salud, el cual se atribuye a la presencia de compuestos bioactivos que inhiben las reacciones de oxidación (1). El tomate posee carotenoides, ácido cítrico y ascórbico, azúcares simples y alrededor de 400 compuestos volátiles que le confieren sabor y aroma (2).

El consumo de productos mínimamente procesados (PMP) ha aumentado. Sin embargo, su disponibilidad es limitada por su rápido deterioro. Los procesos de acondicionamiento de los PMP buscan preservar los atributos de calidad manteniendo la apariencia de productos frescos. Estas operaciones pueden afectar la integridad del producto resultando en descompartmentalización celular de enzimas y sustratos, que conducen al deterioro bioquímico como el pardeamiento y olores extraños (3).

Se utilizó ácido cítrico (AC) y ascórbico (AA) para evitar los daños; se utilizó estos ácidos mezclados con otros agentes para preservar el color, el sabor y la textura en diferentes frutos (4). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto en la retención del color y el contenido de ácidos cítrico, málico y ascórbico en rodajas de tomate durante su almacenamiento, sometidos previamente a inmersión en soluciones de AA y AC.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se cortó los tomates, previamente seleccionados, en rodajas de 0,5 cm en el Laboratorio de Alimentos de UNIAGRARIA. Las rodajas fueron divididas en 5 lotes y sometidas a inmersiones en soluciones de AA (150 y 300 ppm) y AC (250 y 500 ppm). Se tomó el quinto lote como testigo. Después de la inmersión las rodajas fueron colocadas dentro de

recipientes plásticos de BOPP. Se colocó 4 rodajas de tomate dentro de cada empaque y almacenadas en cuarto frío a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 12 días.

La determinación del color se realizó cada 6 días a través de los parámetros L^* , a^* y b^* , usando el método de imagen digital por transformación a través del software Image J. Los ácidos fueron cuantificados por HPLC cada 3 días. La cuantificación se realizó a 280 nm para ácido ascórbico y 215 nm para los ácidos cítrico y málico.

El diseño experimental fue completamente al azar con estructura de diseño 2×2 . Se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey, para establecer diferencias significativas entre tratamientos. El tamaño de la muestra fue de dos cajas con cuatro rodajas cada una.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución del color

El brillo (L^*) fue afectado por los tratamientos antioxidantes (figura 1a). Las rodajas testigo presentaron la menor variación. Respecto al color rojo (a^*), las rodajas provenientes de los tratamientos con AA (150 y 300 ppm) presentaron la menor variación sin diferencias significativas entre tratamientos. Por el contrario, los tomates provenientes del tratamiento testigo fueron los que presentaron el mayor oscurecimiento (figura 1b). La mayor variación del parámetro b^* (amarillo) se observó en las rodajas provenientes de los tratamientos AC 500 y 250 ppm y el testigo, esto se debe a que la capacidad antioxidante del AC, es inferior a la del AA, lo cual se refleja en el comportamiento observado en las rodajas de tomates de los tratamientos con AA (150 y 300 ppm), las cuales presentaron las menores variaciones (figura 1c).

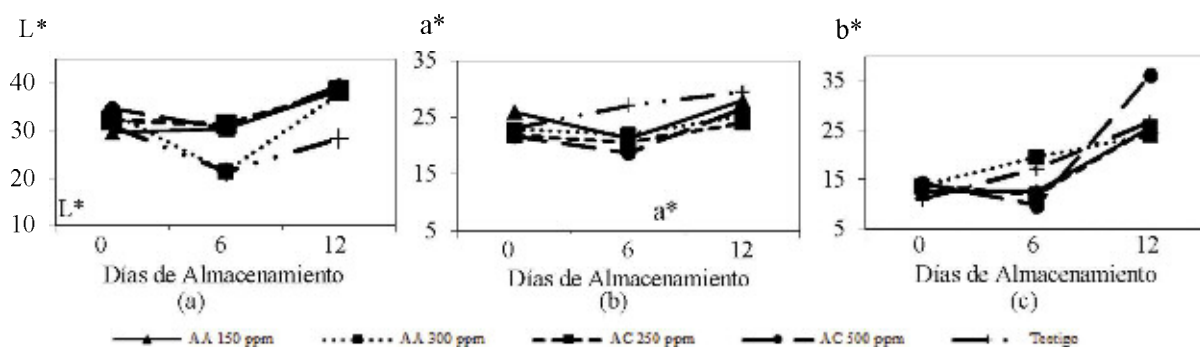


Figura 1. Cambios de Color en tomate mínimamente procesado: (a) L^* , (b) a^* y (c) b^* .

Evolución de los ácidos

Hubo disminución de los ácidos en las rodajas de los 5 tratamientos (tabla 1); la menor disminución se presentó en los frutos del tratamiento con AC 250 ppm, mientras que las mayores pérdidas se presentó en los tomates testigo. Este comportamiento era de esperarse ya que la actividad respiratoria se disminuye ante la presencia de agentes acidificantes, como los ácidos ascórbico y cítrico. Similar comportamiento fue observado en peras mínimamente procesadas (4).

Tabla 1. Variación de los Ácidos Ascórbico (AA), Cítrico (AC) y Málico (AM) (mg/100 g).

Tratamiento	DÍA CERO			DÍA DOCE		
	AA	AM	AC	AA	AM	AC
AA 150 ppm	16,5 ^a	3,5 ^a	4,6 ^a	12,0 ^b	2,6 ^a	3,6 ^b
AA 300 ppm	15,0 ^a	3,5 ^a	5,1 ^a	9,0 ^b	2,0 ^b	3,5 ^b
AC 250 ppm	16,8 ^a	3,8 ^a	5,0 ^a	15,6 ^a	3,1 ^a	4,4 ^a
AC 500 ppm	16,5 ^a	4,0 ^a	4,6 ^a	11,6 ^b	3,0 ^a	3,0 ^b
Testigo	15,5 ^a	4,0 ^a	5,2 ^a	5,5 ^c	2,2 ^b	1,8 ^c
Significancia	*	*	*	**	**	**

* Diferencia estadística significativa a nivel del 5%.

** Diferencia estadística significativa a nivel del 1%.

CONCLUSIONES

Las rodajas de tomate que presentaron mayor estabilidad respecto a los cambios de color y a los ácidos durante los 12 días de almacenamiento fueron las provenientes del tratamiento con AC 250 ppm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gosla U, Chen KY. Nutraceutical apoptosis and disease prevention. *Nutrition*. 2004; 20 (1): 95-102.
2. Thybo A, Edelebos L. Effect of organic growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. *Food Sci Technol*. 2006 Oct; 39 (8): 835-843.
3. Arias E, González J. Browning prevention by ascorbic acid and 4-Hexylresorcinol: different mechanisms of action on polyphenol oxidase in the presence and in the absence of substrates. *J Food Sci*. 2007 Nov; 72 (9): 464-470.
4. Pérez L, Cabrera M, Chafer A. Effectiveness of antibrowning agents applied by vacuum impregnation on minimally processed pear. *Food Sci Technol*. 2011 Dec; 44 (10): 2273-2280.

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE HONGOS CONTAMINANTES EN QUESO PAIPA DEL MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ.

ISOLATION AND PRELIMINARY IDENTIFICATION OF CONTAMINANTS FUNGI IN THE PAIPA CHEESE FROM PAIPA, BOYACÁ.

ARTÍCULO CORTO

María B. CARRERO B.¹, Alfredo LÓPEZ-MOLINELLO^{2*}

RESUMEN

El queso Paipa es el único queso típico colombiano que involucra maduración. Se investigó la calidad microbiológica desde el punto de vista de la flora fúngica del queso Paipa de una fábrica en el municipio de Paipa. Se analizaron muestras de leche y queso en distintos estadios de maduración 1, 5 y 10 días. Se realizó la identificación macroscópica y microscópica; adicionalmente, también pruebas bioquímicas a las levaduras. En la leche, la media del recuento de hongos filamentosos y de levaduras fue de $3,88 \log_{10}$ UFC/g y de $4,6 \log_{10}$ UFC/g, respectivamente. En las muestras de queso, el recuento de hongos filamentosos estuvo dentro del rango $1,43$ y $2,52 \log_{10}$ UFC/g, y de levaduras entre $4,0$, y $4,98 \log_{10}$ UFC/g. Se encontró en las muestras de leche y en las de queso los géneros de hongos filamentosos: *Penicillium*, *Geotrichum*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Phoma*, y levaduras: *Trichosporum beigelli*, *Candida rugosa*, *Cryptococcus uniguttulatus* y *Rhodotorula* spp. Algunas especies de hongos filamentosos y levaduras pueden potencialmente causar problemas tanto económicos como sensoriales, y la posible producción de micotoxinas, las cuales pueden convertirse en un riesgo de salud pública.

Palabras clave: queso madurado, contaminación, mohos, levaduras.

ABSTRACT

Paipa cheese, the only typical Colombian cheese that involves a maturation process. The microbiological quality of the Paipa cheese was studied, from the point of view of the fungal flora of the cheese of a manufacturing plant in Paipa. Samples of milk and cheese, at different stages of maturation (1, 5 and 10 days). Subsequently, macroscopic and microscopic identification was done, and biochemical tests were performed in yeasts. In milk, the average count of filamentous fungi and yeasts was $3.88 \log_{10}$ CFU/g and $4.6 \log_{10}$ CFU/g, respectively. In cheese samples, filamentous fungi count was within the range of 1.43 and $2.52 \log_{10}$ CFU/g, and yeast counts were of 4.0 and $4.98 \log_{10}$ CFU/g. In milk and cheese samples, the mold genera found were *Penicillium*, *Geotrichum*, *Fusarium*, *Botrytis*, and *Phoma*, along with the yeast genera *Trichosporum beigelli*, *Candida rugosa*, and *Cryptococcus uniguttulatus* and *Rhodotorula* spp. Some species of filamentous fungi and yeasts can potentially cause both economic and sensory problems, including the production of mycotoxins which can pose a risk to public health.

Keywords: Paipa cheese, contamination, molds, yeasts.

1 Universidad de La Salle.

2 Programa Ingeniería de Alimentos. Universidad de La Salle.

* Autor a quien debe dirigirse la correspondencia: alopez@unisalle.edu.co

INTRODUCCIÓN

El queso Paipa es el único queso madurado que produce el país. Se elabora artesanalmente a partir de leche cruda (1). Este proceso es catalizado por organismos secundarios como los hongos, los cuales contribuyen al proceso de maduración. Sin embargo, otras variedades de hongos causan pérdidas económicas, problemas de calidad y de salud (2). Por lo anterior se aisló e identificó los hongos que pudieran influir negativamente involucrados en el proceso de elaboración de este queso.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en una empresa de productos lácteos en el Municipio de Paipa, Boyacá. El aislamiento tanto de las levaduras como de los mohos se realizó con base en los protocolos propuestos por Samson, 2004 (3). A 10 g ó ml de la muestra se adicionó 90 ml de agua peptona al 0,1% y se homogenizó en licuadora. Se sembró en superficie las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} en agar extracto de malta para hongos filamentosos y en agar YGC para el aislamiento de levaduras. La incubación se realizó entre 25 - 30°C por 5 - 7 días.

Identificación de mohos

La observación macroscópica se realizó teniendo en cuenta color anverso, color reverso, textura y presencia de pigmentos difusibles. Se realizó la identificación microscópica de las colonias identificando especialmente las estructuras vegetativas (3).

Identificación de levaduras

Para la identificación macroscópica se observó las características de apariencia, textura, color, borde, tamaño, producción de pigmento. Luego de la identificación inicial se logró obtener 7 cepas de levaduras diferentes, las cuales se determinaron bioquímicamente usando dos kits de identificación. Los datos tomados fueron analizados estadísticamente usando el análisis de varianza (test de ANOVA). El nivel de significación establecido previamente fue de $p < 0,05$ Las medias fueron comparadas usando Student t-test.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de los datos obtenidos del recuento de mohos y levaduras en \log_{10} ufc/ml ó g, al igual que recuentos de otras investigaciones en quesos madurados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados recuento de hongos diversos quesos madurados.

MUESTRA	RESULTADOS INVESTIGACION		RESULTADOS GODIC Y VENGUST (4)		RESULTADOS PEREIRA(5)
LECHE	mohos	levaduras	mohos	levaduras	levaduras
	3,88	4,6	3,1	1,7	
QUESO	mohos	levaduras	mohos	levaduras	levaduras
	1,43- 2,52	4, 1 - 4,98	1,3- 1,5	1,5	5- 6

En las muestras de leche y queso, se encontraron rangos de valores de mohos similares a los reportados por Godic *et al.*, 2008 (4); sin embargo, los recuentos de levaduras son superiores, aunque estos concuerdan con los reportados por Pereira, 2000 (5). Los análisis macroscópicos y microscópicos permitieron la identificación del género *Penicillium*, donde se encuentran especies como *P. commune*, que ha sido reportado como agente deteriorante en el queso Cheddar y en los quesos Italianos goats y sheep's. La especie *P. verrucosum* se ha determinado como un contaminante visible de quesos en los sitios de comercialización (2). En el caso *P. sorghina* fue reportada en queso Cheddar *et al.*, 2007 (6). Dentro del género *Fusarium* se encuentra la especie

F. moniliforme, reportada en la superficie de los quesos. El género *Botrytis* ha sido reportado muy pocas veces como contaminante en quesos madurados, sin embargo, la especie *B. cinérea* fue detectada, como contaminante en ambientes de fábricas queseras en Noruega (7). El género *Geotrichum* ha sido reportado como benéfico, ya que afecta la bioquímica del queso durante la maduración. Dentro del género *Phoma*, se ha encontrado algunas especies que pueden ser toxigenicas: *P. exigua* y *P. sorghina*, las cuales pueden producir ácido tenuazónico; *P. herbarum* produce citocalasinas (8). También se encontró la especie *Trichosporon beigeli*, reportada como contaminante presente en el ambiente y que llega durante su producción y maduración (9). *Candida*

rugosa aislada de otros tipos de quesos madurados como es el caso del queso Cabrales *et al.*, 2007 (10). Además, de ser reportada como contaminante en ambientes queseros. Las especies de *Rhodotorula* generalmente son reportadas como fuente de origen de contaminación a partir del ambiente al igual que contaminante natural (9).

CONCLUSIONES

Aunque no hay normatividad vigente de la presencia de estos microorganismos en los quesos madurados colombianos, su presencia e incidencia pueden causar toxiinfecciones alimentarias según el caso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Banco ganadero e Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guía para producción de quesos colombianos. Colombia: Banco Ganadero; 1994. p. 7-11, 110-113.
2. Hayaloglu A, Airbag S. Microbial quality and presence of moulds in Kufllu cheese. *Int J Food Microbiol.* 2007 Apr 20; 115 (3): 376-380.
3. Samson R. Introduction to food- and airborne fungi. Holanda: CBS, 2004.
4. Godic K, Vengus T. The presence of yeasts, moulds and aflatoxin M1 in raw milk and cheese in Slovenia. *Food Control.* 2008 Jun; 19 (6): 570-577.
5. Pereira S, Potes M, Marinho A, Malfeito M, Loureiro V. Characterisation of yeast flora isolated from an artisanal Portuguese ewes' cheese. *Int J Food Microbiol.* 2000 Sep 15; 60 (1): 55-63.
6. Oyugi E, Buys E. Microbiological quality of shredded cheddar cheese packaged in modified atmospheres. *Int J Dairy Technol.* 2007 Apr 13; 60 (2): 89-95.
7. Finne C, Skaar I. Mould growth on the Norwegian semi – hard cheeses Norvegia and Jarlsberg. *Int J Food Microbiol.* 2000 Dec 5; 62 (1-2): 133-137.
8. Carrillo L. Los hongos de los alimentos y forrajes. Argentina: Universidad Nacional De Salta. 2003.
9. Viljoen B, Knox AM, De Jager PH, Lourens-Hatting A. Development of yeast populations during processing and ripening of blue veined cheese. *Food Technol Biotech.* 2003; 41 (4): 291-297.
10. Alvarez-Martin P, Florez A, Lopez-Diaz T, Mayo B. Morphotypic and molecular identification of filamentous fungi from Spanish blue-veined Cabrales cheese, and typing of *Penicillium roqueforti* and *Geotrichum candidum* isolates. *Int Dairy J.* 2007 Apr; 17 (4): 350-357.

EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE QUITOSANO Y ACEITES ESENCIALES EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) MÍNIMAMENTE PROCESADO

EFFECT OF EDIBLE COATING OF CHITOSAN AND ESSENTIAL OILS ON MICROBIOLOGICAL QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED MANGO (*Mangifera indica* L.)

ARTÍCULO CORTO

Fabián RICO R.¹, Carolina GUTIÉRREZ C.¹, Consuelo DÍAZ-MORENO¹

RESUMEN

El mango mínimamente procesado es un producto de gran aceptación con una vida útil corta. Con el ánimo de evaluar su calidad microbiológica los cubos de mango lavado y desinfectado fueron recubiertos con recubrimientos de quitosano a concentración del 2% y aceites esenciales de naranja (1%) y limón (1%) encontrando una reducción significativa ($p < 0,05$) en la presencia de coliformes, psicrófilos, hongos y levaduras, comparado contra una muestra control sin recubrimiento.

Palabras clave: vida útil, enterobacterias, crecimiento bacteriano, aceites esenciales.

ABSTRACT

Minimally processed mango is widely accepted but with short shelf life. With the aim of evaluate its microbiological quality, cut mango was coated with chitosan (2%) and essential oils of lemon or orange (1%). There was found significant reduction ($p < 0,05$) in coliform, psychrophilic and fungi and yeasts compared with a control.

Keywords: Shelf life, enterobacteriaceae, bacterial growth, essential oil.

INTRODUCCIÓN

El mango es una de las frutas más apetecidas mundialmente para consumo en fresco debido a su aceptación sensorial y sus características nutricionales (1). Además, es considerado fuente de antioxidantes como ácido ascórbico y carotenoides, responsables del color característico (2). Múltiples estudios han sido realizados para prolongar la vida útil de los productos mínimamente procesados (MP) durante el almacenamiento (3). Una de las técnicas de conservación utilizadas es el uso de recubrimientos comestibles (4) con el fin de evitar pardeamiento, pérdida de humedad y textura (5, 6). El recubrimiento de quitosano (CH), un polímero obtenido del exoesqueleto de crustáceos, utilizado como recubrimiento comestible por sus propiedades

antimicrobianas y su capacidad de vehiculizar sustancias bioactivas como aceites esenciales (AES) que confieren atributos sensoriales y poseen capacidad microbicida (6, 7). Éste trabajo analiza el efecto de recubrimientos comestibles con mezcla de CH y AES de limón y naranja sobre la calidad microbiológica del mango MP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

El mango (*Mangifera indica* L.) variedad *Tommy Atkins*, adquirido en un mercado local proveniente de Tolima (Colombia), con máximo 5 días de almacenamiento después de cosechado, se seleccionó según atributos de sanidad. Fue lavado

¹ Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: faricoro@unal.edu.co

y desinfectado con hipoclorito de sodio a 100 ppm, pelado y troceado en cubos de 1 cm. Se realizó 4 tratamientos y cada uno fue inmerso en cloruro de calcio al 0,5% y en ácido cítrico al 1,0% según protocolo realizado por Arias, 2007 (8). Posteriormente, una solución al 0% (control), 2% de CH (Sigma-Alrich), 2% CH - 1% AES de naranja y 2% CH - 1% AES de limón. La preparación del recubrimiento se hizo con modificación de la metodología descrita por Sánchez-González *et al.*, 2011 (5). Se disolvió CH (2% m/v) en ácido láctico al 1% v/v a 40 °C durante 2 h, tween80® como emulsificante y AES de limón o naranja 1% v/v (Aromasynt SAS) agitándose a 800 rpm durante 3 h y desgasificándose a 25°C.

Aplicación de los recubrimientos

El mango fue inmerso en cada tratamiento durante 10 min (9), secándose por 1 h y almacenados a 4°C en envases de poliestireno durante 12 días, se tomó muestras a los 0, 8 y 12 días para análisis microbiológico.

Análisis microbiológico

Se homogenizó 11 g de muestra en 99 ml de agua peptonada (10^{-1}) y se realizó diluciones, 10^{-2} y 10^{-3} . Se cuantificó la presencia de coliformes totales (CT) y fecales (CF) a 37 y 44°C, respectivamente, por técnica de número más probable en caldo BRILA (Merck), caldo triptófano (Oxoid) y agar EMB (Merck), psicrófilos aerobios viables en *Agar Plate Count* (Merck) a 4°C y hongos y levaduras (HL) en Agar OGY (Oxoid) a 24°C. Los valores se reportaron como Log UFC/g.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de ANAVA utilizando un diseño completamente al azar, con comparaciones múltiples de Tukey, las diferencias fueron consi-

deradas significativas con probabilidades menores de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis microbiológico

La figura 1 muestra los resultados de las pruebas realizadas para el mango en los diferentes tratamientos a los 0, 8 y 12 días de almacenamiento. Se observó reducción en la velocidad de crecimiento de hongos y levaduras para C2-0; CN2-1 y CL2-1 durante el tiempo de muestreo, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) frente al control (C0-0), coincidiendo con Jitareetat *et al.*, 2007 (10), quien reportó disminución de crecimiento de *Colletotricum gloesporioides* en mangos utilizando CH al 2%.

No se reportó crecimiento de psicrófilos durante el almacenamiento. Para el crecimiento de CT no hubo diferencias estadísticas ($p > 0,05$). No se reportó CF. Se observó disminución de CT en C2-0 en una unidad logarítmica (1,18 a 0,48) y CN2-1 (0,95 a 0,30) durante el tiempo de almacenamiento, indicando acción antimicrobiana del CH sobre este grupo de microorganismos, concordando con el trabajo realizado por Chien *et al.*, 2009 (9), quien reportó acción bactericida del CH (2%) en muestras de mango analizadas durante 7 días. De igual manera se observó que el CH con AES de limón presenta mayor actividad bactericida que fungicida, mientras que el AES de naranja presenta una acción moderada frente a ambos grupos de microorganismos, en general el CH por sí mismo es capaz de reducir el crecimiento microbiano; sin embargo, se observa que al utilizar el AES de limón su actividad aumenta, este mismo comportamiento es reportado en otros estudios con diferentes AES (7, 11, 12), este resultado se debe posiblemente al limoneno en el AES de limón que actúa junto con el CH sobre los microorganismos.

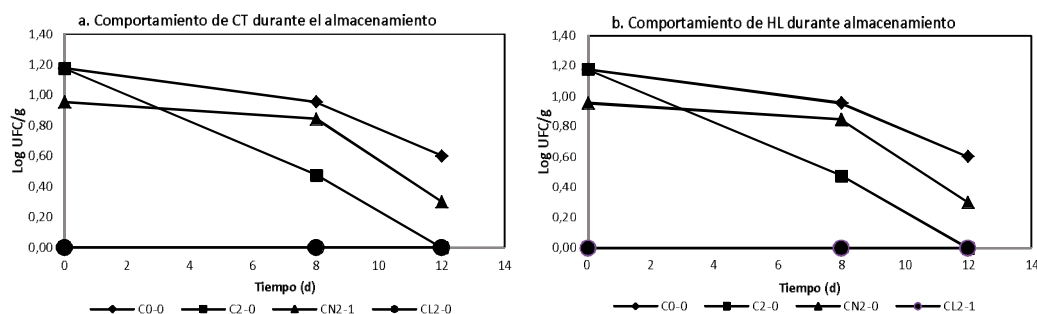


Figura 1. Mango MP almacenado durante 12 días a 6°C. Control (C0-0), CH al 2% (C2-0), CH al 2% y AES de naranja al 1% (CN2-1) y CH al 2% y AES de limón al 1% (CL2-1).

CONCLUSIONES

El quitosano es una sustancia bioactiva que protege el mango del crecimiento de microorganismos causantes de su deterioro; sin embargo, esta acción se ve incrementada por la combinación del CH y AES; AES de limón presenta un efecto sinérgico con el CH para el control de bacterias en el mango mínimamente procesado y un efecto moderado en el control de crecimiento de HL.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chiumarelli M, Ferrari CC, Sarantópoulos C, Hubinger MD. Fresh cut 'Tommy Atkins' mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta Crantz*) starch or sodium alginate. *Innov Food Sci Emerg*. 2011; Forthcoming.
2. Brecht JK. Manual de prácticas para el mejor manejo poscosecha del mango. 1^{era} ed. Orlando, Florida: Universidad de Florida; 2011.
3. Slaughter DC. Métodos para el manejo de la maduración en mango: Una revisión bibliográfica. 2009: 12.
4. Jiang Y, Li Y. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chem*. 2001; 73 (2): 139-43.
5. Sánchez-González L, Pastor C, Vargas M, Chiralt A, González-Martínez C, Cháfer M. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. *Postharvest Biol Technol*. 2011 Apr; 60 (1): 57-63.
6. Vu KD, Hollingsworth RG, Leroux E, Salmieri S, Lacroix M. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Resea Int*. 2011 Jan; 44 (1): 198-203.
7. Ojagh SM, Rezaei M, Razavi SH, Hashem SM. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chem*. 2010 Sep 1; 122 (1): 168. Arias E. Pera en cuarta gama: diseño del proceso y estudio de los mecanismos de control del pardeamiento enzimático [Disertación]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 2007.
9. Chien PJ, Chien PJ, Sheu F, Yang FH. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *J Food Eng*. 2007; 78 (1): 225-229.
10. Jitareerat P, Paumchai S, Kanlayanarat S, Sangchote S. Effect of chitosan on ripening, enzymatic activity, and disease development in mango (*Mangifera indica*) fruit. *New Zeal J Crop Hort*. 2007; 35 (2): 211-218.
11. Sánchez-González L, González-Martínez C, Chiralt A, Cháfer M. Physical and antimicrobial properties of chitosan-tea tree essential oil composite films. *Journal of food engineering*. 2010; 98: 10.
12. Gómez-Estaca J, López de Lacey A, López-Caballero ME, Gómez-Guillén MC, Montero P. Biodegradable gelatine-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiology*. 2010 May 15; 27: 8.

EFEECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE LAS PROPIEDADES FISCOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL ZUMO DE TAMARILLO (*Solanum betaceum*)

EFFECT OF HEAT TREATMENT ON PHYSICO-CHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF TAMARILLO JUICE (*Solanum betaceum*).

ARTÍCULO CORTO

Maira P. MACA¹, Diego F. MEJIA^{1*}, Oswaldo OSORIO²

RESUMEN

El zumo de tomate de árbol se sometió a dos tratamientos térmicos: 60°C - 20s y 90°C - 20s, a los que se les realizó un análisis sensorial para determinar el grado de aceptación y discrepancia entre los zumos tratados y el fresco. Los jueces consumidores y entrenados establecieron que las características de un zumo tratado a 60°C - 20s posee similitud con un zumo fresco, mientras que el zumo tratado a 90°C - 20s fue rechazado, debido al aroma desarrollado. Al tratamiento 60°C - 20s se le determinó las propiedades fisicoquímicas estableciendo que el zumo no sufre modificaciones composicionales. Se concluye que con un tratamiento a 60°C - 20s se obtiene un zumo similar al fresco en cuanto a las características evaluadas.

Palabras clave: tratamiento térmico, zumos, propiedades fisicoquímicas, análisis sensoriales, tamarillo.

ABSTRACT

Tree tomato juice was subjected to two thermal treatments, 60°C - 20s and 90°C - 20s which were evaluated by a sensory analysis to determine the degree of acceptance and discrepancy between the treated and fresh juices. Consumers and trained judges established that the juice treated 60°C - 20s has similarity to a fresh juice, while the one treated 90°C - 20s was rejected due to bad odor developed. It was stated that the juices didn't change its composition after the first treatment. We conclude that treatment at 60°C - 20s is similar to fresh juice in terms of traits.

Keywords: Heat treatment, juices, physicochemical properties, sensory analysis, tamarillo.

INTRODUCCIÓN

La tendencia actual de los consumidores a adquirir alimentos con alta calidad sensorial y valor nutritivo ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías de conservación, buscando métodos más eficientes con aplicación industrial. Sin embargo, debido a sus altos costos, el uso de los tratamientos térmicos, sigue siendo el proceso más usado (1, 2). En los zumos de frutas el objetivo es aplicar tratamientos térmicos mínimos para evitar el deterioro de sus propiedades. Cuando se establece el tratamiento térmico adecuado, se busca una relación entre la

inactivación enzimática/microbiológica y la calidad organoléptica/nutritiva del mismo (1).

Según lo expuesto por Osorio-Mora, 2008 (1), Lee *et al.*, 2003 (3) y Manso *et al.*, 2001 (4), un tratamiento térmico destruye gran cantidad de enzimas y microorganismos, aumentando su vida útil, pero también ocasiona una mayor alteración en el aroma, sabor y nutrientes en los alimentos. Los efectos de la pasteurización han sido estudiados en frutas como fresa (1, 5) naranja y zanahoria (6). Para el tomate de árbol no se ha encontrado ninguna referencia bibliográfica al respecto. Por ello, el objetivo de este

¹ Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Nariño

² Grupo de investigación Tecnologías Emergentes en Agroindustria (TEA). Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: diegomejias@hotmail.com

trabajo fue estudiar el efecto de la pasteurización sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del zumo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del zumo

Los frutos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) fueron recolectados en 10 municipios del departamento de Nariño. El zumo se extrajo en una licuadora industrial.

Tratamiento térmico

El zumo se pasteurizó, utilizando un baño termostático (Eyela OSB 2000) y un lector de termocuplas (TECPEL DTM-305).

Determinación de las propiedades fisicoquímicas

Se midió humedad y materia seca (secado en estufa), ceniza (incineración), fibra cruda (digestión), proteína cruda (Kjeldahl), energía (bomba calorimétrica), fósforo (colorimetría), hierro-calcio (oxidación húmeda, EAA), carbohidratos totales (hidrólisis directa), acidez titulable (NTC 4623), °Brix (refractométrico), y pH (pH-metro) (7).

Evaluación sensorial

Se trabajó con 3 muestras: zumo fresco, pasteurizado a 60°C x 20s y 90°C x 20s. Las pruebas sensoriales utilizadas fueron: la "prueba afectiva", con 60 jueces consumidores, evaluada mediante la medición del grado de satisfacción con escala hedónica verbal para calificar si gusta o disgusta el color, sabor, olor; y la "prueba discriminativa" con 8 jueces entrenados, en la que se evaluó si existe diferencia entre los zumos, mediante el ordenamiento de la intensidad de los atributos, color, sabor, olor y acidez (8-11).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados empleando el software estadístico InfoStat versión 2011; se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias LSD Fisher. Posteriormente, se valoró de manera global con el gráfico radar/araña.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valoración global de la evaluación sensorial

En la figura 1 se observa que no existen diferencias significativas en las medias de los parámetros evaluados entre un zumo fresco y el pasteurizado a 60°C x 20s, mientras que la evaluación del tratamiento a 90°C x 20s no gustó a los consumidores. De acuerdo a los comentarios de los jueces la característica peor evaluada fue el olor, debido al aroma a cocido como consecuencia del tratamiento térmico.

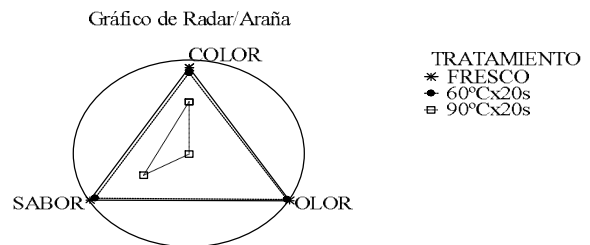


Figura 1. Prueba sensorial afectiva.

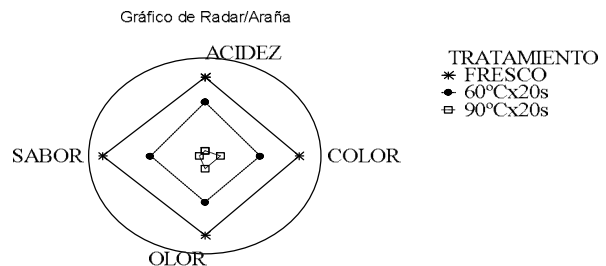


Figura 2. Pruebas sensoriales discriminativas.

La figura 2 muestra que la mayor puntuación para todas las características evaluadas la obtuvo el zumo fresco, con mayor intensidad que el zumo a 60°C x 20s y superiores a las mostradas por el zumo a 90°C x 20s. Se determinó que el mejor tratamiento fue el realizado a 60°C x 20s, y se le realizó los análisis fisicoquímicos para buscar cambios composicionales.

Los resultados obtenidos nos llevan a confirmar lo expuesto por Osorio-Mora, 2008 (1), pues se estableció que la temperatura a la cual se expone un zumo ocasiona cambios en las propiedades sensoriales del producto y estas a su vez son detectadas y rechazadas por el consumidor.

Determinación de las propiedades fisicoquímicas

El análisis estadístico para la evaluación fisicoquímica mostró que no existe diferencia significativa entre el zumo fresco y el tratado térmicamente para los parámetros evaluados, a un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, se prueba que el zumo pasteurizado a 60°C x 20s conserva las propiedades fisicoquímicas de un producto fresco.

Finalmente, se puede afirmar que un tratamiento térmico suave reduce considerablemente el impacto de las altas temperaturas sobre la calidad de los alimentos, manteniendo en alto grado sus propiedades nutritivas y sensoriales.

CONCLUSIONES

El zumo de tomate de árbol tratado a 60°C x 20s tuvo un alto grado de aceptación entre los jueces consumidores y entrenados, destacándose por su similitud al zumo fresco y además sufrió mínimas modificaciones composicionales, mientras que el zumo tratado a 90°C x 20s fue rechazado en los análisis sensoriales, debido al desarrollo de aromas a cocido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Osorio-Mora O. Influencia de tratamientos térmicos en la calidad y estabilidad del puré de Fresa (*Fragaria x Ananassa, Cv. Camarosa*). Universidad Politécnica de Valencia - Consejo Superior de Investigaciones Científicas Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos; 2008.
- Terpinc P, Abramovič H. A kinetic approach for evaluation of the antioxidant activity of selected phenolic acids. *Food Chem.* 2010 Jul; 121 (2): 366-371.
- Lee HS, Coates G. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments. *Food Sci Technol-LEB.* 2003 Feb; 36 (1): 153-156.
- Manso MC, Oliveira FAR, Oliveira JC, Frias JM. Modelling ascorbic acid thermal degradation and browning in orange juice under aerobic conditions. *Int J Food Sci Technol.* 2001; 36 (3): 303-312.
- Klopotek Y, Otto K, Böhm V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *J Agr Food Chem.* 2005 Jul 13; 53 (14): 5640-5646.
- Rivas A, Rodrigo D, Martínez A, Barbosa-Cánovas GV, Rodrigo M. Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of blended orange and carrot juice. *Food Sci Technol-LEB.* 2006 Dec; 39 (10): 1163-1170.
- Ramírez-Benavides NS. Optimización del proceso de elaboración de pulpa de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*), maximizando la retención de ácido ascórbico. Universidad Técnica Particular De Loja; 2008.
- Anzaldúa-Morales A. La Evaluación Sensorial de Los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Acribia; 1994.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Análisis sensorial. Metodología. Guía general. Bogotá: ICONTEC; 2002.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Análisis sensorial. Metodología. Ordenación de acuerdo con un criterio específico (Ranking). Bogotá: ICONTEC; 2001.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores. Parte 1. Evaluadores seleccionados. Bogotá: ICONTEC; 1997.

CONSERVACIÓN DEL MELÓN CANTALOUPE (*Cucumismelo L. var. Cantalupensis*) FRESCO CORTADO RECUBIERTO Y ALMACENADO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS

CONSERVATION MELÓN CANTALOUPE (*Cucumismelo l. Var. Cantalupensis*) FRESH- CUT COATED AND STORED IN MODIFIED ATMOSPHERES

ARTÍCULO CORTO

Carolina BUITRAGO A.¹, Alejandra SAAVEDRA M.¹, Magda I. PINZÓN^{1*}

RESUMEN

Se determinó experimentalmente la mejor mezcla de recubrimientos comestibles a base de alginato, glicerol y pectina sobre trozos de melón Cantaloupe (*Cucumismelo l. Var. Cantalupensis*) para alargar la vida de anaquel con base en la caracterización de resistencia al vapor de agua, transparencia y aceptación por un panel no entrenado. Posteriormente, se estableció el tiempo máximo de conservación de las características físicas, fisicoquímicas y fisiológicas bajo condiciones de refrigeración de trozos de melón fresco cortado recubierto, almacenado en atmósfera natural, vacío y en atmósferas modificadas.

Palabras clave: melón, recubrimiento, alginato, glicerol, vacío.

ABSTRACT

Experimentally determined the best mix of edible coatings based on alginate, glycerol and pectin on Cantaloupe melon pieces (*Cucumismelo l. Var. Cantalupensis*) to lengthen the shelf life based on the characterization of watervapor resistance, transparency and acceptance by a trained panel. Subsequently established the maximum storage time of the physical, physicochemical and physiological conditions of cooling fresh-cut melon pieces coated, stored in natural atmosphere, vacuum and modified atmosphere.

Keywords: melon, coating, alginate, glycerol, vacuum.

INTRODUCCIÓN

El melón Cantaloupe es una fruta climatérica muy apreciada, debido a sus características sensoriales, sabor refrescante, dulce y agradable aroma (1). El área de producción depende del mercado ya que el corto ciclo productivo de esta fruta permite mantener los volúmenes a comercializar dependiendo del comportamiento de la demanda (2). Por esta razón, se debió innovar en métodos de conservación para extender la vida útil en este fruto, para así evitar efectos perjudiciales sobre la calidad del melón fresco cortado y beneficiar tanto a los productores como a los consumidores.

Los recubrimientos comestibles son conocidos por extender la vida útil y la calidad del alimento sirviendo como barreras selectivas a la transferencia de humedad, el consumo de oxígeno, la oxidación lipídica y la pérdida de los aromas volátiles y sabores. Cuando se usan como recubrimientos en los vegetales frescos cortados (PVFC) ellos reducen los efectos perjudiciales que se dan por el procesado mínimo (3). Es por esto que fue necesario establecer el recubrimiento que ofreciera mejor barrera para alargar la vida de anaquel del melón fresco cortado, mediante la evaluación de las propiedades físicas y químicas de los trozos de melón durante un mes de almacenamiento en atmósfera natural, vacío y atmósferas modificadas (AM).

¹ Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos-CYTA. Laboratorio de Investigaciones en Postcosecha (LIP). Facultad de Ciencias Agroindustriales. Universidad del Quindío. Calle 12 N Carrera 15, Armenia, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mipinzon@uniquindio.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

La textura de la pulpa de melón se midió con un texturómetro, con el objetivo de evaluar los parámetros de fuerza máxima de fractura.

El color de los trozos de frutos de melón Cantaloupe almacenado se midió por reflectancia utilizando un espectrocolorímetro. Allí se observó los siguientes parámetros: luminosidad (L^*) parámetros a^* y b^* , cromaticidad (Cab^*), y matiz (h°). Se formuló los porcentajes de los recubrimientos de alginato (1%, 1,5% y 2%), glicerol (1%, 1,5% y 2%) y pectina (0,5 %, 0,75%, 1%) (4).

La resistencia al vapor de agua se siguió mediante la metodología utilizada por Villalobos-Carvajal *et al.*, 2009 (5). La transparencia de las soluciones de recubrimientos se realizó por reflectancia en un espectrocolorímetro, con un observador de 10° e iluminate D65, y se determinó aplicando la teoría de Kubelka-Munk por múltiple scattering del espectro de reflectancia (6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar el comportamiento de este recubrimiento en trozos de melón se basó en concentraciones experimentales de alginato al 1%, 1,5% y 2%, glicerol al 1%, 1,5% y 2%, se estableció concentraciones más bajas de pectina tales como: 0,5%, 0,75% y 1%.

Resistencia al vapor de agua (RVA)

La resistencia al vapor de agua permite conocer el comportamiento que tiene cada solución con respecto al fruto y qué función está ejerciendo sobre este. De acuerdo con este parámetro se realizó este análisis al melón cortado en cubos con cada una de las soluciones.

Estadísticamente existe una diferencia significativa entre el RVA y las concentraciones de las soluciones, se observa en la figura 1 que el alginato al 2% fue el de mayor resistencia y el alginato al 1,5% el de menor.

La mezcla de la solución de alginato con pectina no mejora las propiedades de barrera al vapor de agua, ya que a medida que aumenta la concentración de pectina el RVA disminuye.

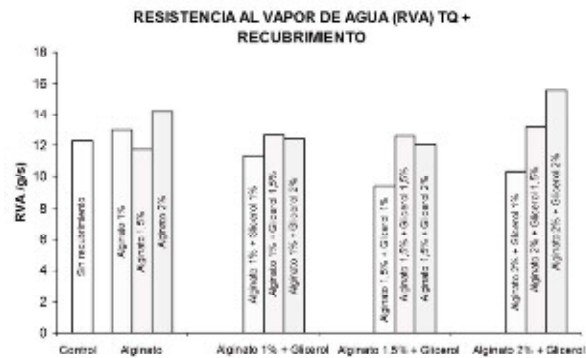


Figura 1. Resistencia al vapor de agua para las soluciones de Alginato y Glicerol a diferentes concentraciones.

Transparencia

La transparencia de los recubrimientos de alginato, glicerol y pectina en mezcla a diferentes concentraciones tiende a aumentar la transmitancia interna (T_i) a medida que aumenta la longitud de onda. Un aumento en los valores de T_i está relacionado con recubrimientos más homogéneos y transparentes, mientras que una disminución implica una opacidad del recubrimiento (7).

A mayor concentración de alginato y glicerol mayor es la transparencia del recubrimiento, mientras que con la pectina, ésta disminuye la T_i .

Almacenamiento

El resultado del panel sensorial con jueces no entrenados estableció que no hubo ninguna diferencia significativa en cuanto al sabor y textura de los trozos de melón recubierto con las soluciones seleccionadas.

La textura de los trozos de melón fue menor en los empaques de atmósferas modificadas, y disminuyó con el tiempo de almacenamiento tanto en el fruto fresco como recubierto empacado a granel; mientras que en el recubierto empacado al vacío se mantuvo constante, por lo que el recubrimiento y la atmósfera creada en este empaque impedirían la pérdida de firmeza y deterioro.

El color de los trozos de melón fresco y recubierto presentó una disminución en L^* , a^* , b^* y C_{ab}^* en el almacenamiento a vacío, por lo que el oscurecimiento fue menor comparado con los demás procesos y empaques, además el h_{ab} cambió con el tiempo de almacenamiento, indicando que todos tendieron a una coloración naranja característica del melón.

CONCLUSIONES

Se estableció, según los parámetros físicos, fisicoquímicos, fisiológicos, que el proceso de recubrimiento de trozos de melón fresco cortado, recubiertos y almacenados tanto al vacío como en atmósfera modificada es adecuado para alargar la vida de anaquel del melón. Sin embargo, teniendo en cuenta la presencia de exudado en los empaques de atmósfera modificada, el almacenamiento al vacío con tiempo máximo de vida entre los 14 y 21 días a 7°C parece ser el más adecuado, ya que los trozos de melón mantuvieron un comportamiento casi constante en los diferentes parámetros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Luna-Guzmán I, Cantwell M, Barrett DM. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl₂ dips and heat treatments of firmness and metabolic activity. *Postharvest Biol Technol.* 1999 Nov; 17 (3): 201-213.
2. Rojas J, Peñuela A, Gómez C, Aristizábal G, Chaparro M, López A. Caracterización y normalización de los recipientes de cosecha y empaques de la comercialización de frutas en Colombia. Chinchiná: Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA –Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENIFACÉ; 2005.
3. Tapia MS, Rojas-Graü MA, Rodríguez FJ, Ramírez J, Carmona A, Martín-Belloso O. Alginate and gellan based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *J Food Sci.* 2007 May; 72 (4): E190-196.
4. Rojas-Graü MA, Tapia MS, Rodríguez FJ, Carmona AJ, Martín-Belloso O. Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. *Food Hydrocolloid.* 2007 Sep; 21 (1): 118-127.
5. Villalobos-Carvajal R, Hernández-Muñoz P, Albors A, Chiralt A. Barrier and optical properties of edible hydroxypropyl methylcellulose coatings containing surfactants applied to fresh cut carrot slices. *Food Hydrocolloid.* 2009; 23 (2): 526-535.
6. Villalobos R, Chanona J, Hernández P, Gutierrez G, Chiralt A. Gloss and transparency of hydroxypropyl methylcellulose films containing surfactants as affected by their microstructure. *Food Hydrocolloid.* 2005 Jan; 19 (1): 53-61.
7. Pastor-Navarro C, Gonzáles-Martínez C, Chiralt-Boix A. Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa: Caracterización y aplicación [Disertación]. [Valencia, España]: Universidad Politécnica de Valencia; 2010. 270p

EVALUACIÓN DE TRANSPARENCIA Y RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA EN RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE GEL DE *Aloe barbadensis* Miller

EVALUATION OF TRANSPARENCY AND WATER VAPOR RESISTANCE OF EDIBLE COATINGS BASED ON GEL *Aloe barbadensis* Miller

ARTÍCULO CORTO

Andrés F. PÉREZ T.¹, Ángel O. IBARGÜEN D.¹, Magda I. PINZÓN F.^{1*}

RESUMEN

Los recubrimientos comestibles son una capa fina de carácter biodegradable que fortalecen las capas naturales de los frutos, evitando la pérdida de humedad y controlando los intercambios selectivos de gases que generan la senescencia. El gel de aloe vera es una sustancia transparente que se adhiere fácilmente a la epidermis de las frutas formando un recubrimiento. En este trabajo se formuló recubrimientos comestibles a partir de gel de aloe vera con adición de glicerol como plastificante a diferentes concentraciones (1 - 6% P/P) y, posteriormente, lecitina de soya (0,5 - 2% P/P) como barrera lipídica para evaluar su resistencia al vapor de agua empleando frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) y su transparencia como recubrimiento. Se determinó que el recubrimiento con concentraciones de 6% P/P y 2% P/P de glicerol y lecitina, respectivamente, presentaba una mayor resistencia al vapor de agua. Con respecto a la transparencia la adición de lecitina aumenta la opacidad de las soluciones de recubrimiento.

Palabras clave: aloe, glicerol, lecitina, transparencia.

ABSTRACT

Edible coatings are thin layer of a biodegradable character which reinforce the natural layers of fruits, preventing moisture loss and controlling the exchange of gases produced by selective senescence. Aloe vera gel is a transparent substance that easily adheres to the skin of fruits to form a coating. In this paper, edible coatings were formulated from aloe vera gel with the addition of glycerol as a plasticizer at different concentrations (5 - 10% w/w) and then soybean lecithin (0.5 - 2% w/w) as lipid barrier to evaluate their water vapor resistance using fruits of uchuva (*Physalis peruviana* L.) and transparency as a coating. It was determined that the coating concentrations of 6% and 2% glycerol and lecithin respectively had a higher resistance to water steam. With regard to the transparency, the addition of lecithin increases the opacity of the coating solutions.

Keywords: Aloe, glycerin, lecithin, transparency.

¹ Grupo de Investigación CYTA. Laboratorio de Investigaciones en Postcosecha (LIP). Facultad de Ciencias Agroindustriales. Universidad del Quindío. Calle 12 N Carrera 15, Armenia, Quindío.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia : mipinzon@uniquindio.edu.co

INTRODUCCIÓN

El empleo de recubrimientos comestibles es una tendencia prometedora para mejorar la calidad y conservación de los alimentos durante el almacenamiento, ya que partiendo de materiales biodegradables y comestibles pueden retrasar el proceso de maduración de los frutos, controlando la pérdida de humedad y contribuyendo al mejoramiento de la apariencia, tanto en firmeza, como en brillo y frescura (1-2).

El gel de aloe vera se ha empleado en diversos frutos como recubrimiento comestible, mejorando las características organolépticas y preservando los atributos que interfieren en la calidad de los mismos (3).

El objetivo de este estudio fue evaluar la funcionalidad de recubrimientos comestibles a base de gel de aloe vera, con parámetros como la transparencia de la solución y la resistencia al vapor de agua (RVA) en frutos de uchuva para establecer la mejor formulación que pueda emplearse para estudios posteriores de conservación del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y reactivos

El gel de Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) se obtuvo de un cultivo ubicado en Barcelona-Quindío, Colombia. La uchuva (*Physalis Peruviana* L.) y el glicerol grado alimentario fueron obtenidos en el mercado local de Armenia, Colombia. La lecitina de soya grado alimentario fue adquirida de la empresa Tecnas S.A.

Preparación de recubrimientos comestibles

Se formuló soluciones de recubrimientos de aloe con concentraciones de glicerol del 1 al 6% (P/P) y adición de lecitina de soya del 0,5 al 2% (P/P), obteniendo 30 recubrimientos. Cada formulación fue homogenizada en un ultraturrax a 20000 rpm por 3 min, luego fueron centrifugadas a 4000 rpm por 15 min a 4°C.

Determinación de la RVA

Se tomó cinco uchuvas, las cuales fueron sumergidas por un periodo de 15 min en cada uno de los recubrimientos, para luego ser secadas en una estufa de convección de aire caliente a una temperatura de

35°C ± 2. Los frutos recubiertos fueron introducidos en un desecador con 70% HR generada por una disolución de NaCl, al igual que una muestra control que sólo fue sumergida en agua por 1 min y secada con las demás muestras. Se registró la pérdida de peso de las muestras en una balanza de precisión de 0,0001 g en intervalos de 1 h por 10 h. Con los datos obtenidos se estimó el RVA aplicando la primera ley de Fick modificada (ecuación 1) (4):

$$RVA = \left[\frac{(a_w - \frac{\%HR}{100}) P_{vs}}{RT} \right] \left(\frac{A}{J} \right) \quad \text{Ecuación 1.}$$

Determinación de la transparencia

La transparencia de las formulaciones se midió por reflexión a 570 nm en un espectrocolorímetro, aplicando la teoría de Kubelka-Munk (ecuaciones 2-4) (5):

$$a = \frac{1}{2} \left(R + \frac{R_o - R - R_g}{R_o R_g} \right) \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$b = (a^2 - 1)^{1/2} \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$T_t^2 = (a - R_o)^2 - b^2 \quad \text{Ecuación 4.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la RVA

Los valores obtenidos para las formulaciones de glicerol y gel de aloe vera son bajos ($p < 0,05$), esto se puede atribuir a que el glicerol altera la capacidad de retención de agua en el sistema y generalmente influye en el incremento de la permeabilidad al oxígeno de los recubrimientos (6), a pesar de que el gel presenta propiedades higroscópicas, las cuales generan una barrera al vapor de agua (3). La adición de lecitina ayuda a que se presente una barrera efectiva contra el paso al vapor de agua dado a su baja polaridad (7). Esto es acorde con los altos valores de RVA obtenidos ($p < 0,05$) al adicionar las diferentes concentraciones del lípido en las formulaciones (figura 1). Además, estos valores también pueden ser atribuidos al aumento de la densidad de sólidos que incrementan el espesor de los recubrimientos mejorando así el efecto de barrera (2).



Figura 1. Valores de RVA para diferentes recubrimientos de Aloe-Glicerol-Lecitina.

Determinación de la transparencia

Los resultados del análisis evidencian que las formulaciones de recubrimientos con lecitina de soya disminuyen significativamente los valores de T_i , lo que no se evidencia con aquellas que sólo contienen el glicerol (figura 2). Esto puede ser atribuido a que a mayor presencia de fases dispersas con índices de refracción distintos se provoca una mayor dispersión de la luz. Este efecto aumenta a medida que es incrementada la concentración de lecitina, y se asocia con estructuras cerradas y materiales opacos (2-5).



Figura 2. Valores de transparencia para diferentes recubrimientos de Aloe-Glicerol-Lecitina.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que el recubrimiento de aloe con mayor RVA es aquel que contiene 6% P/P de glicerol y 2% P/P de lecitina, lo que parece indicar que dicho recubrimiento podría ser una barrera efectiva al vapor de agua y por ende una buena alternativa para la conservación de la vida útil del fruto. Con respecto a la transparencia, las formulaciones con diferentes concentraciones de glicerol y 2% P/P de lecitina fueron las más opacas al presentar los valores más bajos de T_i .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lin D, Zhao Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables, comprehensive. Food Sci Food Safety. 2007; 6 (3): 60-75.
2. Pastor C. Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa: caracterización y aplicación [Disertación]. [Valencia, España]: Universidad Politécnica De Valencia; 2010. 270 p.
3. Martínez-Romero D, Albuquerque N, Valverde J, Guillén F, Castillo S, Valero D, *et al.*, Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. Postharvest Biol Technol. 2006; 39 (1):93.100.
4. Villalobos-Carvajal R, Hernandez-Muñoz P, Albors A, Chiralt A. Barrier and optical properties of edible hydroxypropyl methylcellulose coatings containing surfactants applied to fresh cut carrot slices. Food Hydrocolloid. 2009; 23 (1): 526-535.
5. Villalobos R, Chanonab J, Hernández P, Gutiérrez G, Chiralt A. Gloss and transparency of hydroxypropyl methylcellulose films containing surfactants as affected by their microstructure. Food Hydrocolloid. 2005; 19 (1): 53-61.
6. Rojas M. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación [Disertación]. [Lleida, España]: Universitat de Lleida; 2006. 76 p.
7. Gonzalez-Aguilar G, Gardea A, Cuamea-Navarro F. Nuevas Tecnologías de Conservación de productos Vegetales Frescos Cortados. Guadalajara, México: CIAD; 2005. 558 p.

EFFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALGINATO DE SODIO Y IONES DE CALCIO SOBRE LA CALIDAD DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus Benth*)

EFFECT OF ALGINATE-BASED EDIBLE COATING AND CALCIUM IONS ON THE QUALITY OF CASTILLA BLACKBERRIES (*Rubus glaucus Benth*)

ARTÍCULO CORTO

Leidy C. AYALA S.^{1*}, Claudia P. VALENZUELA R.², Yanneth BOHORQUEZ P.²

RESUMEN

Se empacó frutos de mora en estado de madurez cinco tratadas con un recubrimiento comestible a base de Alginato de sodio-glicerol-Sorbato de Potasio-iones de calcio en contenedores plásticos macroperforados y termosellados. Durante 11 días ($3 \pm 1^\circ\text{C}$) se monitoreó acidez titulable, pH, sólidos solubles, pérdida de peso, fenoles totales y antocianinas monoméricas totales. Los resultados indicaron que el recubrimiento comestible y empaque pasivo disminuyeron la pérdida de peso y conservó la calidad por un periodo de 7 días.

Palabras clave: vida útil, compuestos bioactivos, recubrimiento comestible, calidad de los alimentos, embalaje de alimentos.

ABSTRACT

Blackberry fruits at maturity stage 5 treated with an edible coating based on sodium alginate-glycerol-potassium sorbate-calcium ions, were packaged ($3 \pm 1^\circ\text{C}$, 11 days) in macroperforated and thermosealed plastic containers. During 11 days ($3 \pm 1^\circ\text{C}$), were monitored titratable acidity, pH, soluble solids content, weight loss, total phenolic compounds and total monomeric anthocyanin content. Results pointed out that edible coating and passive packaging diminished weight loss and conserved quality for 7 days of storage.

Keywords: Shelf life, bioactive compounds, edible coating, food quality, food packaging.

INTRODUCCIÓN

El departamento del Tolima con una producción de 99.182 Toneladas en 2010 equivalente a 3,58% de la producción nacional, pone de manifiesto el potencial de este cultivo (1). La mora caracterizada como fruto no climatérico, de frágil estructura, susceptibilidad fitosanitaria, bajo índice de madurez (2) y alta perecibilidad presenta altas pérdidas durante las etapas de cosecha y postcosecha a nivel local, problemática que es abordada por la Universidad del Tolima con el fin de aportar al mejoramiento de la calidad del producto e ingresos de sus productores. El reconocimiento funcional por contenido de polifenoles, antocianinas y ácido ascórbico (3), sumado

a la demanda, aumentan el interés de la comunidad científica y comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

Los frutos recolectados en la vereda El Retiro del municipio de Ibagué, en estado de madurez cinco (4), fueron sometidos a lavado, desinfección en solución de ácido cítrico (1%), secado a $21^\circ\text{C} \pm 0.2^\circ\text{C}$, aplicación (30°C) de recubrimiento con matriz multicomponente de Alginato de Sodio (2%), glicerol (plastificante) y Sorbato de potasio (300 ppm) y reticulada con Cloruro de Calcio al

¹ Grupo de Investigación CEDAGRITOL-Universidad del Tolima.

² Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad del Tolima.

* Autor a quien debe dirigirse la correspondencia: carolinayala17@hotmail.com

2%, con base en la técnica *dipping* (5). Los frutos tratados dispuestos en contenedores de Pterefalato de polietileno (PET) macroperforados (10%) y contenedores de Polipropileno con película flexible de Polipropileno Biorientado BOPP + Polietileno de Baja Densidad PEBD Antifog de 56 micras, fueron refrigerados ($3 \pm 1^\circ\text{C}$ y 65 – 85% HR) por 11 días.

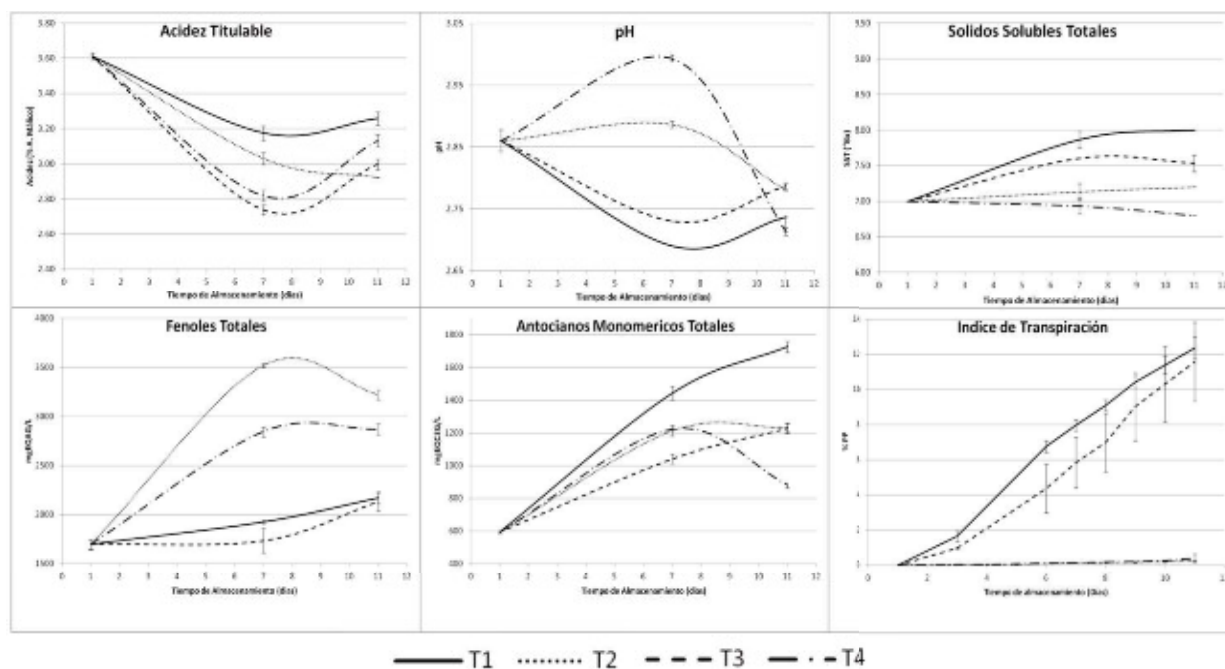
Variables Analizadas

Parámetros fisicoquímicos: Acidez titulable (6) expresada en ácido málico, pH con potenciómetro SCHOTT-CG 820 (7) y Sólidos Solubles Totales (8). Parámetro fisiológico: Índice de transpiración en %PP (9), empleando balanza de precisión electrónica HR-200 A&D. Parámetros funcionales: Fenoles Totales método Folin-Ciocalteu (10) en espectrofotómetro Uv-Vis Thermo Electron Scientific-Genesys 6, expresados en miligramos equivalentes a Ácido Gálico por litro (mgEQAG/L); Antocianinas

monoméricas Totales método diferencial de pH (11) expresadas como miligramos Equivalentes a Cianidina-3-glucosido/Litro (mgEQC3G/L). La información obtenida por triplicado fue evaluada con paquete estadístico Statgraphics Centurion Versión XV.II.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acidez titulable (figura 1) disminuyó para todos los tratamientos hasta el día séptimo, los valores más altos en dicho parámetro se presentaron en el tratamiento T1, evidenciando que el empaque tradicional macroperforado no retarda los cambios fisicoquímicos. En general el ANOVA estableció que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$) para los valores promedio de acidez entre tratamientos con un nivel de confianza del 95,0%.



T1: Fruta sin recubrimiento contenedor PET-perforado; **T2:** Fruta sin recubrimiento contenedor PP+BOPP-PEBD-ANTIFOG-Termo sellado; **T3:** Fruta con recubrimiento contenedor PET-perforado; **T4:** Fruta con recubrimiento contenedor PP+BOPP-PEBD-ANTIFOG-Termo sellado.

Figura 1. Comportamiento de variables analizadas.

El pH en T2 y T4 indican que el empaque limitó procesos degradativos hasta el día 7. Los tratamientos con recubrimiento presentaron mayores valores que los testigos, diferencias atribuidas a la madurez no homogénea del fruto. El pH demostró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos. Los sólidos solubles totales se incrementaron en los tratamientos, probablemente por la conversión de ácidos orgánicos en azúcares, presentando diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de almacenamiento por recubrimiento y tipo de empaque.

Los compuestos fenólicos totales se incrementaron progresivamente, reportando los mayores niveles en T2 y T4, esta variable el día 11 evidenció un leve descenso que Matsufuji atribuye a su degradación (12). En general, el contenido de antocianinas monoméricas presentó un incremento que Hakkinen correlaciona con el contenido de fenoles totales y actividad antioxidante (13). Se obtuvo diferencias significativas entre los valores promedio, con pérdida representativa en el tratamiento T4, lo que indica su posible conversión a derivados incoloros e insolubles marrones, atribuidos al efecto del recubrimiento, empaque y condiciones de almacenamiento (12).

La máxima pérdida de peso se registró en T1 (14,4%), mientras que la mínima se estableció en 0,3% para T2 al día 11 de almacenamiento. El porcentaje de pérdida de peso fue menor en los frutos empacados en termosellado, teniendo en cuenta que se generó condensados por transpiración mantenidos dentro del empaque durante el tiempo de evaluación por su baja permeabilidad. Se presentó diferencias estadísticamente significativas por tipo de empaque durante el almacenamiento con un nivel de confianza del 95,0%.

CONCLUSIONES

Recubrimientos comestibles a base de Alginato de sodio y iones de calcio en combinación con empaques termosellados que funcionan como barrera al deterioro fisicoquímico y pérdida de peso de la mora de castilla, proporcionando estabilidad a

compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas monoméricas) durante el almacenamiento refrigerado por un periodo de 7 días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR, Gobernación del Tolima, Fondo Nacional de fomento hortifrutícola-FNFH, Asociación hortifrutícola de Colombia-ASOHOFRUCOL, Sociedad de agricultores y ganaderos del Valle del Cauca-SAG. Plan Frutícola Nacional: Desarrollo de la fruticultura en el Tolima. Bogotá, Colombia; 2006. 77 p.
2. Barrero L. Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado-Compilación de artículos técnicos-Corpoica. Cundinamarca, Colombia: Produmedios; 2009.
3. Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, Bertelli D. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes*, and *Aronia*. *J Food Sci*. 2004 Oct 3; 69 (3): 164-169.
4. Norma Técnica Colombiana y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4106. Frutas Frescas. Mora de Castilla. Especificaciones. Bogotá: ICONTEC; 1997.
5. Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. *Food Sci Technol-LEB*. 2008 Jan 17; 41 (10): 1862-1870.
6. Norma Técnica Colombiana y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4623. Productos de frutas y verduras. Determinación de la acidez titulable. Bogotá: ICONTEC; 1999.
7. Norma Técnica Colombiana y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4592. Productos de frutas y verduras. Determinación del pH. Bogotá: ICONTEC; 1999.
8. Norma Técnica Colombiana y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4624. Jugos de frutas y hortalizas. Determinación del contenido de sólidos solubles: Método refractométrico. Bogotá: ICONTEC; 1999.
9. Villamizar F. Manejo tecnológico postcosecha de frutas y hortalizas: Aspectos teóricos. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Ingeniería; 2001.
10. Shaghghi M, Manzoori J, Jouyban A. Determination of total phenols in tea infusions, tomato and apple juice by terbium sensitized fluorescence method as an alternative approach to the Folin-Ciocalteu spectrophotometric method. *Food Chem*. 2008 Nov 8; 108 (2): 695-701.
11. Lee J. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *J AOAC Int*. 2005 May; 88 (5): 1269-1278.
12. Dai J, Gupte A, Gates L, Mumper R. A comprehensive study of anthocyanin-containing extracts from selected blackberry cultivars: Extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms. *Food Chem Toxicol*. 2009 Jan 8; 47 (4): 837-847.
13. Balogh E, Hegedus A, Stefanovits-Bányai E. Application of and correlation among antioxidant and antiradical assays for characterizing antioxidant capacity of berries. *Sci Hortic-Amsterdam*. 2010 Jun 28; 125 (3): 332-336.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CEBOLLA, AJO Y LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO DE ALTA INTENSIDAD SOBRE LA ACTIVIDAD DE LA POLIFENOLOXIDASA EN GUACAMOLE

EFFECT OF ADDITION OF ONION, GARLIC AND APPLICATION OF HIGH INTENSITY ULTRASOUND ON POLYPHENOLOXIDASE ACTIVITY IN AVOCADO PASTE

ARTÍCULO CORTO

Martha L. OROZCO¹, Rosa E. PRIETO², Luis E. DÍAZ^{2,*}

RESUMEN

La polifenoloxidasas es la principal enzima responsable de las reacciones de pardeamiento enzimático que afectan la calidad de frutas y vegetales, la inhibición de su actividad es un reto para la industria de alimentos. Este trabajo determinó el efecto de métodos combinados (cebolla 2% o ajo 0,5% y ultrasonido (135 KHz, 10 min)) sobre la actividad de la polifenoloxidasas en guacamole. El guacamole con ajo o cebolla mostró reducciones 4 - 39% y 4 - 26% frente al control. El ultrasonido aumentó la actividad hasta 52% para guacamole y en lotes con ingredientes naturales en algunos días, lo que puede ser respuesta al estrés generado por estímulo mecánico promoviendo reacciones de oxidación. La cantidad de polifenoles para el control y con ajo presentaron diferencias para el día ocho frente a los purés sin tratamiento, para guacamole con cebolla presentó disminuciones 5 - 43% con diferencias en todos los días excepto el día ocho. La cantidad de polifenoles totales permaneció constante. La presencia de cebolla o ajo combinado con ultrasonido no provocaron la inhibición parcial o total de la acción de la polifenoloxidasas.

Palabras clave: ultrasonido, ajo, cebolla, polifenoloxidasas, guacamole.

ABSTRACT

The polyphenol oxidase is the major enzyme responsible for enzymatic browning reactions that affect the quality of fruits and vegetables, inhibition of their activity is a challenge for the food industry. This study determined the effect of combined methods (onion 2% or garlic 0.5% and ultrasound (135 KHz, 10 min)) on polyphenoloxidase activity in avocado paste. The avocado paste with garlic or onion showed reductions 4 - 39% and 4 - 26% compared to control. Ultrasound increased the activity up to 52% for guacamole and batches with natural ingredients in a few days, which may be in response to stress generated by mechanical stimulation to promote oxidation reactions. The amount of polyphenols to control and garlic differed for day eight vs. the untreated puree for guacamole with onions decreases 5 - 43% presented with differences in every day except on day eight. The amount of total polyphenols remained constant. Presence of onion or garlic combined with ultrasound did not cause the partial or total inhibition of the action of polyphenoloxidase.

Keywords: Ultrasound, garlic, onion, polyphenoloxidase, avocado paste.

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.

² Grupo de Investigación en Productos Agroindustriales. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: luisdb@unisabana.edu.co

INTRODUCCIÓN

El árbol del aguacate (*Persea Americana Milll*) es originario de Centroamérica, la mayoría se encuentra entre Estados Unidos y Chile. Pérdidas cercanas al 30% en época de cosecha hacen necesario incentivar su industrialización para darle un uso alternativo a los sobrantes de la oferta. En la fabricación de alimentos derivados surgen problemas que afectan su vida útil: pardeamiento enzimático, oxidación lipídica, crecimiento microbiano, aparición de sabores y aromas desagradables, algunos debidos a la activación de la enzima Polifenoloxidasas (PFO) (1). El pardeamiento en aguacate es catalizado principalmente por la PFO (2), para lo cual se recurre al uso de temperaturas afectando la integridad del alimento y/o el uso de acidulantes alterando el valor nutricional y las propiedades organolépticas del preparado (3). Se ha demostrado que productos naturales como el ajo (*Allium sativum*) y la cebolla (*Allium cepa*) presentan actividad antioxidante debido a su contenido de polifenoles (4-5). El presente trabajo evaluó el efecto de la aplicación de ultrasonido de alta intensidad (UAI) sobre la actividad de la PFO en guacamole en combinación de ingredientes naturales (ajo liofilizado o cebolla liofilizada).

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de las muestras

Se empleó aguacates *Hass: Booth 8: Papelillo* (1:1:1). Los aguacates fueron desinfectados (15 min, timsen 0,24%), cortados, despulpados y mezclados 15 min (batidora Hobart, 1725 rpm). Se preparó tres lotes, uno control, uno con ajo 0,5% y otro con cebolla 2% en los cuales se determinó la actividad enzimática y PFT. Para UAI, las muestras fueron sometidas a 130 kHz, 10 min a 17°C (ELMA-Transonic-TH-5, 100 W).

Medición de la actividad de la PFO

Muestras de 15 g con 10 ml de buffer McIlvaine pH 6,5, fueron homogenizadas (13000 rpm, 2 min) (Ultraturrax, Janke&Kunkel T 25) y centrifugadas (9000 rpm, 60 min, 4°C) (Centrífuga Universal 320). El sobrenadante constituyó el extracto enzimático. La actividad de la PFO se determinó con el método de Soliva *et al.*, 2001 (6).

Determinación de contenido de PFT

Los PFT fueron determinados por el método de Folin-Ciocalteau (FC) realizado por Kaur *et al.*, 2002 (7).

Análisis estadístico

Las medidas de los parámetros fueron efectuadas por triplicado y se reporta los resultados como la media de las mediciones \pm desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Medición de la actividad de la PFO

La actividad de la PFO con UAI incrementó entre 2 - 52% respecto al puré sin UAI (figura 1), resultados similares fueron encontrados al aplicar UAI en *Panaxginseng*, donde la actividad enzimática aumentó por el estrés generado (8). El ultrasonido promueve reacciones de oxidación e incrementa la transferencia de masa mejorando el suministro de reactivos en el sitio activo (9).

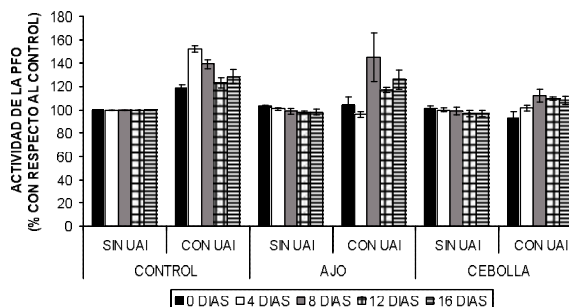


Figura 1. Efecto del Ultrasonido de Alta Intensidad (USAI) sobre actividad relativa de la PFO.

Determinación del contenido de PFT

La cantidad de PFT del UAI para el control y el mezclado con ajo presentó diferencias para el día ocho frente a los purés sin tratamiento, para el puré con cebolla disminuyó 5 - 43% excepto el día ocho (tabla 1); resultados diferentes en *Camu-Camu* al aplicar ultrasonido (40 KHz), en donde se incrementó los niveles de PFT en 112,8% (10) por la cavitación producida mejorando su extracción (11).

Tabla 1. Efecto del UAI sobre la cantidad de PFT (mg catecol/g de muestra) para los lotes con/sin tratamiento de UAI en función del tiempo (n = 3). Los resultados se expresan como promedio \pm desviación estándar.

		Tiempo (días)				
		0	4	8	12	16
Control	Sin UAI	0,127 \pm 0,009	0,142 \pm 0,012	0,141 \pm 0,014	0,142 \pm 0,01	0,15 \pm 0,008
	Con UAI	0,121 \pm 0,006	0,135 \pm 0,008	0,164 \pm 0,005	0,14 \pm 0,01	0,152 \pm 0,009
Ajo	Sin UAI	0,111 \pm 0,008	0,117 \pm 0,007	0,116 \pm 0,008	0,127 \pm 0,008	0,153 \pm 0,01
	Con UAI	0,096 \pm 0,006	0,114 \pm 0,006	0,121 \pm 0,008	0,120 \pm 0,006	0,166 \pm 0,014
Cebolla	Sin UAI	0,147 \pm 0,013	0,129 \pm 0,013	0,136 \pm 0,011	0,129 \pm 0,01	0,171 \pm 0,01
	Con UAI	0,092 \pm 0,008	0,097 \pm 0,006	0,129 \pm 0,009	0,097 \pm 0,01	0,098 \pm 0,008

CONCLUSIONES

Entre los purés con UAI la mayor reducción de la actividad enzimática se logró al mezclar puré-ajo, posiblemente por estímulo sobre la enzima *alliinasa* en el ajo, que previamente ha sido estudiada por sus propiedades antioxidantes. El tratamiento con UAI provocó un aumento de la actividad enzimática hasta 52% en el puré. En lotes con ingredientes naturales se presentó un aumento de la actividad en algunos días debido al estrés generado por el estímulo mecánico; la cantidad de PFT permaneció constante a lo largo del estudio. La presencia de ingredientes naturales combinados con UAI no fue determinante en la inhibición de la PFO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo C. Conservación de pulpa de palta (*Persea americana*). Alimentos. 1993; 18 (4): 11-14.
- Marques AM, Vila-Boas EV, Carvalho L, De Paiva A, La Selva M, Bosco A. Quality of fresh-cut avocado (*Persea americana Mill*) stored under different temperatures. Ciên Agrotec. 2009 Jul-Aug; 33 (4): 192-198.
- Sellès MS. Pardeamiento enzimático de frutos de níspero (*Eriobotrya japonica cv Algeria*): enzimología y fisiología de las polifenoloxidasas [Disertación]. [Alicante, España]: Universidad de Alicante. 2007; 6-18 p.
- Queiroz Y, Ishimoto E, Bastos D, Sampaio G, Torres E. Garlic (*Allium sativum l.*) and ready-to-eat garlic products: *In vitro* antioxidant activity. Food Chem. 2009 Jul 1; 115 (1): 371-374.
- Lampe JW. Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies. Am J Clin Nutr. 1999 Sep; 70 (3): 475S-490S.
- Soliva RC, Elez P, Sebastián M, Martín O. Evaluation of browning effect on avocado purée preserved by combined methods. Innovat Food Sci Emerg Tech. 2001 Dec; 1 (4): 261- 268.
- Kaur C, Kapoor HC. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. Int J Food Sci Tech. 2002; 33: 153-161.
- Wu J, Lin L. Ultrasound-induced stress responses of Panaxginseng cells: Enzymatic browning and phenolics production. Biotechnol Progr. 2002 Jul-Aug; 18 (4): 862-866.
- Wang J, Cao Y, Sun B, Wang C, Mo Y. Effect of ultrasound on the activity of alliinase from fresh garlic. Ultrason Sonochem. 2011 MAR; 18 (2): 534-540.
- Mariñas M, Paucar C, Peláez P. Conservación de pulpa de camu-camu (*Myrciaria dubia McVaugh*), concentrado a vacío y tratado con ultrasonido; y estudio de sus componentes bioactivos [Internet]. Tingo Maria, Peru: CONCYTEC. 2007 [Actualizado 2006 Oct 16; citado 2012 Abr 16]. Disponible en: http://www.pelaez-sanchez.es.tl/Camu-Camu_-_Ultrasonido.htm
- Azuola R, Vargas P. Extracción de sustancias asistida por ultrasonido (EUA). Tecnología en Marcha. 2007 Oct-Dic; 20 (4):30-40.

EFFECTO FISIOLÓGICO DE ATMOSFERAS MODIFICADAS EN LA CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE *Mangífera Indica L.* CV VALLENATO

PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF MODIFIED ATMOSPHERES ON THE QUALITY OF CONSERVATION MANGIFERA INDICA L. CV VALLENATO

ARTÍCULO CORTO

Aldo A. FERNANDEZ V.^{1*}, Juan G. REALES A.¹

RESUMEN

El mejoramiento de la calidad de conservación del *Mangífera indica L.* cv vallenato constituyó el objetivo de esta investigación, paso importante para potenciar la agrocadena de esta fruta; en este estudio se analizó la influencia del método de las atmósferas modificadas en la intensidad respiratoria del fruto, utilizando empaques de polietileno de baja densidad calibres 2 y 3 mils y tres mezclas gaseosas (3%O₂ - 3%CO₂ - 94%N₂; 4%O₂ - 7%CO₂ - 89%N₂; 5%O₂ - 5%CO₂ - 90%N₂). Los empaques con atmósferas modificadas retrasaron el máximo climatérico, desaceleraron el metabolismo de los frutos y con mayor intensidad en el tratamiento que estaba constituido por un empaque calibre 2 mils con la mezcla gaseosa de 5%O₂ - 5%CO₂ - 90%N₂ dentro de la cual se conservó por un mayor periodo las características deseables de los frutos comparado con los frutos testigos.

Palabras clave: polietileno, almacenamiento de alimentos, oxígeno, dióxido de carbono.

ABSTRACT

Improving the keeping quality of *Mangífera Indica L.* cv vallenato was the objective of this research, important step to enhance the agrifood chain of this fruit, which were analyzed the influence of the method of modified atmospheres of respiratory rate of the fruit, packaging using low density polyethylene caliber 2 and 3 mils and three gas mixtures (3% O₂ - 3%CO₂ - 94% N₂, 4% O₂ - 7% CO₂ - 89% N₂, 5% O₂ - 5% CO₂ - 90% N₂). The modified atmosphere packaging delayed the climacteric maximum slowed metabolism of fruits and with greater intensity in treatment 5 which was constituted by a packing gauge 2 mils with the gas mixture of 5% O₂ - 5% CO₂ - 90% N₂ within which was preserved for a longer period the desirable characteristics of the fruit compared to the fruits witnesses.

Keywords: Polyethylene, food storage, oxygen, carbon dioxide.

INTRODUCCIÓN

Los frutos de *Mangífera indica L.* son altamente perecederos y afrontan diferentes problemas durante su poscosecha (1): la corta vida útil, alta tasa de respiración, daños por frío, enfermedades e insectos. El envasado en atmósfera modificada es un método aplicado a alimentos donde hay sustitución del aire del interior del envase por un gas o mezcla de gases. Los gases utilizados son dióxido de

carbono (CO₂), oxígeno (O₂) y nitrógeno (N₂) (2). Este cambio en condiciones refrigeradas controla la actividad bioquímica, enzimática y microbiológica, lo que disminuye la velocidad de reacción de los fenómenos que conducen a la alteración de los alimentos, extendiendo su vida útil sin necesidad de conservantes químicos (3). Una investigación sobre la conservación del mango Tommy Atkins en atmósfera modificada demostró que la mezcla de gases (5% de CO₂, 8% de O₂ y 87 % de Nitrógeno)

¹ Grupo de Investigación en Biotecnología e Innovación Agroindustrial Tropical- Biat. Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Colombia.

* Autor a quien deben dirigirse la correspondencia: biat@unicesar.edu.co

empacado en polietileno de baja densidad (PEBD) calibre 2 fue la más adecuada para prolongar la vida útil por más de 30 días con temperaturas de 12 a 13°C y humedad relativa de 80 a 90% (4). El objetivo de esta investigación fue conservar la calidad de frutos de *Mangifera indica* L. cv vallenato aplicable en comercio de la fruta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de muestra

Los frutos fueron recolectados con 11 semanas de vida en árboles (5) en el municipio de Valledupar, latitud 10° 29' N, longitud 73.15 W, a 170 msnm y temperatura de 34 °C (6); fueron usados enteros. Las mezclas para modificar atmósferas fueron preparadas por una compañía especializada. El polímero empleado se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Características físicas del polímero empleado.

Tipo de Película	Transmisión de vapor de agua (g/m ² .24h) 38°C/90% HR	Permeabilidad (cc/m ² .24h.atm) película de 25 µm a 25 °C		
		CO ₂	O ₂	N ₂
Polietileno de baja densidad	18	42000	7800	2800

Fuente: Parry, 1993 (7).

Condiciones de estudio y diseño experimental

Los tratamientos están especificados en la tabla 2.

Tabla 2. Especificación de tratamientos.

Tratamiento	Calibre de PEBD	Atmósfera modificada (%O ₂ -%CO ₂ -%N ₂)
T1	2	3-3-94
T2	3	3-3-94
T3	2	4-7-89
T4	3	4-7-89
T5	2	5-5-90
T6	3	5-5-90
Testigo	Sin empaque	Ambiente

La inyección de gases en bolsas se realizó de acuerdo con Fernandez *et al.*, 2011 (8). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un estructura factorial 2 x 3 (dos calibres de PEBD, tres mezclas de gases) y 3 repeticiones con humedad relativa del 63%. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación múltiple de Duncan en cada análisis de varianza con significancia al 5%. La

determinación fisiológica fue la Intensidad respiratoria por el Método de Saturación con Ba(OH)₂ y el instrumento de medición fue el respirómetro. Los datos fueron procesados con el paquete estadístico Statgraphics Plus versión 4.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Intensidad respiratoria

Desde los 16 días de almacenamiento los frutos de T2, T4 y T6 presentaron daños fisiológicos, manifestados en manchas de color café en la piel, arrugamiento y olor alcohólico.

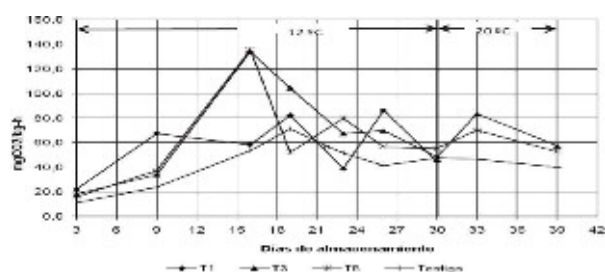


Figura 1. Curvas de respiración.

En la figura 1 se muestra la curva de T1, T3 y T5 con un comportamiento errático, mientras que en los frutos testigos es típicamente climaterio, aunque en la curva respiratoria para los frutos testigos se presenta un primer pico, que no es el climaterio, situación que puede deberse a variaciones en la temperatura durante la medición y al estado fisiológico de los frutos (muy verdes) (9). La intensidad respiratoria es inferior en promedio en los frutos testigos que en los tratamientos. Estos resultados coinciden con lo observado por Mendoza *et al.*, 1994 (4), quienes reportaron que puede deberse a que fue necesario romper los empaques donde se encontraban las frutas con la modificación atmosférica impuesta, pasando de una atmósfera pobre a una de mayor concentración en oxígeno y de una rica a una de menor concentración en dióxido de carbono, pudiéndose activar de manera diferente la respiración que una fruta presenta en condiciones atmosféricas normales (10). El tiempo en que los testigos alcanzaron su máximo climaterio aparece antes que T3 y T5.

CONCLUSIONES

La conservación bajo atmósfera modificada prolonga la calidad deseada de frutos de *Mangifera*

indica L. cv vallenato por más tiempo, aplicable en su comercialización. El tratamiento que más contribuyó a este objetivo fue el T5 (5% O₂, 5% CO₂, 90% N₂ y calibre 2 mils), prolongando su vida útil por más de 39 días.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Popular del Cesar e investigadores del Grupo de Investigación en Biotecnología e Innovación Agroindustrial Tropical -BIAT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González-Aguilar GA, Celis J, Sotelo-Mundo RR, De la Rosa LA, Rodrigo-García J, Alvarez-Parrilla E. Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5°C. *Int J Food Sci Technol*. 2008 Jan; 43 (1): 91-101.
- Medlicott A. Manual de tecnología post-cosecha de mango. Convenio SENA – Reino Unido. Centro Agroindustrial del SENA. Regional Quindío, Colombia. 1996.
- Sandhya. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *Food Sci Technol-LEB*. 2010 Apr; 43 (3): 381-392
- Mendoza C, María A. Índices de Madurez y Conservación de Mango mediante el uso de atmósferas modificadas (*Mangifera indica* var. Tommy Atkins) [Tesis]. [Bogotá, Colombia]: Universidad de la Salle; 1994. 122 p.
- Cenicafé - Sena. Caracterización física y química de mango vallenato en el departamento del Cesar. 2001. 10 p.
- Navarro Y, Socarras T. Estimación del Estado de Maduración de frutas (*Mangifera indica*.L) mediante el procesamiento digital de imágenes a color y el entrenamiento de una red neuronal en el departamento del Cesar [Tesis]. [Valledupar, Colombia]: Universidad Popular del Cesar; 2004. 110 p.
- Parry RT. Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. Zaragoza, España: Acribia; 1993. 350 p.
- Fernandez AA, Reales JG. Physicochemical evaluation of *Mangifera indica* L. fruits c.v. vallenato preserved in modified atmosphere to extend its quality. *Rev Tec Ing Univ Zulia*. 2011 Ene-Abr; 34 (1): 31-38.
- Galvis JA, Arjona H, Fisher G, Martínez R. Using Modified Atmosphere Packaging for storing “Van Dyke” Mango (*Mangifera Indica*. L) Fruit. *Agronomía Colombiana*. 2005; 23 (2): 269-275.
- Yahia EM. Modified and controlled atmosphere for tropical fruits. *Stewart Postharvest Review*. 2006; 2 (5): 1-10.

EFFECTO DE LA APLICACIÓN PRECOSECHA DE 1-MCP SOBRE PROPIEDADES FÍSICAS DE PITAHAYA AMARILLA

EFFECT OF PREHARVEST APPLICATION OF 1-MCP ON PHYSICAL PROPERTIES OF YELLOW PITAHAYA

ARTÍCULO CORTO

Laura S. TORRES V.¹, Alfredo A. AYALA A.², Liliana SERNA C.^{3*}

RESUMEN

El 1-metilciclopropeno es un antagonista del etileno que prolonga la vida útil en frutas y verduras. Su aplicación en precosecha ha sido poco estudiada, por lo tanto, se evaluó el efecto de la aplicación de $400 \mu\text{gL}^{-1}$ de 1-MCP sobre la pérdida de peso, cambio de color, firmeza y aceptación de pitahaya amarilla almacenada a 10 y 27°C . Los resultados mostraron que durante el almacenamiento se presentó variaciones significativas en todas las variables estudiadas, concluyendo que la aplicación de 1-MCP genera beneficio sobre el peso, color, firmeza y aceptación de la pitahaya amarilla.

Palabras clave: fisiología, peso, firmeza, color.

ABSTRACT

The 1-methylcyclopropene is an antagonist of ethylene that extending the shelf life of fruits and vegetables. The pre-harvest application has been little studied; therefore the effect of application of $400 \mu\text{gL}^{-1}$ of 1-MCP on weight loss, color change, firmness and acceptance of yellow pitahaya stored at 10 and 27°C was evaluated. The results showed that during storage the variations were significant in all variables studied, concluding that the application of 1-MCP produces benefit on weight, color, firmness and acceptance of the yellow pitahaya.

Keywords: Physiology, weight, firmness, color.

INTRODUCCIÓN

El etileno es un compuesto que regula el crecimiento, maduración y senescencia en las frutas y puede causar efectos negativos que generan pérdida de vida útil (1), su acción se produce por la unión de la molécula con receptores en la membrana celular. La acción del etileno puede bloquearse por compuestos como el 1-metilciclopropeno (1-MCP), que pertenece a un conjunto de compuestos llamados análogos competitivos que compiten por el receptor de membrana (2), el compuesto se utiliza como regulador sintético del crecimiento vegetal, su aplicación en frutas y hortalizas, tiene efectos sobre las características fisicoquímicas, fisiológicas, sensoriales y tiempo de vida comercial (3).

La aplicación del compuesto en precosecha, en frutas como la pitahaya amarilla, podría prolongar el tiempo de su vida comercial. La pitahaya amarilla es una fruta de origen tropical que pertenece a la familia de las cactáceas (4), aunque Colombia es uno de los principales productores, se ha limitado el desarrollo de la agrocadena por el pardeamiento y necrosis de la corteza, que genera pérdidas de poscosecha significativas que han sido relacionadas con el daño por frío (5) y la producción de etileno.

Por lo anterior, con el fin de prolongar la vida comercial de pitahaya amarilla, se evaluó la aplicación en precosecha, de $400 \mu\text{gL}^{-1}$ de 1-MCP sobre la pérdida de peso (PP), color (ΔE), firmeza y aceptación de jueces consumidores de la fruta almacenada a 10 y 27°C .

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad La Gran Colombia. Armenia, Colombia.

² Escuela de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

³ Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia Palmira, Colombia

* Autor a quien deben dirigirse la correspondencia: lserna@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un lote de siembra de pitahaya amarilla ubicado en Roldanillo, Colombia (1450 msnm), del cual se seleccionó aleatoriamente frutas en estado de madurez 2. A las frutas se les aplicó por aspersión solución acuosa de 1-MCP a concentración de 400 µgL⁻¹. Pasados 15 días se recolectó las frutas y fueron almacenadas en cámara ambiental (Dies 1000L, Colombia) a 27 y 10°C.

La PP se determinó mediante el porcentaje de variación relativa con respecto al día inicial de almacenamiento, mediante la ecuación 1, donde i y j son peso inicial y final, respectivamente.

$$P = \left(\frac{P_j - P_i}{P_i} \right) * 100 \tag{Ecuación 1.}$$

La firmeza se determinó en 3 puntos equidistantes (en la zona ecuatorial de la fruta) mediante análisis de compresión uniaxial en un texturómetro (model EZ-Test, Shimadzu, Somerset, New Jersey), penetrando hasta 10 mm a una velocidad de 10 mm/min, el color se midió a través de las coordenadas de color CIE-L*a*b* (en 3 puntos equidistantes en la zona central) en un espectro de reflexión entre 400 -700 nm, mediante un colorímetro Colorflex (HunterLab, Reston, Virginia). El ΔE respecto al tiempo cero, se determinó mediante la ecuación 2 (6).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \tag{Ecuación 2.}$$

Las frutas fueron evaluadas sensorialmente, analizando el grado de aceptación en cuanto a la apariencia con una escala hedónica de 3 puntos realizada a 20 jueces consumidores.

Se utilizó un diseño factorial aleatorio con dos factores: Concentración de 1-MCP (0, 200 µgL⁻¹) y temperatura de almacenamiento (10 y 27°C). Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado. El análisis de varianza se realizó a un nivel de significancia del 95% con el software minitab.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presenta los cambios en las propiedades físicas de la pitahaya amarilla durante su almacenamiento. El CO presentó mayor PP con respecto a la fruta tratada con 1-MCP (p < 0,05), en la fruta almacenada a 10°C se presentó diferencias significativas a partir del sexto día y a 27°C, a partir del quinto día de almacenamiento (ver figura 1A). La aplicación precosecha de 1-MCP generó mayor ΔE (figura 1B) a partir del tercer día del almacenamiento y este efecto se vio potenciado por la refrigeración, los cambios son significativos (p < 0,05) a partir del día 6 y 15 de almacenamiento (a 10 y 27°C, respectivamente). Las frutas tratadas con 1-MCP almacenadas a las dos temperaturas mostraron mayor firmeza (p < 0,05), con respecto al CO, manteniendo la firmeza similar a la de la fruta fresca.

Con respecto a la aceptación, al final del almacenamiento, en la fruta almacenada a 10°C se obtuvo una aceptación del 15 y 80% en los tratamientos 400 y CO, respectivamente; un comportamiento similar se obtuvo en almacenamiento a 27°C donde los porcentajes de aceptación de fueron de 70 y 85%, respectivamente (datos no presentados). Este efecto puede ser generado por el mayor ΔE y firmeza. Estos resultados son generados porque el 1-MCP inhibe la producción y acción del etileno, disminuyendo los niveles de enzimas hidrolíticas y retrasando los cambios propios del proceso de maduración (7). En pera, se presentó resultados similares (8).

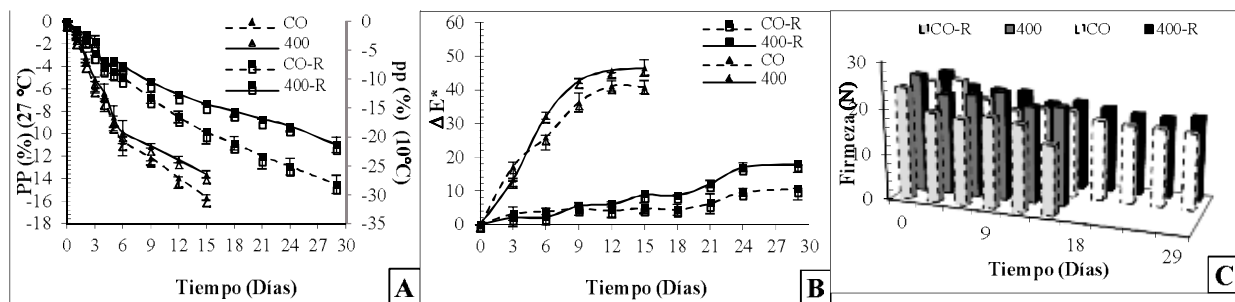


Figura 1. Cambios en (A) peso, (B) color y (C) firmeza en pitahaya amarilla.

CONCLUSIONES

La aplicación precosecha de 1-MCP y almacenamiento a 10 y 27°C acelera el cambio de color y reduce las pérdidas de firmeza y de peso; adicionalmente, genera mayor aceptación por el consumidor, por lo tanto puede presentar una alternativa para prolongar el tiempo de vida útil de la pitahaya amarilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zhang Z, Tian S, Zhu Z, Xu Y, Qin G. Effects of 1-methylcyclopropene(1-MCP) on ripening and resistance of jujube (*Zizyphus jujuba* cv. Huping) fruit against postharvest disease. *Food Sci Technol -LEB*. 2011 Aug; 45 (1): 13-19.
2. Serek M, Woltering EJ, Sisler EC, Frello S, Sriskandarajah S. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. *Biotechnol Adv*. 2006 Apr 11; 24 (4): 368-81.
3. Blankenship SM, Dole JM. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol Technol*. 2003; 28 Apr 1(1): 1-25.
4. Ayala-Aponte A, Serna-Cock L, Rodríguez-de la Pava G. Moisture adsorption isotherms in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). *Dyna*. 2011; 170: 7-14.
5. Baquero-Duarte LE, Castro-Rivera JA, Narváez-Cuenca CE. Catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasas en pitahaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*): Maduración y senescencia. *Acta Biológica Colombiana*. 2005; 10 (2): 49-59.
6. Manresa-González A, Vicente I. El color en la industria de alimentos. Ciudad de la Habana, Cuba: Editorial Universitaria, 2007; 33p.
7. Khan AS, Singh Z. 1-MCP application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during cold storage of 'Tegan Blue' Japanese plum. *Plant Sci*. 2009; 176 (4): 539-544.
8. Gamrasni D, Ben-Arie R, Goldway M. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) application to Spadona pears at different stages of ripening to maximize fruit quality after storage. *Postharvest Biol Technol*. 2010 Nov; 58 (2): 104-112.

CAMBIOS EN PROPIEDADES QUÍMICAS Y FIRMEZA DE PITAHAYA AMARILLA REFRIGERADA POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE 1-MCP.

CHANGES IN CHEMICAL PROPERTIES AND FIRMNESS IN YELLOW PITAHAYA REFRIGERATED FOR EFFECT OF 1-MCP APPLICATION

ARTÍCULO CORTO

Laura S. TORRES V.^{1*}, Liliana SERNA C.², Alfredo A. AYALA A.³, Jeniffer ORTIZ G.², Carolina M. BEDOYA S.²

RESUMEN

El 1-metilciclopropeno es un alqueno utilizado para prolongar la vida útil de frutas y hortalizas. Su aplicación en pitahaya amarilla puede disminuir los efectos del daño por frío, por lo tanto, se evaluó el efecto de la aplicación poscosecha de 0, 200 y 400 μgL^{-1} de 1-MCP sobre el pH, azúcares totales, ácido ascórbico y firmeza de pitahaya amarilla almacenada a 10°C. Los resultados mostraron que durante el almacenamiento se presentó variaciones significativas en todas las variables estudiadas. Se concluyó que la aplicación de 1-MCP genera cambios benéficos sobre el pH, azúcares totales, ácido ascórbico y firmeza, representando una alternativa para prolongar la vida útil de la pitahaya amarilla.

Palabras clave: fisiología, pH, azúcares totales, ácido ascórbico.

ABSTRACT

The 1-methylcyclopropene is an alkene used to extend the shelf life of fruits and vegetables. Its application in yellow pitahaya may decrease the effects of chilling damage, therefore, the effect of postharvest application of 200 and 400 μgL^{-1} 1-MCP on pH, total sugars, ascorbic acid and firmness of yellow pitahaya stored at 10°C was assessed. The results showed that during storage there were significant variations in all variables studied, concluding that the application of 1-MCP generates benefit in the pH, total sugars, ascorbic acid and firmness of the yellow pitahaya, representing an alternative to longer life.

Keywords: Physiology, pH, total sugar, ascorbic acid.

INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla es una fruta de clima tropical que presenta daños fisiológicos asociados al frío (1) y pérdida de calidad durante el almacenamiento relacionada a la producción de etileno (2), estos factores generan pérdidas poscosecha significativas (3). Para evitar daños por frío en frutas se ha evaluado técnicas complementarias como uso de productos químicos, entre ellos el 1-Metilciclopropeno (1-MCP), que pertenece al grupo de los ciclopropenos y son utilizados para bloquear la acción del etileno,

por efecto del enlace con los receptores de membrana (4, 5).

Por lo anterior, es necesario evaluar compuestos que favorezcan la conservación de la pitahaya amarilla durante su almacenamiento refrigerado, mitigando los efectos del daño por frío. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación poscosecha de dos concentraciones de 1-MCP sobre el pH, azúcares totales, ácido ascórbico y firmeza de pitahaya amarilla en estado de madurez 3 y almacenamiento a 10°C.

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle. Caicedonia, Colombia.

² Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.

³ Escuela de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

* Autor a quien deben dirigirse la correspondencia: lserna@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó pitahaya amarilla en estado de madurez 3, proveniente de cultivo de Roldanillo, Colombia. Las frutas previamente lavadas en agua destilada fueron sumergidas en soluciones acuosas de 1-MCP durante 10 min; posteriormente, fueron enjuagadas con agua destilada, secadas, empacadas en caja tipo exportación y se almacenadas en cámara ambiental (Dies 1000L, Colombia) a 10°C.

El pH, azúcares totales (AT) y Ácido ascórbico (AA) fueron determinadas en el jugo homogeneizado y filtrado extraído de la pulpa de tres pitahayas enteras. El pH se estimó por el método potenciométrico (Sevneasy, Mettler Toledo, Colombia), los AT por el método de Antrona (6) utilizando un espectrofotómetro (Genesis UV10 ThermoSpectronic, Boston, USA), el ácido ascórbico por medición con un reflectómetro (RQflex 10 plus, Merck, Darmstadt, Germany) en un rango de medición de 25 - 450 μgL^{-1} para ácido ascórbico, siguiendo el método reportado por Serna *et al.*, 2011 (7). La firmeza se determinó en 3 puntos equidistantes (en la zona ecuatorial de la fruta) mediante análisis de compresión uniaxial en un texturómetro (model EZ-Test, Shimadzu, Somerset, New Jersey), penetrando hasta 10 mm a una velocidad de 10 mm/min.

Se utilizó un diseño unifactorial con tres concentraciones de 1-MCP: 0, 200, 400 μgL^{-1} . Las variables de respuesta fueron pH, azúcares totales, ácido ascórbico y firmeza. Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado. El análisis de varianza se realizó a un nivel de significancia del 95% con el software Minitab®.

RESULTADOS Y SOLUCIONES

La aplicación de 1-MCP generó menor variación en el pH (ver figura 1A) durante los primeros 21 días de almacenamiento; posteriormente, se presentó un aumento en el pH relacionado con la disminución de acidez por procesos metabólicos (4). Un comportamiento similar se obtuvo en AT, que presentó un comportamiento más estable con respecto al control por efecto de la aplicación de 1-MCP (ver figura 1B), estos resultados pueden ser generados por menor uso de azúcares en respiración y baja conversión de almidón a azúcar.

El efecto de 1-MCP sobre la producción de AA fue variable. Con la aplicación de 400 μgL^{-1} se obtuvo un incremento en el AA al final del almace-

namiento (figura 1C), que puede ser generado por estimulación en la biosíntesis, desde componentes de la pared celular. Las frutas tratadas con 1-MCP mostraron mayor firmeza (figura 1D), con respecto al CO, manteniendo la firmeza similar a la de la fruta fresca. Todas las variables fueron afectadas significativamente por efecto de la aplicación de 1-MCP. Estos resultados pueden ser generados porque el 1-MCP disminuye los procesos metabólicos propios de la maduración (5). Resultados similares se obtuvieron en manzanas (2) y níspero (4).

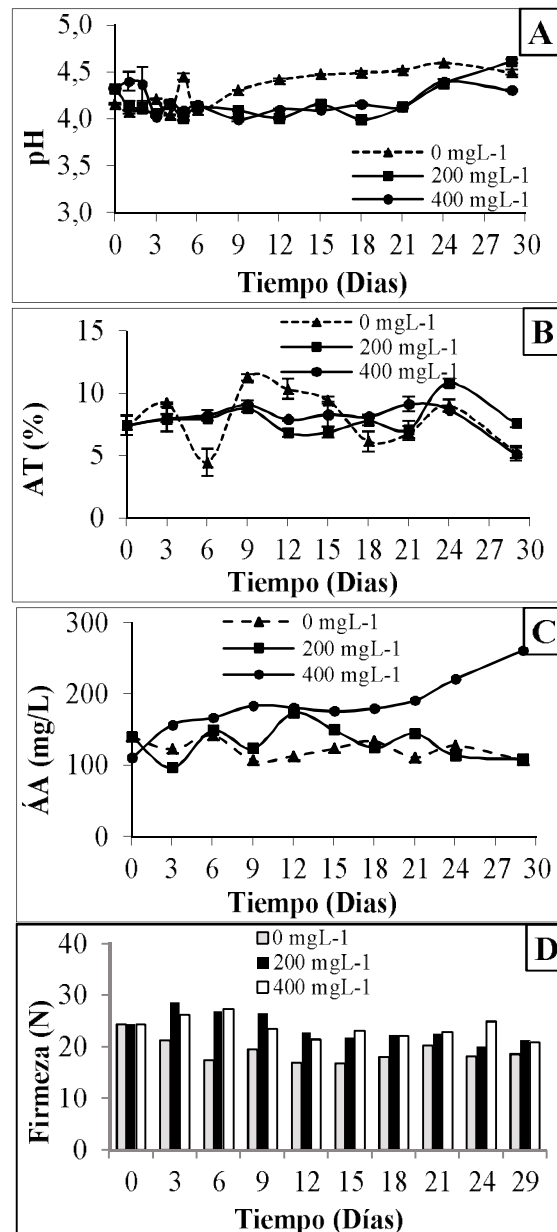


Figura 1. Cambios en (A) pH, (B) AT, (C) AA y (D) firmeza en pitahaya amarilla durante el almacenamiento.

CONCLUSIONES

La aplicación poscosecha de 200 ó 400 μgL^{-1} de 1-MCP en pitahaya amarilla refrigerada genera menor variabilidad en el pH y azúcares totales y disminuye la pérdida de firmeza durante el almacenamiento, por lo tanto puede ser una alternativa para prolongar el tiempo de vida útil de la pitahaya amarilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García MC, Robayo P. Evaluación del uso de atmósferas modificadas pasivas y temperaturas bajas en la conservación de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Shuman). Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2008; 9 (1): 30-39.
- Brackmann A, Both V, Vilela Pinto JA, Weber A, Pivotto Pavanello A. Absorção de 1-metilciclopropeno aplicado em macas 'Royal Gala' armazenadas em atmosfera refrigerada juntamente com madeira. Ciênc Rural. 2009; 39(6): 1676-1681.
- Baquero-Duarte LE, Castro-Rivera JA, Narváez-Cuenca CE. Catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasa en pitahaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*): Maduración y senescencia. Acta Biológica Colombiana. 2005; 10 (2): 49-59.
- Kazuhiro-Edagi F, Fumi-Sasaki F, Sestari I, Monteiro-Terra FDA, Giro B, Kluge RA. 1-metilciclopropeno e salicilato de metila reduzem injúrias por frio em néspera 'Fukuhara' refrigerada. Ciênc Rural. 2011; 41 (5): 910-916.
- Tatsuki M, Hayama H, Yoshioka H, Nakamura Y. Cold pre-treatment is effective for 1-MCP efficacy in 'Tsugaru' apple fruit. Postharvest Biol Technol. 2011 Dec; 62 (3): 282-287.
- DuBois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. Anal Chem. 1956; 28 (3): 350-356.
- Serna-Cock L, Segura-Rojas DF, Ayala-Aponte A. Effect of the immersion in 1-MCP on the physicochemical and physiological properties of minimally processed yellow pitahaya fruit (*Selenicereus megalanthus* How). Acta Agronómica. 2011; 60 (3): Forthcoming.

PELÍCULA ANTIMICROBIANA PARA EL CONTROL DE *Listeria monocytogenes* EN JAMÓN

ANTIMICROBIAL FILM TO CONTROL OF *Listeria monocytogenes* IN HAM

ARTÍCULO CORTO

Deyci RODRÍGUEZ C.^{1*}, Lina LÓPEZ S.¹, Estefanía ORJUELA M.¹

RESUMEN

Listeria monocytogenes es un patógeno de importancia en salud pública, pues está relacionado con la más alta mortalidad en enfermedades transmitidas por alimentos. Por tal motivo, en este estudio se evalúa el efecto de una película antimicrobiana elaborada con proteína de suero lácteo, y como antimicrobiano: Cloruro de Cetilpiridinio, sobre el patógeno inoculado en trozos de jamón. Indicando que la película antimicrobiana es eficiente en el control del microorganismo, logrando reducir hasta 4.6 UL.

Palabras clave: *Listeria monocytogenes*, patógeno, jamón.

ABSTRACT

Listeria monocytogenes is a foodborne pathogen is importance of public health because it is associated with higher mortality in food-related diseases. For this reason this study evaluates the effect of an antimicrobial film made with whey protein isolated, and antimicrobial: Cetylpyridinium Chloride on the pathogen inoculated *L. monocytogenes* in ham. Indicating that the antimicrobial film is efficient in the control of microorganism having reduced UL 4.6.

Keywords: *Listeria monocytogenes*, pathogen, ham.

INTRODUCCIÓN

El jamón de cerdo es ampliamente consumido por un alto porcentaje de la población. Es un producto susceptible a contaminación por *L. monocytogenes* en etapas post-proceso, ya que no es sometido a tratamientos térmicos posteriores a su elaboración. Las películas antimicrobianas han sido usadas como recubrimientos que extienden la vida útil y controlan el crecimiento de microorganismos; además sus componentes poseen características seguras para consumo GRAS (Generally Recognized As Safe). Las películas antimicrobianas permiten recubrir y proteger los alimentos, así como la incorporación de antimicrobianos como Cloruro de Cetilpiridinio (CCP), ejerciendo un efecto antagónico. Estas películas se presentan como una alternativa para reducir el impacto ambiental de los polímeros sintéticos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad controladora de la película antimicrobiana sobre *L. monocytogenes* en jamón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de la película

La solución formadora de película se preparó empleando como base aislado de proteína de suero lácteo BIPro[®] y glicerol en una relación 1:1,5 según metodología de estudios previos (1).

Evaluación de la actividad antimicrobiana

La cepa de *L. monocytogenes* ATCC 19115 fue suministrada por el laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Pontificia Universidad Javeriana y

¹ Grupo de investigación Biotecnología Ambiental e Industrial. Departamento de Microbiología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Cra. 7 No. 43-82. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: deyci.rodriguez@javeriana.edu.co

activada en caldo tripticasa de soya durante 18 h a 37°C (10^8 UFC/mL) (2).

Los trozos de jamón fueron inoculados con una concentración de 10^5 UFC/mL de *L. monocytogenes* y recubiertos con las películas, puestos en bolsas plásticas y empacadas al vacío, almacenadas a temperatura de refrigeración. El recuento de *L. monocytogenes* del jamón recubierto y control fue realizado los días 1, 2, 3, 4, 5, y cada 5 días hasta completar 30 días por duplicado, en agar Oxford, Oxoid®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El recuento de *L. monocytogenes* en el control y productos tratados fue realizado el día 0 (inoculación), y a los días 1, 2, 3, 4, 5, y cada 5 días hasta el día 30 de almacenamiento, se realizó la prueba t-Student a los datos, los cuales mostraron una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$), respecto al control.

En la figura 1 se observa el comportamiento del *L. monocytogenes*, el cual incrementó de 3,5 UL; resultados similares fueron obtenidos por otros investigadores (3) quienes observaron un crecimiento de más de 4 UL a temperatura de refrigeración. Otros estudios (4) reportaron un incremento de 5 UL en salchichas inoculadas con *L. monocytogenes*, las cuales no recibieron ningún tratamiento.

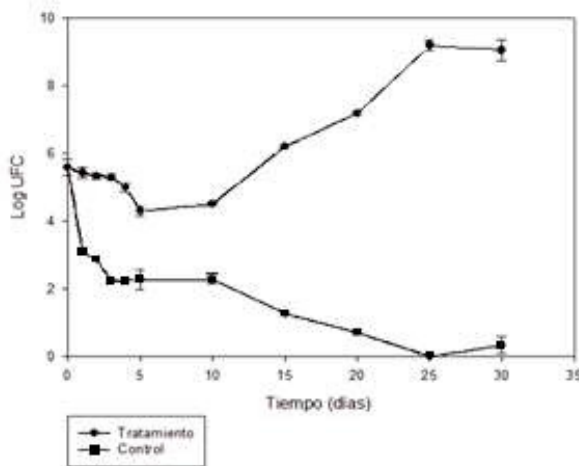


Figura 1. Comportamiento de *L. monocytogenes* durante 30 días sobre jamones tratados y no tratados con película antimicrobiana

El efecto de la película antimicrobiana respecto al control tras 24 h de aplicación, mostró una reducción de 2,2 UL, evidenciándose el efecto

bacteriostático del CCP, de la misma manera como lo reporta Thippareddi *et al.*, 2002 (5), con una reducción de 1,4 UL. Los resultados obtenidos en nuestro estudio logran una disminución mayor con 0,2% del antimicrobiano. Esto se debe posiblemente a la aplicación directa de sustancias antimicrobianas sobre los alimentos que puede tener efectos limitados (6). El uso de películas que contengan agentes antimicrobianos es más eficiente por la lenta liberación de los agentes desde la película a la superficie del producto. En la presente investigación, desde la aplicación de la película sobre el jamón se evidenció una disminución de 5,0 UL, demostrando que su efecto bacteriostático (8) persiste hasta el final del período de almacenamiento. Por lo tanto, si se presentara una contaminación con *L. monocytogenes*, el microorganismo podría ser controlado. Es así como a los 3 días de almacenamiento con la película antimicrobiana, el jamón podría ser comercializado, ya que se reduce hasta niveles inferiores de la dosis mínima infectiva (10^3) del microorganismo evaluado.

Aplicar tecnologías de barrera como empaques al vacío, un agente antimicrobiano y la temperatura de refrigeración, hace que su acción combinada aumente el control de dicho patógeno, como lo demuestran Marcos *et al.*, 2007 (7), al combinar refrigeración, película de alginato con enterocina y empaque al vacío, asimismo, observaron una reducción de 4,6 UL de este microorganismo en comparación con jamones que no fueron empacados al vacío pero almacenados bajo las mismas condiciones, se evidenció una reducción de 1,8 UL. Contrario al presente estudio, de acuerdo con otras investigaciones *L. monocytogenes* puede incrementar arriba de 6 UL, en productos cárnicos empacados al vacío almacenados bajo refrigeración (9, 10).

CONCLUSIONES

El tratamiento del jamón evaluado recubierto con la película antimicrobiana logro reducir hasta 4,6 UL de *L. monocytogenes*, proporcionando inocuidad al alimento.

AGRADECIMIENTOS

I.P.F. Ingredientes y productos Funcionales S.A®. que facilitó la muestras de proteína de suero lácteo. Proyecto interno ID 20000415. Pontificia Universidad Javeriana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. McHugh T, Krochta JM. Sorbitol VS. Glycerol Plasticized Whey protein edible films: Integrated Oxygen Permeability and tensile property Evaluation. *J Agric Food Chem*. 1994; 42 (4): 841-845.
2. Koutsoumanis KP, Kendall PA, Sofos JN. A comparative study on growth limits of *Listeria monocytogenes* as affected by temperature, pH and Aw when grown in suspension solid surface. *Food Microb*. 2004; 21 (4): 415-422.
3. Glass KA, Doyle MP. Fate of *Listeria monocytogenes* in processed meat products during refrigerated storage. *Appl Environment Microbiol*. 1989 Jun; 55 (6):1565-1569.
4. Bedie GK, Samelis JN, Sofos JM, Belk KE, Scanga JA, Smith GC. Antimicrobials in the formulation to control *Listeria monocytogenes* postprocessing contamination on Frankfurters stored at 4°C in vacuum-packed. *J Food Prot*. 2001; 64 (12): 1949-1955.
5. Thippareddi H, Phebus R, Marsden J, Singh M. Antimicrobial activity of Cetylpyridinium chloride against *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats [dissertation]. Manhattan, Universidad Estatal de Kansas, Manhattan; 2002.
6. Quintavalla S, Vicini L. Antimicrobial food packing in meat industry. *Meat Sci*. 2002 Nov; 62 (3): 373-380.
7. Marcos B, Aymerich T, Monfort J, Garriga M. Use of antimicrobial biodegradable packing to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham. *Int J Food Microbiol*. 2007 Nov 30; 120 (1-2): 152-158.
8. Islam M, Chen J, Doyle M, Chinnan M. Control of *Listeria monocytogenes* on turkey frankfurters by generally-recognized-as-safe preservatives. *J Food Prot*. 2002 Sep; 65 (9): 1411-1416
9. Glass KA, Doyle MP. Fate of *Listeria monocytogenes* in processed meat products during refrigerated storage. *Applied Environment Microbiol*. 1989 Jun; 55 (6): 1565-1569.
10. Duffy LL, Vanderlinde PB, Grau FH. Growth of *Listeria monocytogenes* on vacuum-packed cooked meats: effects of pH, a_w, nitrite and ascorbate. *Int J Food Microbiol*. 1994 Nov; 23 (3-4): 377-390.

OBTENCIÓN DE PULPA DE ASAI (*Euterpe precatoria Mart*) EN LA AMAZONÍA NORTE COLOMBIANA

ASAI (*Euterpe precatoria Mart*) PULP OBTENTION IN COLOMBIAN NORTH AMAZONIC REGION

ARTÍCULO CORTO

Luisa F. PEÑA R.¹, Bernardo G. B.¹, Jaime A. BARRERA G.¹, María S. HERNÁNDEZ G.^{1*}

RESUMEN

En la Amazonía Norte Colombiana se probó tecnologías para permitir la comercialización de asaí con base en el alto interés que ha despertado por sus características funcionales. Se estandarizó las condiciones para la obtención y conservación de pulpa de asaí, determinando que la aplicación de tratamientos térmicos afectó las características fisicoquímicas del producto mientras que el uso de conservantes triplica la vida útil del producto.

Palabras clave: manipulación de alimentos, conservación de alimentos, biodiversidad.

ABSTRACT

In North Amazonian Colombian Region, some technologies have been probed to promote asaí commercialization, based on the high interest given to its functional characteristics. Asaí Pulp obtention and conservation conditions were standardized, finding that thermal treatments affected product's physicochemical treats, while obstacles increased threefold preservation time.

Keywords: Food handling, food preservation, biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Asaí es una especie silvestre que se encuentra ampliamente distribuida en toda la región Amazónica siendo un alimento de gran importancia para la población nativa; sin embargo, el autoconsumo no capta el total de la producción ocasionando grandes pérdidas debido a su alta perecibilidad (1, 2).

Sumado a lo anterior, el creciente interés por estos frutos dado su extraordinario contenido de antioxidantes que contribuyen a mejoras en la salud (3, 4), hace necesaria la obtención de productos primarios como la pulpa, con miras a la comercialización.

Los frutos de palmas difieren de otros frutos carnosos que cuentan con protocolos de procesamiento bien establecidos, por su morfología y composición generalmente alta en grasas. La estandarización de un protocolo para la obtención y conservación de pulpa que habilite su uso y aprovechamiento se convierte en un reto tecnológico, especialmente en las condiciones de la amazonia norte colombiana.

El objetivo de este estudio fue estandarizar las condiciones para la obtención y conservación de pulpa de Asaí en el Departamento de Guaviare, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizó frutos de Asaí cosechados en San José del Guaviare, en los interveredales de Santa Rosa, Resbalón, Agua bonita, y el centro de formación del Instituto Sinchi, teniendo en cuenta el color externo y el inicio de la abscisión como índice de madurez.

Instalaciones

El procesamiento se desarrolló en la planta de alimentos de la Asociación de Productores por el Cambio Económico del Guaviare ASOPROCE-GUA.

¹ Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- Sinchi. Subdirección Científica y Tecnológica. Programa sostenibilidad e intervención.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: shernandez@sinchi.org.co

Tratamientos preliminares

Previa recepción y pesaje, se determinó el tiempo máximo de conservación de los frutos a temperatura ambiente ($28 \pm 3^\circ\text{C}$). Estos fueron seleccionados y clasificados de acuerdo al estado de madurez y se realizó limpieza con agua potable y desinfección por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio de 200 ppm por 20 minutos (5).

Procesamiento

Se retiró la semilla de los frutos pretratados con una despulpadora vertical Metvisa (Brasil) diseñada

para frutos de palma. Posteriormente, se refinó empleando una despulpadora horizontal marca JAVAR, con capacidad 500 kg/h y provista de varios tamices.

Se evaluó diferentes tratamientos obstáculo: escaldado, pasteurización (tabla 1), adición de conservantes sorbato de potasio y benzoato de sodio (0,3 g/kg de pulpa según lo establecido en la resolución 7992 de 1991) y ácido cítrico (5) (tabla 2). Las variables de respuesta del producto terminado fueron: pH, °Brix, acidez titulable y propiedades organolépticas cualitativas (color, sabor y olor) del producto.

Tabla 1. Tratamientos térmicos aplicados a pulpa de Asaí. [Promedio (SD), n = 5].

Tratamiento	T (°C)	t (min)	°Bx	pH	ATT (%)	Observaciones
Ninguno			6,2 (0,45)	4,3 (0,14)	0,48 (0,03)	Color y sabor aceptable
Escaldado	30-35	10-15	5,9 (0,17)	4,59 (0,07)	0,49 (0,05)	Ligero pardeamiento y sabor metálico
Escaldado	45-60	15-30	6,07 (0,12)	4,73 (0,06)	0,49 (0,08)	Pardeamiento inaceptable y separación de fases
Pasteurización	70	5	6,67 (0,58)	4,87 (0,06)	0,56 (0,04)	Sin escaldar, se pasteuriza y presenta separación de fases y sabor metálico

Tabla 2. Adición de ácido cítrico a pulpa de Asaí sin tratamiento térmico. [Sorbato + Benzoato 0,3 g/kg], [Promedio (SD), n = 5].

%Ácido cítrico	°Bx	pH	ATT (%)
0	5,5 (0,12)	4,40 (0,03)	0,46 (0,02)
0,5	5,5 (0,27)	4,17 (0,05)	0,45 (0,03)
1	5,6 (0,35)	4,13 (0,06)	0,50 (0,09)
1,5	6,0 (0,23)	4,00 (0,03)	0,96 (0,05)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que el tiempo máximo de conservación de la fruta a temperatura ambiente previo al procesamiento es de 12 h, después del cual la pulpa presenta alta acidez lo cual no es aceptable (datos no mostrados).

El proceso de refinado permite eliminar el exceso de fibra a la pulpa, que confiere sabor amaderado, obteniendo mejores resultados con un tamiz de 0,2 mm.

Se encontró que los tratamientos térmicos alteran grasas y pigmentos generando características desagradables para el consumidor como cambio de color, separación de fases con presencia de sólidos en suspensión, sabor metálico y aumento de pH (tabla 1). Resultados similares fueron reportados por Murasaki *et al.*, 2009 (3).

Los cambios de color, sabor y olor se deben a la degradación de grasas y pigmentos tipo antocianinas que están presentes en los frutos, a las cuales

se atribuye su alta capacidad antioxidante y que son susceptibles a la luz, oxígeno, enzimas (polifenoloxidasas y glicoxidasas), altas temperaturas y pH (3, 6); siendo estos parámetros los más importantes en los cambios que sufre el producto durante el proceso.

La adición de conservante fue el tratamiento más apropiado para preservar la calidad del producto, con una mezcla de sorbato de potasio y benzoato de sodio de 0,3 g/kg de pulpa más la adición de ácido cítrico (1%), logrando estabilidad en las condiciones de pH, acidez y °Brix de la pulpa congelada (tabla 2) por un tiempo de nueve meses, tres veces mayor al alcanzado sin conservantes. La mayor adición de ácido cítrico aumenta considerablemente la acidez afectando el color del producto que cambia de violeta a rojo.

El proceso estandarizado para la obtención de pulpa de Asaí (figura 1) permite obtener una pulpa de mejor calidad que presenta características fisicoquímicas y sensoriales similares a estudios anteriores (4-6).



Figura 1. Diagrama de flujo. Producción de pulpa de Asaí.

CONCLUSIONES

La aplicación de tratamientos térmicos ocasionó cambios organolépticos y fisicoquímicos muy significativos, descartando estas etapas del proceso para la obtención y conservación de pulpa de Asaí.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castaño N, Cárdenas D, Octavo E. Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. 1^{era} ed. Bogotá, Colombia: Editores Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, CORPOAMAZONIA; 2007. 83 p.
2. Velarde MJ. Evaluación de la densidad y producción de frutos de *Euterpe precatoria* Mart. (ASAÍ) en la localidad de Riberalta (Beni-Bolivia) [Trabajo de pregrado]. [La Paz, Bolivia]: Universidad Mayor de San Andrés; 2007. 5 p.
3. Murasaki NC. Influencia da homogenizacao a alta pressao sobre a retencao de antocianinas presentes na polpa de Acai (*Euterpe oleracea* Mart.) [diseración]. [São Paulo, Brasil]. Escola polotecnica da Universidade de São Paulo; 2009. 14 p.
4. Dos Santos GM, Arraes G, Machado PH, Correja JM, Wilanc R, Matias G. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açai (*Euterpe oleracea* Mart). Arch Latinoam Nutr. 2008. 54 (2): 78-82.
5. Pereira EA, Queiroz AJ, Figueirêdo MF. Massa específica de pulpa de açai em função do teor de sólidos totais e da temperatura. Rev Bras Eng Agric Ambient. 2002 Sep-Dec. 13 (3): 25-38.
6. Saldanha V. Acaí Congelado [internet]. Brasília, Brasil. Embrapa informacao tecnológica. 2007. [Actualizado 2007 Mar; citado 2012 Mar 17]. Disponible en: http://SAcai_congelado_000gbzhifgi02wx5ok01dx9lccg4cb81w.l

ANÁLISIS COMPARATIVO DE CINÉTICAS DE DETERIORO UNIVARIANTE Y MULTIVARIANTE UTILIZANDO ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PCA).

COMPARATIVE ANALYSIS OF UNIVARIATE AND MULTIVARIATE DETERIORATION KINETICS USING PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS (PCA)

ARTÍCULO CORTO

Jorge SAAVEDRA^{1,2,*}, Andrés CÓRDOVA¹, Rosa NAVARRO¹, Lena GÁLVEZ¹, César QUEZADA¹

RESUMEN

La investigación evaluó comparativamente la cinética de deterioro de un cereal snack con base en manzana deshidratada, usando 3 temperaturas de incubación (18, 25 y 35°C) durante 74 semanas (517 días), usando modelos univariantes y uno multivariante basado en PCA vía algoritmo NIPALS. Se evaluó a_w , color (DE), humedad y evaluación organoléptica (olor, color, textura y sabor). Posteriormente, se ajustó las cinéticas de deterioro para ambos modelos: el modelo cinético multivariante ajustó y predijo un valor de vida útil de 18,3 meses (576 días), mientras que los modelos univariantes predijeron un valor de vida útil de 15,9 meses (500 días), ambos a 18°C. Si bien ambos modelos convergen en sus valores, el modelo multivariante ajustó simultáneamente la totalidad de atributos y sus interacciones, sin ponderarlos arbitrariamente, explicando el fenómeno de deterioro del producto y logrando un mejor pronóstico de vida útil, que fue validado experimentalmente.

Palabras clave: vida útil, análisis multivariante, cinética, análisis de componentes principales.

ABSTRACT

This research assessed comparably the aging kinetics of a dried apple cereal-like snack incubated at 3 temperatures (18, 25 and 35°C) for 74 weeks (517 days) using univariate models and PCA-based by NIPALS algorithm, like multivariate model. Experimentally, a_w , color (DE), moisture, and organoleptic properties (aroma, taste, texture and color) were measured. Afterwards, data were used to fit both kinetics models. The multivariate method shows a predicted shelf-life of 18.3 months (576 days), whereas a value of 15.8 months (500 days) was obtained by the univariate model at 18°C. Thus, concordant results were observed between both methods; however multivariate method could model all-at-once attributes variation and their interactions, without arbitrary weighting and explaining the deteriorating phenomena of the product, resulting in a better shelf-life prediction which was experimentally validated.

Keywords: Shelf-life, multivariate analysis, kinetic, principal component analysis.

¹ DATACHEM Agrofood: Data Analysis and Applied Chemometrics Research Group. Department of Food Engineering. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

² Centro Regional de Estudios en Alimentos Saludables (CREAS) –CONICYT Regional R06I1004. Blanco 1623, oficina 1402. Valparaíso 2362396, Chile.

* Autor a quien debe dirigirse la correspondencia: jorge.saavedra@ucv.cl

INTRODUCCIÓN

La determinación de vida útil es un elemento crucial en el desarrollo de nuevos alimentos dada su implicación en la seguridad alimentaria y calidad de los alimentos (1). Entre los métodos de evaluación, se destaca el modelamiento cinético (2), que recientemente ha sido reestudiado con el fin de desarrollar mejores modelos que expliquen fielmente la complejidad de los fenómenos de deterioro (3, 4). Así, destaca la propuesta de Pedro *et al.*, 2006 (5), quienes estiman la vida útil mediante modelos multivariantes, usando Análisis de Componentes Principales (PCA) vía algoritmo NIPALS (6), la que complementariamente puede incorporar técnicas de incubación aceleradas. El método se basa en que las reacciones de deterioro son la principal fuente de variabilidad, las que pueden ser extraídas y condensadas en un sub-espacio dimensional, logrando proyectar la variación conjunta de todos los atributos de calidad en función del tiempo (scores), así como la interacción subyacente entre éstos (loadings). Así, el método presenta un “mapa” que muestra las relaciones y dinámica de los atributos entre sí a lo largo del periodo de deterioro. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la vida útil de un nuevo cereal tipo snack a base de manzana deshidratada usando un método multivariante (PCA) respecto del enfoque univariante (modelo de Arrhenius).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras del producto de un proceso agroindustrial, fueron incubadas a 18°C, 25°C y 35°C. Los

atributos medidos fueron: a_w (Aqua LAB, Decagon Devices Inc., Washington USA a $20^\circ\text{C} \pm 0.3^\circ\text{C}$), humedad (g/100g de producto), sulfitos (SO_2 , $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ b.s), color DE (Minolta, CR-200b, Japón), mientras que los parámetros organolépticos fueron: sabor, color, aroma y textura. Las muestras fueron incubadas durante 17,5 meses, obteniéndose una matriz de datos de 84 observaciones y 8 variables, considerando las 3 temperaturas de almacenamiento. Sobre estos datos se aplicó el análisis PCA, validándose mediante los estadísticos R^2 (bondad de ajuste) y Q^2 (Validación cruzada del modelo) como indicador de su capacidad predictiva. Para todos los cálculos se utilizó el software SIMCA-P+ 12 (Umetrics AB, Sweden, 2008). Los modelos de cinética de degradación univariante fueron evaluados usando análisis de regresión, incluyendo ANOVA ($\alpha = 0,05$), falta de ajuste, F-ratios y coeficiente de determinación (R^2), mediante el uso de Statgraphics Centurion XV (Statpoint Inc., 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El PCA aplicado a la matriz conjunta (todas las variables y temperaturas de almacenamiento) explicó el 84,2% de la varianza total (PC1: 68% y PC2: 16,2%). Los gráficos de contribución (7) permitieron determinar la importancia de las variables a las observaciones. La figura 1a muestra como la a_w y la Humedad (fenómeno de migración de humedad al interior del envase) predominó a 18°C, lo que concuerda con los reportes de Risbo, 2003 (8).

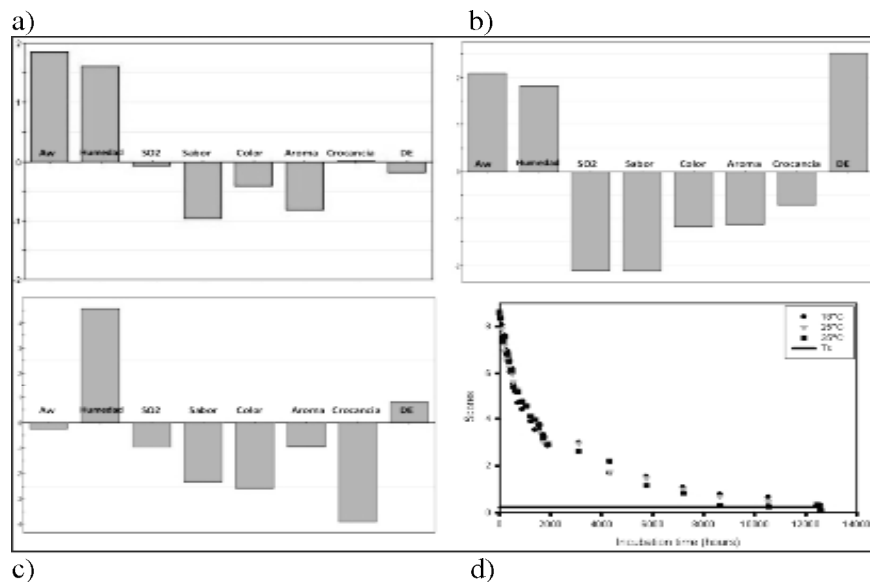


Figura 1. Gráficos de contribución: a) 18°C, b) 25°C, c) 35°C y d) cinética multivariante.

Asimismo, a 25°C (figura 1b) hubo cambios de apariencia (aumento color DE por degradación de SO₂) (9); mientras que a 35°C (figura 1c) se apreció un incremento de la tasa de hidratación, lo que se relaciona con la pérdida de crocancia y aceptabilidad observados (10). La interacción de los atributos de calidad asociados al deterioro, fueron considerados por el modelo PCA, ponderándolos en base a su peso estadístico, lo que permite calcular la cinética multivariante asociada al fenómeno (figura 1d). Se observa que la variación conjunta de todos los atributos se ajusta a una cinética de primer orden. A partir de las especificaciones de los atributos de calidad se calculó el criterio de corte, estimando la vida útil multivariante: 18,3 meses. Del mismo modo, la estimación univariante fue de 15,9 meses (ambos a 18°C). Tal diferencia se debe a que el modelo univariante sólo consideró la humedad, la cual ajustó un modelo de orden 0 (deterioro lineal y más rápido).

CONCLUSIÓN

Se evaluó la vida útil de un cereal tipo snack a base de manzana deshidratada utilizando un método multivariante. El método PCA demostró ventajas sobre el modelo lineal que permiten recomendar su uso como complemento en la explicación de fenómenos de deterioro de alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López-Duarte AL; Vidal-Quintana RL. Oxidation of linoleic acid as a marker for shelf life of corn flour. *Food Chem.* 2009 May 15; 114 (2): 478-836.
2. Labuza TP. *Shelf Life Dating of Foods*. Westport, Connecticut, U.S.A.: Food and Nutrition Press Inc; 1982. 999 p.
3. Van Boekel M. Kinetic Modeling of Food Quality: A Critical Review. *Compreh Rev Food Sci Food Safety.* 2008 Jan; 7 (1): 144-58.
4. Vleeschouwer K, Van der Plancken I, Van Loey A, Hendrickx M. Modelling acrylamide changes in foods: from single response empirical to multiresponse mechanistic approaches. *Trends Food Sci Tech.* 2009; 20 (3): 155-67.
5. Pedro A, Ferreira M. Multivariate accelerated shelf-life testing: a novel approach for determining the shelf-life of foods. *J Chemometr.* 2006 Nov 21; 20: 76-83.
6. Wold S, Esbensen K, Geladi P. Principal component analysis. *Proceedings of the Multivariate Statistical Workshop for Geologists and Geochemists. Chemometr Intell Lab.* 1987 Aug; 2 (1-3), issues 161-175.
7. Mac-Gregor JF, Kourti T. Statistical process control of multivariate processes. *Control Eng Pract.* 1995 Mar; 3 (3): 403-414.
8. Risbo J. The dynamics of moisture migration in packaged multi-component food systems I: shelf like predictions for a cereal-raisin system. *J Food Eng.* 2003 Jul; 58 (3): 239-246.
9. Palazón MA, Perez-Conesa D, Abellá P, Ros G, Romero F, Vidal ML. Determination of shelf-life of homogenized apple-based beikost storage at different temperatures using Weibull hazard model. *Food Sci Tech-LEB.* 2009 ; 42 (1): 319-26.
10. Katz EE, Labuza TP. Effect of water activity on the sensory crispness and mechanical deformation of snack food products. *J Food Sci.* 1981 Mar; 46 (2), 403-9.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE LA CANDIA (*Hibiscus esculentus*) APLICADA A UNA HAMBURGUESA DE CARNE BOVINA

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL CANDIA (*Hibiscus esculentus*) APPLIED TO BEEF HAMBURGER

ARTÍCULO CORTO

Manuela JULIO-GUZMÁN¹, Emir RODRÍGUEZ-LUNA¹, Gonzalo URBINA-OSPINO^{1*}, Clemente GRANADOS-CONDE¹, Miladys TORRENEGRA-ALARCÓN¹, Diofanor ACEVEDO-CORREA¹

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la potencial aplicación de aceites esenciales de hojas de Candia (*Hibiscus esculentus*) como posible conservante y antioxidante natural en un producto cárnico como la hamburguesa de carne de res, que permitan sustituir parcial o totalmente aditivos como el nitrito. Se procesó el producto cárnico adicionando el aceite esencial para evaluar su poder antioxidante (prueba *in vitro* de actividad antioxidante por espectrofotometría mediante el método DPPH). Se realizó los análisis microbiológicos y bromatológicos y, además, se realizó la prueba TBA y pH en un período de almacenamiento de 21 días, se realizó las pruebas sensoriales hedónica y de color, donde se determinó que el producto sólo difiere en las propiedades de aroma y sabor del aceite esencial agregado, no existe una diferencia estadísticamente significativa en las características de color.

Palabras clave: conservante, proteína, crecimiento microbiano, oxidación.

ABSTRACT

This research evaluated the potential application of essential oils from leaves of Candia (*Hibiscus esculentus*) as a potential natural antioxidant and preservative in a meat product such as hamburger meat, allowing partial or total replacement additives such as nitrite. The meat product was processed by adding the essential oil to evaluate its antioxidant (test of antioxidant activity *in vitro* by spectrophotometry using the DPPH method). Microbiological analyzes were performed and were further bromatological TBA and pH testing in a storage period of 21 days, were tested hedonic sensory and color, which determined that the product differs only in the properties of aroma and flavor of essential oil added, there is no statistically significant difference in the color characteristics.

Keywords: Preservative, protein, microbial growth, oxidation.

INTRODUCCIÓN

Los productos cárnicos son susceptibles a diferentes formas de deterioro como el desarrollo microbiano, cambios de color, rancidez por oxidación, entre otros; empleándose con mucha frecuencia nitritos y antioxidantes sintéticos para prevenir el

daño ocasionado por las reacciones de oxidación y el crecimiento microbiano. Por otra parte, la oxidación en alimentos es un fenómeno químico que no se puede evitar o paralizar completamente (1). Sin embargo, la adición de sustancias naturales para evitar este fenómeno puede contribuir a que se obtenga un aumento significativo en su estabilidad

¹ Universidad de Cartagena, Grupo Incas. Cartagena de Indias, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: americaygonzalo@gmail.com

y la vida útil del producto final. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antioxidante del aceite esencial extraído de *Hibiscus esculentus* aplicada a la conservación de hamburguesa de carne de bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las hojas de *Hibiscus esculentus*, fueron recolectadas en el área rural del municipio Palo Alto, de Sucre, Colombia.

Preparación de los extractos

Las hojas fueron lavadas, troceadas y secadas a temperatura ambiente. La extracción del AE se realizó con 3000 g del material vegetal por destilación por arrastre de vapor. La duración de la hidrodestilación fue de 3 h, el aceite esencial se separó del agua por decantación; se utilizó éter para la separación de las fases, se recogió la fracción etérea y se dejó secar a temperatura ambiente. Una alícuota del aceite (1 μ L) se disolvió en 1 ml de diclorometano para después inyectar 1 μ L para el análisis cromatográfico. El aceite esencial se analizó en un cromatógrafo de gases Agilent 4890D. Para determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial se utilizó el ensayo de decoloración del radical estable DPPH• (1,1-difenil-2-picril-hidracilo), el cual fue evaluado tomando alícuotas de (0,71; 0,57; 0,43; 0,28 y 0,14 mL) de esta solución metanólica de DPPH; se realizó ensayos preliminares utilizando como sustancia patrón el ácido ascórbico (2).

Elaboración del producto

Se recibió e inspeccionó la materia prima, se porcionó de acuerdo con lo establecido en la formulación, como lo muestra la tabla 1. La carne y la grasa dorsal de cerdo fueron molidas con un disco número 3, se homogenizó durante 15 a 20 min y se agregó los ingredientes. En el moldeado se utilizó fundas plásticas para embutir. La cocción se realizó con vapor húmedo hasta alcanzar los 70°C; en el punto medio más frío del producto moldeado. El producto se refrigeró entre 4 - 6°C. El producto se empacó en bolsas plásticas de polietileno de alta densidad.

El Diseño experimental fue factorial, se midió así: concentración en partes por millón del aceite esencial y la planta estudiada. Estas pruebas fueron realizadas por triplicado y un blanco. Los análisis realizados fueron: humedad, cenizas, proteínas, grasas, TBA y pH. Se le hizo seguimiento durante 21 días a las pruebas microbiológicas y estas fueron:

mesófilos totales, coliformes totales, coliformes fecales y staphylococcus aureus (3). La característica sensorial utilizada fue una escala hedónica. Todas las pruebas se realizaron por triplicado.

Tabla 1. Formulación de hamburguesa de carne de res.

INGREDIENTES	FORMULACIÓN (g)
CARNE DE RES	1153
GRASA	161,7
COND DE HAMBURGUESA AL CARBÓN	30,03
GLUTAMATO	2,31
AZÚCAR	6,93
SAL	53,3
LIGADOR XT200	161,7
ALMIDÓN	127,07
CEBOLLA ROJA	103,95
PIMENTÓN	62,37
HIELO	415,8
AJO	23,1
AE DE CANDIA	150 Mg AEC /kg

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento del AE obtenido fue 0,49082%. La tabla 2 muestra los compuestos mayoritarios encontrados en el AE *Hibiscus esculentus*. Se identificó 8 componentes en concentraciones relativas superiores a 0,2% en el AE de *Hibiscus esculentus*. Este se caracterizó por los altos porcentajes de Carvona, mentol y beta-cariofileno. La actividad antioxidante del AE *Hibiscus esculentus*, cuyo porcentaje de inhibición frente al radical DPPH fue de 96,4% para el ácido ascórbico y 60,68% para el aceite extraído de las hojas. En los análisis bromatológicos se evidenció que el extracto de *Hibiscus esculentus* en concentración de 1000 ppm, presentó mayor estabilidad oxidativa en comparación con los extractos a concentraciones de 500 y 250 ppm. Las características (sabor y olor) del producto con adición de extractos no fueron afectadas. Durante el período de almacenamiento la concentración de 1000 ppm de AE fue el que presentó mejores condiciones antibacteriales, los tres presentaron propiedades conservantes en el tiempo establecido, manteniendo ausencia de niveles permitidos de (*Staphylococcus aureus*, mesófilos, Coliformes Totales y fecales) de acuerdo con la NTC 4519. La adición de AE de *Hibiscus esculentus* a la hamburguesa aumentó el tiempo de vida útil del producto por un

tiempo de 45 días a una temperatura de $4 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Los atributos de color, olor y sabor no fueron muy marcados, dando unas propiedades similares entre los productos comparados. Los conceptos emitidos por los panelistas confirmaron que la concentración ideal fue de 250 ppm, ya que en general la hamburguesa de res presenta características muy similares a las existentes en el mercado.

Tabla 2. Composición química del AE de *Hibiscus esculentus*.

NºDE PICO	COMPUESTO	AREA RELATIVA (%)
7	Metona	1,24754
9	Beta-burbunco	0,54292
10	Linalool	1,15806
12	Neomentol	1,10450
13	Trepinen-4-ol	0,72505
14	Beta-cariofileno	3,78859
16	Carvona	51,86372
20	Mentol	9,36720

CONCLUSIONES

El AE *Hibiscus esculentus* obtenido por arrastre de vapor posee propiedades antioxidantes y conservantes, además no afectó notoriamente las características sensoriales de la hamburguesa de res conservada a $4 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. La adición de AE *Hibiscus esculentus* a la hamburguesa disminuyó la carga microbiana y la oxidación de dicho producto, por lo cual podría ser utilizado como un agente antimicrobiano y antioxidante de origen natural que mejore la calidad de los productos cárnicos como la hamburguesa de res.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ostlund RE Jr, Racette SB, Stenson WF. Effects of trace components of dietary fat on cholesterol metabolism: phytosterols, oxysterols and squalene. *Nut Rev.* 2002 Nov; 60 (11): 349-59.
2. Prior RL, Wu X, Schaich K. Standardized methods for the determination of the antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem.* 2005 May 18; 53 (10): 4290-302.
3. Wuryatmo E, Klieber A, Scott E. Inhibition of citrus postharvest pathogens by vapor of citral and related compounds in culture. *J Agric Food Chem.* 2003 Apr 23; 51 (9): 2637-2640.

EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA DE SEMILLAS DE AJONJOLÍ (*Sesamum indicum*) EMPACADAS EN BOLSAS SILOBAG

BROMATOLOGICAL EVALUATION OF SESAME SEEDS (*Sesamum indicum*) STORED IN SILOBAG BAGS

ARTÍCULO CORTO

Yésid A. MARRUGO L.^{1*} Lorenzo FUENTES B.³, Piedad M. MONTERO C.¹, Diofanor ACEVEDO C.²

RESUMEN

Se empacó semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en bolsas Silobag para probar que se conservan las características bromatológicas iniciales. Durante dos meses el tratamiento uno se expuso a condiciones ambientales y el tratamiento dos se almacenó en bodega. Se realizó análisis bromatológicos a las semillas antes del empacado en bolsas Silobag, a 30 y 60 días. Los resultados demostraron que las diferencias significativas entre los parámetros estudiados son pocas, concluyendo que las bolsas Silobag, se pueden recomendar para empacar ajonjolí, almacenarlo en bodega o dejarlo a la intemperie, dado que protegen al producto contra agentes externos, conservando sus características iniciales.

Palabras clave: postcosecha, carbohidratos, fibra, humedad.

ABSTRACT

Sesame seeds were packed (*Sesamum indicum*) in bags Silobag to prove that preserves the initial bromatologic characteristics. For two months the treatment one was exposed to environmental conditions and the treatment two was stored in the hold. Bromatologic analyzes were done to the seeds before packed in Silobag bags for 30 and 60 days. The results demonstrated that the significant differences between the parameters studied are few, concluding that the bags Silobag may be recommended to pack sesame store in storage or leave it outdoors, as these protect the product against external agents, preserving its initial characteristics.

Keywords: Postharvest, carbohydrates, fiber, humidity.

INTRODUCCIÓN

En Bolívar se encuentra la región de los montes de María y en ésta el municipio de Córdoba; mayor productor de ajonjolí en Colombia (1). Los cultivadores de ajonjolí de esta región no cuentan con las técnicas de postcosechas apropiadas que permitan un mayor tiempo de conservación.

Las modernas cadenas de comercialización y las tendencias alimentarias han incrementado la

demanda de productos y el consumo de vegetales, lo que hace imprescindible la aplicación de tecnologías postcosecha que permitan el mantenimiento de la calidad a lo largo de periodos de tiempo, que son cada vez más prolongados (2).

Pozzolo, 2011 (3), ensayó conservación de arroz a diferentes humedades en Silobag. Los resultados indican que el grano de arroz almacenado en Silobag hasta con humedades del 17,5% no altera su calidad industrial en períodos mínimo de 70 días. Con hu-

¹ Grupo de Investigación Nutrición, Salud y Calidad Alimentaria NUSCA. Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena. Piedra de Bolívar Cl. 30 No. 48 B-152. Cartagena de Indias, Colombia.

² Grupo de Investigación Proyectos alimentarios PROAL. Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena.

³ Grupo de Investigación en Biotecnología, Alimentos y Educación GIBAE. Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: timiriguaco@hotmail.com

medades superiores de hasta 20,5% la conservación, medida como disminuciones en los parámetros de comercialización, se comportó por períodos de hasta sesenta días sin alteraciones (3).

Este proyecto pretende mejorar las condiciones de vida de los habitantes de los Montes de María; minimizando las pérdidas de postcosecha; así, el productor tendría reservas del ajonjolí en periodos de escasez, y podría ofrecerlo a los compradores a mejores precios. La investigación afianza la línea de acción, condiciones de precosecha y postcosecha de productos agroalimentarios de importancia para la región Caribe.

MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima fue adquirida en el Municipio de Córdoba-Bolívar. Las bolsas Silobag fueron adquiridas en la empresa Luanfer S.A[®] de Montevideo-Uruguay.

Diseño experimental

Totalmente aleatorio. Determinaciones realizadas por triplicado y los resultados expresados como la media \pm la desviación estándar. Para el análisis de los datos se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). Se fijó el nivel de significancia a $p < 0,05$. Los tratamientos planteados fueron el almacenamiento de las semillas en bolsas en condiciones ambientales (T1) y en bodega (T2).

Empacado de semillas en bolsas silobag

Se acondicionó dos tratamientos en bolsas Silobag con cinco kg de *Sesamun indicum* para cada repetición. Durante dos meses, T1 estuvo en condiciones ambientales y T2 almacenado en bodega, a 30°C, aproximadamente. Se realizó análisis bromatológicos a T1 y T2 antes de iniciar el proceso, a los 30 y 60 días.

Tabla 1. Análisis Proximales (4).

Humedad	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza
AOAC	AOAC	AOAC	AOAC	AOAC
938,08	976,05	962,01	920,39	934,01
1990	1990	1990	1990	1990

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 muestra los resultados de los análisis bromatológicos de *S. indicum* antes de iniciar el estudio con las bolsas Silobag y después de 30 y 60 días dentro de estas en condiciones ambientales (T1) y almacenado en bodega (T2).

La proteína de *S. indicum* en T1 y T2 a treinta días fue de 19,71% y 19,98%, no se observa diferencia significativa ($p < 0,05$) con el valor inicial (18,86%); mientras que existe diferencia significativa con los resultados para este atributo a 60 días tanto en T1 (22,12%) como en T2 (22,14%) (ver tabla 2).

La grasa en *S. indicum* en T1 fue de 37,49 y 37,45 a treinta y sesenta días de iniciado el ensayo respectivamente y en T2 fueron de 40,88 y 39,75 a treinta y sesenta días, respectivamente; estos valores no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) al compararse con el valor para este atributo (38,58%) antes de iniciarse el ensayo (ver tabla 2).

Los carbohidratos de *S. indicum* en T1 fueron de 30,76 y 29,16 a treinta y sesenta días respectivamente, no evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$) al ser comparados con el contenido de este atributo (31,6) antes del tratamiento con bolsas Silobag. Los valores de T2: 28,34% y 27,43 a treinta y sesenta días, respectivamente; evidenciaron diferencia significativa ($p < 0,05$) (ver tabla 2).

La fibra de *S. indicum* a treinta días en T1 fue de 4,16%, en T2 fue de 4,17%. No mostrando diferencia significativa frente al valor antes de iniciado el estudio (3,99%). Los valores a sesenta días en T1 y T2 fueron de 4,42%, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) (ver tabla 2).

No se evidenció diferencia significativa en la humedad de *S. indicum* en los valores de T1 a treinta y sesenta días, respectivamente (6,11% y 6,23%), ni en el valor de T2 a sesenta días (5,77%) al compararse con el valor inicial de este atributo (5,96%); el valor de T2 a treinta días (5,66%) mostró diferencia significativa ($p < 0,05$) (ver tabla 2).

Tabla 2. Valores de fibra, proteína, humedad, grasa, y carbohidatos en *S. indicum* antes de empacado en bolsas silobag, a 30 y 60 días después de empacado, almacenado en condiciones ambientales y en bodega.

Parámetro	<i>S. indicum</i> antes de empacado en bolsas silobag	Empacado en silobag. Condiciones ambientales (T1) 30 días	Empacado en silobag. Almacenado en bodega (T2) 30 días	Empacado en silobag Condiciones Ambientales (T1) 60 días	Empacado en silobag. Almacenado en bodega 60 días
Fibra (%)	3,98 ± 0,06 ^a	4,16 ± 0,13 ^a	4,17 ± 0,52 ^a	4,42 ± 0,04 ^b	4,17 ± 0,52 ^b
Proteínas (%)	18,86 ± 0,07 ^a	19,71 ± 0,89 ^a	19,98 ± 0,55 ^a	22,12 ± 0,27 ^b	22,14 ± 0,21 ^b
Humedad (%)	5,96 ± 0,06 ^a	6,11 ± 0,11 ^a	5,60 ± 0,19 ^b	6,23 ± 0,08 ^a	5,77 ± 0,11 ^a
Grasa (%)	38,58 ± 0,58 ^a	37,49 ± 0,27 ^a	40,88 ± 0,87 ^b	37,45 ± 0,91 ^a	39,75 ± 0,88 ^a
Carbohidratos (%)**	31,6 ^a	30,76 ± 0,676 ^a	28,34 ± 1,74 ^b	29,16 ± 0,80 ^a	27,43 ± 0,58 ^b

Pruebas realizadas por triplicado (se reporta valor promedio). **Determinación obtenida por diferencia.

CONCLUSIONES

Las bolsas Silobag permiten almacenar la semilla de *S. indicum* en bodega o permanecer a la intemperie, dado que éstas protegen el producto de agentes externos. Representan una solución de emergencia con beneficios económicos frente a la falta de estructuras de acondicionamiento y almacenaje de estructuras fijas.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes Millerlay Sanches, Diego Tirado, Erica Torres, Willian Manjarres y Karen Atencia por su valiosa colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daniels A, Múnera A (Editores y compiladores). Los Montes de María: región, conflicto armado y desarrollo productivo. 1ª ed. Cartagena: Ediciones Ántropos Ltda; 2011. Torregloza E, Marrugo Y. Seguridad alimentaria y nutricional un reto ineludible para la zona Montes de María. 174p
- Wills R. Introducción a la fisiología, manipulación y postcosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. 2ª edición. Zaragoza, España: Editorial Acribia; 1999. 7p.
- Pozzolo O. Conservación de arroz a diferentes humedades en silo-bag. efecto de la media sombra [Internet]. Concepcion-Uruguay. Facultad de Ciencias Agrarias, UNEE, EEA-INTA. 2006. [citado 2011 Sep 25]. Disponible en: <http://www.cosechay-postcosecha.org/data/articulos/postcosecha/ConservacionArroz-SiloBagEfectoMediaSombra.asp>
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington, D.C: 1990. 503-515p.

EFFECTO CONSERVANTE DE PROPÓLEOS EN CHORIZOS

PRESERVATIVE EFFECT OF PROPOLIS IN "CHORIZOS"

ARTÍCULO CORTO

Carolina GUTIÉRREZ-CORTÉS^{1*}, Héctor SUAREZ-MAHECHA²

RESUMEN

El extracto etanólico de propóleos (EEP) fue utilizado en una prueba de difusión para determinar su capacidad inhibitoria frente a *Salmonella* sp, *Clostridium* sp, *E. coli*, y *Staphylococcus aureus in vitro*. Se observó inhibición para todos los microorganismos con las concentraciones de EEP utilizadas. Se elaboró chorizos con conservantes diferentes: a) EEP 8mg/ml; b) 0,2g/Kg de nitrito de sodio; c) alcohol etanólico 96% (control). EEP y el nitrito mostraron efecto similar sobre bacterias mesófilas, psicrófilas, coliformes totales y fecales ($p > 0,05$), se observó actividad bacteriostática. Los propóleos podrían reemplazar a los nitritos ya que el comportamiento de los tratamientos fue muy similar.

Palabras clave: propóleos, nitrito, biopreservante, inhibición, bacteriostática.

ABSTRACT

The diffusion method was performed to determine in vitro the inhibitory capacity of ethanolic extract of propolis EEP against *Salmonella* sp, *Clostridium* sp, *E. coli*, and *Staphylococcus aureus*. All the microorganisms were inhibited by the used concentrations. "Chorizos" with different preservatives were made: a) EEP 8mg/ml; b) 0.2g/Kg of sodium nitrite; c) ethanolic alcohol 96% (control). EEP and nitrite showed a similar effect over mesophilic and psychrophilic bacteria, total and fecal coliforms grown at the same rate ($P > 0.05$). Propolis could replace nitrites as a biopreservative alternative because the performances of the substances are essentially the same.

Keywords: Propolis, nitrite, biopreservative, inhibition, bacteriostatic.

INTRODUCCIÓN

En el chorizo es común el nitrito de sodio como conservante, antioxidante, agente reductor o nitrosilante; sin embargo, es convertido en diferentes compuestos como ácido nitroso, óxido nítrico y nitrato (1). También puede reaccionar con los grupos sulfhidrilo de las proteínas liberando óxido nítrico (2), el cual puede inhibir *Clostridium botulinum*. Sin embargo, los nitritos reaccionan con las aminos biógenas originando compuestos nitrogenados conocidos como precursores de cáncer (3). Propóleos es un producto natural resinoso, formado por compuestos orgánicos y minerales que presentan capacidad antimicrobiana y antifúngica (4). Durante la extracción con etanol se obtienen y concentran los constitu-

yentes bioactivos (5). El objetivo de este trabajo fue determinar la concentración mínima inhibitoria de propóleos frente a algunas bacterias patógenas *in vitro* y su acción biopreservante en chorizos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Extracto etanólico de propóleos

Se adicionó 400 mL de etanol (96%) a 100g de propóleos y se agitó por 2 horas; luego dejado en reposo, el residuo sólido fue sometido a segunda extracción; fueron reunidos los extractos en congelador para precipitar otros compuestos. Fue utilizado el sobrenadante, con una concentración de sólidos de 8%.

¹ ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: cgutierrezco@unal.edu.co

Cepas y cultivo

Cepas utilizadas: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. y *Clostridium* sp. *Clostridium* sp. fue activado en caldo BHI (Oxoid), *Salmonella* sp. en caldo nutritivo (Oxoid) (ATCC 13076) y *S. aureus*, *E. coli* en caldo TSB (Merck) (ATCC 25923 y ATCC 25922). Incubadas toda la noche y sembradas nuevamente en caldo.

Test de difusión –Determinación de la actividad microbiana

1 mL de cada cepa fue sembrado ($1,5 \times 10^9$ células) en superficie. Se impregnó discos de 6 mm de diámetro con EEP a 0,8, 1,2 y 1,6 mg/ml y alcohol etanólico al 98% (control), incubadas durante 48 h y medidos los halos de inhibición. Las tres concentraciones inhibieron el crecimiento de los patógenos, por lo que fue seleccionada la menor (0,8 mg/ml) como mínima concentración inhibitoria (MCI).

Preparación de los chorizos

Se elaboró chorizos de 100g utilizando carne magra de porcino y bovino (60 y 20%) y grasa de porcino (20%). Se utilizó tres tratamientos: T1 EEP (0.8 mg/mL); T2 nitrito de sodio con eritorbato de sodio. T3 alcohol etanólico al 98% (control). Las muestras fueron empacadas en bolsas selladas al vacío y almacenados en refrigeración 5°C (6).

Análisis microbiológicos

Se analizó los días 0, 8, 16 y 24 para el recuento de aerobios (AM) y psicrófilos (AP); NMP de coliformes totales (CT) y fecales (CF), *Staphylococcus*, *Clostridium* sp. *Salmonella* sp. según NTC 1325 (INVIMA 2008).

Análisis estadístico

Se utilizó ANOVA de dos vías para un diseño de dos factores con interacciones, utilizando el programa R versión 2.12.2, fue realizada comparación múltiple entre tratamientos con test de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

En la prueba in vitro de difusión no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las concentraciones utilizadas de 0,8, 1,2 y 1,6 mg/ml por lo tanto se utilizó la menor. Se observó halos de inhibición a partir de 8mm de diámetro, de acuerdo con Chaillou *et al.*, 2009 (7), que reportan actividad

antimicrobiana de EEP frente a *S. aureus*, con halos de 9 mm. La concentración de EEP utilizada en los chorizos correspondiente a 8mg/mL. Lu *et al.*, 2005 (8), han utilizado diferentes concentraciones de EEP y reportan actividad bactericida desde 0,75 hasta 1,2 mg/mL. En la gráfica 1 se observa el crecimiento microbiano de los chorizos. Los resultados presentan una carga microbiana inicial de AM, AP, CT y CF.

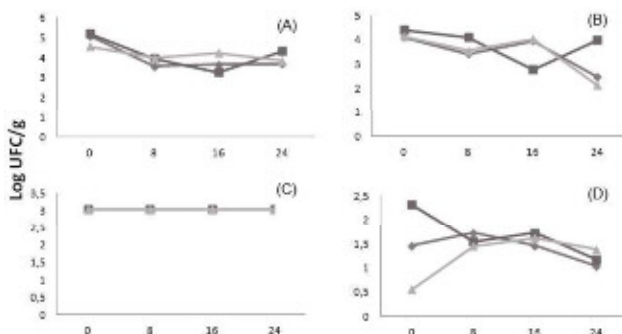


Figura 1. Conteo de microorganismos ((A) Aerobios mesófilos, (B) Aerobios psicrófilos, (C) Coliformes totales, (D) Coliformes fecales) durante 24 días de muestreo de los chorizos. Tratamientos: (■) propóleo 0.8mg/ml, (▲) nitrito de sodio, (◆) control + alcohol etanólico al 96%.

No se reportó la presencia de *E. coli*, *Salmonella* sp, *Staphylococcus coagulasa* positiva ni esporas de *Clostridium* sp.

El crecimiento de AM, AP, CT y CF no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), esto puede deberse a su alta concentración (CT y AM) en la etapa inicial y a la ausencia del tratamiento térmico. Se ha reportado actividad bactericida y bacteriostática de EEP a 0,6 mg/mL en chorizos crudos (6), la acción bacteriostática observada de EEP hasta el día 24 es superior a la reportada por Ali *et al.*, 2010 (6), quien obtuvo actividad hasta el día 15, a partir de ese momento incrementaron los recuentos. AM y AP en T1 disminuyeron hasta el día 16 con valores de 3,65 log ufc/g, a partir del día 24 (3,68 log ufc/g) aumentaron, es decir, la capacidad inhibitoria de EEP disminuyó a partir de ese momento. CT no presentó variaciones de crecimiento (3,04 log ufc/g) por lo que es posible deducir una actividad bacteriostática. La disminución de CF indica actividad bactericida. T2 fue bacteriostático frente a AM y CF; bactericida frente a CP, debido a la interacción de los componentes y sistema de empaque utilizado

que generan cambios fisicoquímicos del producto. T3 mostró disminución en el conteo de AM hasta el día 8 y un ligero aumento hasta el día 24, se observó disminución de AP y CF. Los conteos de CT no cambiaron durante el tiempo de almacenamiento. Este comportamiento es atribuido a que la disminución de oxígeno del empaque detuvo el crecimiento de los aerobios y permitió la fermentación de la lactosa por los coliformes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Honikel KO. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Sci.* 2008 Jan-Feb; 78 (1-2): 68-76.
2. Pegg RB, Shahidi F. Nitrite curing of meat: the N-nitrosamine problem and nitrite alternatives. *Food Nut Press*; 2004.
3. Souliotis VL, Henneman JR, Reed CD, Chhabra SK, Diwan BA, Anderson LM, *et al.*, DNA adducts and liver DNA replication in rats during chronic exposure to N-nitrosodimethylamine (NDMA) and their relationships to the dose-dependence of NDMA hepatocarcinogenesis. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis.* 2002; 500 (1-2): 75-87.
4. Garedeu A, Schmolz E, Lamprecht I. Microbiological and calorimetric investigations on the antimicrobial actions of different propolis extracts: an in vitro approach. *Thermochim Acta.* 2004 Nov 15; 422 (1-2): 115-24.
5. Tylkowski B, Trusheva B, Bankova V, Giamberini M, Peev G, Nikolova A. Extraction of biologically active compounds from propolis and concentration of extract by nanofiltration. *J Membrane Sci.* 2010 Feb 15; 348 (1-2): 124-30.
6. Ali FH KG, Atta-Alla OA. Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage. *Vet Ital.* 2010 Apr-Jun; 46 (2): 167-172.
7. Chaillou LL, Nazareno MA. Bioactivity of propolis from Santiago del Estero, Argentina, related to their chemical composition. *Food Sci Technol-LEB.* 2009 Oct; 42 (8): 14228. Lu L-C, Chen Y-W, Chou C-C. Antibacterial activity of propolis against *Staphylococcus aureus*. *Int J Food Microbiol.* 2005 Jul 15; 102 (2): 213-220.

HIDROLIZADO DE PLUMAS DE GALLINA COMO FUENTE DE PEPTONA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA LÁCTICA

CHICKEN FEATHERS HYDROLYZATE AS PEPTONE FOR THE PRODUCTION OF LACTIC BIOMASS

ARTÍCULO CORTO

Liliana SERNA C.^{1*}, Carlos A. RENGIFO G.¹, Miguel A. ROJAS R.¹

RESUMEN

Se evaluó el potencial del hidrolizado de plumas de gallina (HP) como fuente de peptona en la producción de biomasa láctica. Se determinó la composición de proteína y de cenizas del hidrolizado y se formuló tres sustratos de fermentación utilizando como fuente de carbono 60 gL⁻¹ de glucosa, y HP y/o extracto de levadura, como fuentes de nitrógeno, vitaminas y minerales. Se hizo 9 fermentaciones en discontinuo (32°C, 100 rpm, 4 horas), utilizando como cepa ácido láctica *Weissella confusa*, y los sustratos, HP (glucosa + 8 gL⁻¹ de HP), EL (glucosa + 4 gL⁻¹ de extracto de levadura) y HP + EL (glucosa + 8 gL⁻¹ de HP + 4 gL⁻¹ de extracto de levadura). Se comparó velocidad específica de crecimiento (μ), rendimiento de biomasa ($Y_{x/s}$) y consumo de sustrato. Se encontró diferencias significativas en las variables de respuesta entre los tres sustratos. El mayor rendimiento de biomasa se obtuvo en sustrato HP + EL con 1,24 gL⁻¹, con un incremento de 20 y 35% sobre el crecimiento en EL (0,99 gL⁻¹) y HP (0,80 gL⁻¹), respectivamente. Los resultados destacan el potencial biotecnológico que representa el HP en la producción de biomasa ácido láctica; además, se convierte en una alternativa para la utilización de este residuo agroindustrial.

Palabras clave: plumas, *Weissella confusa*, bacterias ácido lácticas, fermentación.

ABSTRACT

The potential of chicken feathers hydrolyzate (HP) as peptone source for the production of lactic biomass was evaluated. The protein and ash composition of the hydrolyzate was determined and three substrates of fermentation using as carbon source 60 gL⁻¹ of glucose and HP and/or yeast extract as sources of nitrogen, vitamins and mineral were formulated. 9 batch fermentations (32°C, 100rpm, 4 hours) were made, using as strain to *Weissella confusa* and the substrates, HP (glucose + 8 gL⁻¹HP), EL (glucose + 4 gL⁻¹ Yeast extract) and HP + EL (glucose + 8 gL⁻¹HP + Yeast extract 4 gL⁻¹). The kinetic parameters of fermentation, specific growth rate (μ) and biomass yield ($Y_{x/s}$) was compared. Significant differences in biomass yield between the three substrates was found. The highest biomass production was obtained with HP + EL 1.24 gL⁻¹, with a increase of 20 and 35% on growth in EL (0.99gL⁻¹) and HP (0.80gL⁻¹), respectively. The results show the biotechnological potential that HP can represent in production of lactic biomass, also becomes an alternative to the use of this agroindustrial waste.

Keywords: Feathers, *Weissella confusa*, acid lactic biomass, fermentation.

¹ Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Carrera 32 vía Candelaria, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lserna@unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son un grupo de microorganismos de gran importancia comercial y tecnológica en procesos fermentativos y conservación de alimentos (1). En la industria de las fermentaciones, los sustratos constituyen la mayor parte de los costos de producción de biomasa y sus bioproductos (2) y son las peptonas una de las fuentes más importantes de nitrógeno orgánico para el crecimiento de biomasa (3). Las industrias de procesamiento de aves producen considerables cantidades de plumas de pollo y gallina (10% del peso del animal), compuestas por 90% de queratina y son consideradas como una amenaza ambiental (4). Taskin *et al.*, 2011 (3), reportan la producción de peptona a base de hidrolizado de plumas, para ser empleada en la producción de biomasa. El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial del hidrolizado de Plumas de Gallina (HP) como fuente de peptona en la formulación de sustratos para la producción de BAL.

MATERIALES Y MÉTODOS

Formulación de sustratos y producción de BAL

Se utilizó plumas de gallina obtenidas de una granja avícola en Palmira, Valle del Cauca, Colombia; las cuales fueron sometidas a un proceso de hidrólisis ácida empleando ácido sulfúrico 6N según la metodología de Taskin *et al.*, 2011 (3). Se realizó análisis de materia seca (MS), proteína (P), extracto etéreo (EE), y cenizas (C) al hidrolizado de plumas (HP).

Se formuló tres sustratos de fermentación: HP (glucosa + 8 gL⁻¹ de HP), EL (glucosa + 4 gL⁻¹ de extracto de levadura) y HP+EL (glucosa + 8 gL⁻¹ de HP + 4 gL⁻¹ de extracto de levadura). Los sustratos fueron esterilizados a 121°C por 15 minutos. Se utilizó una cepa de *Weissella confusa* crioconservada, obtenida en investigaciones de Serna *et al.*, 2010 (5). La cepa fue adaptada a cada uno de los sustratos utilizando 10% de inóculo con respecto al volumen de trabajo. Se realizó 9 fermentaciones en discontinuo (3 por cada sustrato) con un volumen de trabajo de 200 ml. Los Erlenmeyer permanecieron agitados elipsoidalmente sin aireación, a 100 rpm, 32 ± 2°C por 4 horas (VWR Incubating Orbital Shaker VWR

model 5000I, USA) según la metodología de Serna *et al.*, 2010 (5). Se tomó muestras a las 0, 1, 2, 3 y 4 horas de fermentación. Se centrifugó a 5000 rpm por 10 minutos (Eppendorf Centrifuge – 5804R, Germany). El sobrenadante se utilizó para medición de azúcares reductores con reactivo DNS (6). El precipitado, se lavó con solución de NaCl al 0,9% y se utilizó para determinar biomasa por peso seco (3).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial de 3*5, donde el primer factor correspondió al tipo de sustrato de fermentación y el segundo factor a los tiempos de fermentación. Las variables de respuesta fueron, velocidad específica de crecimiento (μ), rendimiento de biomasa ($Y_{x/s}$) y consumo de sustrato. Los resultados fueron analizados a través de ANOVA utilizando el programa estadístico SAS versión 9.13.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1a y 1b se presenta la cinética de producción de biomasa ácido láctica y el consumo de sustrato evaluados en cada uno de los sustratos de fermentación. Se presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tres sustratos de fermentación. La mayor producción de biomasa y consumo de sustrato se obtuvo en HP + EL a la cuarta hora de fermentación con una producción de 1,24 gL⁻¹.

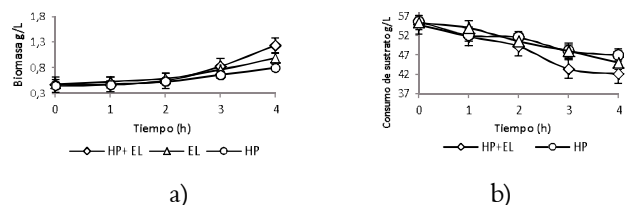


Figura 1. Cinética de producción de biomasa y consumo de sustrato.

La velocidad específica de crecimiento μ y el rendimiento de biomasa $Y_{x/s}$ fueron superiores empleando HP + EL (tabla 1). De igual manera, la producción de biomasa HP + EL se incrementó en 20 y 35% comparado con EL y HP, respectivamente. Resultados similares fueron encontrados por Taskin *et al.*, 2011 (3) y Kurbanoglu *et al.*, 2002 (2), quienes obtuvieron mejores rendimientos de biomasa utilizando peptonas obtenidas a partir de la hidrólisis de plumas de gallina y cuernos de cabras, respectivamente.

Tabla 1. Parámetros cinéticos de *Weissella confusa* en los tres sustratos (ver nomenclatura en texto).

	μ (h ⁻¹)	Y_{vs} (gg ⁻¹)
HP	0,1490	0,040
EL	0,1808	0,049
HP + EL	0,2613	0,060

El análisis de la composición química de HP mostró altos contenidos de proteína (51,77% b.s.), cenizas (44,90% b.s.), y materia seca (96,78%). El mejor rendimiento de biomasa y velocidad específica de crecimiento obtenido con HP + EL puede asociarse al alto contenido de proteína y minerales que aporta el HP, lo que permite destacar su importancia como fuente de nitrógeno y resaltar su potencial biotecnológico para la producción de BAL.

CONCLUSIÓN

Los resultados demuestran la importancia biotecnológica de HP, el cual puede utilizarse para la

formulación de sustratos económicamente viables en la producción de biomasa ácido láctica; y es una alternativa para disminuir el impacto ambiental provocado por la generación de residuos agroindustriales en las productoras de pollos y gallinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kivanc M, Dincer E. Characterization of lactic acid bacteria from Turkish Pastirma. *Ann Microbiol.* 2011; 61 (4): 699-999.
2. Kurbanoglu EB, Kurbanoglu NI. A new process for the utilization as peptone of ram horn waste. *J Bio Sci Bioeng.* 2002 Sep; 94 (3): 202-206.
3. Taskin M, Kurbanoglu EB. Evaluation of waste chicken feathers as peptone source of bacterial growth. *J Appl Microbiol.* 2011 Oct; 111 (4): 826-834.
4. Poopathi S. Novel Fermentation media for the production of mosquito pathogenic bacilli in mosquito control. *Technol Educ Top Appl Microbiol Microbial Biotechnol.* 2010; 1 (13): 349-359.
5. Serna L, Valencia L, Campos R. Cinética de fermentación y acción antimicrobiana de *Weissella confusa* contra *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. *Rev Fac Ing. Univ Antioquia.* 2010; 55 (3): 53-63.
6. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analyt Chem.* 1959; 31 (3): 426-429.

DESARROLLO DE UNA BEBIDA DE *Vaccinium floribundum* Kunth CON APLICACIÓN DE LUZ ULTRAVIOLETA COMO MÉTODO DE PASTEURIZACIÓN

DEVELOPMENT OF A DRINK BASED ON *Vaccinium floribundum* Kunth BY USING UV LIGHT AS PASTEURIZATION METHOD

ARTÍCULO CORTO

Andrea I. BORJA¹, Angélica ALCÍVAR¹, Stalin SANTACRUZ^{1*}

RESUMEN

El presente estudio trata sobre la elaboración de una bebida de *V. floribundum* light aplicando como medio de pasteurización luz ultravioleta (UV-C). Las concentraciones de pulpa y edulcorante utilizadas no influyeron en el contenido de antocianinas del producto. El análisis sensorial determinó como formulación final la combinación de 30% pulpa y 0,07% edulcorante. La bebida expuesta a luz ultravioleta de 30 w de intensidad, con un flujo de 1,49 L/min, requirió de 300 min para reducir la carga bacteriana en el 99,98%. La concentración de antocianina aumentó conforme aumentó el tiempo de tratamiento con luz ultravioleta.

Palabras clave: *Vaccinium floribundum*, luz ultravioleta.

ABSTRACT

The present study deals with the development of a light beverage made of *V. floribundum* applying ultraviolet light (UV-C) as pasteurization treatment. The pulp and sweetener concentrations did not influence the content of anthocyanins on the final product. After sensory evaluation analyses, the final product was found to have 30% pulp and 0.07% sweetener. The final product was exposed to ultraviolet light treatment with 30 w of intensity, using a flow rate of 1.49 L/min. The treatment required 300 min in order to reduce bacterial load in 99.98%. The anthocyanin concentration increased during the UV light treatment.

Keywords: *Vaccinium floribundum*, ultraviolet light.

INTRODUCCIÓN

El consumo de jugos y concentrados de fruta advierte una tendencia positiva de incremento en el mercado mundial (1). El consumo de bayas otorga mayores potenciales para combatir el cáncer (2). Vasco, 2009 (2), determinó que el total de compuestos fenólicos solubles en *V. floribundum* fue de 882 mg de equivalentes de ácido gálico/100g fruta fresca. Conjuntamente con *Passiflora spp.*, *V. floribundum* es una de las frutas ecuatorianas con más alto contenido de

compuestos fenólicos y de las menos aprovechadas. Las antocianinas de *V. floribundum* representan el 67% de los compuestos fenólicos presentes. La luz ultravioleta es utilizada para pasteurizar alimentos. Es de bajo costo en relación con la pasteurización convencional o UHT (3). Los jugos de fruta tratados con luz ultravioleta tienen características organolépticas similares a aquellos en estado fresco (3). En el presente estudio se desarrolló una bebida tipo light a base de *V. floribundum*. La bebida se sometió a pasteurización en frío mediante el uso de luz ultravioleta tipo UV-C.

¹ Universidad San Francisco de Quito. Diego de Robles y Vía Interoceánica. Casilla Postal 17-12-841. Quito, Ecuador.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: stalin.santacruz@gmail.com

MATERIALES Y MÉTODOS

Se adquirió frutas de *V. floribundum* en el mercado local de la ciudad de Quito.

Equipo

Se utilizó una unidad de pasteurización experimental construida *in situ*. La unidad utilizó una lámpara de luz ultravioleta germicida (UV-C) con una intensidad de 30 w. El flujo del jugo a través de la unidad fue de 1,49 L/min.

Diseño experimental

Diseño completamente al azar con arreglo factorial 3². Los factores fueron pulpa de *V. floribundum* con niveles de 30%, 37,5% y 45% y sucralosa con niveles de 0,058%, 0,07% y 0,083%. Los niveles de pulpa fueron escogidos con base en bebidas disponibles en el mercado ecuatoriano. Los niveles de sucralosa fueron elegidos con pruebas preliminares. La variable de respuesta evaluada fue el contenido de pigmento de antocianina. Los datos fueron analizados mediante ANOVA.

Contenido de antocianinas

Se realizó de acuerdo a la AOAC, 1990 (4). Los pigmentos monoméricos de antocianina cambian de color con el pH. La forma coloreada oxonium existe a pH 1,0, mientras que la decolorada hemiacetal predomina a pH 4,5. La diferencia en la absorbancia de los pigmentos a 520nm es proporcional a la concentración del pigmento. Los resultados se expresan con base en cianidina-3-glucosido.

Análisis Sensorial

Se realizó dos estudios preliminares acorde con O'Mahony, 2005 (5), con el objetivo de rechazar los productos con defectos organolépticos. Posteriormente, se realizó una prueba de grado de satisfacción con una escala hedónica de nueve puntos.

Análisis Microbiológico

Se realizó un recuento de coliformes, coliformes fecales, mohos y levaduras con base en la Norma NTE INEN 2337:2008 (6).

Análisis de tiempo de vida útil del producto

Se efectuó análisis de pH, microbiológicos y Brix, este último, mediante la utilización de un refractómetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de ANOVA del diseño experimental reveló que no hubo diferencia entre los tratamientos; adicionalmente, los contenidos de pulpa de *V. floribundum* y sucralosa, así como la interacción entre estos factores no influyeron en el contenido de antocianinas de los tratamientos. Con el objeto de encontrar diferencias entre los tratamientos se empleó análisis sensorial.

Primer estudio preliminar

Este estudio permitió descartar tres de los nueve tratamientos en los que no se observó una preferencia. Los seis prototipos restantes fueron llevados al segundo estudio preliminar.

Segundo estudio preliminar

Tres tratamientos más fueron eliminados debido al desagrado de los mismos. Los tratamientos que fueron seleccionados para la prueba de grado de satisfacción fueron 30% pulpa – 0,07% sucralosa, 37,5% pulpa – 0,083% sucralosa y 45% pulpa – 0,083% sucralosa.

Prueba de grado de satisfacción

El análisis de varianza de los resultados del grado de satisfacción reveló que al menos un tratamiento difiere en el grado de satisfacción. Del diagrama de frecuencias se escogió el tratamiento 30% pulpa de *V. floribundum* y 0,07% sucralosa como la formulación final.

Pasteurización con luz ultravioleta

Con base en los requerimientos de la norma para este tipo de producto (6) se determinó que el tiempo de pasteurización requerido para 8 L de jugo fue de 300 min. Con dicho tiempo de pasteurización se redujo la población de microorganismos en un 99,98%. Paralelamente, se determinó que el incremento del tiempo de pasteurización aumentó la concentración de antocianina, siendo estos incrementos estadísticamente significativos (tablas 1 y 2). Jurd *et al.*, 1996 (7), revelan que las antocianinas pueden reaccionar con otros componentes como flavonoides y aminoácidos entre otros para dar lugar a la formación de copigmentos. Esto explica el aparente incremento en la concentración de las antocianinas.

Tabla 1. Contenido de antocianina en una bebida de *V. floribundum* pasteurizada con luz UV.

Tiempo pasteurización (min)	Equivalentes de cianidina-3-glucósido, mg/L
0	10,604
60	13,860
120	16,448
180	18,536

Tabla 2. ANOVA del contenido de antocianinas en una bebida de *V. floribundum* pasteurizada con luz UV.

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	70,36	3	23,45	20,51	0,0068	6,59
Within Groups	4,57	4	1,14			
Total	74,93	7				

Tiempo de vida útil

Los resultados microbiológicos (tabla 3) no revelaron ningún cambio durante el almacenamiento; sin embargo, el pH y Brix del estudio acelerado determinaron un tiempo de consumo preferente de 45 días en refrigeración.

Tabla 3. Análisis microbiológico de una bebida de *V. floribundum* pasteurizada con luz UV y almacenada en refrigeración.

	Recuento coliformes NMP/cm ³ *	Coliformes fecales NMP/cm ³	Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	Recuento mohos y levaduras UP/cm ³
Norma INEN 2337	<3	<3	<10	<10
Inicial	<3	<3	<10	<10
45 días	<3	<3	<10	<10

Tabla 4. Análisis de Brix y pH de una bebida de *V. floribundum* pasteurizada con luz UV y almacenada en refrigeración.

Tiempo (días)	4 C		15 C		36 C	
	Brix	pH	Brix	pH	Brix	pH
1	4	3,04	4	2,86	4	2,81
3	4	2,84	4	2,73	4	2,68
5	4	2,80	4	2,73	4	2,67
7	3	2,82	3	2,77	3	2,63

CONCLUSIONES

La bebida desarrollada cumple con las metas establecidas en cuanto a normas de calidad. El uso de luz ultravioleta (UV-C) produjo un incremento aparente en la concentración de las antocianinas en la bebida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORPEI. [Internet]. Quito, Ecuador. Mayo 2005. Citado 2010 Nov. Disponible en: www.corpei.org
- Vasco C. Phenolic compounds in Ecuadorian fruits [dissertation]. [Uppsala, Sweden]: SLU; 2009.
- Guerrero J, Barbosa G. Review: UV-C light processing of grape, cranberry and grapefruit juices to inactivate *S. Cerevisiae*. *J Food Process Eng.* 2008 Dec 24; 32 (6): 916-932.
- AOAC Official Methods. 15th ed. Estados Unidos: Editor; 1990.
- O'Mahony M. Manual for Food Sensory Science. *Food Sci Tech.* 2005; 107.
- Norma NTE INEN 2337:2008. Quito, Ecuador: INEN; 2008.
- Jurd L, Asen S. The formation of metal and co-pigment complexes of cyanindin-3-glucoside. *Phytochemistry.* 1996; 5: 1263.

GEL DE *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) EN LA ENCAPSULACIÓN DE UNA BACTERIA ÁCIDO LÁCTICA

Aloe vera GEL (*Aloe barbadensis* Miller) IN THE ENCAPSULATION OF LACTIC ACID BACTERIA

ARTÍCULO CORTO

Liliana SERNA-COCK^{1*}, Vladimir VALLEJO-CASTILLO¹, Estefanía GARCIA-GONZALEZ¹

RESUMEN

En este trabajo se evaluó el potencial del gel de *Aloe vera* como material de encapsulación de la bacteria ácido láctica probiótica *Weissella confusa*. La bacteria se encapsuló por liofilización y se determinó su viabilidad. Los resultados fueron comparados entre la viabilidad de células libres, células libres liofilizadas y células de *Weissella confusa* encapsuladas en caseinato de sodio a diferentes concentraciones. Los resultados evidenciaron que *Weissella confusa* encapsulada en *Aloe vera* conserva la viabilidad en 83,3% con respecto a las células libres. Y su viabilidad fue superior en un 80%, comparada a la viabilidad de las células encapsuladas en solución de caseinato de sodio al 10%. Por lo anterior se considera el gel de *Aloe vera* un material promisorio para la encapsulación de bacterias ácido lácticas.

Palabras clave: *Aloe*, *Weissella*, probióticos, encapsulación.

ABSTRACT

This paper evaluated the potential of *Aloe vera* gel as encapsulation material of the probiotic lactic acid bacteria *Weissella confusa*. The bacteria are encapsulated by lyophilization and determined its viability. The results were compared between free cell viability, lyophilized cell-free and cells of *Weissella confusa* encapsulated in sodium caseinate at different concentrations. The results showed that *Weissella confusa* encapsulated in *Aloe vera* kept viability in 83.3% compared to free cells. And their viability was higher by 80%, compared to the viability of encapsulated cells in sodium caseinate solution at 10%. Therefore *Aloe vera* gel is considered as a promising material for encapsulation of lactic acid bacteria.

Keywords: *Aloe*, *Weissella*, probiotics, encapsulation.

INTRODUCCIÓN

La bacteria ácido láctica *Weissella confusa*, produce metabolitos con actividad antimicrobiana frente a diferentes microorganismos patógenos, tales como: *Helicobacter pylori* (1), *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *E. coli* y *Klebsiella pneumoniae* (2); y tiene capacidad aceptable de adherirse al epitelio vaginal e intestinal (3), por lo cual se ha considerado una bacteria con gran potencial probiótico (1-3).

La encapsulación de bacterias probióticas permite proteger las células vivas frente a un entorno adverso y mejorar su viabilidad y conservar su actividad metabólica (4). Actualmente hay un interés en el uso del gel de *Aloe vera* en la industria de alimentos, debido a sus propiedades funcionales (5); sin embargo, no hay reportes de su uso como material de encapsulación, por lo tanto el objetivo principal de este trabajo fue evaluar el potencial del gel de *Aloe vera* como material encapsulante de *W. confusa*.

¹ Grupo de Investigación Bacterias Ácido Lácticas y sus Aplicaciones Biotecnológicas –Industriales. Departamento de Ingeniería. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia -Sede Palmira. Carrera 32 No 12 - 00 Chapinero, Vía Candelaria. Palmira, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lserna@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismo y condiciones de cultivo

Se utilizó una cepa criopreservada de *Weissella confusa* obtenida en estudios de Serna *et al.*, 2010 (2). La activación de *Weissella confusa* se realizó en caldo Man, Rogosa y Sharpe (MRS BROTH Scharlau, España) se incubó por 24 horas a 37°C. Se realizó una fermentación en discontinuo utilizando sustrato de leche descremada adicionada de glucosa y extracto de levadura de acuerdo a la metodología de Serna *et al.*, 2010 (2). Con el objetivo de obtener células libres de metabolitos, el precipitado se lavó utilizando 1 mL de NaCl al 0,9%, se agitó suavemente, se centrifugó por 5 min a 5000 rpm y se descartó el sobrenadante (4). Se determinó el recuento inicial de células.

Materiales de encapsulación

Se utilizó Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y caseinato de sodio. La epidermis de las hojas fue separada de los cristales y el gel fue extraído mediante una licuadora (Type HR 1764 Philips, Brasil) (6); una parte de este gel se esterilizó (121°C por 10 min), con el fin de asegurar la inocuidad. El caseinato de sodio (ALANATE™ 180, Fonterra, Nueva Zelanda) con un contenido de proteína de 92,7% se preparó en agua destilada a concentraciones de 2, 5 y 10% p/p. La nomenclatura utilizada fue: A (encapsulación con Aloe vera), AE (encapsulación con Aloe vera esterilizada), C₂, C₅ y C₁₀ (caseinato de sodio al 2, 5 y 10%, respectivamente), libres liofilizadas (células liofilizadas) y libres (células sin liofilizar) (7).

Proceso de Encapsulación

Se utilizó un relación de 1:4 para *Weissella* –material de encapsulación, respectivamente. La mezcla se llevó a proceso de liofilización (congelación -20°C, presión de vacío 0,120 mbar y temperatura en el condensador -50°C en liofilizador Labconco, Inglaterra). Se liofilizó, además, células libres.

Recuento de bacterias

Las capsulas fueron diluídas (1:10, v/v) en solución tampón de fosfato pH 7,5 y se centrifugó durante 2 min y 5000 rpm (Eppendorf Centrifuge-5804R, Alemania) (7). El conteo de células viables se realizó en placa, (agar MRS, 48 h, 37°C). Posteriormente, se procedió a contar las cajas que

contenían entre 30 y 300 colonias y se expresó en UFC g⁻¹ (8).

Viabilidad de la cepa probiótica.

Se determinó con la ecuación 1:

$$\% \text{viabilidad} = \left(100 * N / N_0\right) \quad \text{Ecuación 1.}$$

donde, **N** = número de células viables encapsuladas en UFC g⁻¹; **N₀** = número de células viables antes de encapsulación en UFC g⁻¹ (8).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos con Aloe vera presentaron los mayores porcentajes de viabilidad (tabla 1). Los resultados son superiores a los de Heidebach *et al.*, 2010 (7), quienes encapsularon por liofilización con caseinato de sodio al 15%, *Bifidobacterium* Bb12 y *Lactobacillus* F19, obteniendo viabilidad de 40 y 30%, respectivamente. Los resultados se pueden explicar por los contenidos de polisacáridos presentes en el Aloe vera, siendo predominantes la manosa, glucosa y galactosa (9). Cuando se utiliza sustancias protectoras basadas en azúcares, se encuentra altas tasas de supervivencia (10).

Tabla 1. Recuento y porcentaje de viabilidad de *Weissella confusa* en diferentes materiales de encapsulación.

Material	log ₁₀ (UFC g ⁻¹)	% Viabilidad
A	9,7 ± 0,01 log ₁₀	83,333
AE	9,5 ± 0,35 log ₁₀	53,333
C2	9,1 ± 0,01 log ₁₀	21,666
C5	8,9 ± 0,01 log ₁₀	13,333
C10	8,3 ± 0,02 log ₁₀	3,166
Libres liofilizadas	5,1 ± 0,01 log ₁₀	0,002
Libres (sin liofilizar)	9,8 ± 0,01 log ₁₀	100,000

CONCLUSIONES

El Aloe vera es un material de pared promisorio para la encapsulación de bacterias ácido lácticas, debido a que produce viabilidades superiores al 80% respecto a células libres liofilizadas. La encapsulación de *Weissella confusa*, amplía la gama de aplicaciones de esta bacteria ácido láctica en la industria de alimentos, como su aplicación en productos alimenticios con efectos probióticos.

AGRADECIMIENTOS

Al Premio Santander Ciencia e Innovación 2011, por la financiación esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nam H, Ha M, Bac O, Lee Y. Effect of *Weissella confusa* Strain PL9001 on the adherence and growth of *Helicobacter pylori*. *Appl Environ Microb*. 2002 Sep; 68 (9): 4642-4645.
2. Serna L, Valencia L, Campos R. Cinética de fermentación y acción probiótica de *Weissella confusa* contra *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. *Rev Fac Ing Univ Antioquia*. 2010 Sep; 55 (3): 53-63.
3. Ayeni FA, Sánchez B, Adeniyi BA, de los Reyes-Gavilán CG, Margolles A, Ruas-Madiedo P. Evaluation of the functional potential of *Weissella* and *Lactobacillus* isolates obtained from Nigerian traditional fermented foods and cow's intestine. *Int J Food Microbiol*. 2011 May; 147 (2): 97-104.
4. Picot A, Lacroix C. Encapsulation of bifidobacteria in whey protein-based microcapsules and survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. *Int Dairy J*. 2004 Jun; 14 (6): 505-515.
5. Martínez-Romero D, Albuquerque N, Valverde JM, Guillén F, Castillo S, Valero D, Serrano M. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biol Tec*. 2006 Ene; 39 (1): 93-100.
6. Miranda M, Vega-Gálvez A, García P, Di Scala K, Shi J, Xue S, et al., Effect of temperature on structural properties of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) gel and Weibull distribution for modelling drying process. *Food Bioprod Process*. 2010 Jun-Sep; 88 (2-3):138-144.
7. Heidebach T, Först P, Kulozik U. Influence of casein-based microencapsulation on freeze-drying and storage of probiotic cells. *J Food Eng*. 2010 Jun; 98 (3): 309-316.
8. Doherty SB, Wang L, Ross RP, Stanton C, Fitzgerald GF, Brodtkorb A. Use of viability staining in combination with flow cytometry for rapid viability assessment of *Lactobacillus rhamnosus* GG in complex protein matrices. *J Microbiol Meth*. 2010 Sep; 82 (3): 301-310.
9. Chang XL, Chen BY, Feng YM. Water-soluble polysaccharides isolated from skin juice, gel juice and flower of *Aloe vera* Miller. *J. Taiwan Inst. Chem. Engrs*. 2011 Mar; 42 (6):197-203.
10. Chavez BE, Ledeboc AM. Drying of Probiotics: Optimization of Formulation and Process to Enhance Storage Survival. *Dry Technol*. 2007 Aug; 25 (7-8): 1193-1201.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA EXPERIMENTAL DE SECADO PARA PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS

DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN EXPERIMENTAL DRYING CHAMBER FOR FRUITS AND VEGETABLES

ARTÍCULO CORTO

Diego MENCO-DÍAZ^{1*}, Juan C. MAHECHA-GODOY¹, Javier F. RIVERA-HOYOS¹,
Juan E. RINCÓN-PARDO¹

RESUMEN

La deshidratación es una de las formas de conservación de productos hortofrutícolas más usadas. Sobre ésta existe, en el momento, una gran cantidad de investigación enfocada sobre todo en la determinación de parámetros de secado. El propósito de este artículo es mostrar los pasos necesarios para el diseño detallado de una cámara de secado. Para cumplir con este propósito, se dividió el problema en subproblemas de diseño y se identificó en cada uno el parámetro esencial, sobre el cual se aplicó una serie de cálculos. Con estos datos se escogió los equipos que componían la cámara experimental. Después de terminada la selección y comparar el rendimiento de la cámara contra las especificaciones iniciales se concluye que se optimizó los conceptos clave y se eliminó los conceptos que no aportaban al diseño.

Palabras clave: lechos de secado, diseño de equipo, cámara experimental, deshidratación, convección.

ABSTRACT

Dehydration is one of the forms for product conservation more used. About this theme exists a lot of investigation, especially in determination of drying parameters. The purpose of this paper is to show the main steps towards the detail design of the experimental chamber. For this purpose, the design problem was divided in different design subproblems and for each one it was identified the main parameter to apply a series of mathematical calculations. With this data, it was chosen all the necessary equipment. When the selection was finished, it was necessary to analyze the difference between the initial requirements and the actual requirements. It was possible to conclude that in the process of design all the key concepts were optimized and all the weak concepts were eliminated.

Keywords: Drying beds, equipment design, experimental chamber, dehydration, convection.

INTRODUCCIÓN

La deshidratación es un tema con mucha investigación en este momento y uno de los métodos de conservación más populares. El agua constituye entre el 80 y 90% del peso total de cualquier producto hortofrutícola (1). Para que un producto pueda

considerarse deshidratado o secado debe tener un porcentaje de agua con relación a su peso cercano al 2 ó 3% (2). El secado más utilizado se realiza a través de convección, debido a que es el tipo de secador más simple y versátil disponible. Puede aceptar productos desde 1 a 50 mm de diámetro (3). El propósito principal de las cámaras experi-

¹ Grupo de Investigación en Diseño de Máquinas (GIDMAQ). Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: dfmencod@unal.edu.co

mentales de secado es la variación de los parámetros principales del secado: la temperatura, la humedad y la velocidad del aire.

El propósito del trabajo es evaluar la viabilidad para la construcción, hacer los diseños y manufacturar una cámara experimental de secado con capacidad para un kilogramo de muestra. La cámara debe ser capaz de alcanzar temperaturas de hasta 100°C, humedades relativas de hasta el 80% y velocidades de aire de hasta 5m/s.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación de viabilidad y el diseño de los diferentes subsistemas de la cámara de secado se usó la metodología de diseño utilizada por el Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia, documentada por Arzola de la Peña, 2011 (4). Además, se sumó al proyecto ingenieros de diferentes especialidades con el fin de darle una visión más amplia en la posible tecnología a usar. En el desarrollo del proyecto se generó varias instalaciones experimentales, todas enfocadas en hacer mejoras a algunos componentes dentro del diseño detallado del proyecto. Se realizó pruebas de velocidad de aire para evaluar cómo debía ser la geometría de la entrada de aire a la cámara de secado, y pruebas para evaluar la potencia necesaria para calentar aire dentro del sistema. Todo esto apoyado con simulaciones en software de elementos finitos.

Para la construcción de la cámara experimental de secado se decidió utilizar materiales que no solamente fueran resistentes a la corrosión del aire caliente y húmedo, sino que fueran compatibles con la manipulación de alimentos. Se empleó materiales tales como: acero galvanizado y acero inoxidable para los componentes en contacto con el producto o el aire. Para la estructura encargada de sostener todas las piezas en posición se escogió diferentes perfiles de acero estructural, referencia ASTM 36.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado que uno de los objetivos del proyecto es que la cámara experimental fuera modular, uno de los resultados más importante arribó con la división de la maquina en partes individuales, en las cuales se aplicó por separado el diseño detallado. Los subsistemas de diseño son: calentamiento, humidificación, deshumidificación, impulso y transporte de aire, soporte estructural, control y re-cámara de secado.

Para cada uno de estos subsistemas fue importante encontrar un parámetro de cálculo que permitiera escoger un equipo que se ajustara a las necesidades de la cámara experimental. Podemos ver un resumen de esta información en la tabla 1.

Basados en estos resultados se escogió los equipos necesarios para el correcto funcionamiento de la cámara experimental.

Tabla 1. Parámetros a calcular para algunos subsistemas de diseño y resultados obtenidos.

Subsistema	Parámetro a Calcular	Metodología Usada	Resultados
Sistema de Deshumidificación	Potencia necesaria para llevar el aire a punto de rocío	Psicometría y Transferencia de Calor (5)	5,49 kW
Sistema de Humidificación	Longitud necesaria para disolver una gota de agua en un torrente de aire	Trasferencia de masa y energía (6)	16 cm
Sistema de Calentamiento	Número de resistencias necesarias para calentar aire a temperatura ambiente hasta 120° Celsius	Transferencia de Calor (5)	3 Resistencias
Sistema de Impulso y Transporte de Aire	Potencia de Ventilación	Perdidas en ductos y uniones (7)	0,55 kW

Para los subsistemas de soporte estructural y recámara de secado no se realizó ningún cálculo, pues carecen de componentes mecánicos que los necesiten. Estos sistemas fueron diseñados intentando emular estructuras y recámaras de secado existentes en otros equipos. Gracias a la integración multidisciplinaria del proyecto, fue posible el desarrollo de un equipo experimental de operación sencilla, con la posibilidad de controlar las variables involucradas en el proceso; todo enfocado a permitir la

realización de un mayor número de investigaciones con altos índices de confiabilidad, en el área de la deshidratación de frutas y vegetales.

CONCLUSIONES

Después del diseño y la selección de los diferentes componentes mecánicos hace falta comparar cómo es el rendimiento de la máquina diseñada comparada con los requerimientos del cliente que

fueron tenidos en cuenta al inicio del proyecto. Las especificaciones iniciales fueron superadas dándole a la cámara de secado muchas más posibilidades para la investigación. Esto se debe en gran parte al uso del método de diseño que permitió discriminar de manera correcta los conceptos más importantes y eliminar aquellos que no aportaran al diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sanchez-Moreno C. Nutritional Value of Fruits de Handbook of Fruits and Fruit Processing. 1^{era} ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing; 2006. 587 p.
2. Barta J. Fruit Drying Principles de Handbook of Fruits and Fruit Processing. 1^{era} ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing; 2006. 587 p.
3. Mujumdar A. Handbook of Industrial Drying. 3^{era} ed. Boca Raton, Florida. Taylor and Francis Group; 2006. 1286 p.
4. Arzola de la Peña N. Metodología de Diseño para Ingeniería. 1^{era} ed. Bogota, Colombia: Unidad de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia; 2011. 469 p.
5. Incropera F. Transferencia de Calor. 3^{era} ed. New York.: John Wiley & Sons Inc.; 2005. 873 p.
6. Bird B. Transport Phenomena. 2^{da} ed. New York: John Wiley & Sons Inc.; 2007. 905 p.
7. Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume. Sistema de distribución del aire. Cálculo de conductos. Universidad Jaume [PDF] [Citado 2011 Ago 07]. Disponible en: <http://www.emc.uji.es/assignatura/obtener.php?letra=9&codigo=29&fichero=1082540441929>

EFFECTO DE LA REUTILIZACIÓN DE JARABES PROVENIENTES DE LA OSMODESHIDRATACIÓN DE FRUTAS SOBRE PARÁMETROS DE TRANSFERENCIA DE MASA

EFFECT OF THE REUSE OF SYRUP FROM THE OSMOTIC DEHYDRATION OF FRUITS
ON MASS TRANSFER PARAMETERS

ARTÍCULO CORTO

Martha CAICEDO C.¹, Juan C. SERRATO², Oscar SÁNCHEZ³, Yerson MORENO¹, Bernadette KLOTZ^{1,4},
Yolanda RUIZ^{1*}

RESUMEN

La deshidratación osmótica es una operación de secado parcial que permite obtener productos mínimamente procesados de alta calidad organoléptica. Sin embargo, en la industria de procesamiento de frutas, la mayor desventaja para la industrialización de esta operación es el manejo de jarabes de sacarosa, que son considerados como desechos. Este artículo muestra los resultados del estudio de la reutilización de jarabes provenientes de deshidratación osmótica de mora de castilla (*Rubus glaucus*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*); se llegó a la conclusión de que después de tres ciclos de uso no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) en cuanto a pérdida de agua, ganancia de sólidos y pH final del jarabe, lo que lo hace viable en la reutilización del proceso.

Palabras clave: deshidratación osmótica, reutilización, desechos.

ABSTRACT

Osmotic dehydration is a partial drying operation for obtaining minimally processed and high organoleptic quality products. However, in the fruit processing industry, the biggest disadvantage for the industrialization of this operation is the handling of syrups, which are considered waste. This study on the reuse of syrups from osmotic dehydration of Andes berry (*Rubus glaucus*) and Tamarillo (*Cyphomandra betacea*), shows that after three cycles of use there was no significant difference ($p > 0,05$) in terms of loss of water, solid gain and final pH of the syrup. These results suggest the feasible use of these recycled syrups in the same type process.

Keywords: Osmotic dehydration, reuse, waste products.

INTRODUCCIÓN

La deshidratación osmótica (DO) es una técnica de eliminación de agua de tejidos vegetales y animales que consiste en poner en contacto productos de origen vegetal como hortalizas y frutas, o tejidos de

origen animal, con una solución hipertónica (osmótica) compuesta por solutos que generan una presión osmótica alta, lo que produce una deshidratación del tejido, y también sucede una operación de impregnación (1, 2). La DO ofrece un soporte tecnológico adecuado para enfrentar las tendencias de consumo

¹ Grupo de Investigación de Procesos Agroindustriales. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Sabana. Campus del Puente del Común, Km 7 Autopista Norte de Bogotá, Chía, Cundinamarca, Colombia.

² Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Universidad Nacional de Colombia —Sede Bogotá, Cra 30 Calle 45, Bogotá, Colombia.

³ Departamento de Farmacia. Universidad Nacional de Colombia —Sede Bogotá. Cra 30 Calle 45, Bogotá, Colombia.

⁴ Instituto Alpina. Alpina Edificio Corporativo, Km 3 vía Sopó. Cundinamarca, Colombia

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: Ruth.ruiiz@unisabana.edu.co

que se están estableciendo a nivel mundial, ya que se puede obtener productos funcionales, mínimamente procesados y de alta calidad organoléptica (3).

Una de las limitaciones para la utilización a nivel industrial de la DO de alimentos, en particular de frutas, es la utilización de las soluciones osmóticas, ya que son considerados desechos de la operación, con una elevada carga orgánica, lo que causa un alto impacto ambiental y aumenta el costo de los productos obtenidos por esta vía (4-6). Las investigaciones realizadas en la caracterización de soluciones osmóticas han mostrado que éstas adquieren sustancias valiosas como vitaminas y azúcares, por lo que se hace atractivo su uso en la formulación de nuevos productos enriquecidos, o se puede hacer viable su recirculación en la operación (5, 7).

En este estudio se evaluó la reutilización de jarabes provenientes de DO de mora y tomate de árbol sobre la pérdida de agua de la fruta, y ganancia de sólidos y pH final de los jarabes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó mora de Castilla (*Rubus glaucus*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), éstas fueron adquiridas en mercados locales.

Los jarabes fueron preparados a 60,5 °Brix de concentración inicial con sacarosa comercial. La concentración se revisó por refractometría (Polskie Zalady Optyczne PZ0).

Se realizó ensayos por triplicado para cada fruta en Erlenmeyer de 500 ml. Las frutas fueron lavadas, introducidas separadamente en los jarabes y mantenidas en un baño termostático a 20°C durante 3 h. Al finalizar este tiempo, se retiró la fruta, se secó y se realizó los análisis correspondientes. El jarabe se

utilizó tres veces, siendo reconcentrado con sacarosa en cada ciclo, y utilizando fruta fresca.

Se determinó grados Brix, humedad de la fruta y pH al final de los ciclos de uso. La humedad se determinó por la norma AOAC 925.10 (1990) y el pH se midió en un pH-metro marca Denver.

Mediante las ecuaciones de Berinstain *et al.*, 1998 (8), se determinó el cálculo de la pérdida de agua (ecuaciones 1-3) y la ganancia de sólidos (ecuaciones 4-6):

$$W_i = H_i * m_{if} \tag{1} \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$W_f = H_f * m_{ff} \tag{2} \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$(1) - (2) = \Delta W \tag{3} \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$ST_i = m_{if} * (1 - \%H_i) \tag{4} \quad \text{Ecuación 4.}$$

$$ST_f = m_{ff} * (1 - \%H_f) \tag{5} \quad \text{Ecuación 5.}$$

$$(5) - (4) = \Delta S \tag{6} \quad \text{Ecuación 6.}$$

donde: **W_i** = Agua contenida inicial; **H_i** = Humedad inicial; **m_{if}** = masa inicial fruta; **W_f** = Agua contenida final; **H_f** = Humedad final; **m_{ff}** = masa final fruta; **ΔW** = Pérdida de agua; **ST_i** = Sólidos totales iniciales; **ST_f** = Sólidos totales finales; **%H_i** = Porcentaje de humedad inicial; **%H_f** = Porcentaje de humedad final; **ΔS** = Ganancia de sólidos.

Los análisis estadísticos fueron realizados con el software MINITAB 15.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros de transferencia de masa y pH, tanto para la mora de castilla como para el tomate de árbol osmodeshidratados.

Tabla 1. Datos obtenidos para mora de castilla

Ciclo OD	Jarabe Mora de Castilla				Jarabe Tomate de Árbol			
	Pérdida de agua	Ganancia de sólidos	pH inicial	pH final	Pérdida de agua	Ganancia de sólidos	pH inicial	pH final
1	24,59 ± 2,92	7,39 ± 3,19	6,41 ± 0,20	3,15 ± 0,05	31,84 ± 5,05	8,98 ± 1,80	6,43 ± 0,12	4,15 ± 0,09
2	20,62 ± 4,01	7,52 ± 3,97	3,34 ± 0,13	3,28 ± 0,12	30,95 ± 0,60	7,95 ± 0,94	4,17 ± 0,15	4,12 ± 0,14
3	21,92 ± 10,62	3,42 ± 2,31	3,20 ± 0,11	3,17 ± 0,11	30,73 ± 2,00	8,77 ± 1,69	4,08 ± 0,08	4,02 ± 0,11

Para ninguna de las dos frutas se encontró que el reuso del jarabe de sacarosa, después de reconcentrarlo para cada uso con sacarosa presentara, una diferencia significativa (P > 0,05).

Se puede observar que fue más ácida la mora que el tomate de árbol; sin embargo, no tiene diferencias significativas entre los ciclos (P > 0,05).

CONCLUSIONES

La reutilización de jarabes de sacarosa reconcentrados en la deshidratación osmótica de mora y tomate de árbol, no tiene una influencia significativa en la pérdida de agua, la ganancia de sólidos, ni en el pH de los jarabes.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de La Sabana por la financiación a través del proyecto ING-108-2010 y al Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia —Sede Bogotá.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Molano L, Serna C, Castaño C. Deshidratación de Piña Variedad Cayena Lisa por Métodos Combinados. *Revista Cenicafé*. 1996; 47 (3): 140-158.
2. Osorio C, Franco MS, Castaño MP, González-Miret ML, Heredia FJ, Morales AL. Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2007; 8 (3): 353-359.
3. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Universidad Nacional de Colombia. (Bogotá, Colombia). Estudio de perspectiva tecnológica sobre requerimientos de diseño de bienes de capital para el sector agroindustrial dentro del cual se desarrollan las Mipymes y planteamiento de una estrategia de apoyo a este sector en diseño desde la Universidad. Capítulo 1. [CD-ROM]. Bogotá, 2005.
4. Dalla Rosa M, Giroux F. Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management. *J Food Eng*. 2001; 49 (2-3): 223-236.
5. García-Martínez E, Martínez-Monzó J, Camacho M, Martínez-Navarrete N. Characterization of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. *Food Res Int*. 2002; 35 (2-3): 307-313.
6. Torreggiani D, Bertolo G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. *J Food Eng*. 2001; 49 (2-3): 247-253.
7. Peiró R, Diaz, VMC, Camacho MM, Martínez-Navarrete N. Micronutrient flow to the osmotic solution during grapefruit osmotic dehydration. *J Food Eng*. 2005; 74: 299-307.
8. Azuara E, Beristain C, Gutierrez G. A Method for continuous Kinetic Evaluation of Osmotic Dehydration. *Food Sci Technol-LEB*. 1998; 31 (4): 317-321.

MODIFICACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA POR *A. niger*

MODIFICATION OF NATIVE CASSAVA STARCH BY *A. niger*

ARTÍCULO CORTO

Víctor QUINTERO C.¹, Germán GIRALDO G.², Juan LUCAS A.²

RESUMEN

El *Aspergillus niger* se emplea para la hidrólisis del almidón debido a su producción de enzimas amilolíticas las cuales producen cambios estructurales en el almidón con gran relevancia industrial. En este trabajo se caracterizó el almidón de yuca durante la fermentación con *Aspergillus niger* mediante los análisis de termogravimetría, difracción de rayos X y espectroscopía infrarroja. Los difractogramas mostraron afinidad con el patrón A, en las horas posteriores se van alejando de dicho patrón. Tanto el almidón nativo como el fermentado muestran posiciones en la banda de infrarrojo propias de los grupos hidroxilo y del grupo carbonilo. D las 48, 66 y 72 horas de fermentación se presentó variaciones en la intensidad de dichos picos. Respecto a los análisis termogravimétricos se observó tres zonas de pérdida de masa, la segunda fue la zona en la que mayor porcentaje de pérdida se presentó, siendo del 56,01% para el almidón nativo y del 51,12% para el almidón fermentado.

Palabras clave: almidón, *Aspergillus niger*, fermentación.

ABSTRACT

Aspergillus niger is employed for the hydrolysis of starch due to amylolytic enzymes production which produce structural changes in the starch with great industrial importance. In this work the cassava starch was characterized during fermentation with *Aspergillus niger* by thermogravimetric analysis, X-ray diffraction and infrared spectroscopy. The XRD showed affinity for A pattern, in the hours after move away from that pattern. Both native starch as fermented positions shown in the infrared band characteristic of the hydroxyl and carbonyl group, for 48, 66 and 72 hours of fermentation showed variations in the intensity of these peaks. Regarding the thermogravimetric analysis three zones of mass loss was observed, the area where the highest percentage of weigh loss was the second , being of 56.01% for native starch and 51.12% for the fermented starch.

Keywords: Starch, *Aspergillus niger*, fermentation.

INTRODUCCIÓN

Los almidones nativos tienen uso limitado ya que los requerimientos en la industria en términos de funcionalidad han cambiado. Por ende, está realizando modificaciones con el fin de realzar sus propiedades, lo cual permiten una mayor estabilidad

de los alimentos otorgándole propiedades reológicas deseables. Algunas modificaciones son logradas a través de procesos fermentativos. Mediante este proceso el almidón adquiere propiedades especiales de sabor, textura, olor y expansión en el horneado. A pesar de ello, son escasos los estudios que se han enfocado en la caracterización durante la fermen-

¹ Programa de Química Universidad del Quindío Armenia Quindío.

² Programa de Ingeniería de Alimentos Universidad del Quindío Armenia Quindío.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: victordumar@uniquindio.edu.co

tación de almidón de yuca con *Aspergillus niger*, la gran mayoría se enfoca en la obtención de productos como el ácido cítrico, olvidando las transformaciones que puede sufrir el almidón durante este proceso. El objetivo de este estudio fue caracterizar fisicoquímicamente el almidón de yuca durante el proceso de fermentación con *Aspergillus niger*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se extrajo almidón de la yuca, según la metodología propuesta por Ospina *et al.*, 2002 (2). Para la fermentación se utilizó una cepa de *Aspergillus niger* ATCC 16888. La fermentación se llevó a cabo a 180 rpm (3) y 30°C (4), se dispuso el almidón en una solución 1:3 en agua; posteriormente, se inoculó al 1% (v/v) con la suspensión de esporas de *A. niger* a una concentración aproximada de 2×10^8 esporas/ml (1). La fermentación se detuvo por tratamiento de almidón con luz ultravioleta (5) durante 3,5 horas. El almidón fermentado se caracterizó antes y 72 h después de iniciada la fermentación mediante las técnicas de análisis termogravimétrico (TGA) difracción de rayos X (XRD) y espectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas calorimétricas del almidón nativo (figura 1) y fermentado (figura 2) tienen en común, que en ambos se manifiestan tres eventos térmicos. Entre 125-250°C es más estable el almidón nativo, el cual pierde el 6,63% comparado con el almidón fermentado, 8,25%. En el segundo evento térmico se da una diferencia considerable en el valor de la velocidad máxima de descomposición de ambos polímeros, siendo para el almidón inicial mayor: 28%/min, y para el almidón fermentado: 24,5%/min. Esta diferencia se refleja en la estabilidad térmica, puesto que un compuesto mientras mayor cristalinidad su estructura molecular será más rígida y por consiguiente es necesario aplicar mayor energía para que se lleve a cabo la descomposición del compuesto (3).

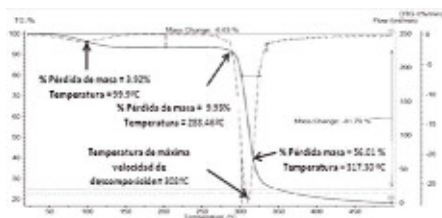


Figura 1. Termograma del almidón nativo de yuca.

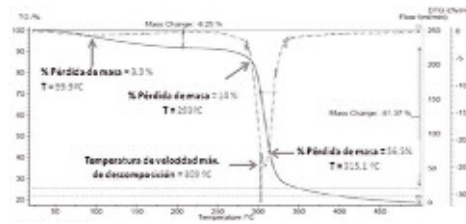


Figura 2. Termograma del Almidón fermentado de yuca.

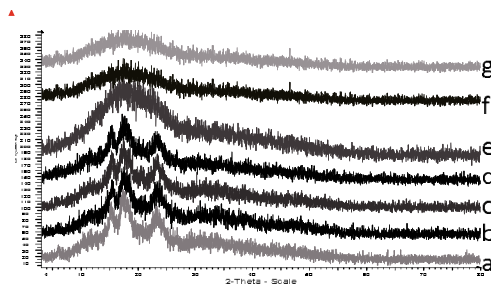


Figura 3. Difractograma del almidón de yuca durante los diferentes tiempos de fermentación. 0 h (verde), 4 h (negro), 8 h (rojo), 24 h (azul), 48 h (morado), 66 h (carmín) y 72 h (naranja).

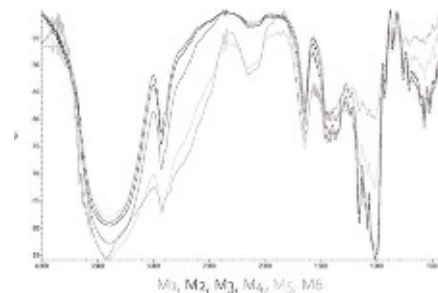


Figura 4. Espectros FTIR del almidón durante el proceso de fermentación (horas): M₁ = 4; M₂ = 8; M₃ = 24; M₄ = 48; M₅ = 66, M₆ = 72.

En la figura 3 se observan los difractogramas pertenecientes a las 0, 4, 8, 24, 48 y 66 horas de fermentación del almidón. A las 24 horas de fermentación el almidón sigue conservando el patrón A y no sufrió pérdida de resolución de los picos, sustentando de esta manera lo reportado por Sánchez *et al.*, 2004 (4), quien encontró que los almidones generan un variado número de patrones de difracción después de haber sufrido una modificación física o química. Los difractogramas pertenecientes a las 66 y 72 horas presentaron una pérdida de resolución en el pico (ensanchamiento y reducción de la altitud) reflejando de esta manera la pérdida de cristalinidad y el incremento en el componente amorfo de la estructura (5).

La figura 4 muestra que se presenta una variación en la intensidad de los picos que aparecen para la longitud de onda 3300 y 1646 cm^{-1} , asociadas con grupos funcionales OH, esto se debe a que las muestras de las 48, 66 y 72 horas estuvieron mayor tiempo en contacto con el agua, aumentando así la presencia de puentes de hidrógeno intermoleculares, este resultado corrobora lo obtenido en el análisis termogravimétrico (figuras 1 y 2). De igual manera, se presentó un aumento de la intensidad en la longitud de onda 2920 cm^{-1} asociadas a los grupos CH debido a la despolimerización sufrida por el almidón. Asimismo, la banda correspondiente a la amilosa 1019,39 cm^{-1} y la amilopectina 928 cm^{-1} (4), disminuyen su intensidad debido a la hidrólisis enzimática de la cual es víctima el polisacárido.

CONCLUSIONES

Los análisis térmicos y físicos realizados tanto al almidón nativo como fermentado permitieron identificar los diferentes cambios estructurales que

sufre el almidón durante el proceso de fermentación y corroborara en muchos aspectos que la fermentación controlada es una buena técnica para la modificación de la estructura del almidón con el propósito de obtener nuevos productos con las características requeridas por la industria de alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alarcon F, Dufour D. Planta procesadora: descripción y planos de los equipos. almidón agrio de yuca en Colombia, Cali, 2001; (1): 63.
2. Ospina, B y Ceballos, H. La yuca en el tercer milenio. sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, Colombia: Clayuca. 2002: p. 586.
3. Grebechova R, Contreras, L. Biosíntesis de las enzimas pectolíticas a partir de hongos *Aspergillus niger* y *Aspergillus foetidus* para aplicación. Revista De Investigación. 2006; 6 (2) : 153-162.
4. Sánchez Ó, Ortiz M, Betancourt, A. Obtención de ácido cítrico a partir de suero de leche por fermentación con *Aspergillus* spp. Revista Colombiana de Biotecnología. 2004; (1): 43 -54.
5. Ascheri D. Determinación del tiempo óptimo de la fermentación del almidón de yuca (*Manihot Esculenta*, Crantz), en la fabricación del almidón agrio ("Polvilho Azedo") [internet]. [citado 2011 Jun 23]. Disponible en: <http://www.Monografias.Com/Trabajos6/Deteti/Deteti.Shtml>.

DESARROLLO DE UNA PULPA FUNCIONAL DE UCHUVA ADICIONADA DE CALCIO, VITAMINA C Y FIBRA DIETARIA

DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL PULP CAPE GOOSEBERRY ADDED WITH CALCIUM, VITAMIN C AND DIETARY FIBER

ARTÍCULO CORTO

Alba L. DUQUE C.^{1*}, Germán A. GIRALDO G.¹, Misael CORTÉS R.²

RESUMEN

Los alimentos funcionales representan actualmente la gama de alimentos de mayor interés por los beneficios saludables que proporciona al consumidor. El objetivo de la investigación fue desarrollar una pulpa funcional a partir de uchuva (*Physalis peruviana* L.) adicionada con componentes activos (calcio, vitamina C y fibra dietaria). El criterio de fortificación fue la incorporación del 20% del valor diario de referencia (VDR) de calcio y vitamina C y además, fibra dietaria en una relación oligofructosa: calcio de 1:1, para una porción de 250 g de pulpa. La estabilidad del producto se determinó durante el almacenamiento, en términos de las propiedades fisicoquímicas (a_w , pH, acidez, °Brix, densidad), físicas (viscosidad) y del porcentaje de separación de fases (precipitación de sólidos insolubles). Los resultados durante 6 días de almacenamiento mostraron una separación de la fase insoluble equivalente al $87,7 \pm 10,0\%$; viscosidad $22,8 \pm 7,9$ mPa.s; humedad $86,1 \pm 0,45\%$; a_w $0,987 \pm 0,001$; pH $3,3 \pm 0,1$; acidez $1,6 \pm 0,1$; °Brix $13,3 \pm 0,7$, densidad $1,32 \pm 0,01$ g/mL; vitamina C $0,52 \pm 0,04$ mg/mL y calcio $144,48 \pm 14,3$ mg/L.

Palabras clave: *Physalis peruviana* L., alimentos funcionales, fumarato de calcio, oligofructosa, ácido ascórbico.

ABSTRACT

Currently, functional foods represent the range of foods of great interest due to the health benefits to the consumer. The aim of this study was to develop a functional pulp from cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) added with active components (calcium, vitamin C and dietary fiber). The criterion of fortification was the addition of 20% of the daily reference value (DRV) of calcium and vitamin C, and also dietary fiber in a relationship oligofructose: calcium of 1:1, for a batch size of 250 g pulp. Product stability during storage was determined in terms of physicochemical (a_w , pH, acidity, ° Brix, density), physical properties (viscosity) and the percentage of phase separation (precipitation of insoluble solids). The results for 6 days of storage, showed a separation of the insoluble phase equivalent to $87.7 \pm 10.0\%$; viscosity 22.8 ± 7.9 mPa.s; moisture $86.1 \pm 0.45\%$; a_w 0.986 ± 0.001 ; pH 3.2 ± 0.1 ; acidity 1.5 ± 0.1 , °Brix 13.3 ± 0.1 ; density 1.31 ± 0.01 g/mL; vitamin C 0.52 ± 0.04 mg/mL and calcium 144.48 ± 14.3 mg/L.

Keywords: *Physalis peruviana* L., functional foods, calcium fumarate, oligofructose, ascorbic acid.

INTRODUCCIÓN

La uchuva pertenece al reino *Plantae*, género *Physalis*, especie *Peruviana*. Actualmente, existe más de 80 variedades y sus principales productores son Colombia y Sudáfrica (1). La uchuva ecotipo Co-

lombia presenta una capa cerosa de color amarillo brillante, alto contenido de azúcares que la hace más aceptable en los mercados (2). El fruto en estado maduro presenta un sabor agridulce, con un alto contenido de vitaminas A y C; además, aporta minerales como calcio, hierro y fósforo (3).

¹ Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

² Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos. Universidad Nacional de Colombia –Sede Medellín. Medellín, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: albuquerque@uniquindio.edu.co

Los Alimentos Funcionales surgen de la preocupación de gobiernos por la salud de la población. Cada día es mayor la importancia de las frutas en la dieta y las evidencias científicas que apoyan los efectos positivos de los componentes activos sobre la salud. Estos productos alimentarios, con una apariencia similar a un alimento convencional se consumen como parte de una dieta normal y además de su función nutritiva básica presentan propiedades fisiológicas beneficiosas y/o reducen el riesgo de contraer enfermedades crónicas, generando así una expectativa en la población a nivel nacional e internacional (4).

El objetivo de la investigación fue desarrollar una pulpa funcional a partir de uchuva (*Physalis peruviana* L.) adicionada con componentes activos (calcio, vitamina C y fibra dietaria).

MATERIALES Y MÉTODOS

La uchuva se adquirió en el mercado de la ciudad de Armenia, grado de madurez 3-5, NTC 4580 (5). Se utilizó como estabilizantes, carboximetilcelulosa 400 mPa.s (CMC) (0,45% p/p) y pectina de bajo metoxilo (PBM) (0,1% p/p) y los componentes activos fumarato de calcio, vitamina C y oligofruktosa (OFA). El calcio y vitamina C fueron adicionados en cantidades correspondientes al 20% del VDR (Resolución 333 de 2011) (6); mientras que la OFA se incorporó con una relación OLI: calcio de 1:1. Se evaluó 6 formulaciones en las cuales no se adicionó para F₁ (OLI); F₂ (ninguno); F₃ (OLI y PBM); F₄ (PBM); F₅ (CMC y OLI) y F₆ (CMC). La caracterización del producto se realizó a partir de la determinación del pH (AOAC 981.12); acidez (AOAC 939.05); humedad (AOAC 20.013); °Brix (AOAC 932.12); densidad (AOAC 945.06) (7); a_w con un higrómetro de punto de rocío a 25°C (Aqualab serie 3TE, Decagon, Devices, Pullman, WA, USA); vitamina C por UV-VIS y calcio por absorción atómica. La viscosidad se determinó en un viscosímetro rotacional Selecta ST2010 (25°C), husillo 1 a 100 rpm. El color se determinó por espectrofotometría Minolta, CR10 (coordenadas del CIE-L*a*b*). La pulpa fue empacada en envase de vidrio y almacenada durante 6 días a 10°C. La estabilidad ($E=100(h_0-h_s)/h_0$) se calculó a partir de la separación de fases, donde h₀ y h_s son las alturas de la pulpa inicial y la de sólidos precipitados, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la caracterización de la pulpa de uchuva fresca presentaron niveles de humedad de $86,1 \pm 0,45\%$; actividad de agua de $0,987 \pm 0,001$; sólidos solubles de $13,6 \pm 0,59\%$; pH de $3,8 \pm 0,1$; acidez (% de cítrico) de $1,59 \pm 0,11\%$, densidad de $1,16 \pm 0,01$ g/mL. En la figura 1 se muestra la relación viscosidad y estabilidad de diferentes pulpas fortificadas.

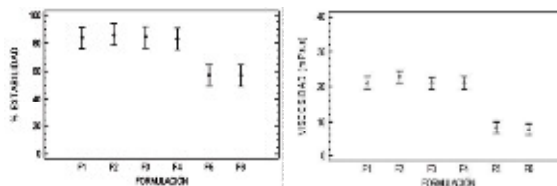


Figura 1. Estabilidad y viscosidad de las formulaciones de pulpa de uchuva funcional.

La estabilidad de las formulaciones fue coherente con la viscosidad. Se presenta dos grupos homogéneos, el primero con CMC (F₁, F₂, F₃, F₄), el segundo sin CMC (F₅ y F₆), cuyas diferencias son significativas ($p < 0,05$) y atribuibles a la influencia de las macromoléculas no adsorbibles de CMC, que aumentan la viscosidad de la fase continua y disminuye las insolubles y la cinética de agregación de las partículas insolubles (8).

La estabilidad para los grupos 1 y 2 fue de $85,0 \pm 1,5$ y $57,0 \pm 0,1\%$, respectivamente. La densidad de todas las formulaciones fueron similares; es decir, no hay un efecto significativo por la presencia de los estabilizantes ni de los componentes activos. La a_w disminuye levemente con oligofruktosa, lo que se confirma con lo reportado por Crittenden *et al.*, 1996 (9).

El color de las formulaciones no presentó cambios significativos ($p > 0,05$) en sus parámetros, lo que se atribuye a una buena estabilidad de los carotenoides presentes, responsables del color amarillo de la uchuva.

La pulpa F2 fue la más estable ($87,7 \pm 10,0\%$) y viscosa ($22,8 \pm 7,9$ mPa.s), debido a la interacción sinérgica del CMC, pectina de bajo metoxilo y oligofruktosa, que incrementa la retención de agua; la humedad fue $86,10 \pm 0,45\%$; pH $3,2 \pm 0,1$; acidez $1,5 \pm 0,1$; a_w $0,986 \pm 0,001$; °Brix $13,3 \pm 0,1$; densidad $1,31 \pm 0,01$ g/mL; la vitamina C y calcio $0,52 \pm 0,04$ mg/mL y $144,48 \pm 14,3$ mg/L, respectivamente.

CONCLUSIÓN

La adición de componentes activos como calcio, vitamina C y olifruktosa representa una alternativa interesante para incrementar la competitividad de la cadena de uchuva, diversificando su oferta de productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García M. Uchuva: cosecha y poscosecha. Tibaitatá. Bogotá, Colombia: Corpoica; 2003. 352p.
2. Fischer G, Flórez V, Sora A. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía; 2000. 175p.
3. Repo R, Encina C. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev Soc Quím Perú*. 2008 Apr-Jun; 74 (2):108-124.
4. Prada G, Gamboa E, Jaime M. Representaciones sociales sobre alimentación saludable en población vulnerable. *Salud UIS*. 2006; 38 (3):181-188.
5. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4580. Frutas frescas. Uchuva. Bogotá, Colombia: ICONTEC; 1999. p. 2-5.
6. Ministerio de la Protección Social. Resolución 333 de 2011, por la cual se establece el reglamento técnico sobre requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. Bogotá, Colombia: Editorial del Ministerio de la Protección Social; 2011. 56p.
7. Association of official Analytical Chemists –AOAC. Official Methods of Analysis, 16th Edition. Washington D.C., USA: AOAC; 1980. p. 21-50.
8. Dickinson E, Stainsby G. *Colloids in Foods*. London, UK: Elsevier Applied Science Publishers; 1982. 533p.
9. Crittenden R, Playne M. Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. *Trends Food Sci Technol*. 1996; 7 (11): 353-361.

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE MILPESILLOS (*Oenocarpus mapora*)

METHOD EVALUATION FOR MILPESILLOS (*Oenocarpus mapora*) OIL EXTRACTION

ARTÍCULO CORTO

Juliana E. CARDONA J.^{1*}, Marcela P. CARRILLO B.¹, David M. MOSQUERA¹, Rafael H. GUTIERREZ B.²,
María S. HERNANDEZ G.¹

RESUMEN

El aceite de Milpesillos (*Oenocarpus mapora*), fruto perteneciente a la familia *Arecaceae*, posee un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados y un atractivo perfil como ingrediente natural. Se evaluó tres métodos para su obtención: extracción sólido-líquido (ESL), extracción mecánica con prensa expeller (EPE) y extracción asistida por microondas (EAM). Aunque el ESL presentó mayores rendimientos ($R_{ESL} = 62,2\%$, $R_{EPE} = 48,3\%$ y $R_{EAM} = 26\%$), la EPE es una opción viable y ambientalmente amigable y la EAM resulta muy atractiva por presentar una mejor composición final de ácidos grasos.

Palabras clave: ingredientes naturales, extracción sólido-líquido, extracción mecánica, extracción asistida por microondas.

ABSTRACT

Milpesillos (*Oenocarpus mapora*), fruit of the *Arecaceae* family, has a high polyunsaturated fatty acids content, and attractive profile as a natural ingredient. The oil was extracted by three different methods, solid-liquid extraction (SLE), mechanical extraction with an expeller press (EPE) and microwave assisted extraction (MAE). Although the extraction ESL presented higher yields ($R_{ESL} = 62.2\%$, $R_{PE} = 48.3\%$ and $R_{EAM} = 26\%$), the EPE is a viable and environmentally friendly and the EAM is displayed as an attractive option with better final product quality.

Keywords: Natural ingredients, solid-liquid extraction, mechanical extraction, microwave.

INTRODUCCIÓN

El interés por los alimentos funcionales ha crecido como respuesta a la búsqueda de mayor bienestar por parte del consumidor y al descubrimiento de nuevas y extrañas enfermedades (1). Tal interés ha acrecentado la investigación de nuevas fuentes de principios activos en el reino vegetal, por su amplia variedad de compuestos bioactivos, especialmente antioxidantes (2). Como fuente de ingredientes

naturales entre las especies de la biodiversidad amazónica colombiana se identifica el milpesillos (*Oenocarpus mapora*), cuyo aceite posee un alto contenido de ácido linoléico (84%) u Omega 6 y ácido palmítico (12-13%), que lo hace un ingrediente natural atractivo para la industria nutracéutica.

El objetivo del presente estudio fue evaluar técnicas de extracción del aceite de milpesillos (EPE y EAM) de manera comparativa con la convencional (ESL) y sus efectos sobre la calidad del producto.

¹ Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi. Bogotá, Colombia.

² Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jcardona@gmail.com.co

MATERIALES Y MÉTODOS

La pulpa de milpesillos, obtenida según el procedimiento estandarizado por el laboratorio de poscosecha y posproducción del Instituto Sinchi, en la planta piloto de la asociación ASOPROCEGUA en San José del Guaviare, fue secada a 130°C en una estufa marca Jouas® durante 12 h hasta peso constante y sometida a tres procesos de extracción: ESL en un equipo Soxhlet (Marca JSGW®, Ambala, Haryana-India) por 6h, usando 10 g de muestra y éter de petróleo como solvente. La muestra extraída fue filtrada, el solvente recuperado por rotoevaporación (3) y finalmente, llevada a calentamiento a 70°C para eliminar toda traza de solvente. EPE en la prensa expeller del Instituto Sinchi (4) usando 70 g de material a diferentes velocidades de rotación del tornillo (45 y 60 rpm) y temperaturas de la chaqueta (40, 60 y 90°C). El material extraído fue calentado 4 h a 70°C para disminuir su viscosidad y permitir la decantación de material particulado, finalmente, el aceite sobrenadante fue filtrado al vacío. EAM en un equipo prototipo construido a partir de un horno microondas doméstico (Marca Whirlpool®, modelo WM111D00) al cual se le instaló un condensador Allihn (figura 1) acoplado a un balón de extracción; partiendo de 100 g de muestra y solvente orgánico en una relación 2:3. Los solventes fueron seleccionados por su afinidad a los lípidos presentes en la muestra (tabla 1), facilidad de recuperación y baja constante dieléctrica. El tiempo de extracción fue de 15 min (5).

El control de calidad de los aceites obtenidos se realizó determinando índice de yodo, que es un valor útil para estimar la dureza, índice de saponificación que indica el peso promedio molecular de los ácidos grasos, lo cual es importante porque está relacionado con las propiedades organolépticas e índice de acidez que es un indicador de alteraciones hidrolíticas (rancidez) (3).

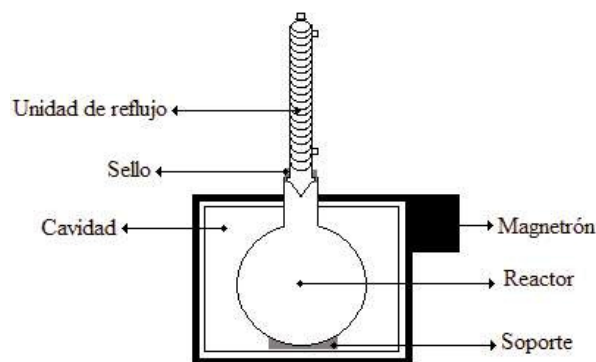


Figura 1. Diagrama del equipo EAM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la EPE la separación fibra/aceite fue efectiva a 60 rpm y 40°C, su rendimiento (48,3%) comparado con la ESL (62%) indica una eficiencia del proceso mecánico del 78% (tabla 1). A pesar de lo cual puede considerarse viable debido a la no utilización de solvente y la posibilidad de realizar un proceso continuo.

Tabla 1. Condiciones de operación de los tres métodos de extracción para la obtención de aceite de milpesillos.

Técnica	Ensayo	Condiciones	Rendimiento (%)	Observaciones
ESL	1-3	Solvente: Éter de petróleo	62,2	Aceite claro, buenas características sensoriales.
EPE	1	45 rpm/60°C	28,6	Alto porcentaje del aceite permanece en la torta.
	2	60 rpm/90°C	74,3	Alto contenido de sólidos suspendidos en la muestra.
	3	60 rpm/40°C	48,3	Bajo contenido de sólidos suspendidos en la muestra y menos aceite en la torta.
EAM	1	Solvente: Hexano	37,0	Alto contenido de sólidos suspendidos, separación de fases.
	2	Solvente: Acetona	26,0	Aceite claro, de mejores características sensoriales que el obtenido con hexano.

Los rendimientos obtenidos en la EAM presentan una eficiencia del proceso del 60% y del 42% para hexano y acetona, respectivamente; valores menores que para la EPE. Sin embargo, su utilización puede ser considerada viable teniendo en cuenta que la disminución en la cantidad de sólidos suspendidos en la muestra obtenida con EAM con respecto a la EPE, puede representar menores

costos operacionales requeridos para la filtración y adecuación.

En cada ensayo realizado en la EAM se obtuvo un aceite de características visuales similares al obtenido por ESL, sin embargo, el extraído con acetona, aunque presenta menores rendimientos comparados con el extraído con hexano muestra mejor apariencia, brillo y color.

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica del aceite de milpesillos.

Extracción	Índice de acidez (%)	Índice de saponificación (mg KOH/g)	Índice de yodo (mg I ₂ /g)
ESL	0,51 ± 0,01	165,19 ± 0,07	52,39 ± 0,2
EPE	0,91 ± 0,02	190,17 ± 0,02	71,64 ± 0,2
EAM- HEXANO	0,95 ± 0,03	237,13 ± 0,05	20,44 ± 0,5
EAM - ACETONA	1,27 ± 0,03	152,97 ± 0,09	19,74 ± 0,2

Teniendo en cuenta que los aceites refinados no contienen más del 0,05% de ácidos grasos libres, y los usados para fritura no contienen más del 2% (3) ya que un porcentaje mayor provoca la generación de humo durante el calentamiento, a partir de los valores de índice de acidez obtenidos, es posible concluir que el aceite de milpesillos obtenido por cualquiera de los métodos de extracción evaluados es apto para procesos en la industria de alimentos que involucren altas temperaturas.

El aceite obtenido por EPE presenta mayor “calidad como ingrediente natural” debido a mayor índice de yodo y de saponificación que el obtenido por ESL. Tal diferencia, probablemente se deba a las reacciones desencadenadas por el prolongado calentamiento de la muestra durante la ESL.

De ésta manera, se resaltan las diferencias obtenidas en el ingrediente dependiendo del método de extracción. Si bien el aceite obtenido por EPE no se destacó por su calidad sensorial debido a la presencia de sólidos suspendidos y un color más opaco que el de los demás aceites, este posee la mayor concentración relativa de ácidos insaturados; por otro lado, el aceite logrado por EAM usando acetona como solvente, tenderá a ser un aceite más atractivo, más estable y menos vulnerable a las reacciones de enranciamiento oxidativo debido a su menor número de insaturaciones.

CONCLUSIONES

Aunque la EPE se visualiza como una alternativa viable y ambientalmente amigable, las características sensoriales se vieron afectadas por la presencia de sólidos suspendidos. Asimismo, la EAM es una opción promisoriosa al ser un proceso de la llamada “química verde” reconocido por la reducción del volumen de solvente y la especificidad de las reacciones involucradas, disminuyendo las pérdidas en la concentración de los metabolitos de interés y la posible reducción en los costos operacionales de refinamiento del aceite.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wildman EC. Handbook of nutraceuticals and functional foods. 2nd ed. Boca Raton: CRC/Taylor&Francis; 2007. 541p.
2. Ramírez MR, García-Risco, Santoyo S, Señoráns J, Ibañez E, Reglero G. Isolation of functional ingredients from rosemary by preparative-supercritical fluid chromatography (Prep-SFC). *J Pharmaceut and Biomed.* 2006 Aug 28; 41 (5): 1606-1613.
3. Wrolstad R, Decker EA, Schwartz SJ, Sporns P. Handbook of Food Analytical Chemistry. Wiley Interscience; 2005. 597 p.
4. Hernández MS, Barrera J. Frutas amazónicas, competitividad e innovación. Bogotá, Colombia: Instituto amazónico de investigaciones científicas –Sinchi; 2009. 102 p.
5. Eskilsson CS, Bjorklund E. Analytical-scale microwave-assisted extraction. *J Chromatogr A.* 2000 Dec 1; 902 (1): 227-250.

MICROENCAPSULACIÓN DE PROBIÓTICOS MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN EN PRESENCIA DE PREBIÓTICOS

MICROENCAPSULATION OF PROBIOTIC BY SPRAY DRYING IN THE PRESENCE OF PREBIOTIC

ARTÍCULO CORTO

Sneyder RODRÍGUEZ-BARONA^{1*}, Luz M. MONTES², Diógenes De J. RAMÍREZ³

RESUMEN

Se evaluó el efecto del uso de inulina y fructo-oligosacárido como material pared en la encapsulación mediante secado por aspersión de *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus rhamnosus*. Suspensiones de maltodextrina con y sin prebiótico con un contenido de sólidos totales de 25% (p/v), fueron inoculadas con 10^{11} UFC/mL de probiótico y atomizadas en un secador por aspersión. Se determinó el rendimiento de encapsulación y la viabilidad de los microorganismos durante el almacenamiento de las muestras encapsuladas empacadas a vacío y almacenadas a temperatura ambiente.

Palabras clave: prebiótico, probiótico, micro-encapsulación, secado por aspersión.

ABSTRACT

In this study, the effect of using inulin and fructo-oligosaccharide as wall materials for encapsulation by spray drying of *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus rhamnosus* was evaluated. Suspensions with and without prebiotic maltodextrin with a total solids content of 25% (w / v), were inoculated with 10^{11} CFU / mL of probiotic and atomized in a spray dryer. The encapsulation yield and viability of the microorganisms were determined during storage of the encapsulated samples packaged under vacuum and stored at room temperature.

Keywords: Prebiotic, probiotic, microencapsulation, spray dryer.

INTRODUCCIÓN

En alimentos funcionales probióticos la viabilidad de los microorganismos se ve afectada por factores medioambientales (1). La tecnología de micro-encapsulación al proteger las sustancias activas mediante una barrera física puede favorecer la supervivencia de los microorganismos (2). El secado por aspersión es considerado un método adecuado para la estabilización de probióticos, pero las altas temperaturas aplicadas sugieren el uso de sustancias termo-protectoras para mantener la viabilidad (3). Los prebióticos en combinación con el material pared, podrían actuar como agentes termo-protectores (4, 5).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la adición de agentes prebióticos (inulina y fructo-oligosacárido) sobre la viabilidad de *L. casei* y *L. rhamnosus* microencapsulados mediante secado por aspersión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivos bacterianos

Cepas de *Lactobacillus casei* ATCC-393 y *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 9469 fueron cultivadas en medio MRS (Scharlau, S.L España). La biomasa se obtuvo luego de 24 h en crecimiento a 37°C. Las células fueron recuperadas por

¹ Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia –sede Manizales.

² Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia –sede Bogotá.

³ Departamento de Matemáticas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia –sede Manizales.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: snrodriguezba@unal.edu.co

centrifugación (5.000 rpm) a 4°C. Los recuentos en las suspensiones y en el material encapsulado fueron realizadas mediante siembra en agar MRS con azul de anilina (0,1%) e incubados en condiciones microaerofílicas a 37°C.

Preparación de suspensiones

Las suspensiones del material pared fueron preparadas con maltodextrina y prebiótico (inulina y fructo-oligosacárido (FOS) Nutraflora®). La relación prebiótico:microorganismo fue 1:1 (p/p).

Secado por aspersión

Las suspensiones inoculadas fueron sometidas a secado por aspersión en un equipo Buchi B-191 *miny spray dryer* con entrada de aire a una temperatura de $80 \pm 5^\circ\text{C}$, temperatura de salida $48 \pm 3^\circ\text{C}$, rendimiento de la bomba 0,05%, rendimiento del aspirador 75% y flujo de aire 600NL/h.

Caracterización física

La morfología y tamaño de las micro-cápsulas fueron determinadas mediante un microscopio electrónico E-SEM marca Philips® Modelo XL30. El contenido de humedad y actividad de agua de las muestras fueron determinados en estufa de secado (102°C) hasta peso constante y en un higrómetro de punto de rocío (*Thermo-Constanter Novasina*), respectivamente.

Ensayos de supervivencia y recuento de los microorganismos

Los encapsulados fueron almacenados en bolsas metalizadas, empacadas al vacío y conservadas a temperatura ambiente durante 21 días. Se determinó el rendimiento de la encapsulación (RE) según la ecuación 1 y periódicamente se realizó recuento de viables y caracterización físico-química (6):

$$\text{RE} = (N/N_0) \times 100 \quad \text{Ecuación 1.}$$

donde: N y N_0 = número de células viables encapsuladas e inoculadas, respectivamente.

Análisis estadístico

Los resultados son presentados como la media \pm desviación estándar de las réplicas determinadas. Los datos fueron analizados ANOVA con análisis de medidas repetidas. La significancia estadística fue a $p < 0,05$. Se usó el software R Development Core Team (7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estabilidad y viabilidad de los microorganismos micro-encapsulados mediante secado por aspersión, está condicionada a diversos factores. La actividad de agua de los polvos pese a su alta higroscopicidad permaneció estable durante el almacenamiento ($0,36 \pm 0,3$ para *L. casei* y $0,36 \pm 0,1$ para *L. rhamnosus*) lo cual contribuye a la estabilidad; sin embargo podría ser afectado por el tamaño de partícula al relacionar la superficie externa frente a la adsorción de agua del ambiente (6). Las figuras 1 y 2 muestran las micrografías de E-SEM de algunos micro-encapsulados obtenidos. Se observa una forma esférica y tamaños de $5,21 \pm 4,16\mu\text{m}$ en promedio. Las superficies externas no muestran fisuras, lo cual garantiza la protección y baja permeabilidad a los gases, con concavidades típicas de los materiales producidos por secado por aspersión debida al encogimiento que tiene lugar durante el proceso, las temperaturas aplicadas ($80 \pm 5^\circ\text{C}$) estarían favoreciendo esta situación pues algunos estudios reportan tratamientos con temperaturas superiores a 120°C (6-8). El agente encapsulante no afectó la morfología lo cual coincide con algunos autores (8). La humedad de las muestras no presentó diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, son más altas que algunas reportadas, debido posiblemente a la temperatura de secado (9).

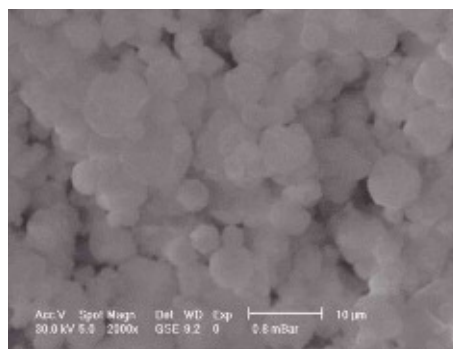


Figura 1. Micrografías E-SEM de *L. casei* microencapsulado mediante secado por aspersión, sin adición de prebiótico en el material pared.

Las figuras 3 y 4 muestran un progresivo descenso en la viabilidad de los microorganismos durante el almacenamiento. El análisis estadístico con la viabilidad como razón N/N_0 , mostró diferencias estadísticas entre el efecto sobre la viabilidad del uso de prebióticos en la encapsulación de los microorganismos estudiados ($p = 0,07$). Sin embargo, la interacción entre el prebiótico y el microorganismo

no fue significativa. La interacción entre la viabilidad del microorganismo y el tiempo de almacenamiento fue significativa ($p = 0,033$). Resultados coincidentes con los reportados por algunos autores que muestran que la co-encapsulación de probióticos con prebióticos incrementa la viabilidad del microorganismo (2-5).

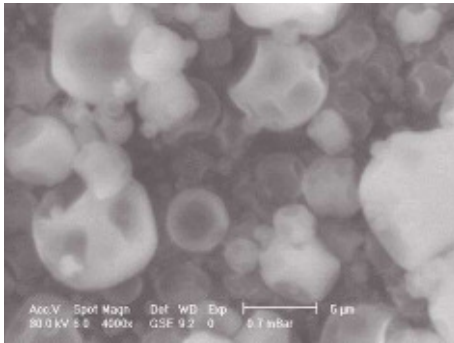


Figura 2. Micrografías E-SEM de *L. casei* microencapsulado mediante secado por aspersión, con adición de prebiótico en el material pared.

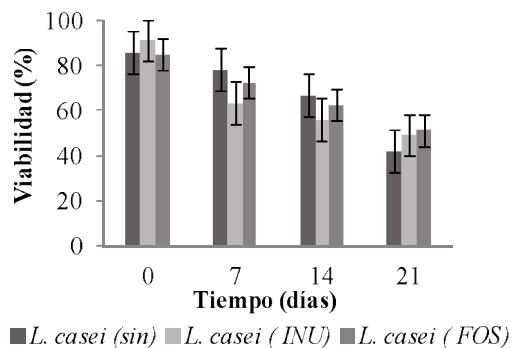


Figura 3. Estabilidad de *L. casei* micro-encapsulado con y sin prebióticos durante 21 días a temperatura ambiente.

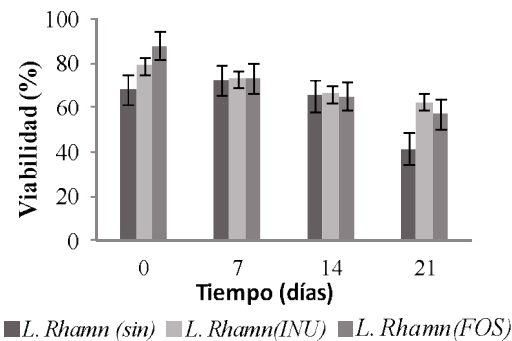


Figura 4. Estabilidad de *L. Rhamnosus* microencapsulado con y sin prebióticos durante 21 días a temperatura ambiente.

CONCLUSIONES

El presente estudio demostró que existen diferencias en la viabilidad de los microorganismos micro-encapsulados con y sin agentes prebióticos, evidenciando para *L. rhamnosus* mayor porcentaje de viabilidad en el tiempo. Las características físico-químicas y morfológicas obtenidas a las condiciones de secado aplicadas, podrán conferir a los polvos obtenidos, estabilidad superior a 21 días de almacenamiento.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Biotecnología y Agroindustria por facilitar la infraestructura para el desarrollo de la presente investigación. A Industrias del Maíz S.A-Corn Products Andina, por la donación de su producto Nutraflora®.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ranadheera RDCS, Baines SK, Adams MC. Importance of food in probiotic efficacy. *Food Res Int.* 2010 Jan; 43 (1):1-7.
2. Semyonov D, Ramon O, Kaplun Z, Levin-Brener L, Gurevich N, Shimoni E. Microencapsulation of *Lactobacillus paracasei* by spray freeze drying. *Food Res Int.* 2010; 43: 193- 202.
3. Peighambardoust SH, Golshan AT, Hesari J. Application of spray drying for preservation of lactic acid starter cultures: a review. *Trends in Food Sci Tech.* 2011 Feb 15; 22 (5): 215-224.
4. Capela P, Hay TKC, Shah NP. Effect of cryoprotectants, prebiotics and microencapsulation on survival of probiotic organisms in yoghurt and freeze-dried yoghurt. *Food Res Int.* 2006 Mar; 39: 203-211.
5. Iyer C, Kailasapathy K. Effect of Co-encapsulation of probiotics with prebiotics on increasing the viability of encapsulated bacteria under in vitro acidic and bile salt conditions and in yogurt. *J of Food Sci.* 2005; 70 (1): 18-23.
6. Fritzen-Freire C, Prudencio ES, Amboni RDMC, Pinto SS. Microencapsulation of bifidobacteria by spray drying in the presence of prebiotics. *Food Res Int.* January 2012; 45 (1): 306-312.
7. R Development Core Team R: A language and environment for statistical computing [Internet]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2011. ISBN 3-900051-07-0. Available from: <http://www.R-project.org/>
8. Tonon RV, Brabet C, Pallet D, Brat P, Hubinger MD. Physicochemical and morphological characterization of aÇai (*Euterpe oleraceae* Mart.) produced with different carrier agents. *Int J Food Sci Tech.* 2009 Sep 15; 44 (10): 1950-1958.
9. Corcoran BM, Ross RP, Fitzgerald GF, Stanton. Comparative survival of probiotic lactobacilli spray-dried in the presence of prebiotic substances. *J Appl Microbiol.* 2004; 96 (5): 1024-1039.

OBTENCION DE PROTEINA UNICELULAR A PARTIR DE LACTOSUERO

OBTAINING SINGLE CELL PROTEIN FROM WHEY

ARTÍCULO CORTO

Arnulfo TARON-DUNOYER^{1*}, Jaime PEREZ-MENDOZA², Julián MARTINEZ-ZAMBRANO³

RESUMEN

El *Kluyveromyces lactis* es un microorganismo que puede ser utilizado como agente biológico en la producción por fermentación de proteínas de valor biológico en la alimentación animal. En la presente investigación se optimizó el medio fermentativo en cuanto al pH (4,74), temperatura (29°C) y tiempo de fermentación (8 h). Se obtuvo una biomasa proteica con una humedad de 3,78%, un porcentaje de cenizas de 1,4% y un porcentaje de proteínas del 44% y azúcares totales de 1,6%. Los resultados obtenidos muestran una relación inversa entre la cantidad de biomasa proteica obtenida y el pH, con un consumo de sustrato del 68%.

Palabras clave: *kluyveromyces*, fermentación, proteína unicelular.

ABSTRAC

The *Kluyveromyces lactis* is a bacterium which can be used as a biological agent in the production by fermentation of biological value proteins in animal feed. In the present study was optimized in terms of fermentative medium pH (4.74), temperature (29°C) and fermentation time (8 hours). Protein biomass was obtained with a moisture content of 3.78%, a 1.4% ash and protein content of 44% and 1.6% total sugars. The results show an inverse relationship between the amount of protein biomass obtained and the pH, with a substrate consumption of 68%.

Keywords: *kluyveromyces*, fermentation, single cell protein.

INTRODUCCIÓN

Hoy cuando las necesidades de la utilización de subproductos son cada vez más apremiantes se hace necesario aprovechar el lactosuero como una alternativa para evitar que se pierda. La importancia del aprovechamiento para la economía radica principalmente en el aprovechamiento completo y efectivo de la leche como materia prima, la obtención de componentes lácteos de alto valor para emplearlos en la industria alimentaria, y la reducción de la contaminación de las fuentes de agua conforme a lo dispuesto en las leyes colombianas de protección

del medio ambiente. En Colombia la mayor parte del suero se produce en pequeñas cantidades y en lugares alejados de las urbes, lo que hace difícil la instalación de plantas de aprovechamiento.

Basados en los estudios realizados por Ramírez *et al.*, 2002 (1), donde encuentran que el suero lácteo desproteinizado sirvió como base para la formulación de un medio de cultivo para levaduras capaces de hidrolizar la lactosa se desarrolló esta investigación y se utilizó el lactosuero como sustrato para la producción de proteína unicelular a partir de la levadura (*Kluyveromyces lactis*) por su contenido de lactosa, vitaminas, minerales y otras proteínas.

¹ Grupo de Investigación en Biotecnología, Alimentos y Educación. Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

² Programa de ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

³ Programa de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Facultad de Ciencias Farmacéuticas Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir correspondencia: atarond@unicartagena.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Biológico

En este trabajo se utilizó una cepa de *Kluyveromyces lactis* productora de proteínas provenientes del cepario del Grupo de Investigación en Biotecnología, alimento y Educación (GIBAE).

Desproteínización y clarificación del lactosuero

Se tomó muestras de 2500 mL de lactosuero, a cada muestra de 500 mL se le agregó 7 mL de ácido tricloro-acético al 10%, con el objeto de precipitar la proteína (caseína), ayudando este proceso con calentamiento hasta ebullición. Luego se enfrió, se decantó y se filtró con papel filtro numero 42.

Fermentación

Este proceso se llevó a cabo utilizando 5 vasos de precipitado de 1000 mL los cuales contenían 500 mL del medio a fermentar (lactosuero clarificado), previamente esterilizado y ajustando pH a 4,5. Luego se adicionó sulfato de amonio y sales ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$). Posteriormente, se agregó 10 mL del inóculo a cada erlenmeyer y se sometió a floculación a una velocidad de 200 rpm por 16 h (1,2). Se tomó muestras de 20 ml por cada vaso en un intervalo de tiempo de 2 h y monitoreo de pH, temperatura. Se centrifugó, el filtrado obtenido se desechó y el precipitado (biomasa proteica) se secó a 38°C por 24 h y se procedió a realizar pruebas físico-químicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A las 8 horas de fermentación ya se han consumido el 68% de la lactosa del medio, a partir de este momento la levadura *Kluyveromyces lactis*, comienza una etapa de crecimiento desacelerado, en donde el consumo de lactosa es lento, éste decrece y pone en manifiesto una saturación del medio fermentativo, la cual disminuye la acción enzimática de la galactosidasa intracelular y su velocidad de acción (1, 2). A partir de las 10 horas el consumo de sustrato es muy lento, al igual que la producción de proteínas, este resultado nos lleva a pensar en la necesidad de llevar a cabo o no la fermentación hasta agotar todo el sustrato. Pues esto implica un mayor tiempo de proceso y energía, incrementando el costo del proceso; por lo anterior, se hace necesario parar la

fermentación a las 10 horas, quedando aproximadamente un 20% del sustrato residual (ver tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de azúcar vs. Tiempo de fermentación.

Tiempo de Fermentación	% de Azúcar
0	5,0%
2	3,6%
4	3,2%
6	2,8%
8	1,6%
10	1,5%

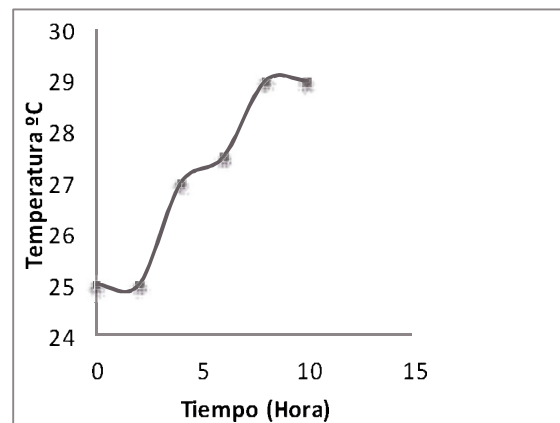


Figura 1. Temperatura del medio de fermentación / tiempo de proceso.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tiempo óptimo de fermentación es de 8 h, pues a las horas siguientes la producción decrece; por lo cual se tendría que alimentar el medio, pero para esto se tendrían que realizar diferentes modificaciones en las variables del proceso, ya que pasaría de ser un proceso fermentativo totalmente continuo (1, 2) (ver figura 2).

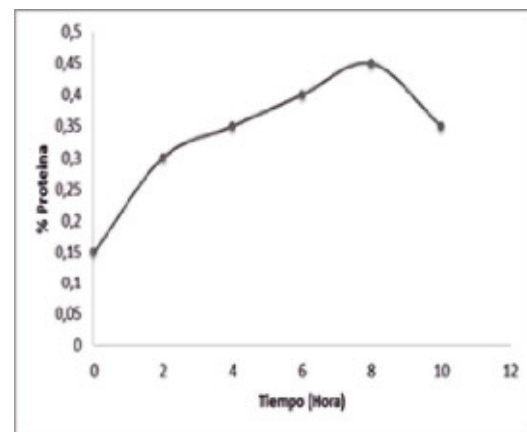


Figura 2. Proteínas Vs tiempo de fermentación.

CONCLUSIONES

Los resultados generados en este trabajo muestran que el lactosuero puede ser empleado eficientemente como sustrato en la producción de proteínas unicelulares, y representa una alternativa a los procesos de tratamiento del lactosuero, que es un efluente altamente contaminante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ramírez A, Rivas N. Producción y caracterización parcial de β -galactosidasa de *Kluyveromyces lactis* propagada en suero de leche desproteinizado [trabajo de pregrado]. [Caracas, Venezuela]: Universidad Central de Venezuela; 2002. 98p.
2. Ortiz P. Estudio de la interacción de las proteínas del suero de leche con la β -galactosidasa de *Kluyveromyces lactis* y su efecto en la actividad [trabajo de pregrado] [Iztapalapa, México]: Universidad Autónoma Metropolitana; 2004. 55p.

MODELADO Y SIMULACIÓN DE UN SECADOR A ESCALA PILOTO PARA LA DESHIDRATACIÓN TÉRMICA DE UCHUVA

MODELING AND SIMULATION OF A PILOT-SCALE DRYER FOR THERMAL DEHYDRATION OF CAPE GOOSEBERRY

ARTÍCULO CORTO

Juan D. REYES F.^{1*}, Rubén D. GODOY-SILVA²

RESUMEN

Considerando las potencialidades de la uchuva colombiana como producto de exportación y la importancia de optimizar técnicas de conservación para dicha fruta, se estudió el desempeño de una cámara de secado directo a escala piloto utilizando dinámica computacional de fluidos con el modelo de turbulencia estándar κ - ϵ . El diseño original del secador no generaba un secado homogéneo fundamentalmente causado por una distribución heterogénea del flujo de aire en la cámara de secado. Se encontró que un arreglo de difusores en serie, con ductos tubulares de 5 cm de profundidad y 5 mm de diámetro genera una distribución mucho más uniforme y conveniente del flujo de aire para el secado eficiente de uchuva.

Palabras clave: diseño conceptual, aire, velocidad, líneas de flujo, turbulencia.

ABSTRACT

Considering the potential of Cape gooseberry as an export product and the importance of optimizing conservation techniques for such a fruit, it was studied the performance of a pilot-scale drying chamber using computational fluid mechanics with the standard κ - ϵ turbulence model. The dryer original design did not generate a homogeneous drying, mainly caused by an uneven distribution of airflow in the drying chamber. It was found that an array of diffusers in series, with tubular ducts of 5 cm deep and 5 mm of diameter, generates a much more uniform air flow, suitable for the efficient drying of Cape gooseberry.

Keywords: Conceptual design, air, velocity, pathlines, turbulence.

INTRODUCCIÓN

En Colombia la uchuva se considera un producto prioritario de exportación (1); desafortunadamente, su corto período de vida útil demanda el uso de métodos para su conservación. El secado directo con aire es una opción de interés industrial para la conservación de frutas, debido a la familiaridad y a la simplicidad de operación de los equipos (2); sin embargo, el diseño de éstos es vital para un buen desempeño en el secado y para obtener calidad uniforme del producto procesado. La velocidad del aire al interior de la cámara de secado es una de las variables más

importantes de diseño (3); sin embargo, la determinación experimental de un valor representativo de velocidad puede resultar difícil debido a la compleja distribución de patrones de flujo de aire al interior de la cámara de secado. Para ese propósito la Dinámica Computacional de Fluidos (DCF) se presenta como una poderosa herramienta de análisis (4).

En esta investigación se propone utilizar la DCF para modelar un secador de frutas de escala piloto existente en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá, y generar propuestas para su optimización.

¹ Grupo de Investigación en Procesos Químicos y Bioquímicos. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

² Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jdreyesf@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación experimental de velocidad se usó un anemómetro de hilo caliente CEM DT-8880. Para las simulaciones se empleó un computador Dell Precision T5500 que contaba con 8.00 GB de memoria RAM instalada y un procesador QuadCore de 4 núcleos, de 2,66 GHz cada uno. El software de simulación fue Ansys13[®] y el paquete Fluent[®], con el modelo de turbulencia estándar κ - ϵ , con el cual se ha obtenido resultados representativos en este tipo de aplicaciones (5). El modelo κ - ϵ , se basa en el uso de ecuaciones semi-empíricas para el cálculo de la energía cinética en régimen turbulento (κ) y la velocidad de disipación de energía (ϵ), mediante las cuales Ansys[®] puede realizar las iteraciones de los balances de materia y energía necesarios para el cálculo de las distribuciones de velocidad del aire en el equipo estudiado. Debido a la naturaleza empírica de estas ecuaciones, es necesario ajustar los parámetros de dicho modelo para que represente los valores de velocidad experimentales (6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1(a) se presenta los resultados de una simulación en la que se muestra la distribución de perfiles de velocidad en diferentes zonas del secador piloto. El perfil experimental de velocidad en la entrada de la cámara de secado se muestra en la figura 1(b). De ambas figuras se deduce que el flujo del aire no es uniforme, como es deseable, y que la bandeja que contiene la fruta, la cual en el arreglo original se ubica a una altura $z = 0,05$ m, está en una región de mínima velocidad, por lo cual los datos de velocidad de secado, obtenidos a diferentes velocidades promedio, deben ser considerados con precaución.

Para generar un secado homogéneo y mejorar la eficiencia del secador se estudió los cambios en la geometría del equipo. En este trabajo se presenta una propuesta que incluye la instalación de una serie de difusores de aire para generar una distribución más uniforme de la velocidad de aire. Para optimizar el diseño y la distribución de los difusores, se usó la DCF con el modelo de turbulencia κ - ϵ .



Figura 1. (a) Líneas de flujo de aire al interior de la recámara experimental de secado sin difusores. (b) Contornos de velocidad a la entrada de la recámara experimental de sacado sin difusores, modelo de turbulencia κ - ϵ

Cada difusor de aire consiste en una serie de ductos tubulares, de un diámetro de 5 mm y una profundidad de 5 cm. Utilizando este arreglo se encuentra una dis-

tribución más uniforme y homogénea del flujo de aire, como se ilustra en la figura 2. Con este nuevo perfil la velocidad del aire que pasa por la bandeja es óptima.

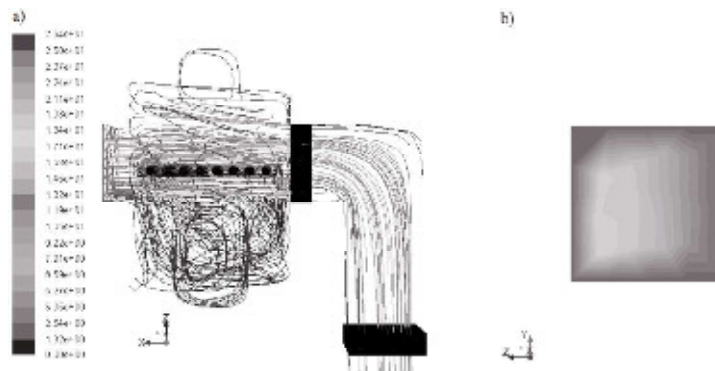


Figura 2. (a) Líneas de flujo de aire al interior de la recámara experimental de secado con tres difusores en serie (b) Contornos de velocidad a la entrada de la recámara experimental de sacado con tres difusores, modelo de turbulencia κ - ϵ .

CONCLUSIONES

La heterogeneidad del perfil experimental de velocidades al interior de la cámara de secado indica que su diseño es sub-óptimo y que los datos de secado generados previamente en él deben ser analizados con cuidado si se usan con propósitos de escalamiento.

Mediante modelado por DCF se determinó modificaciones a la geometría del secador y las dimensiones óptimas de una serie de difusores que mejoran significativamente el perfil de velocidad al interior de la cámara de secado. Las modificaciones propuestas son una alternativa prometedora para mejorar el proceso de deshidratación de uchuva por secado directo que requiere comprobación experimental.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al grupo de investigación GIDMAQ de la Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá y a la ingeniera Eliana Lozano Romero su apoyo para el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Apuesta Exportadora Agropecuaria 2006-2020. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de agricultura y desarrollo rural. 2006; [citado 2009 Abr 20]. Disponible en <https://www.mincomercio.gov.co/info/tlc/media/file23238>.
2. Kudra T, Mujumdar A. *Advanced Drying Technologies*. New York, Estados Unidos de América: Marcel Dekker; 2002. 4p.
3. Bin X, Da-Wen S. Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the food industry: a review. *Comput Electron Agr*. 2002; 34 (1). 5-24.
4. Smolka J, Nowak AJ, Rybarz D. Improved 3-D temperature uniformity in a laboratory drying oven based on experimentally validated CFD computations. *J Food Eng*. 2010; (3). 373-383.
5. Amanlou Y, Zomorodian A. Applying CFD for designing a new fruit cabinet dryer. *J Food Eng*. 2010; 101 (1). 8-15.
6. Yongson O, Badruddin IA, Zainal ZA, Narayana PA. Airflow analysis in an air conditioning room. *Build Environ*. 2007; 42 (3). 1531-1537.

PROPIEDADES SENSORIALES, FÍSICAS Y BROMATOLÓGICAS DE YOGURT SUPLEMENTADO CON YACÓN

SENSORY, PHYSICAL AND PROXIMAL PROPERTIES OF YOGURT SUPPLEMENTED WITH YACON

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA H.^{1*}, Michael F. MEDINA R.¹, Diana C. MORENO¹

RESUMEN

Si bien se han realizado esfuerzos por conservar o agregar valor al yacón, los productos han sido obtenidos en forma rudimentaria a partir de técnicas artesanales. Las particularidades físicas y organolépticas del tubérculo, que le dan características similares a una fruta, hacen posible el desarrollo de productos concentrados con adición de azúcares. Estos concentrados podrían ser utilizados en la elaboración de yogurt y dar alternativas agroalimentarias para el consumo humano. Se elaboró un concentrado de yacón y se añadió al yogurt al final de la incubación, se empacó y refrigeró. Al mismo tiempo se empacó yogurt sin yacón denominándose este tratamiento yogurt control. Posteriormente y durante 30 días, se realizó análisis fisicoquímicos, bromatológicos y sensoriales para ambos tratamientos. Los resultados mostraron cambios en la acidez y pH en las muestras de yogurt por la presencia de yacón; en los parámetros proximales el yogurt que contenía yacón tuvo menor contenido de carbohidratos, mayor contenido de proteínas y fibra en comparación con el yogurt control. La evaluación sensorial tuvo calificaciones sobresalientes en los aspectos de aroma, color y aceptación global. Finalmente, se concluyó que el yacón como ingrediente, es una alternativa en la elaboración de yogurt demostrándose la viabilidad fisicoquímica, sensorial y nutricional.

Palabras clave: yogurt, yacón, propiedades, evaluación, almidón.

ABSTRACT

While efforts have been made to retain or add value to yacon, the products have been obtained in crude form from craftsmanship. The physical characteristics and organoleptic qualities of tubercle, which gives similar to a fruit, make possible the development of concentrated products with added sugars. These concentrates may be used in the production of yogurt and alternatives to agribusiness for human consumption. Yacon concentrate was prepared and added to yogurt at the end of incubation, packed and refrigerated. At the same time I pack yogurt without yogurt yacon denominating this treatment control. 30 days later and physicochemical analysis was performed, and sensory food science for both treatments. The results showed that there were changes in acidity and pH in yogurt samples for the presence of yacon, in the proximal parameters yogurt containing yacon had lower carbohydrate, higher protein and fiber compared to yogurt control. Sensory evaluation was outstanding grades in the areas of flavor, color and overall acceptance. Finally it was concluded that the yacon as an ingredient, is an alternative in the production of yogurt demonstrating the feasibility physicochemical, sensory and nutritional.

Keywords: Yogurt, yacon, properties, evaluation, starch.

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja-Boyacá. Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

INTRODUCCIÓN

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo andino de origen prehispánico cultivado en las laderas de los Andes (1); presenta carbohidratos que aportan baja energía; posee una agradable jugosa raíz, que puede consumirse crudo; además, el reconocido poder medicinal debido a la presencia de polímeros de fructosa, la inulina, resulta ser ideal para diabéticos, debido a que disminuye considerablemente el contenido de triglicéridos (2).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en los laboratorios de alimentos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja.

Elaboración de concentrado de yacón

Se utilizó yacón proveniente del mercado local de Tunja, departamento de Boyacá, Colombia. Una vez seleccionados, los tubérculos fueron pelados, lavados y troceados. Se adicionó sacarosa y agua y se llevó a cocción y evaporación en un recipiente de acero inoxidable hasta 65 °Brix, medidos con refractómetro.

Elaboración del yogur

Se tuvo en cuenta la metodología modificada de Tamime, 2003 (3). Después de la incubación con *L. delbrueckii* y *S. thermophilus* el yogurt se dividió en dos tratamientos: el control (no contenía yacón), y el segundo, al cual se añadió concentrado de yacón, se almacenó a 4°C en tarros herméticos de plástico, para monitorear los días 1, 6, 12, 20 y 30.

Procedimientos

Se analizó pH, acidez titulable, sinéresis, proteína, grasa, fibra, cenizas y humedad teniendo en cuenta la normatividad AOAC/93 (4). Además, se realizó una evaluación sensorial hedónica con un grupo de 15 panelistas no entrenados (5).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de pH y acidez

Se observa en la figura 1 que para ambos tratamientos el pH disminuyó en refrigeración; en la figura 2 los valores de acidez aumentaron en ambas

muestras. Estos comportamientos pueden atribuirse a que durante el almacenamiento de yogurt en condiciones de refrigeración ocurrió una actividad microbiana tal como lo señalan Lubbers *et al.*, 2004 (6), además el yacón pudo contener sustancias que estimularon las bacterias ácido lácticas.

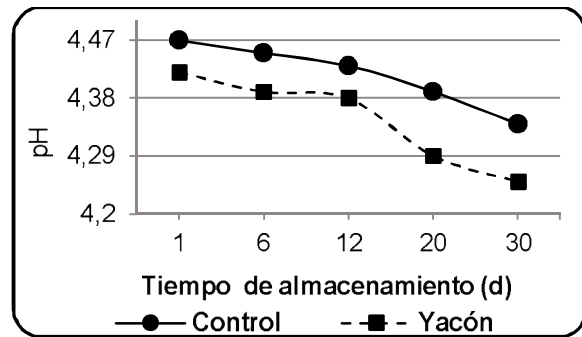


Figura 1. Comportamiento de pH durante almacenamiento.

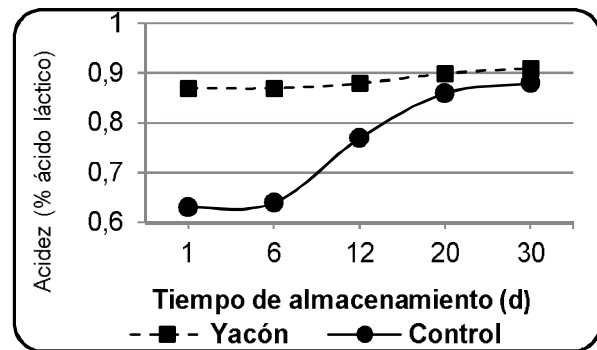


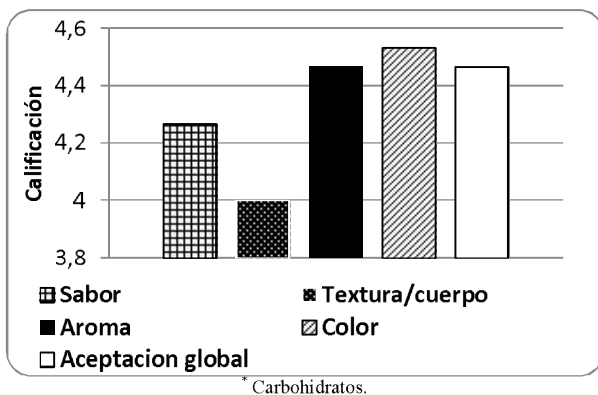
Figura 2. Comportamiento de acidez durante almacenamiento.

Análisis proximal y análisis sensorial

El yogurt que contenía concentrado de yacón tuvo mayor contenido de fibra, proteína y grasa, lo anterior puede atribuirse a que el yacón como materia prima proporcionó estos componentes. Lo anterior indica que el yogurt elaborado con concentrado de yacón nutricionalmente tuvo mejores propiedades que el yogurt control, esto puede observarse en la tabla 1. Sensorialmente el yogurt con control tuvo buena aceptabilidad entre los panelistas. Se detalla que las calificaciones de los panelistas están sobre 4 (siendo 5 la máxima y mejor calificación); además, se resalta que los atributos de aroma, color y aceptación global tuvieron las calificaciones más altas (ver figura 3).

Tabla 1. Análisis proximal del yogurt.

Parámetro	Yogurt yacón	Yogurt control
Proteína (%)	2,876	2,840
Grasa (%)	5,526	4,112
Fibra cruda (%)	0,743	0,249
CHO* (%)	15,76	17,32
Cenizas (%)	0,621	0,692
Humedad (%)	81,514	79,831
Calorías (Cal/g)	81,87	87,66

**Figura 3.** Evaluación sensorial de yogurt con rubas.

Análisis estadístico

Se realizó una ANOVA con un valor crítico de distribución F para $\alpha = 0,05$; en los análisis físico-químicos no hubo diferencia significativa; en el

análisis proximal para los tratamientos no hubo diferencia significativa; sin embargo, en la interacción de los tratamientos sí hubo diferencia significativa al utilizar almidón de yacón.

CONCLUSIONES

El yogurt que contenía concentrado de yacón presentó mejores características nutricionales que el yogurt control. Sensorialmente el yogurt que contenía yacón tuvo buena aceptación entre los panelistas; además el yacón utilizado como materia prima para la elaboración de yogurt es una opción viable desde el punto de vista físico-químico, nutricional y sensorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Maldonado S, Singh J. Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón. *Cienc Tecnol Aliment.* 2008 Abr-Jun; 28 (2): 429-434.
- Córdoba A, Galecio M. Identificación y evaluación agronómica de los biotipos de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la microcuenca la Gallega, Provincia de Morropon-Piura. *Universalia.* 2006; 11 (2):14-23.
- Tamine A. Yogurt-based products. *Encyclopedia of Foods Science and Nutrition.* Elsevier 2003.
- AOAC International. Peer-Verified Methods Program. Manual on policies and procedures. Arlington, USA: AOAC International; 1993.
- Andalucía A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. España: Editorial Acirbia; 2005.
- Lubbers S, Decourcelle N, Vallet N, Guichard E. Flavor release and rheology behaviour of strawberry fat-free stirred yogurt during storage. *J Agr Food Chem.* 2004 May 19; 52 (10): 3077-3082.

COMPARACIÓN ENTRE FRITURA ATMOSFÉRICA Y AL VACÍO EN CHIPS DE PLÁTANO

COMPARATION BETWEEN ATMOSPHERIC AND VACUUM FRYING OF PLANTAIN CHIPS

ARTÍCULO CORTO

Francisco J. CASTELLANOS G.^{1*}, Carlos R. PINEDO J.², Oscar D. HERNÁNDEZ P.¹

RESUMEN

Esta investigación fue realizada para establecer las diferencias de los parámetros de calidad en los chips de plátano producidos por fritura atmosférica y por fritura al vacío. La variedad de plátano utilizada fue Dominico Hartón (*Musa s.p.p. AAB*). La fritura se realizó a tres condiciones de proceso: $P_1 = 23 \text{ kPa} - T_1 = 103^\circ\text{C}$; $P_2 = 43 \text{ kPa} - T_2 = 127^\circ\text{C}$; $P_3 = 91 \text{ kPa} - T_3 = 140^\circ\text{C}$, por 5 min de tiempo constante. Los contenidos finales de humedad y de aceite (g/g b.s) para cada condición de proceso fueron: 0,14 con 0,25; 0,05 con 0,23 y 0,12 con 0,22, respectivamente. El ANOVA dio diferencia significativa para todos los parámetros de calidad: contenido final de humedad, contenido final de aceite, fragilidad y las coordenadas de color L^* , a^* , b^* , h^* , C^* y ΔE .

Palabras clave: Dominico Hartón, aceite, humedad, color, textura.

ABSTRACT

This research was conducted in order to establish differences in quality parameters between the plantain chips fried produced by atmospheric and vacuum frying. The variety used was Dominico Harton plantain (*Musa spp AAB*). The frying process is carried out three conditions of process: $P_1 = 23 \text{ kPa} - T_1 = 103^\circ\text{C}$; $P_2 = 43 \text{ kPa} - T_2 = 127^\circ\text{C}$; $P_3 = 91 \text{ kPa} - T_3 = 140^\circ\text{C}$, for 5 min of constant time. The final contents of moisture and oil (g / g dw) process for each condition were: 0.14 with 0.25, 0.05 to 0.23 with 0.22 and 0.12, respectively. The analysis of variance shows a significant difference for all quality parameters: final moisture content, final oil content, fragility and color coordinates L^* , a^* , b^* , h^* , C^* and ΔE .

Keywords: Dominico Harton, oil content, moisture content, color, texture.

INTRODUCCIÓN

La fritura es una operación unitaria que corresponde a un complejo proceso de deshidratación en el cual ocurren interacciones simultáneas de transferencia de calor y de masa. El propósito de freír alimentos es otorgarle a éstos características especiales de textura, color y gusto (sabor y olor) (1). La fritura a presiones de vacío posee dos ventajas: la primera es la exposición del aceite a baja temperatura y la segunda es la menor cantidad de oxígeno disponible en la freidora, lo que origina una disminución en

la formación de sustancias tóxicas con presumible potencial carcinógeno (2), convirtiendo la fritura al vacío en una opción saludable de procesamiento de frutas y hortalizas (1, 3-5).

El color y la textura en los productos fritos están influenciados por las condiciones del proceso, en especial por el tiempo, la temperatura del aceite, presión del sistema y el tipo de aceite, así como por las características físicas del cultivar (1, 3, 5).

En Colombia se cultiva más de 30 cultivares de plátano, con una producción aproximada de 3

¹ Departamento de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de Caldas. Carrera 62 # 26-10. Manizales, Colombia.

² Escuela de Ingeniería Eléctrica. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle. Ciudad Universitaria Melendez. Calle 13 No 100-00. Cali, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: francisco.castellanos@ucaldas.edu.co

millones de toneladas/año que significa el 21% a la producción mundial (6).

El objetivo de este trabajo fue observar el comportamiento de los parámetros de calidad de productos fritos como color, textura y contenidos finales de humedad y de aceite en chips de plátano bajo tres condiciones de proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó plátano variedad Dominico Hartón (AAB) (Brix<10°) con un contenido de agua de 58,7 ± 3,2% (7).

Se usó oleína de palma precalentada (8), con muestras circulares (espesor 3 mm y diámetro 2 cm). La relación plátano-aceite fue de 1:150 (p/v). Al finalizar cada fritura los “chips” fueron puestos sobre papel absorbente y luego fueron almacenados.

Se hizo tres condiciones de proceso: P₁ = 23 kPa – T₁ = 103°C; P₂ = 43 kPa – T₂ = 127°C; y, P₃ = 91 kPa – T₃ = 140°C, por 5 min constantes, con 20 repeticiones para cada una (2, 7).

Se determinó el contenido final de humedad y aceite (9) El color de los chips se midió con un espectrocolorímetro el cual reportó las coordenadas de color CIE-LAB. Además, se estimó las coordenadas psicométricas tono (h*) en grados sexagesimales y croma (C*) y las diferencias de color (ΔE) entre el plátano crudo (j) y los chips (i) mediante las ecuaciones 1 a 3, respectivamente:

$$h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*} \tag{Ecuación 1.}$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \tag{Ecuación 2.}$$

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_j - L^*_i)^2 + (a^*_j - a^*_i)^2 + (b^*_j - b^*_i)^2} \tag{Ecuación 3.}$$

La textura de los chips se midió con un analizador de textura, se usó una base con dos barras paralelas separadas por 3 cm, el diámetro del punzón fue de 3 mm, la velocidad de la sonda fue de 30 mm/min, la fuerza máxima de quiebre fue medida en la curva respectiva (10).

El software S.P.S.S. v.15 determinó: el test de normalidad (Shapiro-Wilk), comparación de medias (ANOVA y la prueba Post-hoc Tamhane) y matrices de correlación (coeficiente de Pearson). Las repeticiones fueron de 5 para textura y color y 3 para humedad y aceite.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ANOVA realizada a todas las variables muestra que existe diferencia significativa entre las condiciones de proceso (p-valor < 0,05). Luego se aplicó la prueba Post-Hoc, allí se muestra que no hay diferencia significativa para el contenido final de humedad y la coordenada de color a* en las condiciones 1 y 3; del mismo modo para el contenido final de aceite y la coordenada de color L* en las condiciones 1 y 2. El contenido final de humedad mostró diferencias significativas, a diferencia del contenido de aceite (11). El contenido final de humedad no mostró correlación con el contenido final de aceite (3).

Las coordenadas L*, b*, h* y C* tienen tendencia a aumentar a medida que aumenta la presión absoluta y la temperatura del aceite lo cual acerca a los chips a tonalidades y purezas de color amarillo, mientras que la coordenada a* y ΔE permanecen con valores constantes (ver figura 1) (3, 4). La fritura al vacío permite obtener chips con mayor fragilidad que aquellos obtenidos a fritura a presión atmosférica (ver figura 1) (3). Según el análisis de correlación de Pearson solo L* y b* tienen significancia a un nivel de confiabilidad del 99% dando un valor de 0.89 en el coeficiente de correlación en la condición número dos.

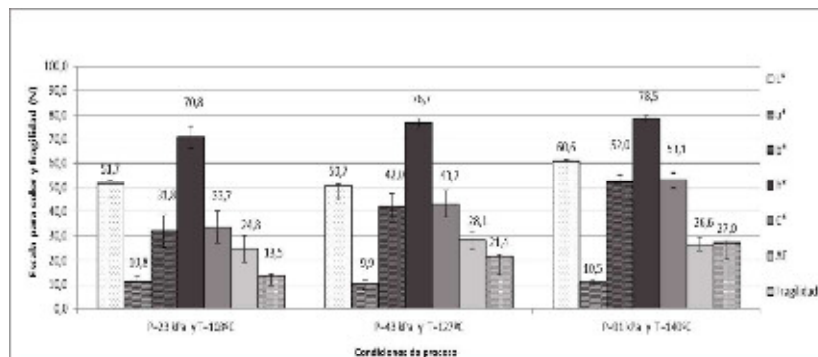


Figura 1. Variación de las coordenadas de color y fragilidad.

CONCLUSIONES

La fritura al vacío permitió temperaturas de aceite bajas comparadas con la fritura convencional sin comprometer los parámetros de calidad de los chips, como fue el caso de la segunda condición.

La coordenadas de color b^* , h^* y C^* y la textura de los chips presentaron una relación directa con la presión absoluta y la temperatura de aceite, lo que beneficia una coloración amarilla fuerte y brillante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mariscal M, Bouchon P. Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices. *Food Chem.* 2008 Apr 15; 107 (4): 1561-1569.
2. Granda C, Moreira R, Tichy S. Reduction of acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. *J Food Sci.* 2004 Nov; 69 (8): 405-411.
3. Garayo J, Moreira R. Vacuum frying of potato chips. *J Food Eng.* 2002 Nov; 55 (2): 181-191.
4. Fan L, Zhang M, Mujumdar A. Vacuum frying of carrot chips. *Dry Technol.* 2005 Jan; 23 (3): 645-656.
5. Bravo J, Ruales J, San Juan N, Clemente J. Innovaciones en el proceso de fritura. *Alimentación Equipos y Tecnología.* 2006 Mar; 25: 87-94.
6. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Oferta Agropecuaria ENA –Cifras 2010 [Internet]. Bogotá, Colombia: 2010 Abr 6 [Actualizado 2010 Ago 1; citado 2011 Mar 23]. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/ena/ENA_2010.pdf
7. González H, Giraldo L, Villa P. Segundo Seminario Internacional de plátano. Manizales, Colombia: Editores S.A; 2005. p. 96-101.
8. Blumenthal M. A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. *Food Technol.* 1991 Jul; 45 (2): 68-71.
9. AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International [CD-ROM]. USA. Cunniff, Patricia; 1995. 1 CD-ROM.
10. Segnini S, Dejmeck P, Oste R. Reproducible Texture Analysis of Potato Chips. *J Food Sci.* 1999; 64 (2): 309-312.
11. Yagua C, Moreira R. Physical and thermal properties of potato chips during vacuum frying. *J Food Eng.* 2011 May; 104 (2): 272-283.

COLOR Y TEXTURA, CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A LA CALIDAD DE TOMATE DESHIDRATADO

COLOR AND TEXTURE, CHARACTERISTICS ASSOCIATED WITH DRIED TOMATO QUALITY

ARTÍCULO CORTO

Diana MORENO-GUARÍN^{1*}, Hernán SIERRA-HOYOS¹, Consuelo DIAZ-MORENO¹

RESUMEN

El secado es una alternativa de transformación y conservación de la fruta prolongando su vida útil, sin embargo, el proceso genera cambios en la estructura y propiedades sensoriales modificando características de calidad como la textura y color. En este trabajo se estudio el perfil de textura y el color en muestras de tomate deshidratado de las variedades “Chonto” y “Larga vida” en dos estados de madurez: 4 (60 - 90% coloración roja) y 6 (100% de coloración roja). El proceso de secado se realizó a 65°C y 4,0 m/s de flujo de aire. Después de realizar el análisis estadístico se demuestra que el secado altera significativamente los dos parámetros medidos.

Palabras clave: deshidratación, tomate, calidad, color, textura.

ABSTRACT

Drying is an alternative processing and preserving of fruit prolonging his life, but the process generates changes in the structure and properties changing sensory quality characteristics such as texture and color. Textural characteristics were studied by the method of texture profile analysis, and color of dehydrated tomato varieties “Chonto” and “Larga vida” and two stages of maturity 4 (60 - 90% red coloration) and 6 (100% red). The drying process was performed at 65°C and 4.0 m/s air flow. After statistical analysis demonstrated that drying change significantly the two measured parameters.

Keywords: Dehydration, tomato, quality, color, texture.

INTRODUCCIÓN

Dos factores decisivos en la calidad sensorial de un alimento deshidratado son la textura y el color. La textura se ve afectada por la pérdida de la permeabilidad diferencial en la membrana protoplasmática, la pérdida de presión de turgencia en las células, desnaturalización de la proteína y el almidón durante el proceso. La textura de los vegetales se deteriora durante el almacenamiento si el producto está expuesto a altas temperaturas (1). El secado también cambia las características de la superficie de un alimento alterando su color (2).

Algunos estudios muestran que en la deshidratación con aire caliente se pierde la coloración roja a temperaturas superiores a 40°C (3) ó 60°C (4). El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de los procesos de secado en los parámetros de textura y color del tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizó tomates de la variedad “Chonto” de 5 cm de diámetro y tomates de la variedad “Larga

¹ Grupo de Investigación Aseguramiento de la calidad de alimentos y desarrollo de nuevos productos. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos –ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 # 45- 03 Edificio 500C. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: dcmorenog@unal.edu.co

vida” de 6,5 cm de diámetro. Los frutos fueron evaluados en dos estados de madurez: 4 cuando la fruta tiene entre un 60 y 90% de coloración roja, y 6 cuando la fruta esta 100% roja (5); se verificó el índice de madurez mediante pruebas de pH, acidez titulable y sólidos solubles totales (6).

Proceso de Deshidratación

Se tomó muestras de 200 g de tomate y se deshidrataron por secado en bandejas con aire caliente. Las condiciones de proceso fueron 65°C con un flujo de aire de 4,0 m/s durante aproximadamente 3 horas.

Medidas de textura y color

Se utilizó un texturómetro universal Stable Micro Systems Modelo TA-XT2i y se diseñó una prueba de Análisis de perfil de textura (TPA) con un cilindro/plato de compresión de 10 cm de diámetro. Los resultados fueron evaluados mediante un análisis de componentes principales (PCA). El color fue medido mediante un colorímetro marca Minolta Modelo CR300. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para verificar si las diferencias en color son estadísticamente significativas. Los factores estudiados fueron: variedad (Chonto / Larga Vida), estado de madurez (4 / 6) y proceso (fresco / deshidratado). Se realizó cada una de las pruebas para fruta fresca y deshidratada, con tres replicas experimentales por muestra. Posteriormente, se realizó la prueba de Tukey para establecer la discriminación entre los niveles estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Textura

El análisis de componentes principales fue realizado discriminando proceso y estado de madurez, para tomate deshidratado (clase 1: estado de madurez 4; clase 2: estado de madurez 6) y para tomate fresco (clase 3: estado de madurez 4; clase 4: estado de madurez 6). Como puede observarse en la figura 1, el 84,14% de la varianza de las muestras está explicado a partir de los 2 componentes principales, por lo que los análisis se ven reducidos a estos dos componentes. Se puede ver una separación significativa entre las muestras de tomate fresco y deshidratado, indicando un cambio significativo de la textura durante el proceso de secado; Askari *et al.*, 2009 (7), indican que la dureza se ve seriamente

afectada al secar con aire caliente debido a los efectos del tratamiento térmico sobre la estructura de la superficie. Se observa que el estado de madurez no influye en las características del tomate fresco, pero sí hay diferencias entre los estados de madurez para el tomate deshidratado, ya que hay una diferenciación clara entre las muestras (ver figura 2).

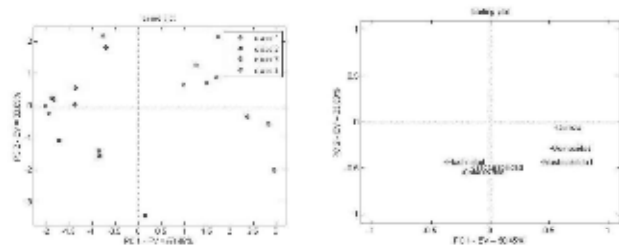


Figura 1: Cambios en los parámetros de textura en tomate fresco y deshidratado.

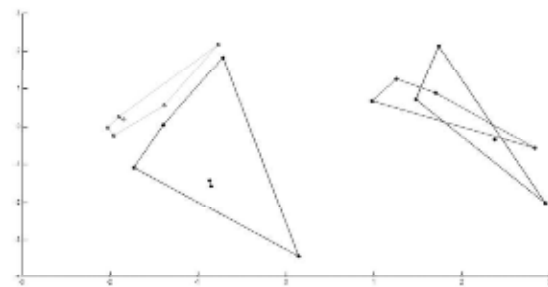


Figura 2. Diferenciación de características en tomate fresco y deshidratado en diferentes estados de madurez.

Color

La tabla 1 muestra las coordenadas de color obtenidas. El valor a* es un parámetro relacionado con el color rojo, mientras que el parámetro b* muestra coloración amarilla (7). En cuanto a color, en general, el secado provoca un oscurecimiento de color rojo, evidenciada por un incremento de los valores a* y b*, para el tomate deshidratado. El análisis de varianza con un nivel de significancia $p < 0,05$ indica que los únicos factores significativos son el proceso y el índice de madurez de la fruta. La prueba de Tukey confirma que sólo hay diferencias entre los estados de madurez en la coordenada a*, ya que el color rojo cambia de tono de un estado a otro. En la luminosidad también se observó algunos cambios pero no son significativos. La variedad no afecta los cambios de color en las muestras. Los valores de la tabla son reportados como el promedio \pm la desviación estandar con $n = 3$.

Tabla 1. Coordenadas de color para tomate fresco y deshidratado.

Variedad y estado de madurez	Tomate Fresco			Tomate deshidratado		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Chonto (4)	46,9 ± 4,1 ^{ab}	4,1 ± 8,8 ^a	27,5 ± 4,0 ^a	54,2 ± 9,9 ^a	10,2 ± 3,3 ^a	35,0 ± 3,3 ^a
Chonto (6)	44,5 ± 5,7 ^a	13,3 ± 7,7 ^b	26,8 ± 3,3 ^a	47,2 ± 9,9 ^a	26,5 ± 1,5 ^b	26,8 ± 7,8 ^a
Larga vida (4)	48,0 ± 3,8 ^b	3,7 ± 7,5 ^a	27,8 ± 3,7 ^a	54,4 ± 5,2 ^a	17,1 ± 7,1 ^a	40,8 ± 4,2 ^a
Larga vida (6)	45,2 ± 4,3 ^a	9,9 ± 8,1 ^b	26,3 ± 3,1 ^a	45,7 ± 7,4 ^a	24,0 ± 1,5 ^b	28,3 ± 8,5 ^a

CONCLUSIONES

El proceso de secado promueve cambios de textura y color significativos en el tomate, aumentando la tonalidad del color rojo y cambiando la textura en general. Además, se confirmó que el estado de madurez es un factor significativo en el cambio de color de la fruta y la variedad no influye en ninguno de los dos parámetros.

RERERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jayaraman KS, Gupta DKD. Drying of Fruits and Vegetables. In: Mujumdar AS, editor. Handbook of Industrial drying. 3th ed: CRC press; 2006.
2. Fellows P (editor). Food Processing Technology: principles and practice. 2th ed: Cambridge, England: CRC Press; 2000. 610p.
3. Kerkhofs N, Lister C, Savage G. Change in colour and antioxidant content of tomato cultivars following forced-air drying. Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum). 2005; 60 (3):117-121.
4. Das Purkayastha M, Nath A, Deka B, Mahanta C. Thin layer drying of tomato slices. J Food Sci Tech. Forthcoming 2012.
5. Heuvelink E. Tomatoes. Wallingford, England: CABI Publishing; 2005. 339p.
6. Association of Official Analytical Chemist – AOAC. Official Methods of Analysis (2002). 17th ed. Maryland, USA.
7. Askari GR, Emam-Djomeh Z, Tahmasbi M. Effect of various drying methods on texture and color of tomato halves. J Texture Stud. 2009 Jul 28; 40 (4): 371-389.

INFLUENCIA DE LA CONGELACIÓN CON NITRÓGENO LÍQUIDO SOBRE EL SECADO DE NARANJA POR LIOFILIZACIÓN

INFLUENCE OF THE FREEZING WITH LIQUID NITROGEN ON DRYING OF ORANGE BY FREEZE DRYING

ARTÍCULO CORTO

Esmeralda S. MOSQUERA¹, Alfredo A. AYALA^{1*}, Claudia I. OCHOA¹

RESUMEN

La liofilización es uno de los mejores métodos de secado de alimentos por su alta calidad nutricional y organoléptica. El objetivo de este trabajo fue evaluar la congelación por nitrógeno líquido (LFN) y mecánica (LFL) sobre las curvas de secado, luminosidad (L^*) y el coeficiente de difusión efectivo de rodajas de naranja liofilizadas. Al final del secado (9 horas) las muestras del tratamiento LFN presentaron mayor contenido de humedad y L^* comparadas con LFL (0,268 g/g.ms y 0,0838 g/g.ms, respectivamente), mientras que el coeficiente de difusión fue menor ($1,25 \times 10^{-09} \text{ m}^2/\text{s}$).

Palabras clave: *Citrus sinensis*, liofilización, naranja, nitrógeno líquido.

ABSTRACT

Freeze drying is one of the best methods of drying food for its high nutritional and organoleptic quality. The aim of this study was to evaluate the freezing by liquid nitrogen (LFN) and mechanical (LFL) on the drying curves, lightness (L^*) and effective diffusivity of Freeze dried orange slices. At the end of drying (9 hours) the samples LFN treatment showed higher moisture content and L^* compared with LFL (0.268 g/g.db and 0.0838 g/g.db, respectively), while the coefficient of diffusion was lower ($1.25 \times 10^{-09} \text{ m}^2/\text{s}$).

Keywords: *Citrus sinensis*, freeze drying, orange, liquid nitrogen.

INTRODUCCIÓN

Los cítricos ocupan un lugar importante en la producción mundial por sus vitaminas, fibra, sabores y aromas (1). Las frutas como las naranjas se deterioran rápidamente por su alto contenido de humedad, por consiguiente, para su conservación se emplean diferentes técnicas de deshidratación (2). La liofilización es un método de secado de alimentos con alta calidad nutricional (3), y cuenta con tres etapas: congelación, secado primario y secado secundario. Una de las características más importantes de los alimentos liofilizados es la estructura porosa afectada por el tamaño de los cristales de hielo formados en la etapa de congelación. El tamaño de los cristales es dependiente de la velocidad

de congelación; velocidades lentas generan cristales grandes de hielo y velocidades rápidas cristales pequeños (4). Dependiendo de la técnica empleada se puede afectar la transferencia de calor y de masa y por consiguiente el proceso de sublimación (5). El nitrógeno líquido es ampliamente utilizado en diversos materiales por su baja temperatura (-196°C) y tiempos cortos de congelación, en los alimentos forma pequeños cristales de hielo que no destruyen la estructura interna del alimento (6).

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto de la congelación por nitrógeno líquido sobre las curvas de secado, luminosidad y difusividad efectiva de rodajas de naranja liofilizadas. Los resultados se compararon con la congelación mecánica.

¹ Escuela de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: alfredo.ayala@correounivalle.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó naranjas (*Citrus sinensis*) variedad Salustiana, en rodajas de 30 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Las muestras se congelaron por dos técnicas, con nitrógeno líquido (congelación rápida) y en congelador mecánico (congelación lenta directamente en el liofilizador a -35°C). Las muestras congeladas por las dos técnicas se liofilizaron en un equipo de bandejas (Labconco, 6 L, USA) desde -35 hasta 38°C a una presión de vacío de 8 Pa. A diferentes tiempos de secado (1, 2, 4, 6, 7, 8 y 9 h) se determinó el contenido de humedad (curvas de secado) mediante el método 934.06 (7); asimismo, el color en términos de luminosidad (L*) mediante un espectrocolorímetro Hunter Lab (espectro reflexión entre 400-780 nm). Para el peso de las muestras se usó una balanza analítica (Metler Toledo, AE200 Suiza) de sensibilidad 0,001 g. El coeficiente de difusión (D_{eff}) se determinó mediante la solución analítica de la segunda ley de Fick (ecuación 1) (8), para una geometría de lámina semi-infinita de espesor y considerando la difusión en dirección axial. Donde l es el espesor (mm) y t es el tiempo de secado (s). Los resultados fueron analizados con ANOVA para un intervalo de confianza de 95% mediante Minitab versión 15.1.20.0

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{eff} t}{4L^2}\right) \quad \text{Ecuación 1}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa las cinéticas de secado de las muestras congeladas con Nitrógeno líquido (LFN) y con el sistema mecánico (LFL). Las muestras de naranja fresca presentaron un contenido de humedad de $9,552 \pm 0,009$ g agua/g m.s y °Brix de $8,0 \pm 0,2$. La velocidad de congelación de las muestras LFN y LFL fueron respectivamente 77,51 y 0,17°C/min. El tratamiento con menor velocidad de congelación (LFL) alcanzó menor contenido de humedad que el tratamiento LFN al final del secado con $0,0838 \pm 0,0300$ y $0,2680 \pm 0,0493$ g.agua/g.m.s, respectivamente. Este comportamiento se debe al mayor tamaño del cristal de hielo formado por la baja velocidad de congelación, que al sublimarse extrae mayor humedad (9). El nivel de la velocidad de congelación influye en el tamaño del poro, a menor velocidad mayor tamaño del poro, que después de la sublimación del hielo presenta mayor flujo de masa durante la deshidratación (9).

Este argumento explica el resultado del coeficiente de difusión (D_{eff}), el cual aumentó a menor velocidad de congelación (LFL) con $1,75 \times 10^{-09} \text{ m}^2/\text{s}$, mientras que a mayor velocidad (LFN) fue $1,25 \times 10^{-09} \text{ m}^2/\text{s}$. Se ha demostrado que la estructura porosa de los materiales afecta las propiedades de transporte como la difusividad de gases y líquidos (10). De acuerdo al ANOVA la técnica de congelación (velocidad de congelación) evidenció un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el contenido de humedad de rodajas de naranja liofilizadas.

En la figura 2 se presenta los valores de L^* de rodajas de naranja liofilizadas. El valor de L^* de fruta fresca fue $49,21 \pm 1,78$. El tratamiento LFN presentó mayor valor de L^* al final del secado con $73,36 \pm 6,32$, mientras que LFL alcanzó $66,22 \pm 3,04$, lo cual indica que las muestras congeladas a mayor velocidad presentaron mayor claridad. Ceballos *et al.*, 2012 (9), reportan similar comportamiento en la liofilización de guanábana; argumentan que los materiales congelados con mayor velocidad de congelación mantienen un color más cercano al blanco, debido a la formación de pequeños cristales de hielo que dan lugar a pequeños poros que dispersan más la luz que los poros grandes.

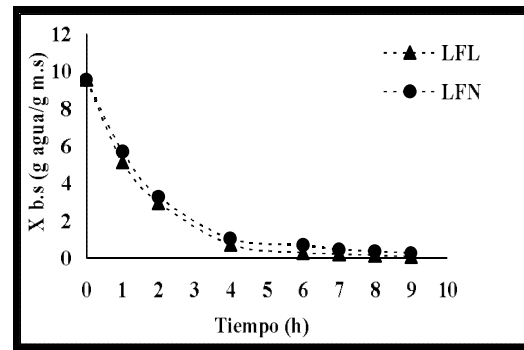


Figura 1. Curvas de secado de naranja liofilizada.

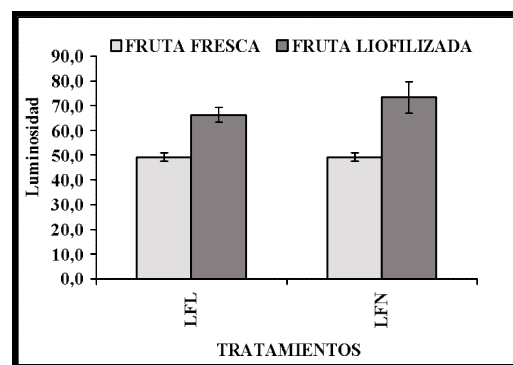


Figura 2. Luminosidad en rodajas de naranja liofiliz.

CONCLUSIONES

La técnica de congelación con nitrógeno líquido (77,51°C/min) no influyó positivamente en las curvas de secado, el color y el coeficiente de difusividad en muestras de naranjas liofilizadas. Se evidenció que a menor velocidad de congelación (0,17°C/min) se alcanzó menores valores de humedad y luminosidad y mayor coeficiente de difusividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Monselise SP. Citrus. Boca Raton, Florida: CRC Press; 1986. 87p.
2. Marques L, Ferreira M, Freire J. Freeze-drying of acerola (*Malpighia glabra* L). Chem Eng Process. 2007 May; 46 (5): 451-457.
3. Wang R, Zhang M, Mujumdar AS. Effects of vacuum and microwave freeze drying on microstructure and quality of potato slices. J Food Eng. 2010 Nov; 101 (2): 131-139.
4. Otero L, Martino M, Zaritzky N, Solas M, Sanz PD. Preservation of microstructure in peach and mango during high-pressure-shift freezing. J Food Sci. 2000 Apr; 65 (3): 466-470.
5. Hottot A, Vessot S, Andrieu J. A direct characterization method of the ice morphology. Relationship between mean crystals size and primary drying times of freeze-drying processes. Drying Technol. 2004 Dec; 22 (8): 2009-2021.
6. Madrid A, Gómez J, Santiago F, Madrid J, Cenzano JM. Refrigeración, congelación y envasado de alimentos. Madrid, España: A. Madrid Vicente; 2003. 352 p.
7. AOAC. Official methods of analysis. 13th edition. Washington D.C.: Association of the Official Agricultural Chemists; 1980.
8. Crank J. The Mathematics of Diffusion, Second edition. Oxford: Clarendon Press; 1975.
9. Ceballos AM, Giraldo GI, Orrego CE. Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. J Food Eng. 2012 Jul; 111 (2): 360-365.
10. Marques LG. Liofilização de frutas tropicais [dissertação]. [São Carlos, Brasil]: Universidad Federal de São Carlos: 2008. 43p.

VIABILIDAD DE *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393 CULTIVADO EN SUERO DE LECHE CLARIFICADO EN UN PROCESO DE FERMENTACIÓN DISCONTINUO

VIABILITY OF *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC393 GROWN ON CLARIFIED WHEY IN A BATCH FERMENTATION PROCESS

ARTÍCULO CORTO

John A. VELÁSQUEZ T.^{1*}, Germán GIRALDO G.², Leonardo PADILLA S.¹

RESUMEN

En este trabajo se cuantificó la producción de biomasa en el proceso de fermentación discontinuo del suero de leche clarificado con *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393 a pH 7,0 y temperatura de 37°C durante 144 horas y se evaluó la viabilidad del microorganismo mediante la técnica de aislamiento por dilución en masa y recuento estándar en placa, antes y después del proceso de conservación por liofilización. Los valores máximos de biomasa se registraron a las 72, 96 y 120 horas, período en el cual se presentó la fase estacionaria. La mayor viabilidad de la bacteria liofilizada se dio a las 72 horas, tiempo en el que el microorganismo presentó el máximo de la fase exponencial e inicio a la fase estacionaria, alcanzando una producción de biomasa de 13,3 g/L y una viabilidad de 71% para una dilución de 10⁸.

Palabras clave: *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393, fermentación, liofilización, biomasa, viabilidad.

ABSTRACT

This study quantified the biomass production in batch fermentation of whey clarified with *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393 at pH 7.0 and 37°C for 144 hours and evaluated for viability of the microorganism through the isolation technique dilution mass and standard plate count before and after the preservation process by lyophilization. The maximum biomass values were recorded at 72, 96 and 120 hours, during which they showed the stationary phase. The increased viability of the bacteria was lyophilized at 72 hours, time where the microorganism showed the maximum exponential phase and the start to the stationary phase, reaching a biomass yield of 13.3 g/L and a viability of 71% to a dilution of 10⁸.

Keywords: *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393, fermentation, lyophilization, biomass, viability.

INTRODUCCIÓN

El *Lactobacillus casei* son microorganismos que tienen aplicación como probiótico, cultivo iniciador ácido-productor para fermentaciones de leche y como cultivo para la intensificación y aceleración de desarrollo de sabores en ciertas variedades de quesos madurados con bacterias (1). La supervivencia de los cultivos de bacterias ácido lácticas durante el secado y subsiguiente almacenamiento por largos periodos

de tiempo, es de vital importancia tanto tecnológica como económica (2). La liofilización es una de las técnicas usadas para obtener cultivos bacterianos estables en término de viabilidad y actividad funcional (3). En este trabajo se obtuvo la cinética de crecimiento de *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393 en suero clarificado en un proceso de fermentación discontinuo y se evaluó la viabilidad del microorganismo antes y después de la liofilización.

¹ Laboratorio Diseño de Nuevos Productos. Universidad del Quindío. Calle 12 Norte Cra 15, Armenia, Colombia.

² Grupo de Investigación Agroindustria de Frutas Tropicales.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: johnalexvelasquez@gmail.com

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo

La cepa de *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393 (Remel-Apogent) se empleó como cultivo iniciador para la producción del inóculo en suero clarificado.

Fermentación discontinua

En el proceso fermentativo se empleó suero clarificado como medio de cultivo, se realizó en un fermentador tipo tanque agitado con capacidad para 5,0 L, empleando un volumen de trabajo de 4 L, con 10% de inóculo inicial y 180 rpm durante 144 horas, se ajustó el pH inicial a 7,0 y la temperatura a 37°C. Se muestreó el fermento a las 0, 2, 4, 6, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas para evaluar la producción de biomasa.

Liofilización

La conservación del microorganismo se realizó en un equipo Virtis BENCHTOP 6K, empleando viales ámbar de 5 ml; la congelación se realizó a -40°C y la sublimación a 100 mtorr.

Viabilidad

Los ensayos de sobrevivencia al inicio y al final de la liofilización, se realizaron por la técnica de aislamiento por dilución en masa y recuento estándar en placa en agar MRS.

Métodos de análisis

La biomasa se cuantificó mediante la técnica de peso seco. Se empleó un análisis comparativo para evaluar la viabilidad de *Lactobacillus casei* antes y después de la liofilización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de biomasa

La figura 1 muestra la cinética de crecimiento de *Lactobacillus casei*, con un R^2 de 0,99549 para una ecuación polinómica, en el gráfico se observa los máximos valores de biomasa de 13,26, 13,64 y

13,67 g/L a las 72, 96 y 120 horas, respectivamente; período donde se presentó la fase estacionaria. Estos valores se encuentran por encima de lo conseguido por algunos autores, quienes emplearon suero de leche como base para el sustrato, dentro de los que se encuentran Fajardo *et al.*, 2008 (4), al reportar valores de biomasa de 0,33 g/L para *Lactobacillus casei subsp. casei* CECT 4043, Tary *et al.*, 2009 (5), de $8,56 \pm 0,47$ g/L de biomasa en la optimización de las condiciones de cultivo para *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* 77 y Sánchez *et al.*, 2007 (6), de 4,5 g/L de biomasa, en la fermentación control con *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

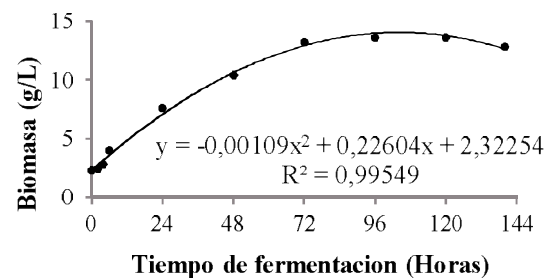


Figura 1. Producción de biomasa (g/L) de *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393. Con el propósito de evaluar la viabilidad del microorganismo, se tomó muestras a las 48 y 72 horas.

Viabilidad

La tabla 1 muestra que la mayor viabilidad del microorganismo liofilizado, se presentó en muestras tomadas a las 72 horas, tiempo en el que se presentó el final de la fase de crecimiento exponencial e inicio de la fase estacionaria, con porcentajes de viables de 71, 58 y 44% para $UFC \times 10^8$, $UFC \times 10^9$ y $UFC \times 10^{10}$, respectivamente. Estos valores están por encima de lo reportado por Aguirre *et al.*, 2010 (7), quienes recomiendan que la viabilidad debe ser superior a 1×10^6 para ser empleados como cultivo en probióticos. Además, la viabilidad obtenida para todas las muestras (48 y 72 horas), son mayores a las que exigen las normas internacionales para productos fermentados, los cuales deben contener un mínimo de viabilidad de 10^7 de bacterias probióticas (8).

Tabla 1. Viabilidad de *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393 a las 48 y 72 horas antes y después de la liofilización.

Tiempo (Horas)	Viabilidad	UFCx10 ⁸			UFCx10 ⁹			UFCx10 ¹⁰		
		Colonias	Media	% viables	Colonias	Media	% viables	Colonias	Media	% viables
48	Antes	76	74	100	10	10	100	0	0	0
		72			9			0		
	Después	17	19	26	4	4	40	0	0	0
		20			4			0		
72	Antes	108	105	100	41	41	100	25	25	100
		101			40			25		
	Después	74	75	71	24	24	58	10	11	44
		75			23			11		

CONCLUSIONES

El *Lactobacillus casei ssp casei* ATCC 393 cultivado en suero de leche clarificado tiene potencial probiótico conforme a los resultados de biomasa y viabilidad obtenidos en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Raymon EK. Enciclopedia de Tecnología Química. Tomo XI. 1^{era} ed. México: Ediciones Hispanoamericana; 1962. p. 654-655.
2. Carvalho AS, Silva J, Ho P, Teixeira P, Malcata FX, Gibbs P. Relevant factors for the preparation of freeze-dried lactic acid bacteria. *Int Dairy J.* 2004 Oct; 14 (10): 835-847.
3. Otero MC, Espeche MC, Nader ME. Optimization of the freeze-drying media and survival throughout storage of freeze-dried *Lactobacillus gasseri* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii* for veterinarian probiotic applications. *Process Biochem.* 2007 Oct; 42 (10): 1406-1411.
4. Fajardo P, Rodriguez I, Pastrana L, Perez N. Production of a potentially probiotic culture of *Lactobacillus casei subsp. casei* CECT 4043 in whey. *Int Dairy J.* 2008 Oct-Nov; 18 (10-11): 1057-1065.
5. Tari C, Ustok FI, Harsa S. Optimization of the associative growth of novel yoghurt cultures in the production of biomass, β -galactosidase and lactic acid using response surface methodology. *Int Dairy J.* 2009 Apr; 19 (4): 236-243.
6. Sánchez N, Ramírez DMm, Zapata AD. Evaluación de un sistema de fermentación extractiva para la producción de ácido láctico utilizando suero de leche como sustrato. *Vitae.* 2007 Jul-Dic; 14 (2): 27-34.
7. Aguirre EJ, Aguilar JM, Ramirez A, Alvarez MM. Production of probiotic biomass (*Lactobacillus casei*) in goat milk whey: Comparison of batch, continuous and fed-batch cultures. *Bioresour Technol.* 2010 Apr; 101 (8): 2837-2844.
8. Doleyres Y y Lacroix C. Technologies with free and immobilised cells for probiotic bifidobacteria production and protection. *Int Dairy J.* 2005 Oct; 15 (10): 973-988.

EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA, SENSORIAL Y MICROBIOLÓGICA DE SALCHICHAS DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*) CON ADICIÓN DE HARINA DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*)

BROMATOLOGICAL, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF SAUSAGES OF RED TILAPIA (*Oreochromis sp.*) WITH ADDITION OF EARTHWORM MEAL (*Eisenia foetida*)

ARTÍCULO CORTO

José I. HLEAP Z.^{1*}, Juan M. GONZÁLEZ O.², María F. MORA B.²

RESUMEN

La alimentación humana requiere de la búsqueda de nuevas alternativas de fuente de proteína que sean baratas, accesibles y que posean buenas características nutricionales, sensoriales y funcionales. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar bromatológica, sensorial y microbiológicamente la inclusión de harina de lombriz californiana (*Eisenia foetida*) en la elaboración de salchichas fabricadas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Partiendo de una formulación básica, en la cual se incluyó carne de res y de cerdo en cantidades pequeñas, se planteó la sustitución de estas por la inclusión de la harina de lombriz. Se diseñó cinco tratamientos, en los cuales se sustituyó, respectivamente, el 4, 8, 12, 16 y 20 % de cada una de estas carnes por igual proporción de proteína representada en cantidades equivalentes de harina de lombriz. Los parámetros de evaluación fueron el análisis bromatológico y nutricional completo, el análisis sensorial que se realizó con jueces no entrenados haciendo su respectivo estudio estadístico y el análisis microbiológico ajustado a las normas vigentes para este tipo de productos. Los resultados obtenidos comprendieron una formulación validada para la elaboración de salchichas con inclusión de harina de lombriz y la caracterización completa de dicho producto.

Palabras clave: acuicultura, lombricultura, productos pesqueros, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

Human consumption requires the search for new alternative source of protein that are inexpensive, accessible, and which have good nutritional, sensory and functional characteristics. This work aimed at evaluating the inclusion of the Californian earthworm meal (*Eisenia foetida*) in the preparation of sausages made from red tilapia (*Oreochromis sp.*) from a bromatological, sensory and microbiologically point of view. Starting from a basic formulation, in which beef and pork meat were included, in small amounts, substitution of those was raised by the inclusion of this meal worm. Five treatments were designed, in which 4, 8, 12, 16 and 20% were respectively replaced each of these meats by the same proportion of protein represented in equivalent amounts of worm meal. The evaluation parameters were the bromatological and complete nutritional one, sensory analysis was performed with untrained judges by doing their respective statistical and microbiological analysis adjusted to current standards for such products. The results obtained included a validated formulation for the preparation of sausages including earthworm meal and full characterization of such product.

Keywords: aquiculture, worm raising fishing products and food security.

¹ Grupo de Investigación Manejo y Agroindustrialización de Productos de Origen Biológico. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia –Sede Palmira. Carrera 32 No. 12-00 Palmira, Colombia.

² Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jihleapz@unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

La transformación de la tilapia roja surge en Colombia como una obligación para el sector acuícola, necesitado de agregar valor a este recurso ampliamente producido en el país, en donde representa el 49% de la acuicultura nacional (1). Una alternativa para esto es la elaboración de embutidos.

La presente investigación propone una alternativa para la elaboración de un producto embutido, escaldado tipo salchicha, cuyo principal ingrediente es el filete de tilapia roja, sustituyendo en diferentes porcentajes la proteína que proporcionan las carnes de res y de cerdo, presentes en la formulación, por porciones equivalentes de harina de lombriz roja californiana HLRC, materia prima rica en proteína. Desde el punto de vista nutricional, la harina de lombriz y la tilapia roja son fuentes proteicas importantes: se reporta valores de más de 60% de proteína para la HLRC, y para la tilapia roja del 61,66% (2). El producto obtenido se caracterizó por sus propiedades bromatológicas, sensoriales y microbiológicas.

Se obtuvo una salchicha final elaborada a partir de un recurso pesquero con adición de una fuente alternativa de proteína de origen pecuario, de menor costo de producción, de alto valor nutricional y de buenas características organolépticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Universidad Nacional de Colombia –Sede Palmira. Se obtuvo la HLRC mediante dos métodos de secado (convectivo en estufa y liofilizado). Posteriormente, se elaboró las salchichas según un protocolo desarrollado por Molina, 2008 (2) y Hlepa *et al.*, 2008 (3), adicionando la HLRC en proporciones que permitieron sustituir el 4, 8, 12, 16 y 20 % del aporte cárnico (res y cerdo) por porcentajes equivalentes en proteína de harina de lombriz.

En este estudio participaron 50 jueces evaluadores no entrenados, a los cuales se les aplicó pruebas de grado de satisfacción y pruebas de preferencia y de aceptación. Para la primera se les brindó las salchichas, correspondientes a las de 4, 8 y 12% de sustitución con HLRC, además de una salchicha sin adición de HLRC, como testigo. Las salchichas que incluyeron una sustitución del 16 y 20% con HLRC fueron descartadas ya que sus características de textura no fueron aceptables. Se presentó

en orden aleatorio y a través de una encuesta, que incluyó una escala hedónica de siete puntos; se hizo la valoración.

Los resultados bromatológicos fueron procesados usando el programa SAS Versión 9.2, en el cual se estableció la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas de cada uno de los parámetros analizados y a través de un Análisis de Varianza –ANOVA y una prueba de promedios múltiples de Tukey a un nivel de significancia del 5%; se detectó diferencias entre los valores de la media. A su vez los resultados de la encuesta fueron procesados con XLSTAT 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 58% de los jueces evaluadores fueron mujeres y el 42% hombres. La edad de los participantes fluctuó entre los 21 y 30 años, rango en el que se concentra el 54% del consumo de este tipo de salchicha con una frecuencia propuesta de consumo diaria. La idea de ofrecer este tipo de salchichas condujo a una respuesta positiva, ya que el 78% de las personas encuestadas estaría dispuesto a adquirir este producto alimenticio, manifestando expresiones de sorpresa y aceptación hacia un producto novedoso saludable y nutritivo.

Al evaluar la opinión general y sus características sensoriales respecto a los 4 tipos de salchichas, las de tipo 1 (test de comparación) y 2 presentaron un buen desempeño, puesto que el grado de satisfacción promedio se encontró en los niveles 6 y 5 de la escala hedónica de evaluación. La salchicha tipo 3 también fue aceptada ante los jueces, ya que se ubicó entre los niveles 5 y 4; en cuanto a la opinión general y a sus características de sabor y olor, la textura no obtuvo buena aceptación. Finalmente, la salchicha tipo 4 fue la menos favorecida a la hora de la aceptación ubicándose en los niveles 4 y 3.

Los resultados de los análisis bromatológicos y microbiológicos fueron buenos, lo que permite concluir que se trata de un producto apto para consumo humano.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un producto novedoso rico en proteína, apto para suplir la deficiencia nutricional de un gran número de colombianos, abriendo una alternativa para el desarrollo de la acuicultura y la lombricultura en nuestro país.

La salchicha elaborada con el filete de tilapia roja y adición de harina de lombriz en un 4%, presenta la mejor aceptación por los jueces, ya que, no se presenta diferencias significativas respecto a la salchicha tipo 1, la cual sirvió como testigo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Espinal CF, Martínez H, González F. La cadena de la piscicultura en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005 [Internet]. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. [Citado 2011 Nov 05]. Disponible en: http://www.agrocadenas.gov.co/piscicultura/documentos/caracterización_piscicultura.pdf
2. Molina A. Evaluación sensorial de tres formulaciones de productos embutidos escaldados de pescado, tipo salchicha, a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) [Trabajo de pregrado]. [Palmira, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2008. 115 p.
3. Hleap JI, Molina A. Proceso de elaboración de salchichas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con adición de almidón de sagú (*Marantha arundinacea*). Palmira, Colombia: UNAL; 2008. 56 p.

BANANUT PLUS: HARINA DE BANANO VERDE ENRIQUECIDA CON MICRONUTRIENTES

BANANUT PLUS, ENRICHED FLOUR GREEN BANANAS WITH MICRONUTRIENTS

ARTÍCULO CORTO

Blanca M. VILLEGAS S.¹, Gloria C. VILLA M.^{1*}, Judith M. TORRES M.¹, Silvia OSPINA M.¹,
Luis A. ROCHA G.¹, Juan F. LAVERDE R.¹

RESUMEN

Bananut Plus es una harina de banano verde enriquecida con micronutrientes como hierro, ácido fólico, vitamina C, vitamina A y zinc; con la intención de contribuir a disminuir los casos a nivel nacional de anemia infantil, situación que al igual que la deficiencia de vitamina A y Zinc se han convertido en problemática de salud pública en Colombia. A través de la lectura de éste artículo, el lector podrá tener una mirada general desde que nace la iniciativa hasta el estado actual de la misma. Al igual que su importancia para la salud de niños y mujeres gestantes.

Palabras clave: harina, banano verde, nutrición, salud, vitaminas.

ABSTRACT

Bananut Plus green banana flour is enriched with micronutrients such as iron, folic acid, vitamin C, vitamin A and zinc, with the intention of contributing to the decline in nationwide child anemia, a situation like that deficiency of vitamin A and zinc has become a public health problem in Colombia. Through reading this article, the reader will have an overview of the initiative from birth until the present state of the same. Like its importance to the health of children and pregnant women.

Keywords: flour, Green banana, nutrition, health, vitamins.

INTRODUCCIÓN

Al encontrar dentro de los programas de inversión social de Corbanacol que se presentaba problemas de desnutrición y deficiencia de micronutrientes reflejados en anemia y otras enfermedades, se inició la búsqueda de alternativas que llevarán a mitigar la problemática en Urabá. De acuerdo a lo anterior se realizó un proceso de experimentación para producir harina de consumo humano a partir de los excedentes de la producción (Vástago y fruto de rechazo) de banano y plátano de Urabá, Colombia (1).

El proceso de estandarización duró aproximadamente año y medio, dando como resultado que es más viable la producción de harina de banano verde

que de vástago, por sus mejores rendimientos. Obteniendo una estandarización del proceso con una producción de 800 kg/mes y se inicia el proceso de obtener el certificado INVIMAYDE MARCA para la producción y comercialización de harina tradicional Bananut (1). Teniendo en cuenta que, en su estado natural este producto tiene deficiencias en algunos micronutrientes importantes como hierro y vitaminas y proteínas, se plantea la necesidad de investigar y escalar un proceso productivo de enriquecimiento con hierro que mejore las características de la harina. Finalmente, se obtiene una harina enriquecida con vitaminas y minerales que contribuyen a la nutrición de las familias, acompañados con los procesos educativos con las familias beneficiadas los cuales se está desarrollando en la fundación.

¹ Fundación Social de Banacol Corbanacol. Medellín, Colombia

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: gloria.villa@banacol.com.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Planteamiento del problema

Invertir en nutrición significa invertir en la calidad de vida de la población. Es más barato invertir en la prevención de la desnutrición, que en las consecuencias que ésta genera.

Revisión de información

Se indaga por información sobre fortificación y tipos. Al igual por el estado nutricional en la población colombiana (2).

La planta piloto de harina

Fue estandarizada para el procesamiento de Bananut y se encuentra en el municipio de Turbo. El sistema de secado tiene una capacidad de producción de harina de banano verde con cáscara de 12 Kg/h. La planta procesa 700 Kg/día de banano verde de rechazo y una capacidad de producción de harina promedio de 100 Kg/día. El proceso productivo del Bananut consta de los siguientes subprocesos: recolección de materia prima, molienda, secado y pulverizado, tamizado manual.

Importancia del enriquecimiento con micronutrientes

Los micronutrientes son indispensables para la prevención de la anemia. Cada uno de ellos favorece la absorción del hierro y por ende la prevención y curación de la anemia. Las pruebas piloto se llevaron a cabo durante 3 etapas, 1) discusión y aprobación de la formulación de la premezcla de micronutrientes y planeación del enriquecimiento en planta. 2) Enriquecimiento de Harina y 3) Pruebas de laboratorio (físicoquímicas y sensoriales, vida útil) para comprobación del proceso (4).

Se establece los parámetros y procedimientos para verificar que el producto, conserva las características físicas y físicoquímicas inalteradas durante el tiempo de vida útil establecidos y dentro de los límites especificados. Bajo condiciones de almacenamiento en cámara bioclimática a $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $75\% \pm 5\%$ de humedad relativa. Y bolsa aluminizada impermeable a humedad y temperatura.

Prueba organoléptica

Se evalúa el sabor en la preparación de Bananut, el olor de la misma y el empaque que contiene la harina: la idea era que los niños de 6 a 12 años pu-

dieran calificar no tanto el empaque como tal, si no el diseño de éste (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar las pruebas pertinentes se encuentra que:

- Los micronutrientes permanecen “estables” durante el tiempo de conservación. El producto fue sometido a condiciones de estabilidad acelerada (T y HR), donde se aumenta el proceso de envejecimiento y descomposición física, química y microbiológica.
- Se toma el parámetro de vitamina C, como marcador del estudio de vida útil ya que presenta una tendencia a disminuir en los valores obtenidos con el tiempo de evaluación y que permitieron realizar la proyección a condiciones normales de almacenamiento. Las muestras almacenadas en condiciones extremas de almacenamiento de temperatura y HR, presentaron óptimas condiciones microbiológicas durante el tiempo. Garantizando la vida útil de Bananut de 1,3 años después de su enriquecimiento.
- Es importante tener en cuenta, que estos resultados son válidos siempre y cuando el producto se mantenga sellado y almacenado bajo las condiciones recomendadas.

CONCLUSIÓN

El Bananut Plus enriquecido o fortificado con micronutrientes como el hierro, la vitamina A, la vitamina C, ácido fólico y zinc se convierte en una estrategia que contribuye a disminuir la desnutrición oculta. En consecuencia cuando pensamos en estos micronutrientes estamos pensando en la población más vulnerable como son los niños y niñas menores de cinco años y mujeres gestantes. Si deseamos un país con desarrollo humano integral esta población es la clave para atender y fijar nuestra mirada con procesos de innovación social.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa BANACOL por proporcionar los recursos para llevar a cabo éste proceso. A Corbanacol por la información y compromiso social con la nutrición y la salud de los niños y las madres gestantes. Y a toda la comunidad que hizo parte de las pruebas organolépticas por su apoyo y paciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ospina-Meneses SM. Evaluación de la inclusión de vitaminas y minerales a la harina de banano verde (*musa sapientum*).1^{era} ed. Colombia. 2012. 37 p.
- Forero E. Encuesta Nacional de Situación Nutricional –EN-SIN [Internet]. Colombia: Instituto Colombiano de Bienestar
- Familia-ICBF; 2011 [Citado 2011]. Disponible en: <https://www.icbf.gov.co/icbf/directorio/portel/libreria/pdf/PALABRAS-ENSIN-DRAELVIRA-marz2011.pdf>
- Magaly T. Resultados fase 1: análisis de alternativas para el enriquecimiento de la harina de banano y su posterior escalamiento en la planta piloto. Vrs. 1. 2011. Colombia. 2012. 60 p.

INFORMACIÓN GRUPOS DE INVESTIGACIÓN Facultad de Química Farmacéutica / Universidad de Antioquia

Grupo / Categoría COLCIENCIAS Clasificación 2010	Coordinador	Objetivo del grupo
Grupo de Investigación en Sustancias Bioactivas (GISB) / A	Gabriel Jaime Arango A. Doctor en Ciencias Farmacéuticas. Profesor del Área de Producción Farmacéutica gjarango@udea.edu.co	Búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas con compuestos activos, de baja toxicidad y de menor costo con el aprovechamiento de nuestros recursos naturales.
Promoción y Prevención Farmacéutica / A	Pedro Amariles Muñoz. Magister en Farmacia Clínica y Farmacoterapia. Doctor en Farmacología. Profesor Área de Atención Farmacéutica. pypfarmaceutica@farmacia.udea.edu.co www.udea.edu.co/pypfarmaceutica/	Evidenciar la importancia y la contribución del profesional farmacéutico a la utilización, efectiva, segura y económica de los medicamentos, al igual que al mejoramiento de las condiciones de salud de la comunidad en contexto del Sistema General de Seguridad Social de Colombia. En este sentido, el grupo se orienta a: (1) diseñar y realizar trabajos de investigación relacionados con la implementación y valoración del efecto en salud de los servicios de Atención Farmacéutica: Seguimiento Farmacoterapéutico, Dispensación, Indicación Farmacéutica, Farmacovigilancia, Farmacoeconomía y Educación en Salud; (2) diseñar, desarrollar y valorar el efecto de herramientas informáticas sobre la eficacia y eficiencia en la realización de los servicios de Atención Farmacéutica; y (3) realizar labores de extensión y asesoría relacionadas con intervenciones en promoción de la salud; prevención de la enfermedad; y orientación al uso efectivo, seguro y económico de los medicamentos.
Programa de Ofidismo y Escorpionismo / A	Juan Carlos Alarcón. Doctor en Biología. Profesor Área de Producción Farmacéutica jalarcon@farmacia.udea.edu.co	Búsqueda y producción de metabolitos secundarios de interés fármaco-alimentario utilizando suspensiones celulares vegetales, micropopagaciones vegetativas, cultivos sumergidos o inmovilizados y ensayos biológicos para evaluar su actividad.
Productos Naturales Marinos / B	Alejandro Martínez M. Doctor en Ciencias. Profesor del Área de Producción Farmacéutica amart@farmacia.udea.edu.co	Búsqueda de sustancia de interés farmacéutica en organismos marinos.
Grupo de Estudio e Investigaciones Biofarmacéuticas / C	Adriana María Ruiz Correa. Doctora en Tecnología Farmacéutica. Profesora Área de Producción Farmacéutica. Adriana75m@yahoo.com	Realizar estudios biofarmacéuticos, tanto <i>in vivo</i> como <i>in vitro</i> , que permitan medir las cantidades de sustancia activa o metabolitos en matrices biológicas, para verificar si la sustancia activa llega al torrente sanguíneo y de esta manera garantizar la eficacia terapéutica. Proponer nuevas metodologías de evaluación de la biodisponibilidad de los sistemas terapéuticos.
Biodegradación y Bioconversión de Polímeros (BIOPOLIMER) / C	Amanda Inés Mejía Gallón. Doctora en Ingeniería de Alimentos. Profesora Área de Producción Farmacéutica. amejia@quimbaya.udea.edu.co	Biodegradar y/o bioconvertir residuos agroindustriales a productos de valor agregado utilizando hongos basidiomicetos de la podredumbre de la madera, para obtener biocombustible, productos farmacéuticos, alimentos para animales, y nutrientes humanos.
Diseño y Formulación de Medicamentos, Cosméticos y Afines / C	Gloria Elena Tobón Zapata. Doctora en Química. Profesora Área de Producción Farmacéutica. getobon@farmacia.udea.edu.co	Diseño, formulación y reformulación de productos farmacéuticos, cosméticos y afines.
Estudios de estabilidad de medicamentos, cosméticos y alimentos / D	Cecilia Gallardo Cabrera. Doctora en Ciencias Químicas. Profesora Área de Producción Farmacéutica. cgallardo@farmacia.udea.edu.co	Contribuir al desarrollo de la industria y al mejoramiento de la salud pública, a través de la investigación e implementación de estudios de estabilidad en medicamentos, cosméticos y alimentos, de acuerdo a consideraciones científicas y regulaciones nacionales e internacionales.
Biotecnología Alimentaria (BIOALI) / D	Diana María Granda Ph.D Ciencias, Línea Envases para Alimentos Profesora Área de Ingeniería Aplicada. dgranda@farmacia.udea.edu.co	Bioconvertir materias primas y residuos agroindustriales en productos de interés alimentario mediante microorganismos.
Grupo de Investigación en Alimentos Saludables (GIAS) / D	María Orfilia Román Morales. Magíster en Química. Profesora Área de Ingeniería Profesional mroman@farmacia.udea.edu.co	Desarrollar alimentos saludables con énfasis en fibra dietaria.
Grupo de Nutrición y Tecnología de Alimentos / Sin Clasificar	José Edgar Zapata Montoya. Doctor en Biotecnología. Profesor Área de Ingeniería Aplicada jedgar_4@yahoo.com	Desarrollo de nuevas propuestas alimentarias basadas en métodos de conservación no térmico y en procesos biotecnológicos, que permitan ampliar el espectro de posibilidades de la industria nacional.
Grupo de Investigación en Análisis Sensorial (Nuevo grupo año 2010). / Sin Clasificar	Olga Lucía Martínez. M. Sc. Salud Pública. Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Profesora Área de Ingeniería Aplicada grupsensorial@gmail.com olmar@farmacia.udea.edu.co	Investigar los factores que intervienen en la calidad organoléptica de alimentos, bebidas, cosméticos, productos naturales, farmacéuticos y afines en las etapas de I+D+I. Realizar investigaciones sobre caracterización sensorial de materias primas y productos, incluyendo denominaciones de origen.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICA, PROXIMAL Y SENSORIAL DE UN QUESO TIPO CREMA SABORIZADO

CHEMICAL, PHYSICAL, SENSORIAL AND PROXIMAL CHARACTERISTICS OF FLAVORED CREAM CHEESE

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA H.^{1*}, Eliana G. FONSECA S.¹

RESUMEN

El cambio en los hábitos alimenticios ha conllevado al desarrollo de productos que cumplan con las expectativas del consumidor. El queso, por su alto contenido de proteínas y minerales, debería considerarse como alimento de consumo básico. El queso tipo crema es un producto que tiene buena aceptación en el mercado y más aún, si estuviera saborizado podría ofrecer grandes oportunidades en el mercado de nuevos productos. Es factible la elaboración y aceptación de un queso tipo crema saborizado? Los resultados mostraron que el queso tuvo un alto valor nutricional especialmente proteico (26,88%); sensorialmente tuvo buena aceptabilidad entre los panelistas (66,667%); fisicoquímicamente hubo cambios en pH y acidez, por la actividad bioquímica del cultivo iniciador. Los valores de sinéresis fueron aumentando lo cual es característico propio de los quesos. Se concluyó que es viable la elaboración de queso tipo crema saborizado fisicoquímica, bromatológica y sensorialmente.

Palabras clave. queso, maracuyá, caracterización, bacterias, almacenamiento.

ABSTRACT

The change in habits has led food the development of products that meet consumer expectations. Cheese, for its high content of protein and minerals should be considered as dietary staple. The cream cheese is a product that is well accepted in the market and even more if flavored could offer great opportunities in the market for new products. It is possible the development and acceptance of a flavored cream cheese? The results showed that the cheese had a higher nutritional value especially protein (26.88%) had good sensory acceptability between panelists (66.667%) were physicochemically changes in pH and acidity of the biochemical activity of the starter culture, the values of syneresis were increasing which is characteristic of the cheese itself. Concluded that it is feasible the development of flavored cream cheese physicochemical, and sensory bromatological.

Keywords. Cheese, passion fruit, characterization, bacteria, storage.

INTRODUCCIÓN

El queso crema es un producto lácteo, fermentado no madurado, acidificado con cultivos lácticos hasta alcanzar un pH 4,3-4,8. Es fresco, blando con alto contenido de humedad, grasa y elaborado

con leche entera, posee una consistencia unttable, suave y cremosa (1). El objetivo de este trabajo fue elaborar y caracterizar fisicoquímica, bromatológica y sensorialmente un queso crema saborizado con maracuyá.

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, ubicada en Tunja, Boyacá, Colombia.

Materiales

La materia prima utilizada fue principalmente leche entera de marca comercial e igualmente el cultivo de bacterias; el maracuyá se obtuvo del mercado local teniendo en cuenta la calidad.

Métodos

Se empleó 20 litros de leche entera y 100 mL de concentrado de maracuyá. Los análisis fueron los días 2, 4 y 7 se realizó pH, acidez, sinéresis y °Brix; al finalizar el experimento se determinó humedad, a_w , proteína, fibra, grasa, carbohidratos y una prueba sensorial con 18 consumidores no entrenados; se aplicó una prueba análisis descriptivo cuantitativo con escala de 1 a 5, siendo el 5 la característica más óptima del producto. Los atributos evaluados fueron sabor, aroma, color, suavidad y aceptación global.

Elaboración de queso tipo crema

Recepción de la leche pasteurizada, tratamiento térmico 35°C, adición de cuajo y bacterias ácido lácticas, cortado manual de cuajada, desuerado, calentamiento y agitación, prueba de espátula, desuerado, prensado, adición de concentrado de

maracuyá, adición de sal, empacado en moldes y refrigeración (1).

Elaboración de concentrado de maracuyá

A partir de maracuyá se obtuvo jugo, se filtro, se agregó sacarosa y se concentró a temperatura leve hasta 40°Brix.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímicos

En la tabla 1 se muestra el comportamiento fisicoquímico del queso crema, se detalla que el pH disminuyó y la acidez aumentó, lo anterior debido a la actividad de las bacterias; la sinéresis aumentó y lo grados Brix se mantuvieron constantes.

Tabla 1. Comportamiento fisicoquímico de queso tipo crema saborizado.

Día	pH	Acidez (% ac. láctico)	Sinéresis (%)	°Brix	a_w
2	4,29	2,62	22	29	0,90
4	4,20	3,1	23	29	-
7	4,09	3,65	25	29	-

Prueba sensorial

Se observa en la tabla 2 que el queso crema tuvo aceptabilidad favorable, se destaca el sabor, aroma y aceptación global como los parámetros que tuvieron más aceptabilidad entre los panelistas.

Tabla 2. Evaluación sensorial.

Escala de degustación	Sabor (%)	Aroma (%)	Color (%)	Suavidad (%)	Aceptación (%)
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0
No me gusta	0	0	0	11,11	0
No me gusta ni me disgusta	5,55	0	27,77	22,22	0
Me gusta poco	33,33	38,88	27,77	44,44	33,33
Me gusta mucho	61,67	61,11	44,44	22,22	66,67

Análisis proximal

En la tabla 3 se analiza que el queso tipo crema tuvo un alto contenido nutricional, se destaca el alto contenido proteico, que aunque está por debajo del reportado por Romero *et al.*, 2009 (2): 33,81%, sigue

siendo nutricionalmente aceptable; se resalta además el bajo contenido en grasa en comparación con el estudio citado: 20,82%; estas diferencias podrían ser explicadas por la composición de la materia prima para la elaboración del queso.

Tabla 3. Análisis proximal de queso tipo crema.

Fibra (%)	Humedad (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	CHO* (%)	Calorías (Cal/g)
1,02	54,87	26,88	1,29	11,65	4,29	229,53

* Carbohidratos.

CONCLUSIONES

Los resultados fisicoquímicos mostraron que hubo actividad bacteriana por parte del cultivo iniciador, disminuyendo el pH y aumentando los valores de acidez titulable en condiciones de refrigeración. Los valores de sinéresis aumentaron, lo cual es propio de quesos aumentando durante el almacenamiento. Los valores de grados Brix no tuvieron cambios. Sensorialmente el queso tipo crema saborizado tuvo buena aceptabilidad entre los panelistas; se destacan el sabor, aroma y aceptación global como los parámetros que tuvieron mayor

preferencia. Nutricionalmente el queso mostró tener buena calidad nutricional especialmente el contenido proteico. La elaboración de queso tipo crema saborizado con maracuyá es una opción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Valencia F, Millán L, Restrepo C, Jaramillo Y. Efecto de sustitutos de grasa en propiedades sensoriales y texturales del queso crema. *Revista Lasallista de Investigación*. 2007; 4 (1): 20-26.
2. Romero A, Leyva G, Cruz J, Santos A. Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de tonalá, Chiapas. *Revista mexicana de ingeniería química*. 2009; 8 (1): 111-119.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UNA COMPOTA A PARTIR DE GULUPA (*PASSIFLORA EDULIS*) ALMIDÓN DE SAGÚ (*CANNA EDULIS*) Y STEVIA

PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERIZATION OF COMPOTE FROM GULUPA (*PASSIFLORA EDULIS*), STARCH SAGÚ (*CANNA EDULIS*) AND STEVIA

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA-HUERTAS^{1*}

RESUMEN

Colombia posee una gran riqueza de productos agrícolas que muchas veces no son utilizados masivamente debido a diferentes factores. Por esta razón fue interesante proponer la compota de gulupa y almidón de sagú y endulzada con stevia como un producto agradable, que brindó ciertas características sensoriales además de aprovechar la riqueza de producción agrícola local. Es posible elaborar una compota basada en almidón de sagú, gulupa y stevia? Los resultados indicaron sensorialmente una buena aceptabilidad entre los panelistas, se destacó el sabor y aroma como intensos con un 40 y 65% de calificación respectivamente. Con el almidón de sagú, stevia y gulupa fue posible elaborar una compota con características sensoriales aceptables y características fisicoquímicas propias de una compota, pH 3,5, acidez titulable 1,34%, humedad 81,8% y cenizas 0,39%.

Palabras clave: compota, almidón de sagú, gulupa, stevia, alimentos.

ABSTRACT

Colombia is rich in agricultural products are often not extensively used due to different factors. For this reason it was interesting to propose based on gulupa sauce and sago starch and sweetened with stevia as a nice product, which provided certain sensory characteristics while taking advantage of the wealth of local agricultural production. You can develop a sauce based on sago starch, gulupa and stevia? Results indicated good acceptability sensory panelists highlighted the intense flavor and aroma as a 40 and 65% respectively. With the sagú starch, stevia and purple passion fruit was possible to make a compote with acceptable sensory characteristics and physicochemical characteristics typical of a jam, pH 3.5, 1.34% titratable acidity, moisture 81.8% and ash 0.39%.

Keywords: Compote, starch sagú, gulupa, stevia, food.

INTRODUCCIÓN

Por cientos de años la gente nativa indígena de Brasil y Paraguay han usado las hojas de la stevia como endulzantes. El uso médico ha sido también reportado como un tónico de corazón. Es usado contra la obesidad, hipertensión y estómago, y bajar niveles de ácido úrico. Hoy, el endulzante de

stevia ha sido estudiado casi en todo el mundo y ha sido utilizado para endulzar cientos de productos diabéticos (1).

El sagú es una planta originaria de los Andes y forma parte de las 25 raíces y tubérculos andinos de consumo regional y mundial, es una herencia de nuestros aborígenes y ha servido de alimento a muchas familias durante siglos. Actualmente

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

es una especie olvidada pero de una importancia estratégica en la economía campesina. El almidón de sagú muestra una viscosidad muy alta en las temperaturas a las que es sometido en la elaboración de pastas, lo cual permite manipular con mayor facilidad los geles calientes en comparación con otros almidones (2).

La gulupa (*Passiflora edulis* Sims.), originaria del sur de Brasil, es valorada no sólo por su sabor y aroma, sino además por su contenido nutricional pues es fuente de provitamina A, niacina, riboflavina y ácido ascórbico (3). Los objetivos de este trabajo fueron elaborar una compota a base de gulupa, almidón de sagú, y edulcorada con stevia, caracterizándola fisicoquímica y sensorialmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de compota de gulupa

Se utilizó la pulpa de gulupa (elaborada previamente en el laboratorio), se añadió 300 mL de agua, 40 g de stevia y 1% de almidón de sagú; se homogenizó y se inició la concentración a fuego lento hasta obtener la consistencia deseada. Se empacó en recipientes de vidrio previamente esterilizados y se almacenó a 4°C. Posteriormente, se monitoreó realizando análisis de pH, acidez, sólidos solubles, grados Brix, humedad, sólidos totales y se realizó una evaluación sensorial tipo hedónica, para ello se seleccionó un grupo de 17 personas no entrenadas para evaluar los aspectos de olor, sabor y textura/cuerpo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis sensorial

La textura/cuerpo de la compota evaluada por los panelistas es detallada en la tabla 1, se observa que el 35% de los panelistas catalogan la compota de gulupa con una viscosidad intermedia. En la figura se observa que cerca de la mitad de los panelistas afirmaron que la compota tuvo un aroma intenso, esto debido al olor característico de la gulupa, y el 35% de los panelistas coincidieron en afirmar que la gulupa tuvo un olor moderado. La figura 2 muestra que más de la mitad de los panelistas afirmaron que la compota tuvo un sabor intenso, esto probablemente se debe al sabor propio de la gulupa.

Tabla 1. Evaluación sensorial de la gulupa.

Parámetro	Porcentaje
Sumamente viscosa	5,88%
Muy viscosa	5,88%
Viscosidad intermedia	35%
Viscosidad moderada	12%
Viscosidad ligera	18%
Poco viscosa	12%
No viscosa	12%

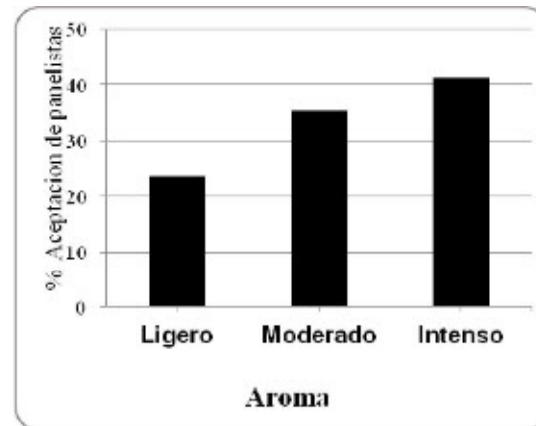


Figura 1. Evaluación sensorial de aroma en la compota.

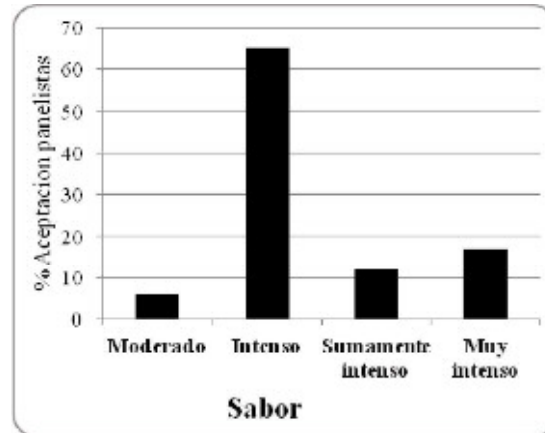


Figura 2. Evaluación sensorial de sabor en la compota.

Caracterización fisicoquímica de la compota

Se observa en la tabla 2 las características de la compota: una acidez alta y pH bajo por la presencia de la gulupa con características ácidas.

Tabla 2. Caracterización física y química de compota.

pH	Acidez (%)	°Brix	Humedad (%)	Cenizas (%)	a_w
3,5	1,34	15	81,8	0,39	0,969

CONCLUSIONES

La compota elaborada a partir de gulupa con almidón de sagú y stevia presentó buena estabilidad durante el almacenamiento; el análisis sensorial mostró una muy buena aceptabilidad entre los panelistas. La compota es una opción viable por cuanto la stevia y gulupa podrían proporcionar opciones para la nutrición y salud de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Geuns J. Molecules of Interest: Stevioside. *Phytochemistry*; 2003; 64: 913-921.
2. Moreno T. proyecto de producción del cultivo de sagú (*canna edulis*, familia *cannáceas*) en el municipio jáuregui, estado Táchira [Internet]. Venezuela. 2006. [Actualizado 2006 mAR; citado 2012 Mar 15]. Disponible en: http://www.funtha.gov.ve/doc_public/doc_247.pdf.
3. Pinzón I, Fischer G, Corredor G. Determinación de los estados de madurez del fruto de gulupa (*Passiflora edulis*). *Revista Agronomía Colombiana*; 2007; 25 (1): 83-95.

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MEDICAMENTOS ESENCIALES Y AFINES FACULTAD DE QUÍMICA FARMACEÚTICA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MISIÓN

La Planta de Producción de Medicamentos de la Universidad de Antioquia, es una unidad de extensión generadora de recursos para la docencia e investigación de la Facultad de Química Farmacéutica, comprometida con el bienestar de la comunidad, de sus estudiantes, docentes y colaboradores, a través de la producción segura de medicamentos sólidos no estériles bajo la modalidad del servicio de maquila y del desarrollo de actividades de docencia e investigación para pregrado y posgrado, haciendo uso de la tecnología disponible y la experiencia del recurso humano altamente comprometido.

VISIÓN

La Planta de Producción de Medicamentos será para el 2013, la unidad de extensión con mayor rentabilidad de la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, basados en el mejoramiento continuo y optimización de sus procesos, la integración con los demás servicios de extensión, la docencia e investigación de la Facultad, aportando al desarrollo de conocimiento aplicado como propuesta de valor para generar interés en la creación de alianzas estratégicas con potenciales clientes. Responderá de manera eficaz al crecimiento de sus clientes y a las políticas de cobertura de la Universidad en las actividades de docencia e investigación.

VENTAJA COMPETITIVA

Se identifican las siguientes ventajas competitivas para el logro de la visión y el cumplimiento de la misión de la Planta de Producción de Medicamentos:

1. Reconocimiento del sello U de A.
2. un servicio integral desde el diseño y desarrollo del medicamento hasta el producto final para su comercialización en un solo convenio o contrato.
3. hay interés en la comercialización de medicamentos propios de la Universidad.
4. Política de confidencialidad con exclusividad para la fabricación de cada medicamento.

SERVICIOS QUE PRESTA

- Producción de medicamentos sólidos.
- Estandarización y validación de procesos.
- Diseño y desarrollo de nuevos productos.

CERTIFICACIONES

La Planta de Producción de Medicamentos Esenciales y Afines está certificada en Buenas Prácticas de Manufactura por el INVIMA (Reclasificación en octubre de 2011).

EQUIPO DE TRABAJO.

Directora Técnica: Luz Mery Garcia V. *Química Farmacéutica / Universidad de Antioquia.*

Jefe de Garantía de Calidad: Alvin de Jesús López L. *Químico Farmacéutico / Universidad de Antioquia.*



INFORMES:

Ciudad Universitaria
Calle 67 N° 53 – 108 Bloque 1, oficina 149
Telefax (57 4) 2195469
e-mail: ppmudea@farmacia.udea.edu.co
ppmudea@yahoo.es

APLICACIÓN DE VACÍO EN LA FRITURA DE UN PASABOCAS A BASE DE MANGO TOMMY ATKINS (*Manguifera indica L.*)

APPLICATION OF VACUUM IN THE FRYING OF A MANGO TOMMY ATKINS (*Manguifera indica L.*) SNACK

ARTÍCULO CORTO

Rafael H. VILLAMIZAR V.^{1*}, Germán A. GIRALDO G.²

RESUMEN

Se aplicó el método de fritura al vacío en la obtención de un pasabocas de mango con altos parámetros de calidad. La fritura se realizó aplicando diferentes presiones de vacío (0,4, 0,5, 0,6 bar), temperaturas (100, 110 y 120°C) y tiempos (30, 45, 60, 75 y 90 s). Los resultados mostraron que el vacío, mejora las características de calidad del pasabocas, al encontrarse un contenido de grasa muy bajo, una textura acorde con los productos del mercado y una pequeña variación del color con respecto al color de la pasta.

Palabras clave: mango, fritura, textura, color, vacío.

ABSTRACT

We applied the vacuum frying method in obtaining of a snack made of mango with high quality parameters. The frying was carried out using different vacuum pressures (0.4, 0.5, 0.6 bar), temperatures (100, 110 and 120°C) and times (30, 45, 60, 75 and 90 s.) The results showed that the vacuum improves the quality characteristics of the snacks, finding a very low fat, texture properties according to market products and a small color variation with respect to color of paste.

Keywords: mango, fried, texture, color, vacuum.

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de fritura, el alimento se sumerge en aceite a una temperatura superior al punto de ebullición del agua (1), generando productos con cualidades organolépticas demandadas por los consumidores. El contenido de grasa no es apto para el consumidor (2), pues las altas temperaturas degradan los compuestos nutricionales y generan tóxicos (3). Se propone trabajar a condiciones de vacío, lo que reduce el punto de ebullición del agua (4). Comprobándose la reducción del contenido de grasa (5) y contenidos muy bajos de acrilamida (6), mejoramiento de la calidad organoléptica y nutricional (7-9). El proceso genera la desnaturalización

de la proteína, la gelatinización del almidón, la vaporización del agua, la formación de la corteza y el desarrollo del color (4). El objetivo de este estudio fue aplicar vacío en el proceso de fritura para observar su efecto sobre la calidad del pasabocas en los diferentes tratamientos, definiendo las mejores condiciones de proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración del pasabocas

Se utilizó mangos tomy atkins (*Manguifera indica L.*) de 6 a 8 días de cosechados (14 - 15°brix), del mercado local. Fueron caracterizados durante

¹ Universidad del Quindío.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: rhvillamizar@uniquindio.edu.co

la post-cosecha mediante análisis fisicoquímicos de: contenido de grasa, color y textura. Los mangos fueron lavados, pelados y despulpados; se tomó 230 g, se homogenizó en una licuadora por 1 min hasta obtener una textura de puré. Se le adicionó 20% en peso de una mezcla de almidón y harina de trigo. Se homogenizó y se colocó en moldes de 2 mm de espesor y 4 cm de diámetro. Se refrigeró a 7°C y 21% de HR, durante 48 h. La pasta se fritó utilizando un vaso de precipitado de 250 mL de capacidad de aceite y un sistema de poleas para la inmersión. Para cada prueba el aceite de palma se llevó a la temperatura de proceso (100, 110 y 120°C), luego a la correspondiente presión de vacío (0,4, 0,5 y 0,6 bar), sumergiéndose la pasta durante periodos de 30, 45, 60, 75 y 90 s. El pasabocas se retiró y se le extrajo la grasa superficial con papel absorbente. Se tuvo en cuenta la relación pasta: aceite de 1:150 peso:volumen. Las diferentes muestras según los tratamientos realizados por triplicado, realizándose tres repeticiones por cada característica analizada.

Análisis fisicoquímico

Se determinó el color con un colorímetro (Minolta CR – 10), sistema CIELAB, con iluminante D65 y 10° para el observador. Tomando los valores de las coordenadas L*, a*, b* y calculando el ΔE. Para determinar la fuerza de quiebre, se utilizó un analizador de textura (TA . XT. Plus) con fuerza de 5 g y distancia de 3 mm, con una velocidad de 10 mm/s. El contenido de grasa se determinó utilizando un detector de grasas (DET – GRAS P SELECTA) mediante el método DG – 01.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del mango y del pasabocas

El mango utilizado presenta: fuerza de corte $3,93 \pm 0,060 \text{ Kg}_p$, contenido de grasa $0,00169 \pm 0,00018\%$. Siendo concordantes con los presentados por Stafford, 1999 (10). La figura 1 muestra cada una las características fisicoquímicas del pasabocas con relación al cambio en la presión de vacío de cada tratamiento.

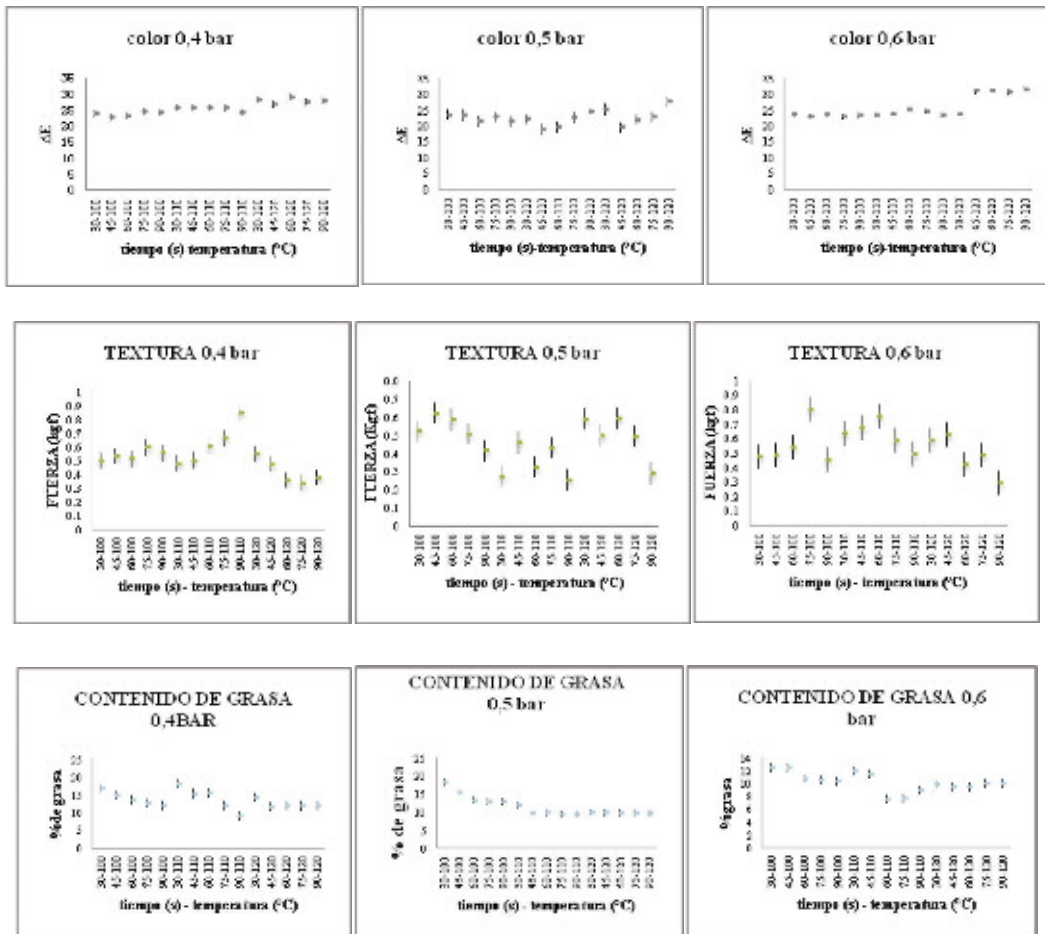


Figura 1. Características del pasabocas.

El cambio en el color varía poco, ya que en vacío disminuye la temperatura de trabajo, por lo cual no se presenta los productos de Amadori propiciadores de melanoidinas (11), evitando la generación de compuestos causantes de colores oscuros (reacción de Maillard) (8). El comportamiento de la textura expresado en kg_f , muestra cómo al cambiar la presión de vacío la textura presenta gran variabilidad, no permitiendo determinar su influencia en la disminución de la fuerza para quebrar el pasabocas (11). A medida que la presión de vacío y la temperatura aumentan, el contenido de grasa disminuye estabilizándose con el tiempo. Hay una evaporación parcial del agua, siendo reemplazada por el aceite; luego, cuando el pasabocas se saca del aceite aumentando rápidamente la presión y la temperatura de los poros, se genera la adherencia del aceite en la superficie del pasabocas y penetra en él, (efecto esponja) (9). Se encuentra que el mejor comportamiento en textura y color es a 0,5 bar de presión y para el contenido de grasa es 0,6 bar de presión. La diferencia entre el contenido de grasa a 0,5 bar ($9,4995 \pm 0,8744$) y el de 0,6 bar ($7,5492 \pm 0,6246$) es relativamente pequeña, por lo tanto el mejor tratamiento sería a una presión de vacío de 0,5 bar.

CONCLUSIONES

La presión de vacío afecta satisfactoriamente las características de calidad del pasabocas frito. Las mejores características del pasabocas frito fueron:

color (ΔE , $19 \pm 1,5635$), textura (fuerza de quiebre, $0,256367 \pm 0,005736$ kgf) y contenido de grasa (%grasa, $9,4995 \pm 0,8744$), obtenidas a presión de vacío de 0,5 bar, 110°C de temperatura y un tiempo de inmersión de 90s.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bouchon P, Aguilera JM, Pyle DL. Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. *J Food Sci.* 2003 Nov; 68 (9): 2711-2716.
2. USDA-ARS. National nutrient database for standard reference [Internet]. USDA. 2008 [Citado 2012 Ene 8]. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>
3. Fillion L, Henry CJK. Nutrient losses and gains during frying: A review. *Int J Food Sci Nutri.* 1998; 49 (2): 157-168.
4. Mir-Bel J, Oria R, Salvador ML. Influence of the vacuum break conditions on oil uptake during potato post-frying cooling. *J Food Eng.* 2009 Dec; 95 (3): 416-422.
5. Garayo J, Moreira R. Vacuum frying of potato chips. *J Food Eng.* 2002 Nov; 55 (2): 181-191.
6. Granda C, Moreira RG, Tichy SE. Reduction of acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. *J Food Sci.* 2004 Oct; 69 (8): E405-E411.
7. Shyu S, Hwang LS. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. *Food Res Int.* 2001; 34 (2-3): 133-142.
8. Da Silva PF, Moreira RG. Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. *Food Sci Technol-LEB.* 2008 Dec; 41 (10): 1758-1767.
9. Troncoso E, Pedreschi F, Zuñiga RN. Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying. *Food Sci Technol-LEB.* 2009; 42 (1): 187-195.
10. Stafford AE. Mango. *Handbook of tropical foods.* New York, EEUU: Marcel Dekker, Inc; 1983. 399-431p.
11. Pokorny J. Changes of nutrients at frying temperatures. Lancaster, UK: Frying of Food Technomic Publishing Co.; 1999. 69-103 p.

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA, PROXIMAL Y SENSORIAL DE UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON CONCENTRADO DE RUBAS (*ULLUCUS TUBEROSUS*)

PHYSICOCHEMICAL, PROXIMAL AND SENSORY PROPERTIES WITH FERMENTED MILK DRINK CONCENTRATE RUBAS (*ULLUCUS TUBEROSUS*)

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. Parra-Huertas^{1*}

RESUMEN

Algunos tubérculos autóctonos de la región boyacense han perdido popularidad entre los consumidores, obligando al agricultor a remplazarlos por otros tipos de cultivos con mayor demanda en el departamento, tal es el caso de las rubas (*Ullucus tuberosus*). Para rescatar este tipo de producto se realizó un yogurt basándose en las rubas como aditivo en la elaboración. El experimento se realizó en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Se utilizó las rubas en forma de concentrado añadiéndose directamente al yogurt después de la incubación; se envaso el yogurt y se mantuvo en refrigeración durante 22 días, tiempo en el cual se determinó acidez, análisis proximal, sinéresis y evaluación sensorial. Los resultados mostraron que el concentrado de rubas tuvo efecto metabólico en las bacterias al aumentar la acidez hasta 1,28% de ácido láctico; la sinéresis del yogurt con rubas presentó 4,5% de sinéresis y el yogurt control 51% al final del almacenamiento. Sensorialmente los atributos evaluados tuvieron muy buena aceptabilidad entre los panelistas; nutricionalmente presentó mejores características el yogurt con concentrado de rubas con valores de proteína de 3,20%. Se concluye que las de rubas en la elaboración de yogurt fue una alternativa para la región, desde el punto de vista fisicoquímico, proximal y sensorialmente.

Palabras clave. Rubas, yogurt, beneficios, alimentos funcionales, concentrado.

ABSTRACT

Some tubers indigenous to the zone Boyacense have been losing popularity among consumers, requiring the farmer to replace them with other crops with higher demand in the department, as in the case of rubas (*Ullucus tuberosus*). To rescue this type of product is performed based on rubas yogurt as an additive in the preparation. The experiment was conducted at the Pedagogical and Technological University of Colombia. We used the concentrated rubas as adding directly to the yogurt after incubation, were packed yogurt and kept under refrigeration for 22 days, at which time it was determined acidity, proximate analysis, syneresis and sensory evaluation. The results showed that the concentrate rubas had bacteria metabolic effect in increasing the acidity to 1.28% lactic acid, the syneresis of yoghurt with 4.5% rubas showed syneresis and yogurt Control 51% at the end of storage; sensory attributes evaluated had very good acceptance among the panelists was better suited nutritionally yogurt with rubas concentrate with protein values of 3.20%. It is concluded that the development of rubas yogurt was an alternative for the region, from the standpoint of physicochemical and sensory proximal.

Keywords: Rubas, yogurt, benefits, functional foods, concentrated.

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

INTRODUCCIÓN

El olluco o ruba es una planta de la familia de las *baselláceas*. Se cultiva a más de 2.800 msnm en Bolivia, Colombia, Perú y Ecuador; sin embargo, hoy en día se ha perdido gusto por este tipo de cultivo; las razones para promover la producción y uso de estos tubérculos se basan en fundamentos nutricionales, ecológicos y socio-económicos, que a través de los años continuamente han contribuido a la seguridad alimentaria de los pobladores andinos y son parte de su cultura y expresiones sociales (1). Por lo anterior se propone como objetivo evaluar el comportamiento durante el almacenamiento de yogurt a partir de concentrado de rubas con el

propósito de dar nuevas alternativas de uso agroalimentario en el departamento de Boyacá.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental se realizó en el laboratorio de alimentos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia –Sede Tunja.

Materiales

Las rubas fueron obtenidas del mercado local de la ciudad de Tunja, teniendo precaución de seleccionar con criterios de calidad previamente establecidos; la leche ultrapasterizada, así como la leche en polvo, el azúcar y el cultivo que contenía (*Lactobacillus delbrueckii* y *Streptococcus thermophilus*) fueron de marca conocida.

Elaboración del concentrado de rubas

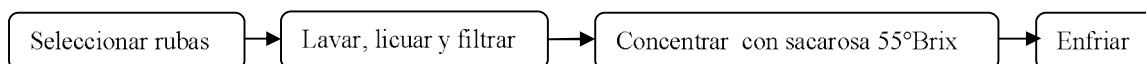


Figura 1. Proceso de elaboración de concentrado de rubas.

Elaboración del yogurt

Se tuvo en cuenta la metodología de Tamime, 2003 (2). Después de la incubación el yogurt se dividió en dos tratamientos: el control (no contenía rubas), y el tratamiento 2 al cual se añadió concentrado de rubas, ambos tratamientos fueron almacenados a 4°C en tarros herméticos de plástico para monitorear los días 1,6, 12, 20 y 30.

Análisis de laboratorio

Se realizó acidez, sinéresis, proteína, grasa, fibra, cenizas y humedad teniendo en cuenta la normatividad de AOAC, 1993 (3); finalmente, se realizó una prueba sensorial con 15 panelistas no entrenados y se aplicó una prueba análisis descriptivo cuantitativo. Los atributos evaluados fueron color, aroma sabor, textura y aceptación global. El número de panelistas fue similar al utilizado por otros estudios el cual empleó 20 panelistas no entrenados (4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sinéresis

En la tabla 1 se observa que el yogurt concentrado de rubas tuvo un efecto en la reducción de la sinéresis durante el experimento; lo anterior debi-

do a que la fibra de las rubas retuvieron suero del yogurt (4). En la figura 2 se observa un aumento considerable en la acidez por parte del yogurt que contenía rubas, debido a la producción de ácido láctico por parte de las bacterias estimuladas por el concentrado de rubas.

Tabla 1. Comportamiento sinéresis.

Día	Y.C.R	Y.C
2	5,55 %	0 %
9	5,66 %	20%
12	5,55 %	30 %
22	4,5 %	51 %

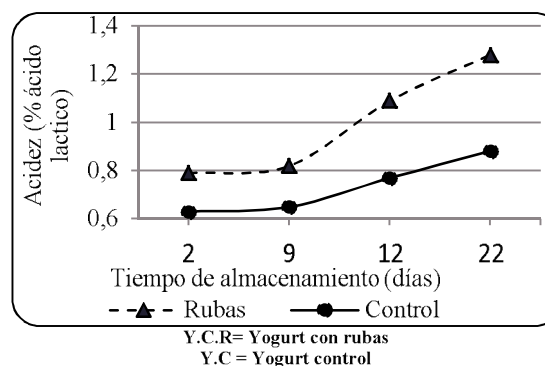


Figura 2. Comportamiento de acidez durante el almacenamiento de yogurt con rubas y control.

Evaluación sensorial y proximal de yogurt

Según los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la tabla 2 se encontró que las calificaciones por el panel de catadores fueron aceptables. Dentro de los parámetros evaluados tuvo mayor aceptabilidad el color, que es característico de las rubas, seguido del sabor. Para el análisis proximal el yogurt que contenía concentrado de rubas tuvo mayor contenido proteico, carbohidratos y fibra, esto se debe probablemente a que las rubas aportaron estos componentes (ver tabla 3).

Tabla 2. Evaluación sensorial de yogurt.

Parámetro evaluado	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente
Color	87%	13%
Aroma	80%	20%
Sabor	86,7%	13,3%
Cuerpo/textura	80%	20%
Aceptación global	100%	-

Tabla 3. Análisis proximal de yogurt.

Parámetro	Y.C	Y.C.R
Proteína (%)	2,84	3,20
Grasa (%)	0,62	0,83
Fibra cruda (%)	0,05	0,07
Carbohidratos (%)	15,76	17,32
Cenizas (%)	0,69	0,64
Humedad (%)	79,83	78,15
Calorías (Cal/g)	81,87	87,66

CONCLUSIONES

El yogurt que contenía concentrado de rubas presentó una acidez mayor que el yogurt control y una sinéresis baja. La evaluación sensorial del yogurt con concentrado de rubas tuvo gran aceptabilidad. El análisis proximal tuvo valores aceptables para el yogurt con rubas. Finalmente, el yogurt con rubas es una alternativa de innovación para la tecnología de las bebidas fermentadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cadima X. Tubérculos. Revista Botánica Económica de los Andes Centrales [Internet]. La paz, Bolivia. [Actualizado 2011 Oct 17; citado 2012 Feb 20]. Disponible en: www.beisa.dk/Publications/.../Capitulo%2022.pdf.
2. Tamime A. Yogurt-based products. Encyclopedia of Foods Science and Nutrition. Estados Unidos: Elsevier; 2003. 167 p.
3. AOAC International, Peer-Verified Methods Program. Manual on policies and procedures. Arlington, USA: AOAC International; 1993.
4. Díaz B, Sosa M, Vélez J. Efecto de la adición de fibra y disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogurt. Revista Mexicana de Ingeniería Química 2004; 3 (3): 287-305.

CARACTERIZACIÓN DE HARINA DE TEFF (*Eragrostis tef*) COMO MATERIA PRIMA ALTERNATIVA PARA PANIFICADOS LIBRES DE GLUTEN

CHARACTERIZATION OF FLOUR TEFF (*Eragrostis tef*) AS AN ALTERNATIVE RAW
MATERIAL FOR GLUTEN FREE BAKERY

ARTÍCULO CORTO

Jairo UMAÑA G.¹, Luis I. RESTREPO¹, Seneida M. LOPERA C.^{2,3}, Cecilia GALLARDO C.^{3*}

RESUMEN

El teff (*Eragrostis tef*) es un cereal ancestral redescubierto como materia prima alternativa para formular panificados libres de gluten (PLG). Se encontró que su valor proteico ($11,79 \pm 0,10$) y de carbohidratos ($82,81 \pm 0,51$), son similares al trigo, y su contenido de hierro y zinc ($51,20 \pm 1,0$ y $8,75 \pm 0,1$; respectivamente), superan a otros cereales convencionales. Este estudio también aporta al conocimiento del comportamiento térmico y funcional de este cereal, encontrándolo como un material promisorio para la formulación de alimentos estructurados.

Palabras clave: Teff, cereales, libre de gluten, caracterización química.

ABSTRACT

Teff (*Eragrostis tef*) is an ancient grain that is rediscovered as an alternative raw material to make gluten free bakery-GFB. It was found that its protein value (11.79 ± 0.10) and carbohydrate (82.81 ± 0.51), similar to wheat, and its content of iron and zinc (51.20 ± 1.0 and 8.75 ± 0.1 ; respectively), overcome than to other conventional grain. This study, also, make a contribution to the knowledge to thermal and functional behavior of this cereal, finding it as a promising material for the formulation of structured foods.

Keywords: Teff, cereal, gluten-free, chemical characterization.

INTRODUCCIÓN

El Tef, (*Eragrostis tef*) es un cereal anual de la familia *Poaceae* originario de Etiopia, clasificado como una panícula vegetal C_4 , tetraploide, su harina no forma gluten, es rico en hierro, en vitaminas del complejo B, tiene alto contenido de lisina (1), y su perfil nutricional indica que puede ser utilizado en la producción de productos cereales saludables (2). En mezcla con otras leguminosas y fermentado presenta un perfil aminoacídico comparable al recomendado para niños de 2 a 5 años y que permite mejorar las características sensoriales de PLG (3, 4). Dado que conocer la composición y las propiedades funcionales es fundamental para orientar diversas

aplicaciones tecnológicas y por la insuficiente información disponible sobre la caracterización de este material, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la harina de teff, tanto en su composición como en algunas propiedades fisicoquímicas y funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

La Harina de teff fue suministrada por empresa holandesa, en envase laminado de alta barrera; harina integral de arroz (*Oryza sativa*) de una empresa local. Ambas harinas fueron tamizadas en malla 60 serie Tyler y almacenadas en el laboratorio.

¹ Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia.

² Instituto Colombiano de la panificación y los cereales-ICP&C, Medellín.

³ Grupo de Estudios de Estabilidad de Medicamentos, cosméticos y alimentos. Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: gallardoqf@gmail.com

Análisis Bromatológicos y de composición

Se aplicó los métodos de AOAC de 1997 (5)

Propiedades funcionales de hidratación

Se calculó la capacidad de hinchamiento (CH) según Tosh *et al.*, 2010 (6), el resultado se obtuvo con la ecuación 1:

$$CH = \frac{Vf (ml)}{\text{Peso de muestra (g)}} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Se calculó la capacidad de absorción de agua (CAA), según Wang *et al.*, 2011 (7). Los resultados fueron calculado con la ecuación 2:

$$CAA = \frac{\text{Peso de sedimento (g)} - \text{Peso de muestra (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \quad \text{Ecuación 2.}$$

Se calculó el índice de Capacidad retención de agua (CRA) e índice de solubilidad, según Kaur *et al.*, 2005 (8). Los resultados fueron calculados con las ecuaciones 3 y 4:

$$CRA = \frac{\text{Sedimento hidratado (g)} - \text{Sedimento seco (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$\text{Índice de Solubilidad - IS\%} = \frac{\text{Peso muestra (g)} - \text{Sedimento seco (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \quad \text{Ecuación 4.}$$

La concentración mínima de gelificación-CMG se calculó según Kaur *et al.*, 2005 (9). Los geles fue-

ron clasificados en: Ausencia de gel (-), Gel móvil (\pm), Gel firme (+) y Gel muy firme (++)

Análisis térmico por barrido diferencial calorimétrico-DSC

Se usó un calorímetro diferencial de barrido (TA Instruments Q100) a 5°C/min desde -20°C a 120°C.

Análisis estadístico

Los datos fueron tomados por triplicado, con análisis estadístico descriptivo no paramétrico y prueba de Kruskal-Wallis y de significancia con $P < 0,05$, y prueba de identificación de medianas significativamente diferentes, utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XV.II.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis bromatológicos y de composición

La tabla 1 muestra que el teff es un cereal con alto contenido proteico, similar al del trigo de primavera. El contenido de hierro y zinc es comparable con el de leguminosas, con valores entre 60 - 80 mg/kg; posee bajo contenido de grasa, respecto a otros cereales libres de gluten (maíz y mijo), cuyo contenido es $> 5\%$ (10).

Tabla 1. Composición química de harinas de teff y arroz.

	Humedad*	Grasa total*	Proteína total*	Cenizas*	CHO totales**	Fe	Zn
Teff	9,64 \pm 0,24 ^a	0,01 \pm 1,05 ^a	11,79 \pm 0,10 ^a	2,62 \pm 0,05 ^a	82,81 \pm 0,51 ^a	51,20 \pm 0,0 ^a	8,75 \pm 0,1 ^a
Arroz	12,14 \pm 0,1 ^b	1,5 \pm 0,01 ^b	7,49 \pm 0,02 ^b	0,99 \pm 0,01 ^b	89,90 \pm 0,10 ^b	15,36 \pm 82 ^b	21,37 \pm 0,1 ^b

Mediana de tres réplicas \pm media de dispersión.

Valor-P = 0,0019376, es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de 95,0% de confianza, expresado en letras diferentes por columna.

^a Calculado por diferencia.

* Resultados presentados en base seca / 100 g de muestra.

Propiedades funcionales de hidratación

Éstas indican la relación del material con el agua debido a interacciones moleculares, con carbohidra-

tos, proteínas y componentes tipo fibra. En la tabla 2 se observa que el teff presenta valores en rangos típicos de otros cereales estudiados (11).

Tabla 2. Comparación de propiedades funcionales de hidratación.

Harinas	pH	IS(%)	CH (mL/g)	CRA(g/g)	CAA (g/g)
Teff	6,48 \pm 0,001	13,17 \pm 0,62	3,33 \pm 0,011	3,32 \pm 0,004	2,61 \pm 0,14
Arroz	6,59 \pm 0,001	10,97 \pm 0,05	10,57 \pm 0,34	2,66 \pm 0,02	2,76 \pm 0,03

Mediana de tres réplicas \pm media de dispersión.

Valor-P = 0,0049735, es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias con un nivel del 95,0% de confianza, expresado en letras diferentes por columna.

Concentración mínima de gelificación-CMG

Se da la formación de geles firmes a concentraciones superiores a 6% , donde los geles de harina de arroz son más fuertes debido a la capacidad

gelificante del almidón, mientras que en el teff es importante la presencia de proteínas. El teff cocido es gelatinoso e imparte cuerpo a los alimentos, siendo un buen espesante (4).

Tabla 3. Concentración mínima de gelificación.

Harina		% (g muestra / 100 g H ₂ O)									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Teff	tubo 1	-	-	±	+	++	++	++	++	++	++
	tubo 2	-	-	±	+	++	++	++	++	++	++
	tubo 3	-	-	±	+	++	++	++	++	++	++
Arroz	tubo 1	-	-	±	±	++	++	++	++	++	++
	tubo 2	-	-	±	±	++	++	++	++	++	++
	tubo 3	-	-	±	±	++	++	++	++	++	++

Ausencia de gel (-); Gel móvil (±); Gel firme (+); Gel muy firme (++)

Análisis térmico

La tabla 4 y la figura 1 muestran 3 eventos endotérmicos: el primero corresponde a la fusión del agua congelada, con alta entalpía, por ser un cambio de fase, lo que se relaciona con la capacidad de retención de agua de la harina, que es alta según datos de otros cereales (11). El segundo se debe al proceso de gelatinización del almidón a 71,1°C y la desnaturalización de proteínas a temperaturas cercanas a 60°C, con valores de entalpía bajos, por ser transición de fase, siendo un parámetro asociado a los procesos de transformación de los cereales y a los procesos de retrogradación. El tercero obedece a los procesos de evaporación de agua y la descomposición de azúcares, lípidos y algunos tipos de fibra soluble que, por estar en cantidades menores, muestran una baja entalpía.

Tabla 4. Parámetros de eventos endotérmicos en harina de teff por DSC.

Evento	To (°C)	Tp (°C)	Tf (°C)	Entalpía (J/g)
1	-1,3	2,9	6,9	206,1
2	63,3	71,1	77,0	1,0
3	91,1	92,6	101,1	0,7

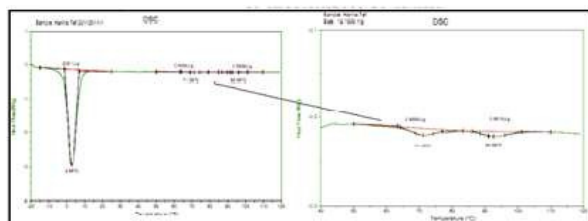


Figura 1. Termogramas de harina de teff por DSC.

CONCLUSIÓN

La harina de teff tiene un gran potencial nutricional por su contenido de proteína, hierro y zinc,

además las propiedades funcionales y térmicas permiten decir que su comportamiento es propio de los cereales que se utilizan en la formulación de PLG, siendo un material promisorio para la formulación de éstos. Se encontraron parámetros térmicos que no han sido muy estudiados, lo cual permite aumentar el conocimiento de este cereal ancestral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- H. van Delden S, Vos J, Ennos R, Stomph TJ. Analysing lodging of the panicle bearing cereal teff (*Eragrostis tef*). *New Phytol.* 2010 May; 186 (3): 696-707.
- León A, Rosell C. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. 1ra ed. Argentina: Baéz Impresiones; 2007.
- Roosjen J, Carpintero-López F. Procesamiento de harina de teff. Oficina española de patentes y marcas España ES 2281011T3 [internet]. 2007 Sep 16. Disponible en http://www.espatentes.com/pdf/2281011_t3.pdf.
- Alaunyte I, Stojceska V, Plunkett A, Ainsworth P, Derbyshire E. Improving the quality of nutrient-rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of enzymes in straight dough and sourdough breadmaking. *J. Cereal Sci.* 2012 Jan; 20 (1): 30-55.
- AOAC 1997. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed, Ed. William Horwitz, Gaithersburg.
- Tosh SM, Yada S. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Res Int.* 2010 Sep 10; 450 (2): 460-443.
- Wang N, Toews R. Certain physicochemical and functional properties of fibre fractions from pulses. *Food Res Int.* 2011 Oct; 2515 (8): 2523-2544.
- Kaur M, Singh M. Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chem.* 2005 Jul; 91 (3): 403-411.
- Tiwari BK, Gowen A, McKenna B (editors). Pulse Foods Processing, Quality and Nutraceutical Applications. Estados Unidos. Elsevier Inc.; 2011.
- Arguedas-Gamboa P, Van Ekris L. TEF "Survey on the nutritional and health aspects of teff (*Eragrostis Tef*)" [internet] 2008. Disponible en: http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/patricia_arguedas.pdf.
- Hoseney RC. Principles of cereal. Science and technology. 2da ed. Minnesota, USA. American association of cereal chemists Inc.; 1994. 307:320 p

BIOTECNOLOGÍA DE HONGOS BASIDIOMICETES EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS FUNCIONALES: PROCESOS DE SECADO vs. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

BIOTECHNOLOGY OF BASIDIOMYCETES FUNGI IN THE DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL FOODS: DRYING PROCESS vs. ANTIOXIDANT CAPACITY

ARTÍCULO CORTO

Diego ROJAS^{1*}, Ana M. PALACIO¹, Sandra P. OSPINA¹, Paola ZAPATA¹, Lucía ATEHORTÚA¹

RESUMEN

Los hongos se utilizan como materia prima en el desarrollo de alimentos funcionales por sus propiedades medicinales. Sin embargo, para el desarrollo de estos alimentos funcionales, es importante garantizar altos rendimientos y la estabilidad funcional de la biomasa, lo cual se logra mediante la implementación de procesos biotecnológicos. En este trabajo, se sometió la biomasa de los hongos *Ganoderma lucidum*, *Grifola frondosa* y *Agaricus blazei* a cuatro procesos de secado (Convección forzada, infrarrojo, secado por aspersión y liofilización) evaluando la biomasa recuperada y su capacidad antioxidante. La biomasa producida en biorreactor de 14 L (150 rpm, pH 5,5, 30°C y 6 vvm). La producción de biomasa para *G. lucidum*, *G. frondosa* y *A. blazei*, en el orden mencionado, fue en (g/L): Convección forzada (6,780; 8,431; 12,694), Infrarrojo (6,668; 8,008; 13,716), Aspersión (26,189; 45,027; 60,423) y Liofilización (19,025; 24,736; 22,889). Para la capacidad antioxidante (valor ORAC): Convección forzada (6224, 5413, 4101), Infrarrojo (7718, 5497, 946), Aspersión (2279, 480, 1328) y Liofilización (10594, 6919, 2496). El mejor proceso de secado para la conservación de la actividad antioxidante fue la liofilización y el hongo que mayor capacidad antioxidante presentó fue *G. lucidum*, mientras que el hongo con mayor producción de biomasa fue *A. blazei*.

Palabras clave: hongos comestibles, cultivo biotecnológico, antioxidantes, procesos de secado, alimentos funcionales.

ABSTRACT

Fungi are recognized as a raw material in the development of functional foods for their medicinal properties. However, for the development of functional food is important to guarantee high yields and operational stability of the biomass, which is achieved by implementing biotechnological processes. In this paper, was subjected to drying the biomass of the fungus *Ganoderma lucidum*, *Grifola frondosa* and *Agaricus blazei* by four methods (Forced convection, infrared, spray drying and lyophilization) evaluating the recovered biomass and antioxidant capacity. The biomass produced in 14 L bioreactor (150 rpm, pH 5.5, 30°C and 6 vvm). Biomass production for *G. lucidum*, *G. frondosa* and *A. blazei*, in the order mentioned, was (g/L): Forced convection (6.780; 8.431; 12.694), infrared (6.668; 8.008; 13.716), Spray (26.189; 45.027; 60.423) and lyophilization (19.025; 24.736; 22.889) and antioxidant capacity (ORAC value): Forced convection (6224, 5413, 4101), Infrared (7718, 5497, 946), Spray (2279, 480, 1328) and lyophilization (10594, 6919, 2496). The best drying process for the conservation of the antioxidant activity was lyophilization and fungus showed highest antioxidant capacity was *G. lucidum*, while the fungus with higher biomass production was *A. blazei*.

Keywords: Edible mushrooms, biotechnology culture, antioxidant, drying process, functional foods.

¹ Grupo de Biotecnología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. A.A. 1226.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: diferova@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

Agaricus blazei y *Grifola frondosa* son setas comestibles y medicinales, *Ganoderma lucidum* es una seta medicinal (1, 2). Actividad antitumoral, inmunomoduladora, hipocolesterolemica, antiviral, antidiabética, han sido reportadas para estas setas (3, 4). Actualmente, estos hongos son utilizados como materias primas para la producción de alimentos funcionales, por lo cual es importante desarrollar e implementar procesos que garanticen altos rendimientos y estabilidad funcional de la biomasa. El cultivo biotecnológico bajo condiciones automatizadas permiten optimizar la producción de biomasa y bioactivos; sin embargo, un punto crítico es el secado de la biomasa, ya que se requiere de sistemas de secado que reduzcan la pérdida de su funcionalidad, debido a que esta es la materia prima utilizada y la fuente de los bioactivos (5). En el presente trabajo se evaluó tres hongos basidiomicetes *G. lucidum*, *G. frondosa* y *A. blazei* cultivados en un biorreactor de 14 L con el objetivo de obtener materia prima para el desarrollo de alimentos funcionales (6), donde la biomasa fue secada por cuatro diferentes procesos (convección forzada, infrarrojo, secado por aspersión y liofilización) teniendo como parámetro de funcionalidad de la biomasa su capacidad antioxidante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mantenimiento de las cepas y establecimiento de cultivos

G. lucidum, *A. Blazei* y *G. frondosa* mantenidas en PDA fueron subcultivadas en erlenmeyer de 250 mL con 50 mL de medio MGL1 (6) g/L: 50, Harina de Cebada; 0,08, NaNO₃, 0,02 de MgSO₄ 7H₂O, 0,03 de KH₂PO₄ y 0,01 de KCl. Inoculados e incubados a 100 rpm, 25 ± 1°C y 40 micromol.m⁻²s⁻¹ durante 9 días. Biorreactor volumen de 14 L (volumen de trabajo de 10L) inoculado con 900 mL de precul-

tivo (150 rpm; 6 vvm; 30°C; pH 5,5). La biomasa obtenida para cada proceso de secado se realizó por el método del peso seco (6).

Evaluación de los diferentes procesos de secado

La biomasa recuperada se homogenizó en ultraturrax a 25.000 rpm por 10 min, luego se procedió a secar la biomasa mediante cuatro procesos de secado: convección forzada (70°C), infrarrojo (70°C), secado por aspersión (150°C entrada, 70°C salida, flujo aire pulverizado 601 L/h) y liofilización (-52°C y 25 Pa).

Capacidad antioxidante, método de ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity)

Para determinar la capacidad antioxidante mediante el método de ORAC se tomó 5 mg de biomasa de cada uno de los hongos, bajo los diferentes procesos de secado (7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de resultados mostró que sí existen diferencias en la biomasa recuperada y la capacidad antioxidante cuando son secados bajo diferentes procesos. Donde la liofilización preservó la característica funcional evaluada: capacidad antioxidante, debido a que las condiciones de secado protegen los bioactivos presentes en la biomasa. Todo método de secado que utilice altas temperaturas (superiores a 70°C) afecta la funcionalidad de la biomasa, en mayor o menor proporción. Es así como métodos tradicionales de secado como la convección forzada y el secado infrarrojo no deberían ser implementados como procesos de rutina, por su bajo costo, en el desarrollo de alimentos funcionales sin una evaluación previa de afectación en sus características nutraceuticas (4). El secado por aspersión bajo las condiciones evaluadas no es un proceso recomendado para el secado de la biomasa (ver tabla 1).

Tabla 1. Producción de biomasa (g/L) y valor ORAC de los tres hongos bajo los cuatro sistemas de secado.

Cepa \ Proceso de Secado	Convección forzada		Infrarrojo		Secado por Aspersión*		Liofilización	
	Biomasa	ORAC	Biomasa	ORAC	Biomasa	ORAC	Biomasa	ORAC
<i>Ganoderma lucidum</i>	6,780	6224	6,668	7718	26,189	2279	19,025	10594
<i>Grifola frondosa</i>	8,431	5413	8,008	5497	45,027	480	24,736	6919
<i>Agaricus blazei</i>	12,694	4101	13,716	946	60,423	1328	22,889	2496

*Valores relativos adición de 25% maltodextrina como agente secante.

CONCLUSIONES

El mejor proceso de secado para la conservación de la actividad antioxidante fue la liofilización, donde *G. lucidum* presentó la mayor capacidad antioxidante y *A. blazei* presentó la mayor producción de biomasa. Mediante la implementación del cultivo biotecnológico de hongos comestibles y medicinales y la implementación de un adecuado proceso de secado es posible garantizar la producción de biomasa funcional.

AGRADECIMIENTOS

PREMEX S.A., PCA-Mimos S.A. y a COLCIENCIAS por la financiación del proyecto 1115-489-25308 Contrato 629-2009.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zapata P, Rojas D, Fernández C, Ramírez D, Restrepo G, Orjuela V, *et al.*, Producción de Biomasa y exopolisacáridos de *Grifola frondosa* bajo cultivo sumergido utilizando fuentes de carbono no convencionales. Revista EIA. 2008; 7:137-144.
2. Stamets P. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Berkeley C.A, United States: Ten Speed Press; 2000.
3. Kodama N, Komuta K, Namba H. Effect of maitake (*Grifola frondosa*) D-fraction on the activation of NK cells in cancer patients. J Med Food. 2003; 6 (4): 371-377.
4. Wasser S, Weis A. Medicinal properties of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: current perspectives. Int J Med Mushrooms. 1999; 1:31-62.
5. Asatiani M, Kachlishvili E, Khardziani T, Metreveli E, Mikiashvili A, Songulashvili G, *et al.*, Basidiomycetes as a source of antioxidants, lectins, polysaccharides and enzymes. J Biotechnol. 2008; 136: 717.
6. Zapata P, Rojas D, Ramírez D, Fernández C, Atehortúa L. Effect of different LED on mycelial biomass production of Ling Zhi or Reishi medicinal mushroom *Ganoderma lucidum*. Int J Med Mushrooms. 2009; 11 (1): 93-99.
7. Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior R. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. J Agric Food Chem. 2001 Oct; 49 (10): 4619-4626.

EFFECTO DE ALGUNAS FUENTES DE NITRÓGENO EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA DE MIEL

EFFECT OF SOME NITROGEN SOURCES IN THE ALCOHOLIC FERMENTATION OF HONEY

ARTÍCULO CORTO

Amaury BLANCO P.^{1*}, Marta QUICAZÁN S.¹, Marta CUENCA Q.¹

RESUMEN

La hidromiel es una bebida alcohólica obtenida mediante fermentación por levaduras de miel diluida. La producción de hidromiel es un proceso que consume mucho tiempo debido principalmente al bajo contenido de nitrógeno de la miel. Se evaluó: sulfato de amonio, fosfato diácido de amonio, extracto de levadura y polen. Las fermentaciones fueron realizadas a 25°C usando *Saccharomyces cerevisiae*. El tiempo de fermentación se redujo en los mostos con adiciones de sulfato de amonio y extracto de levadura en comparación al mosto sin adición de fuentes de nitrógeno.

Palabras clave: miel, hidromiel, fermentación alcohólica, *Saccharomyces cerevisiae*, nitrógeno.

ABSTRACT

Mead is a honey-derived beverage obtained by fermentation using yeast of diluted honey. Mead production is a time consuming process mainly due to low nutrient content of honey, which causes lack of uniformity and production of off-flavors in the final products. Ammonium sulphate, dihydrogen ammonium phosphate, yeast extract and pollen were evaluated. Fermentations were conducted at 25°C by *Saccharomyces cerevisiae*. Additions of ammonium sulphate and yeast extract reduced fermentation length versus must without addition of nitrogen sources.

Keywords: Honey, mead, alcoholic fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*, nitrogen.

INTRODUCCIÓN

La hidromiel es una bebida alcohólica tradicional derivada de la miel que contiene entre 8 y 18% de alcohol en volumen, que se obtiene mediante fermentación alcohólica por levaduras de miel diluida. Esta bebida ha ganado progresivamente importancia económica a nivel mundial, no obstante, en Colombia no existen desarrollos encaminados a generar valor a productos de la cadena apícola.

Debido al estrés osmótico y bajo contenido de nutrientes en la miel se presenta disminución en la capacidad de adaptación de la levadura, producción de malos sabores, fermentaciones lentas o prematuras y falta de uniformidad en los productos finales (1). La principal causa de estos problemas es el

contenido limitado de nitrógeno (2). El contenido de nitrógeno de la miel es aproximadamente de 0,04%, lo cual limita la capacidad de formación de compuestos volátiles y no volátiles que contribuyen al sabor y aroma del vino (3).

En este trabajo se evaluó las siguientes fuentes de nitrógeno: sulfato de amonio, fosfato diácido de amonio, extracto de levadura y polen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Acondicionamiento de la muestra para la fermentación

La miel cristalizada (Boyacá, Colombia) fue mezclada con agua destilada hasta alcanzar 16 °Brix.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ajblancop@unal.edu.co

El pH inicial del mosto fue ajustado con citrato de sodio (Merck, grado analítico) en 5,3. Para obtener una concentración final de 50 mgN/L en los mostos, fueron adicionadas las siguientes fuentes nitrogenadas: 0,24 g/L de sulfato de amonio (SA, Merck); 0,43 g/L de fosfato diácido de amonio (FDA, Panreac); 0,44 g/L de extracto de levadura (EL, BD) y 1,0 g/L de polen (P, Boyacá, Colombia). Se realizó una fermentación de control (FC) sin adición de fuente nitrogenada. Los mostos fueron pasteurizados. El tamaño del inóculo de *Saccharomyces cerevisiae* (*ex-bayanus*) (Uvaferm® BC) fue de 0,4 g/L y fue activado a 37°C durante 15 min en mosto. Las fermentaciones fueron realizadas a 25°C, por duplicado. Las variables de seguimiento: pH, acidez total, sólidos solubles y densidad, fueron determinadas diariamente según los métodos validados por la Organización Internacional de la Viña y el

Vino (OIV). El pH fue medido mediante un potenciómetro calibrado (SCHOTT handylab pH11 equipado con electrodo SCHOTT BlueLine 14 pH); la acidez total fue determinada por titulación potenciométrica en un titulador automático (Mettler Toledo T70) con NaOH 0,05 N y reportada en gramos de ácido tartárico por litro; el contenido de sólidos solubles fue seguido mediante grados Brix usando un refractómetro manual; la densidad fue determinada por picnometría, se reporta como gravedad específica a 20°C. El contenido de etanol se determinó por picnometría (AOAC 920.57). Los resultados son reportados como el promedio \pm desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presenta las características físico-químicas de los mostos e hidromieles finales.

Tabla 1. Características físico-químicas de los mostos y de las hidromieles finales.

	FC	SA	FDA	EL	P
<i>Mostos de miel</i>					
pH	5,35	5,32	5,32	5,42	5,38
Densidad (g/ml)	1,07	1,07	1,07	1,07	1,11
Acidez total (g ácido tartárico/L)	0,8	0,8	1,05	0,8	0,8
°Brix	16	16,0	15,8	15,7	15,6
<i>Hidromieles</i>					
pH	3,96 \pm 0,00	3,76 \pm 0,01	4,04 \pm 0,01	3,94 \pm 0,01	3,96 \pm 0,01
Gravedad específica (a 20°C)	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Acidez total (g ácido tartárico/L)	3,2 \pm 0,0	3,1 \pm 0,1	2,1 \pm 0,0	3,1 \pm 0,1	2,6 \pm 0,0
°Brix	5,0 \pm 0,0	5,2 \pm 0,0	5,8 \pm 0,0	5,2 \pm 0,0	5,8 \pm 0,0
Alcohol (%v/v)	8,49 \pm 0,06	8,37 \pm 0,00	8,41 \pm 0,06	8,53 \pm 0,00	8,25 \pm 0,06

El pH de todas las fermentaciones se estabilizó alrededor de 3,9, el cual se encuentra dentro de los límites de la normatividad colombiana (4). En la figura 1 se observa que el mayor cambio de pH se presentó para la fermentación con adición de SA, lo que indica un consumo de amonio por parte de las levaduras (3); además, la formación de ácidos acético y succínico en los primeros días reduce el pH del medio rápidamente, el cual permanece prácticamente constante hasta el final.

La acidez total de todos los mostos muestran igual tendencia alcanzando el mismo valor en aproximadamente el mismo tiempo de fermentación (figura 2). En general, la acidez total incrementó rápidamente en los primeros días, debido principalmente a la síntesis de los ácidos acético y succínico. Las fermentaciones estabilizaron alrededor de 3 g ácido tartárico/litro a los 12 días de

fermentación aproximadamente (ver tabla 1, figura 2). Este valor es menor al límite mínimo establecido en la normatividad colombiana (4).

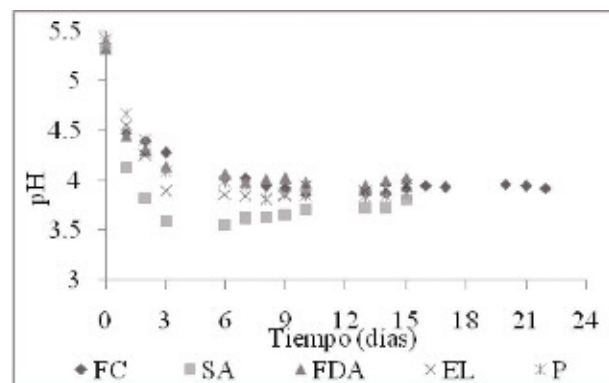


Figura 1. Cambio del pH del mosto durante la fermentación.

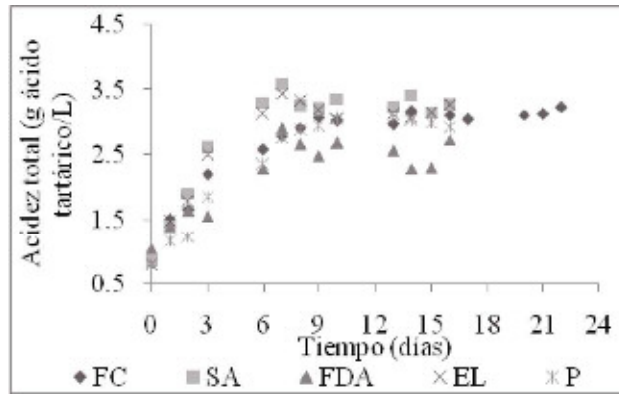


Figura 2. Cambio de acidez total del mosto durante la fermentación.

El contenido de sólidos solubles durante la fermentación mostró un comportamiento parecido al obtenido por otros autores (5). La transformación de los azúcares en etanol durante la fase estacionaria, produce una disminución en la densidad y sólidos solubles (figuras 3 y 4) en los primeros días de fermentación.

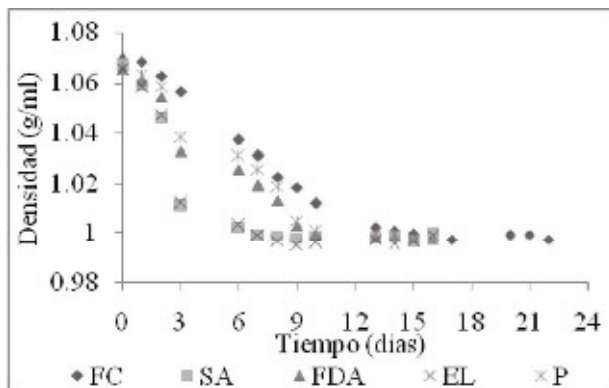


Figura 3. Cambio de la densidad del mosto durante la fermentación.

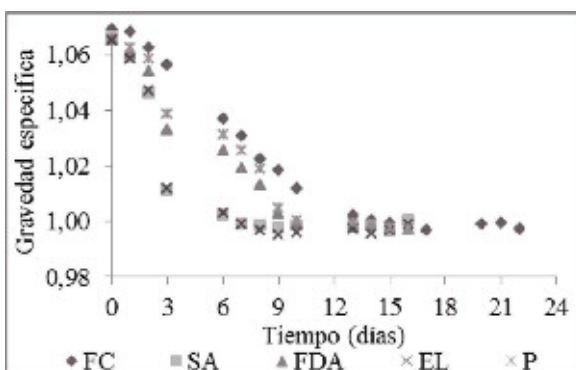


Figura 4. Cambio de °Brix del mosto durante la fermentación.

Para una concentración de nitrógeno de 50 mg/L el tiempo de fermentación es reducido de 14-16 días para la FC a 8 días para los mostos con SA y EL. El mayor cambio en todas las variables de seguimiento se obtuvo en la primera semana de fermentación.

CONCLUSIONES

El uso de fuentes nitrogenadas ejerce un efecto significativo en la reducción del tiempo de la fermentación etanólica de miel. Los mostos con adición de sulfato de amonio y extracto de levadura corresponden a los de mejor avance fermentativo en términos de las variables de seguimiento estudiadas. La concentración de 50 mgN/L no es suficiente para obtener una diferencia significativa en las variables de seguimiento ni en el contenido de etanol de las hidromieles.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá. A la Asociación de Apicultores y Criadores de Abejas de Boyacá.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mendes-Faia A, Cosme F, Barbosa C, Falco V, Inês A, Mendes-Ferreira A. Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. *Int J Food Microbiol.* 2011 Sept 14; 144 (1): 193-198.
- Salinas MR, Garde-Cerdán T, Martínez-Gil AM, Lorenzo C, Lara JF, Pardo F. Implications of nitrogen compounds during alcoholic fermentation from some grape varieties at different maturation stages and cultivation systems. *Food Chem.* 2011 Ene 1; 124 (1): 106-116.
- Henschke PA, Torrea D, Varela C, Ugliano M, Ancin-Azpilicueta C, Francis IL. Comparison of inorganic and organic nitrogen supplementation of grape juice – Effect on volatile composition and aroma profile of a Chardonnay wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* yeast. *Food Chemistry.* 2011 Agos 1; 127 (3): 1072-1083.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 708. Bebidas alcohólicas. Vinos de frutas. Bogotá, Colombia: ICONTEC; 2000.
- Vidrih R, Hribar J. Studies on the sensory properties of mead and the formation of aroma compounds related to the type of honey. *Acta Alimentaria.* 2007 Ene 17; 36 (2): 151-162.

ELABORACIÓN DE CHORIZO A BASE DE PESCADO

SAUSAGE MAKING OF A FISH-BASED COMPANY IN MANAURE-GUAJIRA ASOKANULIAA

ARTÍCULO CORTO

Liliana BATISTA P.¹, Margarita CABALLERO C.¹, Clemente GRANADOS C.^{2*}, Miladys TORRENEGRA A.²,
Gonzalo URBINA O.², Diofanor ACEVEDO C.²

RESUMEN

La empresa ASOKANULIAA funciona como una organización sin ánimo de lucro ubicada en Manaure-Guajira, cuyo objeto social es la elaboración de productos a base de pescados entre otros el chorizo; la materia prima utilizada es pescado de bajo valor comercial como; boca colora (*haemulon spp*), macabí (*elops saurus*) y blanco pobre (*pinirampus pinirampu*). El objetivo del presente trabajo fue la estandarización, elaboración de un chorizo a base de pescado en la empresa ASOKANULIAA en Manaure, Guajira con la finalidad de ofrecer un producto de óptima calidad a la comunidad, con una proyección local, en perspectiva regional y nacional, contribuyendo a la generación de empleo y desarrollo para la región. Los análisis bromatológicos del producto fueron Humedad: 59,78%, grasa: 2,67%, proteínas:16,39%, carbohidratos 12,87%, fósforo: 0,16% y cenizas 4,78%; los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos se encuentran dentro de los parámetros establecidos según la norma, en la evaluación sensorial el producto fue aceptado por los panelistas en lo referente al sabor y textura.

Palabras clave: proteína, embutido, estandarización, análisis bromatológicos.

ABSTRACT

ASOKANULIAA company, operates as a nonprofit organization located in Manaure-Guajira, whose purpose is to develop products based on fish and other sausage, the raw material used is of low commercial value fish such as; mouth coloration (*Haemulon spp*), bonefish (*Elops saurus*) and poor white (*Pinirampus pinirampu*). The aim of this study was the standardization, development of a sausage made from fish in the company in Manaure-Guajira ASOKANULIAA in order to provide a high quality product to the community, with a local screening, regional and national perspective, contributing to employment generation and development for the region. Product analyzes were bromatological Humidity: 59.78%, fat: 2.67%, protein: 16.39% Carbohydrates 12.87%, phosphorus 0.16% and 4.78% ash, the results of microbiological analyzes are within the parameters established by the rule, the product sensory evaluation was accepted by the panelists with regard to flavor and texture.

Keywords: Protein, sausage, standardization, chemical analyzes.

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país con alto potencial hídrico, lo que permite la explotación de los productos pesqueros de origen marino y su aprovechamiento como producto crudo o procesado. Su conservación y mejoramiento de la calidad de este producto es una

de las metas fundamentales que se convierten en garantía de confianza y seguridad para los consumidores. La empresa ASOKANULIAA, ubicada en la ciudad de Manaure, departamento de la Guajira, Colombia se dedica a la actividad de elaboración de productos pesqueros a partir de carne de pescado de bajo valor comercial, donde se estandarizó, y

¹ Unicartagena.

² Grupo de investigación Incas. Universidad de Cartagena. Bolívar, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: clementecondeg@gmail.com

elaboró el chorizo a base de pescado con el objeto de optimizar su calidad y productividad, el cual constituye una alternativa de buena nutrición para la población Colombiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración y estandarización del producto

Recepción de la materia prima: ésta se hizo con el fin de garantizar que la materia prima adquirida por la planta de procesamiento cumpliera con los requerimientos necesarios para su posterior utilización en la elaboración del producto. Clasificación: ésta se realizó mediante análisis organoléptico para evaluar el índice de frescura de cada uno de los componentes de la materia prima (1). Lavado y desinfección: operación que consistió en el retiro de impurezas en las materias primas, se realizó con agua clorada. Despulpe: se realizó un despulpado de manera manual para extraerle las espinas al pescado dándole pequeños golpecitos para ablandar la carne con un mortero. La formulación se realizó según la tabla 1. Mezclado: la pulpa de pescado se mezcló y se le adicionó los demás ingredientes para realizar un homogenizado. Embutido: éste se realizó en tripa natural y posterior amarre para proseguir con el escaldado (2). Escaldado: se realizó un escaldado en la zona de cocción, con una temperatura promedio de 75°C por 30 min. Prevención a la contaminación (3). Enfriamiento: se realizó un enfriamiento por 30 min y por último un empaquetado y pesaje, y posterior almacenamiento del producto donde luego es expendido por los vendedores de la empresa. Lo anterior se realizó según la formulación descrita en la tabla 1.

Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales del producto

Las pruebas bromatológicas que fueron realizadas en esta investigación son: Humedad (método de gravimetría), Cenizas (método de gravimetría), Proteínas (Método de Kjeldahl), Fósforos (método de colorimetría), Carbohidratos (método de gravimetría) y Grasa (Extracción por Soxhlet). Las pruebas microbiológicas fueron: mesófilos totales (ufc/g/ml), coliformes totales (ufc/g/ml), coliformes fecales (ufc/g/ml). Se realizó degustaciones a 20 panelistas adultos de ambos sexos, 10 mujeres y 10 hombres; utilizando una escala hedónica se evaluó parámetros como: sabor, textura general y grado de aceptación.

Tabla 1. Formulación del chorizo.

INGREDIENTES	PORCENTAJE	PESO EN GRAMOS
Carne	49,20	984
Accite	3	60
Aislado De Soya	2	40
Texturizado de Soya	5	100
Almidón	2	40
Sal de Nitro	2,30	46
Glutamato Monosódico	0,50	10
Polisfosfato	0,70	14
Ajo	1	20
Cebolla Larga	5	100
Agua	25,60	512
Condimento de Chorizo	1,50	30
Pimentón	2	40
Achote	0,10	2
Humo Líquido	0,10	2
Total	100,00	2000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis bromatológico del Chorizo

Los resultados de los análisis proximales fueron proteínas 16,39%, Grasas 2,67%, Humedad 59,78%, Carbohidratos 12,87%, Fósforo 0,16% y Cenizas 4,78%. Estos valores se encuentran dentro los rangos establecidos en la NTC 1325.

Análisis Microbiológicos

El análisis de coliformes totales fue menor a 10 UFC/g/ml, no hubo crecimiento de coliformes fecales. Un análisis con Plate Count muestra que el recuento de Mesófilos aerobios fue de 60 UFC/g, teniendo en cuenta el valor de referencia NTC 1325 para productos cárnicos no enlatados.

Análisis sensorial

Con relación a la escala hedónica se observó un alto porcentaje de agrado por parte de los catadores no expertos. Ninguno de los participantes expresó desagrado por la muestra de chorizos. Los resultados obtenidos en porcentaje fueron: sabor agradable 75%, aceptable 15%, regular 10%; Fibrosidad: fibroso: 15%, no fibroso 85%; Textura: buena textura 80%, falta de textura 20%. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Recinos en el 2002, en la elaboración de un embutido a base de pescado Dorado con adición de aceite vegetal, presentó valores muy similares en proteínas 37,03% y cenizas 6,20%, y valores muy bajos en grasa con respecto al 41,30%. En estudios realizados con el

pescado Pinto por Barragán en el 2005, presentó un contenido de 48,1% humedad y 3,3% cenizas, 10,2% grasa y 37,2% proteína; la evaluación sensorial del producto mostró un grado de aceptación del 94%.

CONCLUSIONES

Constantemente la tecnología de alimentos busca desarrollar alimentos que ayuden a mejorar y/o mantener un buen estado de salud, nutrición y reducir con esto el riesgo de enfermedades. En el presente trabajo se desarrolló un chorizo de pescado empleando una especie subutilizada y se realizó una caracterización química, microbiológica y evaluación sensorial. Según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1325 este producto es catalogado como tipo seleccionado que presenta

valores de proteína por encima del 14%, (16,39%), bajo porcentaje de grasa (2,67) y rica en fósforo. La evaluación sensorial realizada al producto final del chorizo a base de carne de pescado presentó gran aceptación en cuanto a textura y sabor, obteniéndose de esta manera un producto inocuo y con la calidad exigida por la normatividad vigente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arenas HA. Implantación y funcionamiento del sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control HACCP en la industria pesquera y acuícola. 1era ed. Bogotá, Colombia: República de Colombia. Ministerio de salud; 1997. 13 p.
2. López F. Elaboración de tortas de pescado. Revista Latinoamericana de Tecnología de Alimentos Pesqueros. 1984; 1 (32): 14-21.
3. Morán F. Investigación y desarrollo de nuevos productos pesqueros en el Ecuador. Revista Latinoamericana de Tecnología de Alimentos Pesqueros. 1984; 1 (32): 11-17.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL DESARROLLO TECNOLOGICO DE UN EMBUTIDO TIPO SALCHICHA UTILIZANDO HARINA DE TRUPILLO (*Prosopis juliflora*)

PRELIMINARY STUDY OF THE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT A SAUSAGE USING
TRUPILLO FLOUR (*Prosopis juliflora*)

ARTÍCULO CORTO

José Del C. JAIMES M.^{1*}, Diofanor ACEVEDO C.², José D. TORRES G.³

RESUMEN

La creciente problemática de escasez de alimentos exige la búsqueda de nuevas fuentes de alimentación como alternativas para suplir dicha necesidad. Teniendo en cuenta esto, el propósito de la investigación fue aprovechar el contenido nutricional del trupillo (*Prosopis juliflora*) y las propiedades funcionales que brindan sus proteínas, especialmente la capacidad de retención de agua, índice de retención de lípidos. Para ello se elaboró un embutido tipo salchicha utilizando su harina, la cual se obtuvo con las operaciones respectivas de adecuación, molturación y tamizado. En la evaluación de las propiedades funcionales se encontró un Índice de Absorción Lípido de 321, y de capacidad de retención de agua de 324. El embutido obtenido fue sensorialmente aceptado. Por lo que se concluye que el trupillo se puede constituir como una alternativa de alimentación humana.

Palabras clave: *Prosopis*, nutrición, leguminosas, proteínico, extensor.

ABSTRACT

The problematic flood of food shortage demands the search of new power supplies like alternatives to replace this necessity. Considering this, the intention of the investigation was to take advantage of the nutritional content trupillo (*prosopis juliflora*) and the functional properties that offer their proteins, especially capacity of water retention, index of lipid retention. For it I make an inlay type sausage using its flour, which was obtained with the respective operations of adjustment, milling, and screening. In the evaluation of the functional properties were a index of lipid retention of 321, and capacity of water retention of 324. The obtained inlay sensorially was accepted. Reason why one concludes that trupillo can be constituted like an alternative of human feeding.

Keywords: *Prosopis*, nutrición, legumes, protean, extensor.

INTRODUCCIÓN

En Colombia la deficiente ingesta de proteínas alcanza el 36%, lo cual significa que la ingesta diaria recomendada (0,91 g/kg de peso) no es satisfecha en un gran sector de la población (1). Nuestras especies vegetales leguminosas nativas como es el caso del trupillo no tienen mucho uso en la alimentación humana, debido principalmente a los arraigos culturales y el posicionamiento comercial que tienen algunas como la soya, la cual se utiliza como materia

prima en la elaboración de productos cárnicos tipo embutidos (2). En general los requisitos para la elaboración de este tipo de producto se encuentran contemplados en la NTC 1325 de 2008. El *Prosopis juliflora* es una leguminosa que se caracteriza por su elevado contenido de azúcares y compuestos nitrogenados. La proteína constituye el 60% del peso de las semillas (3). Por ello, este trabajo tiene como objetivo desarrollar de manera preliminar un embutido tipo salchicha orientada a la alimentación humana utilizando harina de trupillo.

¹ Grupo de investigación proyectos alimentarios (PROAL). Universidad de Cartagena.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jjaimemor@yahoo.es

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomó una muestra de 800 g de vainas de trupillo recolectadas en los alrededores del cerro de la popa (Cartagena-Bolívar). Esta muestra fue suficiente para obtener la cantidad de harina necesaria y con la cual se realizó todas las pruebas. Las semillas fueron seleccionadas teniendo en cuenta que estuvieran sanas (enteras y sin picaduras de gorgojo). Fueron secadas utilizando una incubadora a 40°C (incubadora thermolyne). Luego, molidas en un molino tradicional marca Corona; el producto se filtró en un tamiz de malla N° 40 hasta obtener una harina baja en tegumento.

Pruebas fisicoquímicas

Ya obtenida la harina tomamos una muestra representativa, a la cual se le hizo análisis proximal.

Propiedades funcionales

Índice de Adsorción de Lípidos (I.A.L.)

$$\% \text{ I.A.L.} = \frac{\text{ml.de aceite adsorbido}}{\text{gramos de muestra}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1.}$$

Capacidad de Retención de Agua (C.R.A.)

$$\% \text{ C.R.A.} = \frac{\text{ml.de agua retenida}}{\text{gramos de muestra}} \times 100 \quad \text{Ecuación 2.}$$

Capacidad de Hinchamiento (C.H.)

$$\% \text{ C.H.} = \frac{\text{Volumen final en ml}}{\text{Volumen inicial en ml}} \times 100 \quad \text{Ecuación 3.}$$

Tabla 1. Composición en porcentaje de la harina de *trupillo* 100 gr de peso seco.

Componente	Humedad	Proteínas	Lípidos	Fibra	Cenizas	Carbohidratos
Harina	8,8	33,8	8,2	7,68	4,12	37,4

Propiedades funcionales

Tabla 2. Cuadro de propiedades funcionales de la harina de trupillo.

Especie	% I.A.L.	% C.R.A.	% C.H.
Trupillo	321	324	93

Análisis microbiológico

Número total de gérmenes (aerobios): 5×10^7 por gramo. La flora microbiana se compone de bacilos gran positivos catalasa negativa. No se detectó gérmenes atípicos respecto a este tipo de embutidos.

Elaboración de la salchicha

Se utilizó los siguientes insumos: carne de cerdo, carne de res, lardo, hielo, consomé de pollo, nuez moscada, cebolla en polvo, pimienta blanca molida, glutamato mono sódico, sal, harina de trupillo, nitrito de sodio, fosfato de potasio (hamine), emulsificante (accoline) y humo líquido.

Se efectuó el siguiente procedimiento

- Recepción de las materias primas.
- Formulación, calculo y pesado de ingredientes.
- Preparación de la emulsión.
- Mezclado.
- Embutido.
- Escaldado.
- Choque térmico con agua y hielo.
- Almacenamiento 4 °C.

Evaluación de la salchicha

Terminado el producto se realizó estudios microbiológicos y de evaluación sensorial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación de la salchicha

Carne de res (3,5 kg), carne de cerdo (1,5 kg), grasa (1,3 kg), agua (2,5 kg), harina de trupillo (0,70 kg), otros (0,51 kg), total (9,51 kg).

Análisis Proximales

Se siguió el método AOAC1990 (4), obteniendo los resultados de la tabla 1.

Análisis sensorial

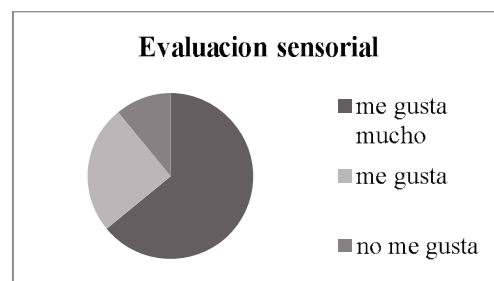


Figura 1. Evaluación sensorial realizada al embutido con harina de trupillo.

La prueba sensorial se llevó a cabo con un panel no entrenado de 50 estudiantes entre 18-25 años de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena. Se usó una planilla en escala hedónica. Los resultados obtenidos muestran que el embutido con la incorporación de harina de trupillo fue aceptado.

CONCLUSIONES

La harina de trupillo presenta una alta cantidad de proteínas igual al 33,8% y de carbohidratos de 37,4%. De acuerdo a los resultados obtenidos de las propiedades funcionales de la harina de trupillo, tecnológicamente puede ser utilizada donde se emplean harinas tradicionales como la soya. Los resultados microbiológicos fueron normales y los sensoriales fueron aceptables.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Grupo de Investigación Proyectos Alimentarios PROAL y a la Vicerrectora de Investigaciones de la Universidad de Cartagena, Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF. Encuesta Nacional de la Situación nutricional. 1^{ra} ed. Bogotá, Colombia; 2006. p. 121- 258.
2. Gustavo A. La utilización de extensores en cárnicos experiencias de la industria cárnica cubana [recurso electrónico]. La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; 2009. 79 p. [consultado 2012 Feb] Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/bibliounicafamsp/Doc?id=10317148>
3. Negreiros AN, Dotton RW, Powell M, Ridley RJ. Processing and utilization of Propopis juliflora as an alternative source of food. Proc Prosopis 27-31. CURD, University of Durham, UK. Brazil July 1992. 277-293.p.
4. A.O.A.C. Official Methods of Analysis, 15th ed. Washington, D.C. Association of Official Analytical Chemists; 1990.

ESCUELA DE ALIMENTOS Y DESARROLLO HUMANO

GRUPO DE EXTENSIÓN SOLIDARIA E INVESTIGACIÓN EN SEGURIDAD ALIMENTARIA

PARA LA REGIÓN VICERRECTORÍA DE EXTENSIÓN

Facultad de Química Farmacéutica

Departamento de Alimentos, Universidad de Antioquia



NUESTROS SERVICIOS

- Asesoría técnica en procesos de alimentos a microempresas y vendedores ambulantes.
- Propuesta educativa para el fomento de hábitos de alimentación saludable en estudiantes de básica primaria y bachillerato (Media Técnica).
- Asesorías para comedores comunitarios y restaurantes escolares con énfasis en transformación de alimentos, apun-

tando a mejorar el consumo y la calidad de los nutrientes carenciales que padece nuestra población.

- Formulación y ejecución de proyectos comunitarios enfocados a la explotación de recursos agrícolas de la región.
- Capacitación en transformación de alimentos tales como: Yogur, Kumis, Queso Crema, Mermeladas, Compotas, Pulpas, entre otros.
- Asesoría empresarial en las buenas prácticas de manufactura.

COORDINADORA: Diana María Granda Restrepo
dgranda@farmacia.udea.edu.co / Teléfono: 219-54-74

EVALUACIÓN SENSORIAL DE PASTELES A PARTIR DE HARINA DE CHACHAFRUTO (*Erythrina edulis triana*)

SENSORY EVALUATION OF CAKE FLOUR FROM CHACHAFRUTO (*Erythrina edulis Triana*)

ARTÍCULO CORTO

Francisco E. ARGOTE-VEGA^{1*}, Hector S. VILLADA-CASTILLO²

RESUMEN

En medicina tradicional el chachafruto es regulador de la función renal, osteoporosis e hipotónico. Por su composición nutricional, puede enriquecer alimentos básicos como arepas, empanadas y tortas. La presente investigación tuvo como objetivo fundamental, auscultar la inclusión de la harina a partir de chachafruto en la elaboración de un pastel, cuyas propiedades sensoriales fueron evaluadas por medio de un panel de catación, quienes al final concluyeron que la mejor proporción de participación de la harina en estudio respecto a la de trigo fue 85:15.

Palabras clave: harina, pastel, alimento, catación.

ABSTRACT

In traditional medicine the chachafruto is regulator of the renal function, osteoporosis and hypotonic. For his nutritional composition, it can enrich basic food, since arepas, pies and cakes. The present investigation had as fundamental aim, auscultate the incorporation of the flour from chachafruto in the production of a cake, which sensory properties were evaluated by means of a panel of cupping, who ultimately concluded that the best proportion of participation of the flour in study with regard to that of wheat was it 85:15.

Key words: flour, cake, food, cupping.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la ONU, entre los granos que aportan proteínas están la quinua, amaranto y chachafruto, en ellos las proteínas y aminoácidos a excepción del triptófano son más altos comparados con los del trigo. Por su composición puede el chachafruto completar, y enriquecer alimentos como tortas entre otros (2-5). Además es usado en la medicina tradicional como regulador de la función renal, osteoporosis e hipotónico (6). Argote *et al.*, 2010 (1), determinaron las proporciones de tres harinas: 12% quinua; 10% amaranto y 20% chachafruto para elaboración de pasteles. El objetivo del trabajo fue auscultar la inclusión de la harina a partir de chachafruto en la elaboración de un pastel y su evaluación sensorial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Inicialmente se obtuvo la harina a partir de los granos, éstos fueron pesados, seleccionados y desinfectados con Yodonex. Se eliminó la cáscara y se adicionó ácido cítrico como antioxidante. El secado se efectuó a 60°C durante 15 horas. Posterior a la molienda se tamizó y analizó la granulometría. En la formulación de los pasteles se utilizó cuatro proporciones de harina de chachafruto respecto a la de trigo, ellas fueron: $T_4 = 85:15$, $T_3 = 70:30$, $T_2 = 55:45$, $T_1 = 40:60$, $T_0 =$ Testigo. Las cantidades de los ingredientes fueron constantes: azúcar 5%, mantequilla 7,5%, polvo para hornear 0,3%, huevos (una unidad/kg), leche 1Lt/10Kg, canela 0,3%, sal 0,5%. Se amasó y moldeó, luego se coció a 320°C, durante una hora y media. La evaluación sensorial

¹ Grupo de Investigación en Biotecnología. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Buenaventura. A.A.7154-25162. Cali, Colombia

² Grupo de Investigación CYTBIA. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Telefax 8245979. Popayán, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: feargote@usbcali.edu.co

se realizó con 20 catadores entrenados que cumplían criterios de edad, salud y percepción adecuada; ellos evaluaron sabor, color, olor y textura de los pasteles en una unidad muestral de 60 g, la escala de puntuación empleada fue de 1 a 5, la prueba fue discriminatoria, con un diseño completamente al azar y el análisis estadístico se efectuó mediante prueba de Kruskal wallis con un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sabor

Se encontró diferencias significativas entre las medianas a un nivel de confianza del 95% ($P < 0,05$). La figura 1 indica las diferencias significativas entre medianas. Las mejores puntuaciones fueron para el tratamiento T_4 (ver tabla 1), las cuales son iguales respecto al testigo, demostrando así que el sabor es aceptable en los pasteles que incluyen la harina de estudio en proporciones del 85%.

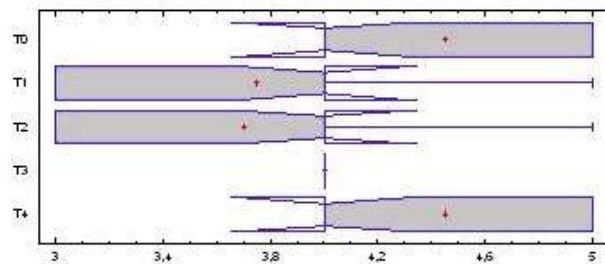


Figura 1. Cajas y bigotes variable sabor.

Tabla 1. Prueba de Kruskal Wallis-Sabor

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
T_0	20	66,575
T_1	20	37,175
T_2	20	35,175
T_3	20	47,0
T_4	20	66,575

Estadístico = 32,4646. Valor-P = 0,00000153727.

Olor

La tabla 2 indica las diferencias significativas entre las medianas a un nivel de confianza del 95% ($P < 0,05$). La figura 2 muestra que la mediana de T_0 presentó diferencias significativas respecto a los otros ensayos, como también la mejor puntuación.

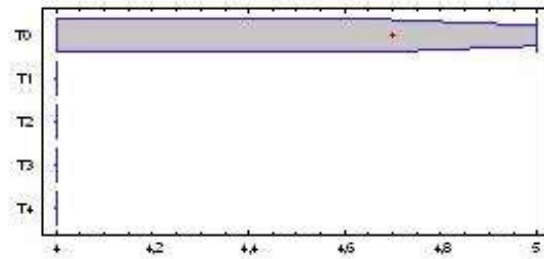


Figura 2. Cajas y bigotes variable olor.

Tabla 2. Prueba de Kruskal-Walli-Olor.

	Tamaño de la muestra	Rango promedio
T_0	20	78,5
T_1	20	43,5
T_2	20	43,5
T_3	20	43,5
T_4	20	43,5

Estadístico = 64,4651. Valor-P = 0,0.

Color

No se encontró diferencias significativas entre las medianas a un nivel de confianza del 95% ($P > 0,05$), ver tabla 3. El tratamiento T_1 presentó puntuaciones muy cercanas al tratamiento testigo, esto se debe a que la proporción de la harina de chacha fruto se encuentra en proporciones más bajas respecto a la de trigo.

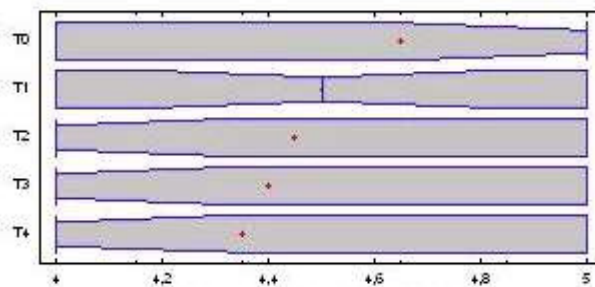


Figura 3. Cajas y bigotes variable color.

Tabla 3. Prueba Kruskal Wallis-Color.

	Tamaño de la muestra	Rango promedio
T_0	20	59,5
T_1	20	52,0
T_2	20	49,5
T_3	20	47,0
T_4	20	44,5

Estadístico = 4,21277. Valor-P = 0,377976.

Textura

De acuerdo a la tabla 4 no se encontró diferencias significativas entre las medianas a un nivel de confianza del 95% ($P > 0,05$). El tratamiento T_4 presentó puntuaciones iguales al tratamiento testigo, por lo que se puede inferir que la inclusión de la harina de chacha fruto en proporciones 85:15 respecto a la de trigo, presenta valores aceptables para la variable textura, la cual fue suave.

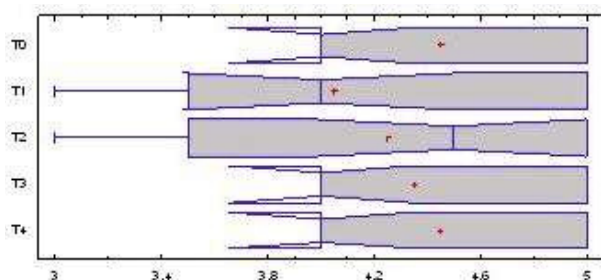


Figura 4. Cajas y bigotes variable textura.

Tabla 4. Prueba de Kruskal Wallis-Textura.

	Tamaño de la muestra	Rango promedio
T_0	20	55,25
T_1	20	41,125
T_2	20	50,125
T_3	20	50,75
T_4	20	55,25

Estadístico = 3,89606. Valor-P = 0,420255.

CONCLUSIONES

Las proporciones de inclusión mejor valoradas por el panel de catación para sabor y textura fueron 85:15. En el color no se encontró diferencias significativas, sin embargo, existe una tendencia hacia los pasteles comerciales, debido al posicionamiento de imagen de estos productos. En el olor, la harina de chachafruto presenta una percepción característica, la cual es muy acentuada en los pasteles elaborados a partir de esta importante materia prima.

AGRADECIMIENTOS

Universidad de San Buenaventura - Universidad del cauca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argote F, Betancourt A, Villada D, Upegui O. Conservación y transformación de granos ancestrales en el resguardo indígena de guambia Silvia-Cauca. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 2010 May-Nov; 8 (2): 17-24.
- Burbano G, Guzmán Y. Efecto de la harina de chachafruto (*Erythrina edulis*) como fuente de sólidos en la elaboración de yogurt [Trabajo de grado]. [Palmira, Colombia]: Universidad Nacional-Palmira; 1990.135 p.
- Duarte L, Barrera M, Rodríguez M. Guía para el cultivo y aprovechamiento del “Chachafruto” o “balú”. Bogotá, Colombia: 1996. 25 p.
- FAO. Manual sobre utilización de los cultivos andinos subexplotados en la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile: 1992. 35 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Quinoa [Internet]. 1997 [Actualizado 2008 Mar 8; citado 2011 Sep 15] Disponible en: <http://www.rlc.fao.org>
- Wikipedia. Chachafruto [Internet]. 2009 [Actualizado 2009 Abr 09; citado 2011 Oct 24]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Bal%C3%BA>.

EFFECTO DE LA PROPORCIÓN DE PULPA EN EL MOSTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BEBIDA ALCOHÓLICA DE GUAYABA (*Psidium guajava*)

EFFECT OF THE PROPORTION OF PULP IN THE MUST FOR THE PRODUCTION OF AN ALCOHOLIC BEVERAGE FROM GUAVA (*Psidium guajava*)

ARTÍCULO CORTO

Stephanie CABRERA^{1*}, Martha CUENCA², Marta QUICAZÁN³

RESUMEN

Con el propósito de generar una alternativa para agregar valor en la agroindustria de la guayaba (*Psidium guajava*) en Colombia, se efectuó pruebas para elaborar una bebida alcohólica. Se probó tres niveles de pulpa en el mosto inicial, manteniendo constante las demás condiciones experimentales. En las fermentaciones se empleó Uvaferm BC (*Saccharomyces cerevisiae bayanus*) y se efectuó seguimiento por mediciones de sólidos solubles (SS), pH y acidez titulable (AT). Se encontró que la cantidad de pulpa no influye significativamente en la velocidad de fermentación y que un bajo contenido de pulpa otorga el aporte sensorial típico de la fruta hacia la bebida presentando buena aceptación de consumo.

Palabras clave: *Saccharomyces cerevisiae sp. Bayanus*, *Psidium guajava*, fermentación, vino, guayaba.

ABSTRACT

In order to generate an alternative to add value in the colombian agribusiness of guava (*Psidium guajava*), tests were conducted to develop an alcoholic beverage. It was evaluated the fruit pulp content in the initial must alcoholic fermentation of three different pulp content musts, by keeping constant the other experimental conditions. In the fermentations were used Uvaferm BC (*Saccharomyces cerevisiae bayanus*) and were followed up by measurements of soluble solids (SS), pH, and titratable acidity (AT). It was found that the pulp content does not significantly influence on the fermentation rate and low pulp content gives the typical sensory input to the drink showing good consumer acceptance.

Keywords: *Sacharomyces cerevisiae sp. Bayanus*, *Psidium guajava*, fermentation, wine, guava.

INTRODUCCIÓN

En la última década, se ha estudiado la producción de vinos de frutas tropicales según el tipo de levadura utilizada y las propiedades específicas de las frutas en países como Brasi (1), Cuba (2), Ecuador(3), España (4). En Colombia, actualmente sólo se maneja a nivel empírico y artesanal. En este trabajo se evaluó el efecto del contenido inicial de pulpa de guayaba en el mosto de fermentación en la influencia en el rendimiento del proceso fermentativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fruta

Guayaba pera (Palmira ICA-I) en estado maduro adquirida en la plaza de Paloquemao de Bogotá. Se evaluó estado sanitario (NTC 1263), sólidos solubles de 7°Bx (NTC 4624), pH como 4,65, acidez titulable como 0,56% ácido cítrico (NTC 4623) y 12,4 de índice de madurez (NTC 1406).

¹ Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores Colciencias. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

² Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

³ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: scabrerap@unal.edu.co.

Preparación de mostos

Se evaluó tres niveles de relación en peso de pulpa (bajo, medio y alto), utilizando agua potable, pulpa, pH otorgado por la fruta y ajuste de sólidos solubles a 15°Bx con sacarosa comercial grado alimenticio, cumpliendo la NTC 708 (5). Se agregó 0,3g/l de fosfato ácido de amonio como nutriente (Panreac Química SAU). No hubo adición de agentes antimicrobianos. Se llevó a cabo pasterización a 80°C durante 5 min y enfriamiento en baño de agua.

Inóculo

Se activó el cultivo en el mosto para cada tratamiento, a 35°C por 30 minutos con una dosis de 0,3g/l de *Saccharomyces cerevisiae* sp, Bayanus, Uvaferm BC®, (Interenzimas). La diferencia de temperatura entre el inóculo y el mosto no fue mayor a 10°C.

Fermentación

Durante 8 días a 25°C, determinando pH, acidez titulable (AT) (6) y sólidos solubles (°Brix). Se midió por duplicado acidez volátil (6) y grado alcohólico (NTC 5113) (7) en el producto.

Por cromatografía de gases (AOAC.983.13) (Cromatógrafo Agilent 7890, columna Carbowax), se evaluó el perfil de algunos compuestos volátiles, alcoholes superiores y ácido acético.

Operaciones postfermentativas

Los sólidos precipitados se separaron por centrifugación a 4500 rpm y 5 min. Se detuvo la fermentación pasterizando a 60°C y 10 minutos, dejando los vinos en crianza en botella.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 1 y 2 presentan el avance de las fermentaciones con sólidos solubles, en gramos de azúcar/l de mosto, pH y acidez titulable. Se utilizó la expresión cinética (ecuación 1), correspondiente a la reacción de Gay Lussac, aproximación al mecanismo metabólico de glucólisis “Embden-Meyerhoff-Parnas”:

$$r_s = kS^n \quad \text{Ecuación 1.}$$

donde: *k* = constante cinética; *n* = orden de reacción; *S* = concentración de azúcares totales; *r_s* = velocidad de desaparición del sustrato.

Los datos obtenidos presentan relaciones lineales para el consumo del sustrato a lo largo del tiempo, S(t). La derivada de estas funciones es una constante, por lo cual el orden de reacción es cero, y *r_s* es independiente de S en las condiciones dadas en los experimentos. El ensayo con mayor contenido de pulpa es ligeramente más rápido, probablemente debido a un mayor aporte nutricional de la pulpa de la fruta y menor descenso en el pH, lo cual es favorable para la actividad de las levaduras (8).

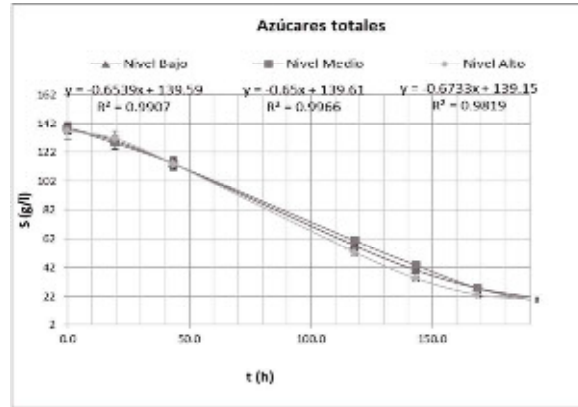


Figura 1. Avance de las fermentaciones, azúcares totales para cada nivel de contenido de pulpa.

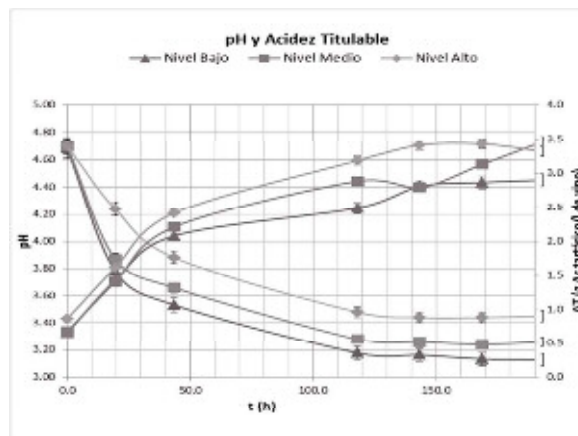


Figura 2. Avance de las fermentaciones, pH y Acidez titulable para cada nivel de contenido de pulpa.

La tabla 1 contiene los resultados promedio de la acidez volátil, grado alcohólico (4) y rendimiento observado del grado alcohólico respecto al azúcar consumido por cada 100 g de mosto. La acidez volátil es indicador de que las fermentaciones no tuvieron bacterias acéticas, y cumple el límite de 1.2g de Ác.acético/litro (6).

Tabla 1. Valor promedio de A.Volátil y °Alcohólico y rendimiento observado \pm 2s.

Nivel	Bajo	Medio	Alto
Acidez volátil (g Ac. Acético/l de vino)	0,56 \pm 0,02	0,51 \pm 0,04	0,54 \pm 0,03
°Alcohólico	6,5 \pm 0,2	6,7 \pm 0,16	6,8 \pm 0,2
Rendimiento (°alcohólico/azúcar consumido)	60,0%	60,1%	63,9%

El contenido de pulpa no es significativo en el grado alcohólico obtenido y el rendimiento observado. Sin embargo, el porcentaje de productividad de vino respecto al volumen de mosto inicial fue del 75% para el nivel bajo, del 70% para el medio y del 64% para el alto.

Por cromatografía de gases se identificó acetaldehído, acetato de etilo, metanol (inferior al 1mg/l requerido por la NTC 708), etanol, n-propanol, isobutanol, alcohol isoamílico, 1-hexanol y ácido acético. La figura 3 muestra un perfil representativo de los ensayos.

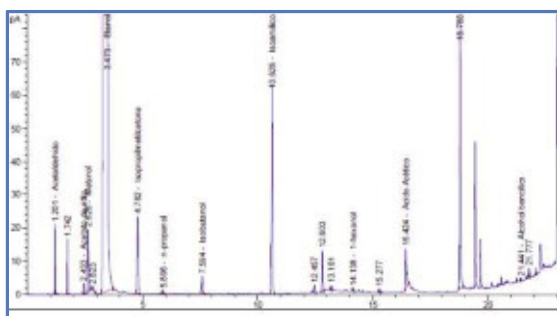


Figura 3. Perfil de compuestos volátiles en vino de guayaba.

CONCLUSIONES

A mayor contenido de pulpa mayor es el rendimiento alcohólico observado y la velocidad de fermentación, pero no hay una diferencia significativa entre los tres niveles. Un bajo contenido de pulpa presenta mayor porcentaje de productividad respecto a la cantidad inicial de mosto.

AGRADECIMIENTOS

A ICTA y al programa de Jóvenes Investigadores e Innovadores de Colciencias por el apoyo al proyecto “Evaluación del proceso de fermentación alcohólica en frutas tropicales utilizando células libres e inmovilizadas”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Duarte WF, Dias DR, Oliveira JM, Teixeira JA, de Almeida e Silva JB, Schwan RF. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabioba, jaboticaba and umbu. Food Sci Tech-LEB. 2010 Dec; 43 (10): 1564-1572.
- Pino JA, Queris O. Analysis of volatile compounds of mango wine. Food Chem. 2011 Apr; 125 (4): 1141-1146.
- Córdova IV. Comparación del comportamiento fermentativo de levadura de panificación y levaduras vínicas (Uvaferm CM, Lalvin EC 1118, Lalvin QA23) y sus efectos sobre la calidad de vinos de mora (*Rubus glaucus Benth*) [Tesis pregrado]. [Ambato, Ecuador]: Universidad Técnica de Ambato; 2010. 154p.
- Arozarena I. Tecnología para la elaboración de vinos de frutas. Pamplona, España. Universidad Técnica de Navarra; 2007, 97 p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 708. Bebidas alcohólicas. Vinos de frutas [CD-ROM]. Bogotá, ICONTEC: 2000; 6 p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 5114. Bebidas alcohólicas. Métodos para determinar la acidez y el pH. Methods [CD-ROM] Bogotá, ICONTEC: 2003; 9 p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 5113. Bebidas alcohólicas. Métodos para determinar el contenido de alcohol. Alcohol [CD-ROM]. Bogotá, ICONTEC: 2003; 8 p.
- Arozarena I. Fundamentos microbiológicos y bioquímicos de los procesos de vinificación. Pamplona, España: Universidad Técnica de Navarra; 2008. 101 p.

ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO TIPO PASTA UNTABLE EN CONSERVA A PARTIR DE HUEVAS DE ATÚN

DEVELOPMENT OF A PRESERVED SPREADABLE PRODUCT FROM ROE TUNA

ARTÍCULO CORTO

Angélica PELUFFO R.^{1*}, Angélica SILVA D.²

RESUMEN

Las Huevas de Atún son uno de los sub-productos del procesamiento industrial de este importante túnido, que son subvaloradas en nuestro país. En esta Investigación con el fin de darle importancia tecnológica y económica, se elaboró un producto tipo pasta untable, aplicando vapor de agua y secado como tratamientos de cocción. Los resultados indicaron que la cocción a través de secado presentó mejores características organolépticas y aceptación.

Palabras clave: huevas, pescado, conserva.

ABSTRACT

Roe tuna are one of the sub-products of industrial processing of this important fish, which are undervalued in our country. In this research to provide technological and economic importance, developed a spreadable type product, applying steam and drying as cooking treatments. The results indicated that the cooking through drying showed better organoleptic and acceptance.

Keywords: Roe, fish, preserve.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el Atún posee importancia económica por su producción industrial y su perfil exportador. Paralelamente dentro del proceso tecnológico del Atún se generan sub-productos como cabezas, colas, espinas, vísceras - huevas, utilizados como alimentos para animales, en harinas de pescado y en platos culinarios a bajo costo, perdiendo el potencial nutricional, productivo y económico que éstas poseen (1). Este estudio permite evaluar las huevas de Atún y su procesamiento tecnológico con el fin de aprovecharlas en la elaboración de un producto de importancia económica y nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las huevas de Atún utilizadas como materia prima en este trabajo fue suministrada por una planta

procesadora de Atún de la ciudad de Cartagena, su procesamiento se realizó en la Planta Piloto Pesquera de Taganga de la Universidad del Magdalena (PPPT). Éstas fueron analizadas en su composición por el laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena, y la evaluación microbiológica se realizó en el laboratorio de control de calidad de la planta procesadora que suministró la materia prima.

Proceso Tecnológico

Las huevas de Atún fueron lavadas con agua potable a 4°C, después sometidas a descongelación bajo refrigeración. Luego, se desodorizaron por inmersión en salmuera al 3% de NaCl y solución a 2 ppm de Cloro, durante 30 min a 6°C (2). Después se realizó el proceso de curado durante 24 h a 4°C mediante inmersión en una salmuera (3-5) (ver tabla 1).

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad del Atlántico. Kilómetro 7. Antigua vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia.

² Centro Internacional Náutico Fluvial y Portuario. SENA Regional Bolívar. Km 4, Vía a Mamonal. Cartagena, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: angelicapeluffo@mail.uniatlantico.edu.co

Tabla 1. Formulación salmuera de curado.

Salmuera de Curado	%
Huevas	78,00
Agua	20,00
Sal	0,30
Condimento Jamón	0,30
Mezcla Salmuera Universal	1,00
Nitral	0,20
Ácido Ascórbico	0,19
Humo Líquido	0,01

Cocción

Las huevas curadas fueron sometidas a cocción según el tratamiento a aplicar:

Cocida: con vapor de agua durante 3 horas.

Seca: secado en horno a 100°C durante 10 horas.

El producto cocido se sometió a molienda en molino de disco y se mezcló con los ingredientes y especias en el Cutter hasta obtener la pasta untable de Atún (6) (ver tabla 2). Seguido se envasó en frascos de vidrio, se llevó al autoclave a 15Psi (7), se etiquetó, y empacó en cajas de cartón para almacenar a temperatura ambiente máximo por 6 meses.

Tabla 2. Formulación pasta untable de huevas de Atún Cocida y pasta untable de huevas de Atún Seca.

Tratamiento de Cocción	Cocida	Seca
Ingredientes	%	%
Huevas de Atún	73,0	58,0
Margarina	15,0	23,0
Aceite	3,7	12,1
Ajo	3,0	2,0
Curry en polvo	0,4	0,2
Pimienta	0,3	0,1
Almidón modificado	1,0	1,0
Lecitina de Soya	1,0	1,0
Glutamato monosódico	0,5	0,5
Color	2,0	2,0
Ácido ascórbico	0,1	0,1

Evaluación sensorial

Se aplicó la prueba de preferencia con un 5% de significancia a las dos formulaciones a evaluar. Se utilizó 50 jueces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bromatológico de la materia prima huevas de Atún arrojó un alto porcentaje en proteínas y grasas en comparación con huevas de pescado (ver tabla 3). En la elaboración de la pasta

tipo untable a partir de las huevas de Atún se determinó que el lavado y curado permite disminuir el fuerte sabor y olor a pescado propio de las huevas de atún. El rendimiento en masa fue mayor en la pasta tipo untable cocida con 49% a diferencia de la pasta tipo untable seca que rindió en un 36%. Del análisis organoléptico se obtiene que el producto final cocido fue granuloso y de color más claro que la pasta tipo untable seca la cual presentó textura más homogénea y color más oscuro y agradable. El sabor y olor en ambos fueron característicos de este producto. En la evaluación sensorial de los dos productos los jueces señalaron que la pasta tipo untable seca es más suave y de mejor apariencia que la pasta cocida la cual fue rechazada principalmente por su textura granulosa. A través del proceso de secado en la cocción se favorece la molienda que reduce la granulosis propia de las huevas de atún, obteniéndose mejor textura.

Tabla 3. Composición de materia prima huevas de atún y huevas de pescado.

Composición Química	Huevas de Atún %*	Huevas de Pescado	
		1	2
Humedad	67,08	73,9	69,0
Proteínas	22,00	24,3	20,9
Grasa	8,42	1,8	3,8
Cenizas	2,50	--	--

* Laboratorio de química. Universidad del Magdalena.

¹ Sociedad Española de Hipertensión (8).

² Muñoz *et al.*, 2002 (9).

CONCLUSIÓN

Las huevas de atún como materia prima permiten su aprovechamiento tecnológico y económico por medio de la elaboración producto tipo pasta untable en conserva. Obteniéndose en el tratamiento de cocción por secado un producto con propiedades sensoriales de mayor aceptación a diferencia del producto cocido con vapor de agua.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Freddy Escamilla Marrugo por su orientación. Al Ing. Omar Carreño, Ing. Ruby Corvacho, Ing. Víctor Márquez, del Centro de Desarrollo Acuícola y Pesquero de Taganga de la Universidad del Magdalena por su apoyo, instrucción y acompañamiento en el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kizevetter I. Tecnología de elaboración de la materia prima hidrobiológica. Moscú, Rusia: Industria alimenticia; 1976. 70-73 p.
2. Hall G, Ahmad N. Tecnología del procesado del pescado. Zaragoza, España: Acribia S.A.; 2001. 88 p.
3. Stansby ME. Productos pesqueros curados. Tecnología de la industria pesquera. Zaragoza, España: Acribia S.A.; 1978. 373-379 p.
4. Programa de Ingeniería Pesquera. Fundamentos técnicos relacionados con el procesamiento de "Jamón de Pescado". Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena; 2000. p. 29.
5. Madrid A, Madrid R. Tecnología del pescado y productos derivados. Madrid, España: Ediciones AMV; 1994. 273 p.
6. De la Hoz Vizcaino N. Elaboración de paté con pulpa de pescado Bonito (*Euthynnus alleteratus*), Cojino (*Caranx crysos*) con su evaluación nutricional y sensorial. [Trabajo de pregrado]. [Barranquilla, Colombia]: Universidad Metropolitana; 1999. 114 p.
7. Lurhoff W, Meyer V. El pescado y los productos de la pesca. Segunda edición. Zaragoza, España: Acribia; 1985. 342 p.
8. Sociedad Española de Hipertensión. Composición nutritiva Huevas de Pescado [Internet]. Madrid, España. Sociedad Española de Hipertensión. [citado 21 de febrero de 2003]. Disponible en: <http://www.sch-lelha.org/horus/alimento.exe>.
9. Muñoz M, Ledesma JA. Los Alimentos y sus nutrientes: tablas de valor nutritivo de alimentos. México: McGraw-Hill Interamericana; 2002. 202 p.

CIDUA

Centro de Documentación e Información de Medicamentos,
Alimentos, Cosméticos y Productos Naturales
Teléfono: 2195455

Correo electrónico: cidua@farmacia.udea.edu.co; cidua1@gmail.com

ACTIVIDADES

VIERNES DEL CIDUA: "Un espacio de los estudiantes, para los estudiantes": un grupo humano se reúne para establecer lazos de comunicación entorno a un conocimiento y a la vez se adquiere formación sobre un tema específico.

CONSULTA TELEFÓNICA: Servicio dirigido a la comunidad en general, para orientar e informar acerca del uso y consumo de medicamentos o dudas referentes a las temáticas en las cuales se especializa el Centro. El usuario plantea a los auxiliares la inquietud; esta solicitud se remite a profesionales especializados en dichas temáticas quienes dan respuesta de manera ágil y oportuna a la inquietud planteada por el usuario entre tres o cinco días hábiles. El servicio se ofrece de lunes a viernes durante el horario de atención (8:00 am. a 6:00 pm.)

CONSULTA EN SALA: Acceso y consulta a los diferentes materiales bibliográficos del Centro. Este servicio es utilizado en su mayoría por los estudiantes de las áreas de formación de la Facultad de Química Farmacéutica quienes tienen la posibilidad de disponer del espacio para consultar sus propios materiales y para solicitar otras referencias bibliográficas que pueden ampliar sus campos de estudio.

SERVICIO ORIENTACION AL USUARIO: Asesoría personalizada que se brinda al usuario en la búsqueda y selección de la información de su interés y en la utilización de los recursos y servicios que ofrece el Centro de Documentación. El fondo documental del CIDUA es cerrado, por tanto existen unas estrategias de búsqueda (Opac) y auxiliares que le colaborarán para ayudar a la recuperación de la información y así prestar un servicio oportuno y satisfacer las necesidades informáticas del usuario.

CIRCULACIÓN Y PRÉSTAMO: El usuario podrá retirar en calidad de préstamo y por un tiempo determinado material bibliográfico disponible en el Centro de Documentación. Este servicio se presta especialmente a la comunidad académica de la Universidad de Antioquia y para los usuarios de instituciones con las cuales el Sistema de Bibliotecas tenga convenios de préstamo interbibliotecario.

PRÉSTAMO INTERBLIOTECARIO O INTERUNIVERSITARIO: Programa de cooperación bibliotecaria, a través de convenios para acceder a documentos de otros fondos documentales que la unidad que tramita la petición no posee. Este servicio atiende las peticiones de sus usuarios internos a quien les da una carta de autorización para que tramiten ante la biblioteca que tiene el material de su interés (temáticas comunes).

SERVICIO DE ALERTA: Permite informar al usuario acerca de las novedades bibliográficas adquiridas por el centro de Información y Documentación, a través de un boletín electrónico que estará montado en la página del CIDUA para consulta de toda la comunidad académica y se enviara oportunamente al correo electrónico de los docentes de la Facultad de Química Farmacéutica.

BIBLIOGRAFIA ESPECIALIZADA: Consiste en realizar una búsqueda bibliográfica de un tema específico de acuerdo al interés del usuario. Esta búsqueda se realiza en los diferentes materiales con los cuales cuenta el CIDUA y se presta a cualquier usuario que solicite el servicio. La bibliografía realizada es enviada al correo electrónico o puede entregarse al usuario personalmente.

SEMILLAS DE BOROJÓ (*Borojoa patinoi Cuatrec*) Y SU POTENCIAL APROVECHAMIENTO EN LA ELABORACIÓN DE UNA INFUSIÓN

BOROJO SEEDS (*Borojoa patinoi Cuatrec*) AND ITS POTENTIAL USE OF AN INFUSION PREPARATION

ARTÍCULO CORTO

Lina VÉLEZ A.^{1*}, Gustavo HINCAPIÉ LL.¹, Claudia RESTREPO F.², Sandra ADARVE E.², Sergio PÁEZ S.¹, Juan PALACIO P.¹

RESUMEN

Se evaluó diferentes condiciones de tostión de la semilla de borojón (*Borojoa patinoi Cuatrec*) a diferentes condiciones, estableciéndose como condición ideal la tostada a 200°C por 40 min. Se analizó su composición proximal, dando importantes contenidos de fibra insolubles y de cafeína despreciables. La semilla tostada y molida se comparó con las características dadas para el café obteniéndose un grado de tostión clasificado como “muy oscuro” y una granulometría denominada “fina”, definida por determinación de textura y colorimetría. Finalmente, se preparó una infusión estableciendo como relación de mejor perfil de sabor la de 7 gramos en 100 ml de agua.

Palabras clave: semillas, borojón, tostado, infusión.

ABSTRACT

Different borojo (*Borojoa patinoi Cuatrec*) seeds toasting conditions were evaluated, establishing an ideal toasting process at 200° C for 40 min. The proximate analysis showed important insoluble fiber content and very low caffeine content. Ground toasted seed was compared with coffee characteristics, obtaining a toasted grade defined as “very dark” and a particle size classified as “fine”, determined by colorimetric and texture analysis. Finally and infusion was prepared establishing the best flavor profile the one with 7 grams in 100 ml of water.

Keywords: seeds, borojón, toast, tea.

INTRODUCCIÓN

El borojón pertenece a la familia Rubiaceae, de él se conoce especies como *Borojoa patinoi Cuatrec* y *Borojoa sorbilis Cuatrec*. En Colombia se produce principalmente en el pacífico colombiano. El 88% del fruto es pulpa y el 12% es semillas y cáscara (1, 2). Se le atribuyen múltiples beneficios para la salud, por su composición (3). Es considerado como una especie promisoría, exótica y susceptible de pertenecer a los Novel Foods, ya que permanece silvestre o semisilvestre; además, su domesticación,

industrialización, encadenamiento de valor y desarrollo agronómico son incipientes (4).

La Universidad Pontificia Bolivariana, la Fundación INTAL y CIDELPA S.A.; basándose en trabajos realizados en la obtención de bebidas a base de pulpa de borojón, decidieron caracterizar las semillas y evaluar su potencial utilización en la preparación de una infusión. El estudio consistió en establecer las condiciones de tostión, caracterizar la composición, la textura, color y definir la relación de preparación de una infusión con la semilla tostada y molida; comparando con normatividad para café granulado.

¹ Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

² Fundación INTAL, Medellín, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lina.velez@upb.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones de la tostión

Las semillas secas descascarilladas de borojó, suministradas por CIDELPA S.A., Chocó, fueron tostadas en horno eléctrico de convección forzada, estableciendo las variables de estudios previos realizados para café tostado (5) (ver tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental para definir la condición de tostión.

Factor	Niveles			Variables Respuesta	
	150	180	200	Sensoriales	Físico químicos
Temperatura (°C)					
Tiempo (minutos)	90		40	Sabor, cuerpo y calidad general NTC 5328, NTC 4883 (6, 7)	Textura Grado de tostión

Caracterización de la semilla tostada

Se realizó aplicando metodología AOAC y ASTM, HPLC.

Análisis y pruebas a semilla tostada

Para la determinación de textura se utilizó un texturómetro TA-XT con celda de carga de 50 Kg en prueba de compresión simple, sonda de acero inoxidable de 4 mm de diámetro, velocidad (2 mm/s), distancia de compresión (2 mm). El grado de tostión se definió por reflectancia, a través de un espectrocolorímetro. El parámetro (L^*) determina el grado de tostión y se corrigió de acuerdo a granulometría según la NTC 2442 (8).

Reducción de tamaño y granulometría

Las semillas fueron procesadas en un molino de cuchillas. Se tamizó en un equipo Retsch AS200 por 10 min con amplitud de vibración de 2 mm/g, empleando tamices certificados de mallas: 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, y 100.

Determinación de la relación de preparación de la infusión

Se evaluó las características sensoriales relacionadas en la tabla 1. La prueba se realizó partiendo de tres relaciones de 5, 7 y 9 g de grano tostado y molido por cada 100 ml de agua caliente (55°C); la bebida obtenida se calificó según la NTC 5328 (6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización

Las semillas tostadas presentaron 2,32% de humedad, 3,33% de extracto etéreo, 2,22% de cenizas. Se estableció un contenido del 64,75% de hemicelulosa del total de fibra bruta (27,28%). Asimismo, los niveles de cafeína obtenidos fueron despreciables (0,459 mg/L) comparados con niveles de café (229,57 mg/L). El análisis elemental arrojó valores para el carbono de 41,89%, hidrógeno 5,09%; nitrógeno 1,95% y azufre de 0,5%.

Establecimiento del grado de tostión

La muestra a 200°C requirió menos fuerza para la fractura, es menos dura y cohesiva. El tiempo y temperatura de tostión influye en la dureza, aumentando la fragilidad y la facilidad para la molienda (9) (ver tabla 2).

Tabla 2. Resultados promedio prueba de dureza para la semilla tostada.

Temperatura	Tiempo (minutos)	Dureza Kg- fuerza (n = 9)
150°C	90	26,35
180°C	40	28,16
200°C	40	7,48

Prueba colorimétrica para la semilla tostada seleccionada por la textura

En el espacio cromático la semilla se encuentra con mayor proximidad al rojo. La luminosidad ($L^* = 31,14$) se ubica con mayor tendencia hacia el negro, lo que se corroboró al calcular el valor de la luminosidad corregida (L^*_c) de 13,91, pudiéndose establecer el grado de tostión como "Muy oscuro" (9). La intensidad ($C^* = 5,21$) presentó un color intenso cercano al eje de luminosidad.

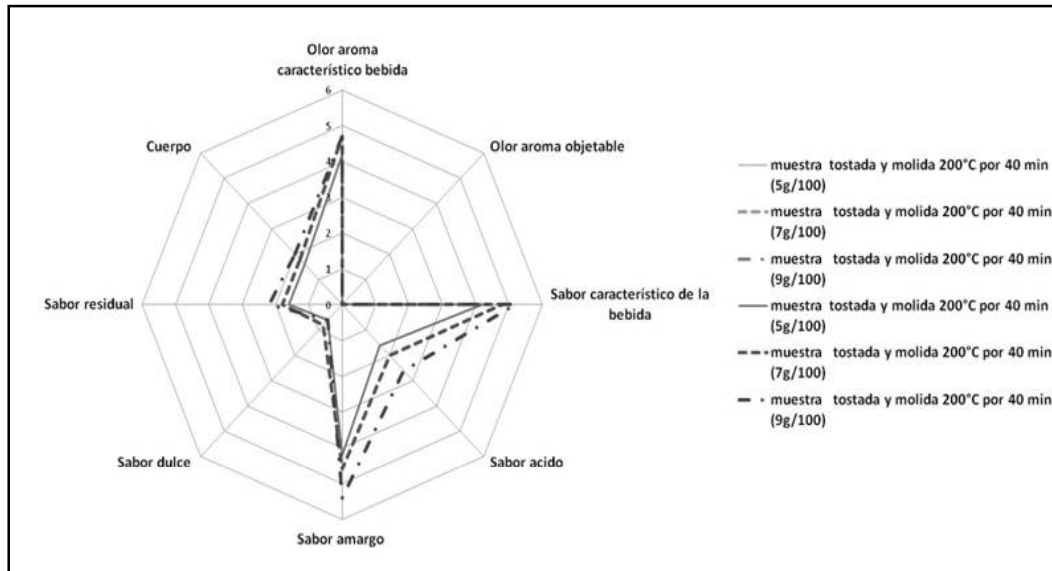
Reducción de tamaño y granulometría

La mayor retención de partículas se presentó en las mallas #20, #30, #40 y #50, con un 83,54% retenido del total analizado. La malla con mayor retención fue la #40 con 26,21%. Al ajustar los resultados se obtuvo un 43,77% de partículas finas, el 20,45% con granulometría media y 19,32% gruesa (7, 9).

Determinación de la relación de preparación de la infusión

La gráfica 1 muestra las intensidades de los descriptores evaluados para cada una de las muestras; la bebida preparada con 7 gramos por cada 100 mL

de agua fue calificada por el 80% de los jueces como de calidad alta, dando así la relación de preparación a sugerir en la infusión. Esto se asemeja a la relación de preparación recomendada para café: 13 g. en 240 mL de agua.



Gráfica 1. Comparativo de las intensidades de los descriptores para semilla de borjón tostada y molida en tres relaciones de preparación.

CONCLUSION

La semilla tostada y molida proveniente del borjón tiene las condiciones de textura, color y sensoriales propias para la obtención de una bebida tipo infusión. La infusión seleccionada como de mejores características sensoriales corresponde a la que se preparó con 7 g de semilla tostada y molida con 100 ml de agua a 55°C. Partiendo de un grano tostado a 200°C por 40 min, ya que presenta condiciones similares a las de la semilla de café tostado y molido.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a IICA, a la Fundación INTAL y a CIDELPA S.A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mejía, M. Borjón. Fruta Ecuatorial Colombiana. Bogotá, Colombia: Colombia Amazónica. 1(4): 89-106.
- Gobernación de Antioquia. El borjón [en línea]. [Citado 2011 Feb 2]. Disponible en: http://www.nutriward.com/images/Borjón_Manual1.pdf
- Mosquera LH, Moraga G, Martínez-Navarrete N. Effect of maltodextrin on the stability of freeze-dried borjón (*Borjón patinoi* Cuatrec.) powder. J Food Eng. 2010 Mar; 97 (1): 72-78.
- Sanchez-Ramirez J, Anaya I, Vizcarra M, Gutiérrez G, Santiago T. Estudio de la hidrodinámica del café tostado (*coffea arabica* L.) en lecho fluidizado. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 2007; 6 (2): 185 -192.
- Granados R, Jorge H. Análisis del impacto en Colombia de la implementación de la regulación europea para Novel Foods [internet]. Bogotá, Colombia: Grupo interinstitucional de novel foods; 2006. [Citado 2011 Mar 10]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/14236825/ANALISIS-IMPACTO-EN-COLOMBIA-REGULACION-EUROPEA-NOVEL-FOODS>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 5328. Análisis sensorial. Directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativas. Bogotá, INCONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 3566. Café verde. Preparación de muestras para uso en análisis sensorial. Bogotá, INCONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 2442. (Segunda actualización). Café tostado y molido. Determinación del grado de tostión. Bogotá, INCONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 3534. Café tostado en grano – molido. Bogotá, INCONTEC.

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE ALMIDÓN FERMENTADO DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza*)

PHYSICAL CHEMICAL CHARACTERIZATION AND OBTENTION OF ARRACACHA STARCH (*Arracacia xanthorrhiza*)

ARTÍCULO CORTO

Mayra A. ADARVE-COBO^{1*}, Luis M. MEJIA-GIRALDO¹

RESUMEN

Se realizó una caracterización físico-química al almidón de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), después de transcurrido un proceso de fermentación natural. Se empleó para este trabajo almidón nativo de arracacha, el cual fue obtenido de forma convencional en laboratorio y se determinó las características químicas de éste, determinando niveles de proteína, azúcares disponibles, humedad y amilosa. Este almidón posee características típicas de un patrón de tipo B encontrando una reducción significativa de éstos, dando como resultado un almidón de patrón tipo B con bajos niveles de amilosa y características químicas importantes en la nutrición.

Palabras clave: arracacha, almidón, fermentación, amilosa, microorganismos.

ABSTRACT

Was performed physical-chemical characterization of arracacha starch (*Arracacia xanthorrhiza*) after the expiry of a natural fermentation process. Was used for this work arracacha native starch, which was obtained in a conventional manner in the laboratory chemical characteristics were determined from this, determining protein levels, available sugars, moisture and amylose starch that has typical features of a pattern of type B. Finding an initial chemical characteristics of these significant reduction, resulting in a pattern starch type B with low levels of amylose and chemical characteristics important in nutrition.

Keywords: Arracacha, starch, fermentation, amylose, microorganisms.

INTRODUCCIÓN

La Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) es un tubérculo que se produce en los valles interandinos del país, siendo importante en la alimentación por la fácil digestión de sus almidones y por ser rica en calcio, fósforo, hierro, niacina, vitamina A, piridoxina-B6, riboflavina-B2, ácido ascórbico, proteínas, fibras y carbohidratos; características que le otorgan un potencial alimentario y económico (1). El cultivo de la arracacha en Colombia se encuentra ampliamente difundido en las cordilleras andinas y en alturas comprendidas entre los 1.500 y 2.500 m sobre el nivel del mar. De acuerdo con las esta-

dísticas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el área sembrada de arracacha en Colombia en el año 2010 fue de 5,987 hectáreas en diferentes regiones (2).

Hoy en día, la industria se halla en búsqueda de almidones nativos que presenten ciertas propiedades específicas de tolerancia a diferentes tratamientos industriales estresantes que deterioran la estructura del gel de almidón, por ejemplo: resistencia a un pH de 2,4 durante un período de uno a dos meses (concentrado de tomates); resistencia a una esterilización de dos horas a 121°C (norma de alimentos para bebés); congelación a -20°C (productos congelados) (3). En Colombia se dispone casi exclusivamente de

¹ Programa Ingeniería Agroindustrial. Grupo GIDA. Universidad La Gran Colombia. Armenia, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mairita-aleja1519@hotmail.com

almidón agrio de yuca, cuya extracción se realiza de una forma artesanal en pequeñas “ralladerías” la mayoría de éstas se encuentra al norte del departamento del Cauca, donde existe más de 200 unidades dedicada a esta producción (4).

MATERIALES Y MÉTODOS

En la primera fase de la investigación se realizó una caracterización fisicoquímica al almidón determinando proteína, amilosa, azúcares disponibles, y humedad con el fin de establecer las condiciones iniciales del almidón de arracacha (*Arracacia xianthoriza*).

El proceso de fermentación, se inició seguido de la obtención del almidón, obviando el proceso de secado, se colocó en cantidades iguales (10 g) en frascos de vidrio cubriéndolos con agua potable con 20 ml. Esta mezcla se dejó a temperatura ambiente entre 20 y 28°C, sin agitación, dejando que ocurriera un proceso de fermentación natural durante 4 semanas, en esta etapa se tuvo un control de pH, nivel de amilosa, mesófilos, mohos y levaduras.

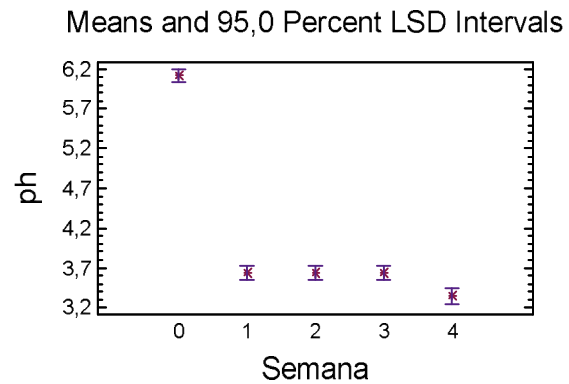
Trascurrido el tiempo de fermentación se procedió a realizar los análisis químicos y físicos al almidón fermentado de arracacha (*Arracacia xianthoriza*) determinando proteína, amilosa, azúcares disponibles, y humedad; además se realizó un análisis de difracción de rayos x (DRX), con el fin de observar el nivel de cristalinidad de el almidón obtenido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las raíces de arracacha presentaron un rendimiento del 12,48 % en almidón, lo cual genera un 87,51% en mermas que se clasifican el afrecho y cascara removida. El análisis químico al almidón de arracacha (*Arracacia xianthoriza*) realizado determinó su contenido de humedad, proteína, azúcares disponibles y contenido de amilosa. Dando a conocer la composición de la materia prima y de estandarización del proceso de obtención de almidón.

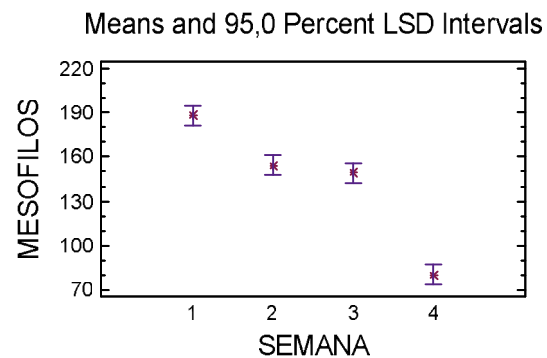
Con el producto obtenido se realizó control de pH, mesófilos, mohos y levaduras y nivel de amilosa una vez por semana, todos los datos fueron consignados y analizados estadísticamente.

La fermentación del almidón agrio de yuca finaliza cuando los niveles de pH alcanzan niveles de 3,5 - 4,0 (1), para el caso de nuestra fermentación se observa que en la cuarta semana los niveles de pH en el almidón oscilaban entre 3,4 - 3,63 lo cual indicó el término de la fermentación.



Gráfica 1. Variación del almidón de arracacha durante el periodo de fermentación.

Al inicio de la fermentación los niveles de mesófilos oscilaban entre $2,51E4$ - $1,27E5$, trascurridas las semanas estos niveles fueron reduciendo notoriamente hasta un nivel de $9,00E3$ - $7,00E4$; esto puede ocurrir simplemente por el ciclo de vida normal de los microorganismos, por el agotamiento del medio o por la presencia de otra clase de microorganismos lo cual generara una competencia de supervivencia.

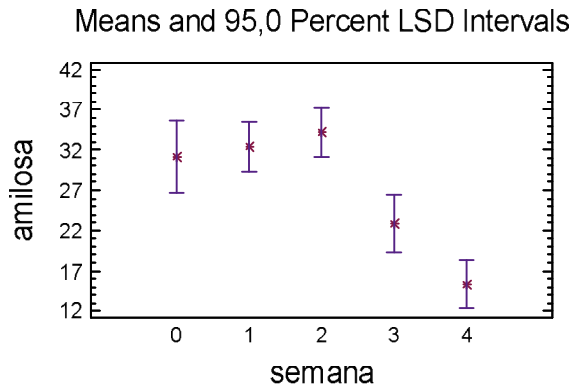


Gráfica 2. Recuento de mesófilos aerobios.

Los niveles de mohos y levaduras tuvieron un aumento en las últimas semanas, ya que los mohos poseen una gran capacidad de adaptación a las condiciones del medio circundante tales como niveles de acidez altos, que se pueden encontrar en pH desde 2 hasta valores de 9; podemos decir que mientras los niveles de bacterias mesófilas descendían debido a los bajos niveles de pH en las últimas semanas de fermentación, por otro lado, los mohos y levaduras lograron adaptarse y aumentar su población.

Los niveles de amilosa iniciales eran de 31,31%, trascurrida la fermentación esta tuvo un descenso significativo 18,47% lo cual se debe a la acción de

degradación de las estructuras del almidón por parte de los microorganismos presentes, en la siguiente gráfica podemos observar que el descenso más marcado se presenta en las dos últimas semanas, en las cuales se evidenció de igual forma el incremento en la población de mohos y levaduras los cuales tuvieron que ejercer acción sobre estas estructuras para su degradación.



Gráfica 4. Nivel de amilosa durante la fermentación.

En el almidón fermentado de arracacha se encuentra que los niveles de proteína son de 0,31 -0,44% lo cual indica que éste no varía significativamente con respecto al almidón nativo de arracacha. Los niveles de azúcares disponibles en este almidón fermentado se reducen a un 15,39% esto se debe a la acción metabólica realizada por los microorganismos presentes al momento de la fermentación (1), al describir cambios que sufre el almidón agrío

de yuca y su comportamiento químico los cuales por la acción microbiana reducen sus niveles, en su gran mayoría los carbohidratos disponibles.

CONCLUSIONES

Los niveles de amilosa después del proceso de fermentación se redujeron hasta un 18,47%, producto del proceso de la degradación que sufrió el almidón por la acción de los microorganismos y por las enzimas y ácidos producidos por éstos; denotando un posible proceso de destrucción en las estructuras, modificando directamente la parte ramificada del almidón. El contenido de carbohidratos o azúcares disponibles tuvieron una reducción, pasando de 29,09% a 18,47%, lo cual es algo normal en un proceso de fermentación, ya que éstos son la principal fuente de consumo energético de los microorganismos que intervinieron en el proceso de fermentación; la fracción restante corresponden a estructuras más complejas de difícil degradación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alarcon DD. Almidon agrío de yuca en Colombia . La yuca en el tercer milenio. Capítulo 26. 1998. 502 p.
2. Rendón-Villalobos R, Bello L, Osorio P, Tovar J, Paredes O. Effect of storage time on in vitro digestibility and resistant starch content in nixtamal, masa and tortilla. Cereal Chem. 2002 May-Jun; 79 (3): 340-344.
3. Julio E. Amaya R. Arracacha (Arracacha xianthorrhiza); Trujillo-La libertad Perú: Gobierno Regional de la Libertad; 2006. 15p.
4. Rodríguez-Borray HR. La harina de arracacha (Arracacia xanthorrhiza). Manual técnico para su elaboración. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2003. 28 p.

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL Y REOLÓGICA DE YOGURT CON CARAMBOLO (*AVERROHA CARAMBOLA*) Y STEVIA (*REBAUDIANA BERTONI*)

CHEMICAL, SENSORY, RHEOLOGICAL EVALUATION OF YOGURT WITH CARAMBOLO (*AVERROHA CARAMBOLA*) AND STEVIA (*REBAUDIANA BERTONI*)

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA-HUERTAS^{1*}, Aura M. RIVEROS¹, Jennifer A. GARCÍA¹, Camila MONTAÑEZ¹

RESUMEN

Hoy en día el consumidor busca alternativas naturales para consumo que le proporcionen beneficios para la salud a través de la innovación de productos como la adición de componentes y/o remplazo de sustituyentes (sacarosa); tal es el caso del fruto carambolo y la stevia, respectivamente. Por lo anterior, es posible elaborar un yogurt con carambolo y sustituir la sacarosa por stevia como agente endulzante? Los resultados indicaron que la utilización de concentraciones altas de carambolo sensorialmente no tuvo aceptabilidad entre los panelistas; sin embargo, en concentraciones bajas el yogurt tuvo buena aceptabilidad. Los análisis fisicoquímicos como el pH y la acidez indicaron actividad de las bacterias ácido lácticas por la presencia de stevia y carambolo; los valores de sinéresis disminuyeron al utilizar carambolo; finalmente el comportamiento reológico mostró un fluido no newtoniano. La utilización de carambolo a bajas concentraciones y utilizando stevia como endulzante en remplazo de sacarosa tuvo resultados aceptables para su posible industrialización.

Palabras clave: yogurt, carambolo, stevia, concentraciones, evaluación.

ABSTRACT

Today consumers are looking for natural alternatives to consumption that provide health benefits through product innovation as the addition of components and / or replacement of substituents (sucrose), as in the case of carambolo fruit and stevia respectively . Therefore it is possible to produce a yogurt with carambolo and replace sucrose as a sweetening agent stevia? The results indicated that the use of high concentrations of star fruit had no sensory acceptability among the panelists, but at low concentrations yogurt had good acceptability. The physicochemical analysis such as pH and acidity indicated activity of lactic acid bacteria for the presence of stevia and carambolo; syneresis values decreased by using the rheological behavior carambolo finally showed a non-Newtonian fluids. The use of carambolo at low concentrations and using stevia sweetener replacement as sucrose had acceptable results for possible industrialization.

Keywords: Yogurt, carambolo, stevia, concentrations, evaluation.

INTRODUCCIÓN

Una de las frutas exóticas con buenas características organolépticas (sabor, aroma, color) es el carambolo, cuyo cultivo se ha adaptado a climas tropicales. El carambolo en estado fresco tiene un

sabor ácido que dificulta su consumo en forma directa; sin embargo, se comporta muy bien procesado bajo diversas modalidades. En los últimos años, la tendencia de los consumidores se dirige al consumo de productos naturales y en lo posible con menor cantidad de azúcar (1). El objetivo de este trabajo

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

fue determinar el efecto de la adición de carambolo y stevia en un yogurt, evaluando las características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

La leche entera líquida (pasteurizada), leche en polvo, el cultivo iniciador, stevia (en polvo) y carambolo fueron adquiridos en el mercado local de marca reconocida

Métodos

Se realizó a las tres muestras análisis de pH y sinéresis AOAC/90 (2) los días 1, 2, 3, 6 y 7; igualmente, se realizó una evaluación sensorial con panelistas no entrenados el día 5 y finalmente, se realizó un estudio reológico (3).

Preparación de carambolo

Se lavó, se retiró las puntas y se sometió a tratamiento térmico (70°C) durante 15 minutos, se trituró y licuó con leche y stevia y se añadió al resto de leche para la elaboración de yogurt según el tratamiento.

Elaboración de yogurt

Se calentó la leche hasta 45°C, se adicionó 3% de leche en polvo, cultivo liofilizado y 0,6% de stevia, se homogenizó y se dividió en tres partes: la primera fue el control (C), la segunda con adición del 20% de carambolo (concentración 1, C-1) y la tercera con adición del 45% de carambolo (concentración 2, C-2). Los tres tratamientos fueron homogeneizados y llevados a 45°C en una incubadora hasta pH 4,6, fueron empacados en recipientes de plástico y refrigerados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímico

En la tabla 1 disminuyó los valores de pH durante la refrigeración, este comportamiento es similar al observado por Lubbers *et al.*, 2004 (4), lo anterior puede explicarse por la producción de ácido láctico durante condiciones de refrigeración (5). Además, el carambolo estimuló la disminución de pH para ambas concentraciones y la stevia tuvo efecto marcado en el yogurt control. En la tabla 2 se observa que las muestras que contenían carambolo disminuyeron los porcentajes de sinéresis.

Tabla 1. Comportamiento de pH durante 7 días.

pH	Día	1	2	3	4	5	6	7
	C	4,3	4,2	4,1	4	3,9	3,6	3,6
	C ₁	4,6	4,4	4,2	4,1	4	4	4,0
	C ₂	4,6	4,4	4,5	4,3	4	3,9	3,9

Tabla 2. Comportamiento de sinéresis para los tres tratamientos.

Día	Y.C	Y.C.C ₁	Y.C.C ₂
1	20%	23%	23%
3	25%	13%	22%
4	27%	16%	23%
5	28%	19%	25%
6	29%	22%	25%
7	33%	20%	20%

Y.C = Yogurt control.

Y.C.C₁ = Yogurt carambolo concentración 1

Y.C.C₂ = Yogurt carambolo concentración 2

Evaluación sensorial

La tabla 3 detalla las calificaciones de los panelistas, las mejores calificaciones fueron para el yogurt control; sin embargo, de las concentraciones la que mejor tuvo preferencia fue la concentración 1; se resalta la consistencia, color y sabor.

Tabla 3. Evaluación sensorial de yogurt con carambolo y yogurt control.

	Consistencia	Color	Aroma	Sabor	Aceptación global
C	4,45	4	4,2	4,4	4,3
C ₁	4,3	3,7	4,1	3,3	3,4
C ₂	3,4	4	3,3	2,7	3,1

Me disgusta mucho (1), me disgusta moderadamente (2), no me gusta ni me disgusta (3); me gusta moderadamente (4), me gusta mucho (5).

Comportamiento reológico

Se muestra, en la figura 1, que la concentración 1 y concentración 2 tuvieron comportamiento

reológicos similares; sin embargo, las tres muestras tuvieron comportamiento no newtoniano.

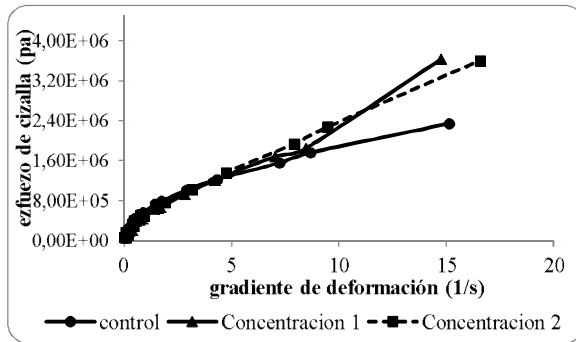


Figura 1. Reograma para las tres muestras de yogurt.

CONCLUSIONES

La utilización carambolo en la elaboración de yogurt es viable; sin embargo, esta fruta debe

utilizarse en concentraciones bajas para su aceptabilidad; la stevia, en remplazo total de sacarosa, no tuvo diferencias organolépticas entre los panelistas. Los valores de sinéresis disminuyeron al utilizar carambolo. El estudio reológico mostró que las muestras de yogurt tuvieron un comportamiento no newtoniano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salazar L, Guevara A. Obtención de carambola (*Averrhoa carambola L.*) deshidratada por osmosis. Revista Ingeniería UC; 2002; 9 (1): 1-15.
2. AOAC International, Peer-Verified Methods Program. Manual on policies and procedures. Arlington, USA: AOAC International; 1993.
3. Singh G, Muthukurappan K. Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt. Food Sci Technol-LEB, 2008; 41 (7): 1145-1152.
4. Lubbers S, Decourcelle N, Vallet N, Guichard E. Flavor release and rheology behaviour of strawberry fat-free stirred yogurt during storage. J Agr Food Chem. 2004; 52 (10): 3077-3082.
5. Blanco S, Pacheco E, Frágenas N. Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. Rev Fac Agron. 2006; 32: 131-144.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE UNA MEZCLA DE ALMIDÓN DE MALANGA (*Xanthosoma*) Y SOJA EN LA ELABORACIÓN DE SABAJÓN

EFFECT OF THE ADDITION OF A MIXTURE OF STARCH MALANGA (*Xanthosoma*) AND SOYBEANS IN THE ELABORATION OF SABAJÓN

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA H.^{1*} Leidy BECERRA A.¹, Lina M. RODRÍGUEZ¹, Diana S. NONSOQUE¹, Edna X. AGUILERA¹

RESUMEN

Hace poco surgió la necesidad de adquirir productos funcionales que permitan fortalecer la salud de las personas. La adición de almidón de malanga y soja permitió presentar un nuevo producto basado en sabajón. Los resultados indicaron que la utilización de una mezcla de soja y almidón de malanga en la elaboración de sabajón tuvo características fisicoquímicas estables durante los días de estudio. Sensorialmente, tuvo mejores características el sabajón control; sin embargo, el color y aroma fueron importantes en el sabajón con la mezcla de soja y almidón de malanga; los resultados proximales indicaron un valor nutritivo importante para el sabajón con malanga y soja. Reológicamente, la muestra que contenía malanga y soja presentó una red de gel más fuerte en relación con el sabajón con maizena. Finalmente, la muestra de sabajón con almidón de malanga y soja es una alternativa industrial.

Palabras clave: sabajón, almidón, soja, malanga, análisis.

ABSTRACT

Recent from time has emerged the need to acquire functional products to strengthen the health of the houses characters. The addition of malanga starch and soybean allowed to present a new product based on sabajón. the results indicated that the use of the a mixture of soybeans and taro starch in the development of physicochemical characteristics sabajón was stable during the study days, had sensory best features sabajón control, however color and flavor were important in the mix with sabajón soybean and taro starch, the results indicated proximal united nations nutritive value important to the sabajón with malanga and soy. Rheologically the sample containing taro and soy presented gel red a stronger in relation to the control. Finally sabajón sample of malanga starch with soy and is an industrial alternative.

Keywords: Sabajon, starch, soja, malanga, analysis.

INTRODUCCIÓN

La Norma Técnica Colombiana 2972 define el sabajón como “un producto obtenido por la mezcla de leche, huevos, edulcorantes permitidos, con la adición de alcohol etílico rectificado neutro o extraneutro, aguardiente u otros licores y pudiendo contener o no, aditivos permitidos por el Ministerio de Salud.” Para la elaboración de este producto el

Ministerio de Salud permite utilizar almidón en su elaboración. El objetivo de este trabajo fue realizar un sabajón remplazando la maizena por una mezcla de almidón de malanga y soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en los laboratorios de Química de Alimentos de la Universidad Pedagógica

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

y Tecnológica de Colombia. El experimento se dividió en dos tratamientos, el primero consistió en la adición de maicena como estabilizante; en el segundo tratamiento se reemplazó la maicena por una mezcla de 2% de almidón de malanga y soja (concentración de 1,5% y 0,5%, respectivamente). La leche utilizada fue pasteurizada adquirida en el mercado local de marca reconocida, la malanga se adquirió en el municipio de Duitama, Boyacá, la sacarosa, huevos, esencia de vainilla, canela, el aguardiente y la soja en polvo fueron adquiridos en el mercado local. Se utilizó almidón de malanga teniendo en cuenta el método propuesto por Ganga *et al.*, 1999 (1).

Métodos

Para la elaboración de sabajón se disolvió 270 g de azúcar en 4 L de leche, se añadió maicena, y canela. Se concentró a fuego lento, se dejó enfriar y se batió por separado añadiendo 8 yemas de huevo, aguardiente y gotas de vainilla, se agitó y envasó en recipientes de vidrio. El Sabajón con mezcla de malanga y soja 2% se realizó como el sabajón que contenía maicena reemplazándola por la mezcla de almidón de malanga y soja. Se refrigeró en enva-

ses de vidrio y se dejó a condiciones ambientales (15°C). Se realizó análisis fisicoquímicos una vez por semana durante 3 semanas: pH, acidez, y °Brix teniendo en cuenta AOAC/93 (2); se determinó además densidad (picnómetro) y sinéresis; análisis bromatológico: proteína, fibra, grasa, carbohidratos, cenizas y humedad AOAC/93 (2); evaluación sensorial con 15 panelistas no entrenados aplicando una prueba hedónica. Finalmente, se realizó un estudio reológico a las muestras de sabajón (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímicos

En la tabla 1 se observa que el sabajón que contenía almidón de malanga y soja los valores de pH fueron estables, igualmente ocurrió con la acidez, densidad °Brix; no ocurrió lo mismo con la sinéresis que disminuyó, posiblemente porque el almidón de malanga retuvo y evitó la expulsión de lactosuero. Para el sabajón con maicena la sinéresis, °Brix y densidad no ocurrió cambios durante las semanas; el pH disminuyó ligeramente y la acidez aumentó.

Tabla 1. Comportamiento fisicoquímico de los dos tratamientos durante almacenamiento.

Semana	pH			Acidez (% ac. láctico)			Densidad (g/mL)			°Brix			Sinéresis (%)	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
M	6,4	6,3	5,8	0,22	0,18	0,26	1,11	1,11	1,10	30	30	30	67,	68
S+A.M	6,5	6,5	6,4	0,3	0,32	0,28	1,12	1,12	1,11	37	37	37	83,	69

M = sabajón maicena; S+A.M = sabajón con mezcla de soja y almidón de malanga.

Análisis sensorial

Se observa en la tabla 2 que tuvo mejor aceptación el sabajón con maicena; sin embargo, en el

sabajón con mezcla de almidón de malanga y soja se resalta el aroma, color y la consistencia.

Tabla 2. Evaluación sensorial para el sabajón con maicena y sabajón con malanga y soja.

Muestra	Sabor	Color	Consistencia	Aroma	Aceptación global
M	3,84	3,92	3,38	3,84	3,77
Malanga+soja	3,2	4,07	3	3,92	3,3

Análisis bromatológico

En la tabla 3 se muestra que la mezcla de almidón de malanga y soja tuvo mayor contenido de fibra,

cenizas, carbohidratos y por lo tanto calórico, menor contenido de proteína, y humedad.

Tabla 3. Análisis bromatológico de sabajón.

	Proteína (%)	Fibra (%)	Grasa (%)	*CHO (%)	*H (%)	Cenizas (%)	Calorías (Cal/g)
M	5,56	0,18	3,68	21,77	68,41	0,40	142,44
M+S	3,39	0,36	3,68	27,65	64,17	0,75	157,28

H = Humedad; CHO = carbohidratos; M = maicena; M+S = mezcla de malanga y soja.

Comportamiento reológico

En la figura 1 tanto el sabajón con maizena como el sabajón con mezcla de almidón de malanga y soja mostraron un comportamiento de adelgazamiento al corte. La muestra con mezcla de almidón y soja un menor comportamiento de adelgazamiento al corte comparado con el sabajón con maizena. Lo anterior podría estar relacionado con la presencia de soja y almidón, la cual permitió tener una red más fuerte en el gel probablemente por la presencia de proteína de soja.

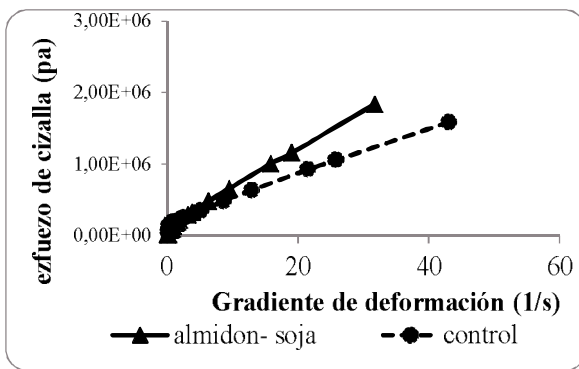


Figura 1. Comportamiento reológico de sabajón.

CONCLUSIONES

La utilización de una mezcla de almidón de malanga y soja en la elaboración de sabajón fue viable; sin embargo, debería utilizarse en menor concentración para lograr una aceptabilidad sensorial favorable; los días de estudio no afectaron la estabilidad del sabajón con mezcla de almidón de malanga y soja; la sinéresis no se afectó en comparación con el sabajón con maizena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ganga Z, Corke H. Physical properties of starch of Asian-adapted potato varieties. *J Sci Food Agr.* 1999; 79: 1642-1646.
2. AOAC International, Peer-Verified Methods Program. Manual on policies and procedures. Arlington, USA: AOAC International; 1993.
3. Singh G, Muthukmurappan. Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt. *Food Sci Tech-LEB.* 2008; 41: 1145-1152.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL Y REOLÓGICA DE TRES TIPOS DE SABAJÓN

CHEMICAL CHARACTERIZATION, SENSORY AND RHEOLOGICAL TWO TYPES SABAJÓN

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA-HUERTAS^{1*}, Lina M. RODRÍGUEZ¹, Edna X. AGUILERA¹, Diana Sofía NONSOQUE¹, Leidy BECERRA A.¹

RESUMEN

El sabajón es una mezcla de huevos, edulcorante, alcohol y estabilizantes. Su importancia en el mercado radicó en la popularidad de su consumo; sin embargo, la utilización de nuevos productos incorporados durante el proceso fue una opción tecnológica. La utilización de almidón de malanga y soja fue una opción en la elaboración de sabajón; los resultados indicaron que nutricionalmente fue viable; en el análisis sensorial el sabajón con soja tuvo mejores calificaciones; los análisis fisicoquímicos indicaron estabilidad para los tres tratamientos durante el experimento; el estudio reológico indicó comportamientos similares. La utilización de almidón de malanga y soja en la elaboración de yogurt mostró resultados importantes en la utilización de estas materias primas.

Palabras clave: sabajón, soja, malanga, almidón, almacenamiento.

ABSTRACT

The sabajón is a mixture of eggs, sweetener, alcohol and stabilizers. Its importance in the market lay in the popularity of its consumption, but the use of new products added during the process was a technological option. The use of malanga starch and soybean was an option in developing sabajón, the results indicated that was nutritionally viable in the sensory analysis sabajón soy had higher grades, the physicochemical analysis indicated stability for the three treatments during the experiment; rheological study indicated similar behavior. The use of malanga starch and soy yogurt in developing showed significant results in the use of these materials.

Keywords: Sabajón, soja, malanga, starch, storage, fécula.

INTRODUCCIÓN

La Norma Técnica Colombiana 2972 define el sabajón como “un producto obtenido por la mezcla de leche, huevos, edulcorantes permitidos, con la adición de alcohol etílico rectificado neutro o extra-neutro, aguardiente u otros licores y pudiendo contener o no, aditivos permitidos por el Ministerio de Salud”. Para la elaboración de este producto el Ministerio de Salud permite utilizar almidón en su elaboración; por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar sabajón remplazando la fécula de maíz por almidón de malanga y soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en los laboratorios de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Se hizo 3 tratamientos, al primero se añadió fécula de maíz, el segundo tratamiento consistió en la adición de almidón de malanga, y el tercer tratamiento contenía soja. La leche utilizada fue pasteurizada adquirida en el mercado local de marca reconocida, la malanga se adquirió en la ciudad de Duitama, Boyacá, la sacarosa, huevos, esencia de vainilla, canela, el aguardiente y la soja en polvo fueron adquiridos en el mercado local. Se

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja-Boyacá. Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

utilizó almidón de malanga teniendo en cuenta el método propuesto por Ganga *et al.*, 1999 (1).

Elaboración de Sabajón

Se disolvió 270 g de azúcar en 4 L de leche, se añadió fécula de maíz 2%, y canela. Se concentró a fuego lento, se dejó enfriar y se batió por separado añadiendo 8 yemas de huevo, se agregó aguardiente y gotas de vainilla, se mezcló y envasó en recipientes de vidrio. El sabajón con almidón de malanga 2% y el sabajón con soja 2% fueron preparados como el sabajón con fécula de maíz reemplazando la fécula de maíz. Los tratamientos permanecieron a condiciones ambientales (15°C). Se realizó análisis fisicoquímicos 1 vez por semana durante 3 semanas determinando: pH, acidez, y °Brix teniendo en cuenta AOAC/93 (2). Se determinó además densidad (picnómetro) y sinéresis; se realizó análisis bromatológico: proteína, fibra, gra-

sa, carbohidratos, cenizas y humedad (AOAC/93) y una evaluación sensorial con 15 panelistas no entrenados aplicando una prueba hedónica. Finalmente, se realizó un estudio reológico a las muestras de sabajón (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis proximal

Se observa en la tabla 1 que el sabajón con malanga y sabajón con soja tuvieron mayor contenido de fibra en comparación con el sabajón con fécula de maíz, igualmente mayor contenido de carbohidratos y cenizas; en contraste estos dos tratamientos tuvieron menor contenido de grasa y proteína respecto al que contenía fécula de maíz, lo anterior es debido a que la soja y almidón de malanga aportaron estos componentes al sabajón, en comparación con el sabajón con fécula de maíz.

Tabla 1. Análisis proximal de sabajón.

	Proteína (%)	Fibra (%)	Grasa (%)	CHO* (%)	H** (%)	Cenizas (%)	Calorías (Cal/g)
FM	5,56	0,18	3,68	21,77	68,41	0,40	142,44
M	2,87	0,57	3,49	38,29	53,91	0,87	196,05
S	3,39	0,20	2,42	42,14	50,79	1,06	203,9

H = Humedad; CHO = carbohidratos; FM = Fécula de maíz; M = sabajón con almidón de malanga; S = sabajón con soja.

Evaluación sensorial

El sabajón con soja tuvo mejor aceptación que el sabajón con almidón de malanga; sin embargo, la muestra que contenía fécula de maíz tuvo la mejor

calificación del experimento; estos resultados se deben posiblemente a la utilización de concentraciones altas de soja y malanga durante el experimento (ver tabla 2).

Tabla 2. Evaluación sensorial de sabajón.

Muestra	Sabor	Color	Consistencia	Aroma	Aceptación global
Fécula de maíz	3,84	3,92	3,38	3,84	3,77
Soja	3,38	3,84	3,23	4,38	3,38
Almidón malanga	3,15	3,84	2,84	3,46	3,23

Análisis fisicoquímicos

En la tabla 3 se observa que el sabajón en los tres tratamientos tuvo estabilidad aceptable durante el almacenamiento a condiciones ambientales; se observa además que para la densidad y °Brix no

hubo diferencias significativas. Los valores de sinéresis fueron más bajos para el sabajón con fécula de maíz debido probablemente a que la fécula tuvo mayor capacidad para retener agua, igualmente la fécula de maíz tuvo mayor contenido de proteína, seguido por la soja.

Tabla 3. Comportamiento fisicoquímico durante almacenamiento de sabajón.

Semana	pH			Acidez (% ac. láctico)			Densidad (g/mL)			°Brix			Sinéresis (%)	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
F.M	6,6	6,5	6,5	0,22	0,18	0,26	1,11	1,11	1,10	30	30	30	67,	68
S	6,6	6,5	6,5	0,35	0,37	0,39	1,18	1,18	1,18	47	47	47	70	75
M	6,3	6,3	6,3	0,3	0,20	0,36	1,16	1,16	1,16	45	45	45	70	69

Comportamiento reológico

El sabajón con fécula de maíz, sabajón con soja y sabajón con almidón de malanga presentaron un mismo comportamiento; sin embargo, el sabajón con almidón de malanga presentó una red más firme en comparación con las otras muestras, caso contrario ocurrió con el sabajón con fécula de maíz que tuvo un gradiente de deformación mayor (ver figura 1).

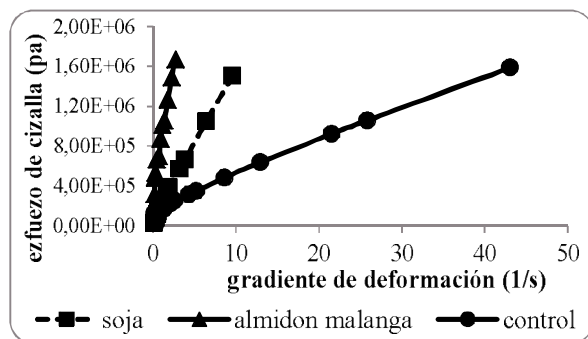


Figura 1. Comportamiento reológico de sabajón con almidón de malanga, sabajón con soja y sabajón con fécula de maíz.

CONCLUSIONES

La utilización de almidón de malanga y soja en elaboración de sabajón es viable; sin embargo, debe mejorarse la aceptación sensorial disminuyendo la concentración de soja y almidón de malanga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ganga Z, Corke H. Physical properties of starch of Asian-adapted potato varieties. *J Sci Food Agr.* 1999; 79: 1642-1646.
2. AOAC International, Peer-Verified Methods Program. Manual on policies and procedures. Arlington, USA: AOAC International; 1993.
3. Singh G, Muthukurappan. Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt. *Food Sci Tech-LEB.* 2008; 41: 1145-1152.

ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA A PARTIR DE SORGO DULCE (*Sorghum saccharatum*) CON LAS CARACTERÍSTICAS CONGENÉRICAS DEL CEREAL

DEVELOPMENT OF A DISTILLED ALCOHOL FROM SWEET SORGHUM (*Sorghum saccharatum*) WITH CHARACTERISTICS OF CEREAL CONGENERIC

ARTÍCULO CORTO

Arnulfo TARON D.^{1*}, Carmen ESPITIA Y.¹, Lorenzo FUENTES B.¹, Benjamín RUIZ A.², David MARTINEZ P.¹

RESUMEN

La presente investigación tuvo la finalidad elaborar de una bebida alcohólica destilada a partir de sorgo dulce (*Sorghum saccharatum*) con las características congenéricas o con aroma propio del cereal, utilizando dos tipos de enzimas. Se obtuvo un rendimiento del 17,6 % de almidón de sorgo. Para determinar la calidad química del producto se realizó análisis de: acetaldehído, metanol, butanol y alcohol amílico mediante cromatografía de gases, el cual no evidenció trazas de ninguno de estos compuestos. La bebida se obtuvo con un 43,37% de volumen de alcohol.

Palabras clave: saccharomyces, etanol, bebida destilada.

ABSTRACT

This research was intended to produce an alcoholic beverage distilled from sweet sorghum (*Sorghum saccharatum*) with congeneric or aroma characteristics of the cereal itself, using two types of enzymes. A yield of 17.6% starch of sorghum. To determine the chemical quality of the product analyzes were performed: acetaldehyde, methanol, butanol and amyl alcohol by gas chromatography, which showed no trace of any of these compounds. The drink was obtained in 43.37% by volume of alcohol.

Keywords: saccharomyces, ethanol, beverage distilled.

INTRODUCCIÓN

El sorgo es el quinto cereal más utilizado en la alimentación a nivel mundial. Perteneció a la tribu *Andropogonae* de la familia herbácea (1), su cultivo tiene como ventaja, la tolerancia a la sequía y la siembra por agricultura mecanizada en largos periodos (2); presenta múltiples aplicaciones, por lo tanto se considera de mucha utilidad agroindustrial. En Colombia, este producto agrícola es muy utilizado tanto para la alimentación humana como para consumo animal. Actualmente, los productos agrícolas son apetecidos para el desarrollo de nuevos productos. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una bebida aguardiente a partir de batata (*Ipomea*

batatas) tomando como insumo esta materia prima (3); es decir, elaborar una bebida alcohólica destilada a partir de sorgo dulce (*Sorghum saccharatum*) con las características congenéricas del cereal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima fue adquirida en la población del Carmen de Bolívar, municipio cercano a la ciudad de Cartagena de Indias, Colombia. La levadura seca utilizada para el proceso fermentativo fue la *Saccharomyces cerevisiae*.

La elaboración de la bebida se inició con la selección y acondicionamiento de la materia prima, el cual se obtuvo 1.500 g, obtenido del proceso de la molienda, con partículas de 190 (μm).

¹ Grupo de Investigación Biotecnología, Alimentos y Educación.

² Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: atarond@unicartagena.edu.co

La hidrólisis enzimática del almidón de sorgo, se realizó utilizando la enzima *Licuesyme supra*, una a-amilasa, la cual fue agregada al mosto, ajustado a un pH de 5,3 con ácido clorhídrico 0,1 normal; luego, fue sometido a una temperatura de 105°C con agitación constante por 5 min. Para el proceso de licuefacción, la temperatura fue disminuida a 95°C por una hora y media.

El proceso de sacarificación fue realizado adicionando la enzima *DextrosimeDx* 1,5, de la empresa Colenzimas, disminuyendo la temperatura hasta 60°C por 48 h, con las mismas condiciones iniciales de agitación. Finalizado el proceso de hidrólisis enzimática se realizó una prueba de grados Brix y azúcares reductores.

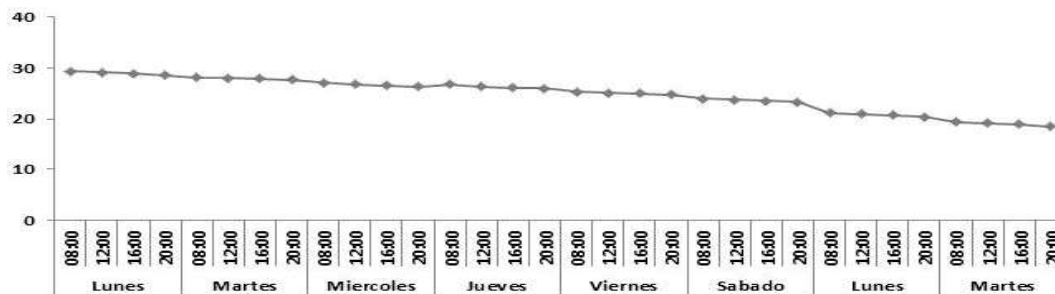
La fermentación se llevó a cabo mediante en tres biorreactores de vidrio con capacidad de un litro, a temperatura de 28 ± 29,5°C.

El filtrado o separación de la biomasa del líquido resultante se realizó empleando un lienzo tipo tela,

el líquido resultante fue sometido a destilación a temperatura entre 75 y 85°C. Se realizó análisis fisicoquímicos al producto final (metanol, acetaldehído, butanol y alcohol amílico), por medio de la técnica de cromatografía de gases. Además, se realizó análisis organolépticos de aroma, sabor y apariencia, mediante una Escala de Likert.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

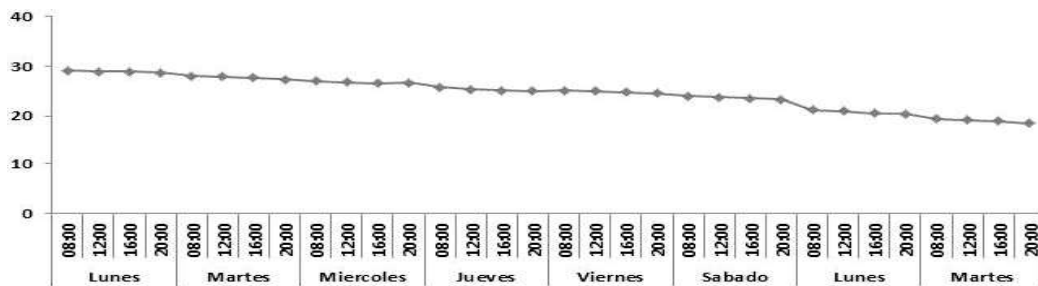
Durante el proceso fermentativo, en el biorreactor 1, se presentó una disminución de forma uniforme a lo largo del proceso, con relación a los grados Brix, el cual, tuvo una fase de iniciación en 29,4° y fue disminuyendo hasta llegar a 18,6°. Teniendo una disminución porcentual del 36,7%. Cabe destacar, que en las primeras horas de iniciación del proceso fermentativo fue cuando se evidenció mayor actividad fermentativa, como se muestra en la gráfica 1.



Gráfica 1. Comportamiento de los grados Brix durante el proceso de fermentación Biorreactor 1.

En el biorreactor 2, los °Brix, mantuvieron un comportamiento decreciente, comenzando con: 29,2° el cual fue disminuyendo a 18,6°. Indicándose

una disminución porcentual del 36,3%. Se muestra que el biorreactor 2, tuvo menor actividad enzimática que el biorreactor 1 y el biorreactor 3.



Gráfica 2. Comportamiento de los grados Brix durante el proceso de fermentación Biorreactor 2.

El comportamiento de los grados Brix, del biorreactor 3, tuvo similar resultado a los biorreactores 1 y 2; el cual tuvo como inicio de la etapa un nivel de Brix de 29,5° y un nivel de finalización de 18,8°.

El cual mostró, una disminución porcentual de 36,2%, siendo el que tuvo mayor actividad al interior de todos los biorreactores durante el proceso fermentativo.

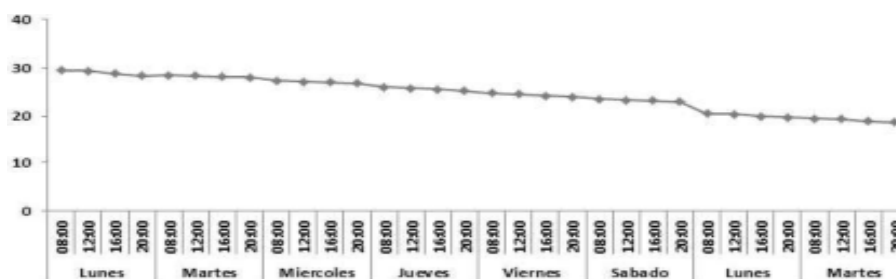


Gráfico 3. Comportamiento de los grados Brix durante el proceso de fermentación Biorreactor 3.

De los 2100 ml correspondientes al 100% del mosto utilizado en la fermentación, se extrajo un total de 810 ml de la bebida destilada a base de sorgo dulce con un 43,3% de volumen de etanol, equivalente a un rendimiento del 38,5%.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que se puede producir una bebida destilada a partir del sorgo (*Sorghum saccharatum*) mediante la hidrólisis enzimática del almidón empleando α y β -amilasas comerciales. En la caracterización fisicoquímica de la bebida alcohólica no se encontró alcoholes

pesados como: metanol, acetaldehído, butanol y alcohol amílico. El extracto obtenido es una bebida de 43,37% de volumen de alcohol con características del aroma del cereal; éste se encuentra libre de metales pesados y se encuentra en el rango para ser catalogado como un vodka 30 - 45% v/v de alcohol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Surco J, Alvarado J. Harinas compuestas de sorgo-trigo para panificación. Rev Bol Quim Agro. 2010; 27 (1): 19-28.
2. Heckler JC. Sorgo e Girassol no outono-inverno, em sistema plantiodireto, no mato grosso do sul, Brasil. Ciênc Rural. 2002; 32 (3): 517-520.
3. Andrade RD, Torres R, Montes JE, Pérez AO, Acuña AC, Narváez JG. Obtención de aguardiente a partir de batata (*Ipomea batatas*). Revista Temas Agrarios. 2009; 14 (1): 39-45 p.

PROPIEDADES REOLÓGICAS Y DE TEXTURA DE FORMULACIONES PARA PANIFICACIÓN CON INCLUSIÓN DE QUINUA

RHEOLOGICAL AND TEXTURAL PROPERTIES OF BREADMAKING FORMULATIONS WITH QUINOA INCLUSION

ARTÍCULO CORTO

Raquel O. DÍAZ S.^{1*}, María S. HERNÁNDEZ G.¹

RESUMEN

El reemplazo parcial de la harina de trigo puede mejorar el perfil nutricional de productos horneados, pero al mismo tiempo generar una disminución de su calidad sensorial. Se empleó tres variedades de quinua (QA, QT, QJ) para formular harinas compuestas, determinando que el aumento en la inclusión de quinua afecta significativamente las propiedades reológicas y texturales y que QA presenta mayor aptitud tecnológica para la panificación.

Palabras clave: reología, harina, pseudocereales .

ABSTRACT

Partial wheat replacement can improve nutritional profile of baked products, but at the same time can affect the sensory quality. Three different varieties of quinoa (QA, QT, QJ) were used to formulate quinoa-wheat blends that were assessed by means of rheological properties and instrumental texture, finding that an increase on quinoa inclusion has a significative impact and that QA presents more technological aptitude for breadmaking.

Keywords: Rheology, flour, pseudocereals.

INTRODUCCIÓN

El trigo es uno de los cereales más usados en el mundo, especialmente para producir alimentos básicos como el pan, debido a su propiedad de formar una masa que puede atrapar gas producido por las levaduras durante la fermentación, resultando en una estructura esponjosa, atractiva para el consumidor (1). Sin embargo, existe una creciente demanda por alimentos más saludables y variados, lo cual ha llevado a estudiar los efectos obtenidos con un reemplazo total o parcial de la harina de trigo por harina de otros cereales, pseudocereales, tubérculos o leguminosas (2).

El reemplazo parcial de la harina de trigo con otras harinas mejora la calidad nutricional de los productos horneados, pero se ha determinado que pseudocereales como amaranto, quinua y alforfón, presentan perfiles reológicos diferentes al trigo lo cual afecta la calidad sensorial de dichos productos (2).

El uso de quinua ha mostrado efectos positivos en la calidad nutricional de panes con sustituciones pequeñas (3). El presente trabajo se realizó con el fin de determinar los cambios que tienen lugar en el perfil reológico de harinas al reemplazar parcialmente el trigo por porcentajes crecientes de quinua y su relación con el perfil instrumental de textura de las masas obtenidas con estas harinas compuestas.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

* Autor a quién se debe dirigir la correspondencia: rodiazs@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Partiendo de harina de trigo (TR) comercial para panificación (Harinera del Valle S.A.) y harina de quinua de las variedades Facianar Aurora (QA), Tunkahuan (QT) y Blanca de Jericó (QJ) se elaboró 2 kg de mezclas trigo-quinua, conteniendo 20, 40 y 60% de quinua (Q_x 20, 40 y 60; x = A, T ó J) de cada una de las variedades. Se analizó una muestra 100% trigo.

Reología empírica con uso de Mixolab®

Las muestras fueron analizadas en laboratorios ENZIPAN (Bogotá, Colombia) mediante el sistema Mixolab®, que permite realizar dos experimentos distintos. El primero consiste en el mezclado de la masa a una tasa constante durante 30 min a 30°C y brinda información similar a la obtenida con un farinógrafo. El segundo involucra un ciclo de enfriamiento –calentamiento luego de un mezclado corto (8 min)– y da información del comportamiento de la masa similar a la obtenida con un amilógrafo (4). La preparación y caracterización de las masas se realizó de acuerdo al método estándar: ICC No. 173, 2008. El contenido inicial de humedad se ajustó a 14%, la harina se introdujo en el recipiente del sistema, se mezcló a 80 rpm para homogenización, se calentó a 30°C y se añadió agua destilada hasta una hidratación del 61%. La masa total de agua y harina pesó 75g.

Análisis instrumental de textura

A partir de cada mezcla de harinas se elaboró 200 g de masa con 58% de hidratación empleando una batidora Hobart N50 en velocidad media durante 6 minutos. Se obtuvo perfil instrumental de textura (TPA) empleando el texturómetro TA-XT Plus (*Stable Micro Systems*) aplicando compresión uniaxial en dos ciclos con 5 s de intervalo hasta un 50% de deformación con la sonda SMS P/75 a una velocidad de 10 mm/s a esferas de masa de 10 g que reposaron cubiertas por 15 min.

Análisis estadístico

Las variables medidas se consignan en la tabla 1. Se realizó análisis de varianza con comparación múltiple por mínima diferencia significativa y análisis multivariado de componentes principales (PCA) utilizando PCA y classification toolbox de Milano Chemometrics y QSAR Research Group (v, 1.0, Università degli Studi di Milano-Bicocca,

Milano, Italy) con el software MATLAB® (v7.9, The MathWorks, Inc., USA).

Tabla 1. Variables medidas.

MIXOLAB
AA: Absorción de agua (%)
C1: Desarrollo y consistencia (Nm)
T1: Tiempo de desarrollo (min)
T2: Tiempo de estabilidad (min)
C2: Reducción de proteína (Nm)
A: Rata de debilitamiento de la red proteica (Nm.min ⁻¹)
C3: Gelatinización de almidón (Nm)
B: Rata de gelatinización (Nm.min ⁻¹)
C4: Actividad de amilasa
G: Rata de degradación enzimática (Nm.min ⁻¹)
C4/C3: Estabilidad de cocción
C5: Gelificación de almidón(Nm)
C5-C4: Estabilidad (Nm)
<i>TPA masa</i>
DZ: Dureza (g)
FR: Fracturabilidad (g)
AD: Adhesividad (g.seg)
EL: Elasticidad
CH: Cohesividad
GM: Gomosidad
RS: Resiliencia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 presenta el resultado del PCA. Las dos primeras componentes principales explican el 66,12% de la varianza. Todas las muestras con inclusión de quinua son más cercanas entre sí que con las muestras 100% trigo (TR100) y se agrupan de acuerdo al porcentaje de quinua en la mezcla.

El porcentaje de quinua en la mezcla es el factor más influyente en las variables evaluadas, siendo dureza (DZ), rata de gelatinización (B) y gelificación del almidón (C5) las más significativas al estar altamente correlacionadas con las variaciones observadas (ver tabla 2).

La dureza aumenta significativamente con mayores porcentajes de quinua y está relacionada con una mayor absorción de agua y disminución de la estabilidad, la actividad de amilasa y la gelificación de almidón. Esto puede deberse a que al aumentar el contenido de quinua disminuye el contenido de gluten, significando que el ingrediente más importante para formar la estructura de la masa es el almidón. El almidón de quinua presenta mayor solubilidad, capacidad para ligar agua, y viscosidad que el almidón de trigo (1).

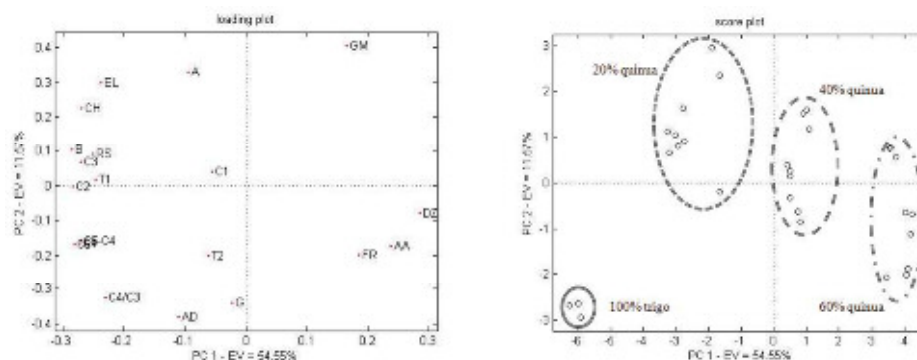


Figura 1. PCA de propiedades reológicas y texturales de masas con diferentes inclusiones de quinua.

Tabla 2. Variables más significativas. (promedio \pm SD, n=3). Las muestras con el mismo superíndice no se diferencian significativamente entre sí.

	DZ	B	C5
TR100	1031,955 \pm 18,919 ^g	0,469 \pm 0,017 ^a	2,633 \pm 0,015 ^a
QA20	1569,837 \pm 40,632 ^f	0,463 \pm 0,015 ^a	1,833 \pm 0,015 ^c
QJ20	1577,539 \pm 16,064 ^f	0,428 \pm 0,016 ^b	1,860 \pm 0,020 ^b
QT20	1582,747 \pm 84,590 ^f	0,433 \pm 0,006 ^b	1,747 \pm 0,017 ^d
QA40	2256,573 \pm 55,412 ^d	0,401 \pm 0,012 ^c	1,463 \pm 0,015 ^c
QJ40	2295,157 \pm 85,962 ^d	0,362 \pm 0,007 ^d	1,450 \pm 0,010 ^c
QT40	2088,240 \pm 40,854 ^e	0,385 \pm 0,013 ^c	1,457 \pm 0,006 ^c
QA60	3855,921 \pm 34,545 ^a	0,330 \pm 0,020 ^e	1,363 \pm 0,015 ^f
QJ60	3547,731 \pm 144,780 ^b	0,321 \pm 0,012 ^e	1,297 \pm 0,012 ^g
QT60	3312,264 \pm 220,815 ^c	0,327 \pm 0,006 ^e	1,217 \pm 0,012 ^h
T _{critico}	163,78	0,0225	0,0239

Se encontró que QA presenta una mayor actividad de amilasa y tasa de degradación enzimática, explicando una mayor gelatinización de almidón y menor fracturabilidad, con un tiempo de desarrollo que sólo varía significativamente con TR en el mayor porcentaje de inclusión, lo cual indica una mayor aptitud tecnológica de esta variedad para la panificación.

CONCLUSIONES

El aumento en la inclusión de quinua afecta significativamente las propiedades reológicas y texturales de masas para panificación a partir de harinas trigo-quinua. La variedad Facianar Aurora presenta mayor aptitud tecnológica para panificación con inclusión de quinua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarez-Jubete L, Arendt EK, Gallagher E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends Food Sci Tech.* 2010; 21 (2): 106-113.
2. Hadnadev TD, Torbica A, Hadnadev M. Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. *Procedia Food Sci.* 2011; 1 (0): 328-334.
3. Santos-Calderelli VA, de Toledo-Benassi M, Visentainer-Vergilio J, Matioli G. Quinoa and Flaxseed: Potential Ingredients in the Production of Bread with Functional Quality. *Brazilian Archives of Biology and Technology.* 2010; 53 (4): 981-986.
4. Moreira R, Chenlo F, Torres MD, Prieto DM. Influence of the particle size on the rheological behaviour of chestnut flour doughs. *J Food Eng.* 2010; 100 (2): 270-277.

ELABORACIÓN DE GALLETAS COMO ALTERNATIVA PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA EN LA REGIÓN AMAZÓNICA COLOMBIANA

COOKIES FROM COLOMBIAN AMAZONIC NATIVE SPECIES AS A FOOD SAFETY PROPOSAL

ARTÍCULO CORTO

Raquel O. DÍAZ S.^{1,2*}, María S. HERNÁNDEZ G.^{1,2}

RESUMEN

Con el objeto de determinar la viabilidad de la elaboración de galletas a partir de ingredientes provenientes de la región amazónica colombiana, se evaluó formulaciones compuestas por harina de chontaduro (*Bactris gasipaes*), pulpa de asaí (*Euterpe oleracea*), almidón nativo de yuca (*Manihot esculenta*) y grasa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), determinando dos formulaciones que permitieron obtener productos con alto valor energético y características organolépticas adecuadas, cuya elaboración y consumo puede impactar positivamente en la soberanía alimentaria.

Palabras clave: especies subutilizadas, nutrición, frutos amazónicos, biodiversidad.

ABSTRACT

This work was carry out in order to develop a new product, cookies, with peach palm (*Bactris gasipaes*) flour, asaí pulp (*Euterpe oleracea*), cassava (*Manihot esculenta*) native starch and copoazú (*Theobroma grandiflorum*) fat. With the aim to identify the feasibility for cookie making from Amazonia ingredients, obtaining two formulations that allows to obtain products with high energy value and adequate organoleptic properties which production and consumption may have a positive impact on food safety.

Keywords: neglected crops, nutrition, Amazonian fruit, biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Los productos horneados son alimentos básicos en gran parte del mundo; entre estos se encuentran las galletas cuya principal característica es un alto aporte energético y baja humedad que determina una vida útil relativamente larga entre esta categoría. Estos productos se elaboran generalmente con base en cereales y en menor proporción, otras amiláceas como leguminosas y tubérculos entre los que se destacan papa y yuca (1).

La grasa es uno de los ingredientes principales de las galletas. La grasa de copoazú cuenta con un alto contenido de ácidos grasos insaturados (~40%) siendo muy estable a la oxidación y ácido esteárico

(~50%) (2) que confiere la elasticidad necesaria para su uso en bizcochería (1).

Los cereales son usualmente estudiados como fuente de fibra dietaria (FD); sin embargo, es bien conocido que algunas frutas que contienen mayores proporciones de FD y compuestos bioactivos asociados que los cereales, tienen propiedades relacionadas con la salud gastrointestinal y la prevención de enfermedades crónicas (3).

Entre las especies frutales de origen amazónico que presentan esta característica se encuentra el asaí, que cuenta con un alto contenido de grasa, FD y capacidad antioxidante que le confiere un posible rol como ingrediente funcional, principalmente explorado en jugos de frutas (3); y el chontaduro

¹ Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi. Bogotá, Colombia.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos –ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

* Autor a quién se debe dirigir la correspondencia: rodiazs@unal.edu.co

que es una fuente rica de nutrientes en la dieta de las comunidades amazónicas siendo un alimento básico desde tiempos precolombinos, hoy considerado como un importante cultivo alimenticio alternativo principalmente debido a su alto contenido de almidón, grasa, FD, β -caroteno, ocho aminoácidos esenciales y bajo contenido de sodio y azúcares (4).

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de explorar la elaboración de galletas a partir de materias primas provenientes la región amazónica colombiana como un medio para diversificar la oferta de alimentos y contribuir a la soberanía y seguridad alimentaria en esta zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

Como fuente amilácea (FA) se partió de harina de chontaduro obtenida por cocción, secado y molienda de frutos maduros (GCH) y una mezcla de almidón de yuca y pulpa de asaí seca (GAZ); como fuente de lípidos se empleó grasa de copoazú, todos estos ingredientes provenientes de los departamentos de Vaupés y Guaviare. También se adicionó azúcar comercial y agua potable.

Estudio de formulación

La calidad organoléptica de las galletas está dada por las propiedades de los ingredientes. Se evaluó diferentes porcentajes de grasa (30, 40 y 50%), agua (0, 5 y 10%) y azúcar (20, 30, 40%) determinando las características organolépticas del producto final.

Elaboración de productos

La grasa y azúcar fueron mezcladas en una batidora Hobart N50 a velocidad alta hasta obtener una espuma blanca y suave, a la cual se agregó FA y agua mezclando a velocidad media hasta obtener una masa homogénea, que se dividió en porciones de 15 g y forma similar aplanada, horneadas a 350°F durante 20 min.

Análisis proximal

Se determinó el contenido de humedad, cenizas, grasa, fibra cruda y proteína empleando métodos AOAC y carbohidratos por descuento, a las galletas que presentaron las mejores características organolépticas.

Algunas propiedades físicas y sensoriales fueron evaluadas en el producto final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de las galletas que estuvieron más afectados por la formulación fueron el sabor y la fracturabilidad.

Es sabido que la grasa imparte sabor al producto final y propiedades texturales mejorando la fluidez de la masa, contribuyendo al esparcimiento de la galleta y a su apariencia general, mejorando la aireación y haciendo la galleta más fracturable (5). Un cierto nivel de grasa demanda un nivel mínimo de azúcar para producir una textura aceptable (1).

Tanto para GCH como para GAZ se obtuvo una consistencia de masa adecuada con un contenido intermedio de grasa (40%), mientras que el mayor contenido (50%) confirió un sabor ligeramente amargo. En cuanto al contenido de azúcar en ambos casos se encontró que en la mayor proporción (40%) produce galletas con alta fracturabilidad que dificulta su almacenamiento y transporte (datos no mostrados).

El agua permite la hidratación del almidón y disolución del azúcar y se considera que actúa como un catalizador de reacciones químicas en la masa (1). Se encontró que para GCH la hidratación dificulta el manejo de la masa haciéndola muy pegajosa, mientras que en GAZ su adición es necesaria, probablemente debido a un diferente origen botánico del almidón que influencia propiedades tecnológicas como la proporción amilosa-amilopectina y la morfología de gránulo, y a que en el proceso de obtención de la harina de chontaduro ocurre una pregelatinización, mientras que en GAZ se empleó almidón nativo. La tabla 1 muestra la formulación que presentó mejores características.

Tabla 1. Formulación de galletas.

Ingrediente	% con base en 100% harina	
	GCH	GAZ
Grasa	40	40
Azúcar	20	20
Agua	-	10

La composición resultante mostró un mayor contenido de proteína para GCH y de fibra y cenizas para GAZ (ver tabla 2).

Tabla 2. Composición de galletas.

Nutriente	g/100g	
	GCH	GAZ
Humedad	4,19	5,11
Cenizas	0,79	1,18
Grasa	29,17	28,83
Fibra	0,06	0,10
Proteína	4,70	1,51
Carbohidratos	61,09	63,27

Las galletas presentan un aporte energético importante (GCH: 158 cal; GAZ:155 cal, para una porción de 30g) debido a su alto contenido de grasa y carbohidratos que tanto para GCH como para GAZ representan aproximadamente 13% y 6% del valor diario para una dieta de 2000 kcal por cada porción de 30 g, respectivamente.

Siendo un producto energético y atractivo para población infantil, el producto ofrece unas excelentes oportunidades para el desarrollo de menús para las comunidades escolares de la región, con alto porcentaje de etnias indígenas. Hasta el momento los programas de seguridad alimentaria han tenido un mínimo impacto por basarse en productos importados a la región, mientras que los productos aquí propuestos cierran esa brecha tecnológica desatendida hasta ahora.

CONCLUSIONES

Se determinó una formulación para elaborar galletas a partir de ingredientes provenientes de la región amazónica colombiana, con un importante aporte energético, lo cual puede influenciar positivamente la soberanía alimentaria de esta región al diversificar la oferta de productos elaborados a partir de chontaduro, asaí, copoazú y yuca, los cuales exhibieron una apropiada aptitud tecnológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manley D. Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. CRC Press. Woodhead Publishing Limited; 2001.
2. Mosquera DM, Díaz RO, Gutierrez RH, Hernández MS. Estudio preliminar de extracción asistida por microondas de grasa de semillas de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Schum). *Acta Horticulturae*. Forthcoming.
3. Rufino MdSM, Pérez-Jiménez J, Arranz S, Alves RE, de Brito ES, Oliveira MSP, *et al.*, Açaí (*Euterpe oleracea*) []BRS Pará: A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. *Food Res Inter*. 2011;44 (7): 2100-2106.
4. Rojas-Garbanzo C, Pérez AM, Bustos-Carmona J, Vaillant F. Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour. *Food Res Inter*. 2011; 44 (7): 2377-2384.
5. Pareyt B, Talhaoui F, Kerckhofs G, Brijs K, Goesart H, Wevers M, *et al.*, The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *J Food Eng*. 2009; 90 (3): 400-408.

EVALUACIÓN DE LA FERMENTACIÓN LÁCTICA DE LECHE CON ADICIÓN DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

EVALUATION OF THE LACTIC FERMENTATION OF MILK WITH ADDITION OF QUINOA (*Chenopodium quinoa*)

ARTÍCULO CORTO

Carolina ARENAS-SUESCÚN¹, Ricardo ZAPATA-FERNANDEZ^{1*}, Carolina GUTIÉRREZ-CORTÉS²

RESUMEN

Se utilizó la *Chenopodium quinoa* en la elaboración de un yogur con el fin de mejorar las condiciones de fermentación y su valor nutricional promoviendo el crecimiento de bacterias ácido lácticas (BAL). Se empleó *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* como cultivos iniciadores y *Bifidobacterium* como probióticos. Se realizó análisis microbiológicos y fisicoquímicos con el fin de comparar con un yogur comercial. Se encontró recuentos de bacterias ácido lácticas de 10^6 en todos los tratamientos ($p > 0,05$), la cantidad de proteína aumentó con la presencia de quinua, así como la acidez titulable y el contenido de grasa.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa*, probiótico, prebiótico, yogurt, *Bifidobacterium*.

ABSTRACT

Chenopodium quinoa was used in the preparation of yoghurt to improve the fermentation conditions and its nutritional value, promoting the growing of lactic acid bacteria (LAB). *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* and *Bifidobacterium* was used as a started and probiotic cultures. Microbiological and physicochemical analyzes were performed to compare with a commercial yoghurt. LAB counts of 10^6 were found in all treatments ($p > 0.05$), protein amount increase with the presence of quinoa, the same happened with titratable acidity and fat contents.

Keywords: *Chenopodium quinoa*, probiotic, prebiotic, yogurt, *Bifidobacterium*.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos probióticos, son conocidos por balancear el sistema digestivo, permitiendo la proliferación de la microbiota normal y compitiendo con bacterias patógenas, al parecer su efecto en el cuerpo humano es: estimular el sistema inmunológico, destruir otras bacterias, aumentar la absorción de vitaminas y minerales y mejorar la digestión contribuyendo en gran medida en los procesos digestivos. En el mercado se les encuentra generalmente en productos lácteos como yogures y kumis (1).

La quinua es un alimento de origen vegetal originario de la zona Andina, está asociada a las le-

guminosas (2), tiene un alto contenido de proteínas (13%) debido a la combinación de gran proporción de aminoácidos esenciales, como la lisina, metionina y cisteína. La quinua es rica en hierro, calcio, fósforo, fibra y vitamina y proporciona un valor calórico de 350 cal/g.

El propósito de este trabajo fue desarrollar una leche fermentada enriquecida con quinua utilizando una mezcla comercial de BAL y bacterias probióticas, y comparar el recuento final de bacterias ácido lácticas con el de un yogur comercial, así como evaluar sus características nutricionales y el proceso de acidificación.

¹ Ingeniería química. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jrzapataf@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* y *Bifidobacterium* (probiótico). Se realizó cuatro tratamientos: T1-leche entera (E), T2-leche entera con quinua (EQ), T3-leche semidescremada (D), T4-leche semidescremada con Quinua (DQ).

Se calentó la leche hasta 85°C, enfrió a 43°C, se agregó la mezcla de microorganismos (0,02 g), azúcar (70 g) y quinua molida (40 g). Cada hora durante la fermentación se midió el pH, acidez titulable y se realizó los análisis microbiológicos.

Microbiología

Se realizó diluciones hasta 10⁻⁶. Se sembró en fondo y por duplicado en agar MRS (Cultimed) en campana de anaerobiosis a 37°C – 48 h de acuerdo con Kailasapathy *et al.*, 2008 (3). También se realizó recuentos del yogurt comercial con iguales condiciones.

Análisis composicional

La proteína se determinó, por el método Kjeldahl *et al.*, 2002 (4); se utilizó el factor de conversión de nitrógeno a proteína de 6,38. La grasa se midió por el método de Mojonier *et al.*, 2009 (5). Para la acidez titulable se utilizó NaOH 0,0961 N y se expresó como porcentaje de ácido láctico (6).

Análisis estadístico

Se utilizó ANOVA de dos vías para un diseño de dos factores con interacciones, utilizando el programa R versión 2.12.2, fue realizada comparación múltiple entre tratamientos con test de Tukey (p < 0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa los datos obtenidos para los análisis de microbiología y pH desde t = 0 hasta t = 3,7, los valores nutricionales de grasa y proteína finales así como la acidez titulable.

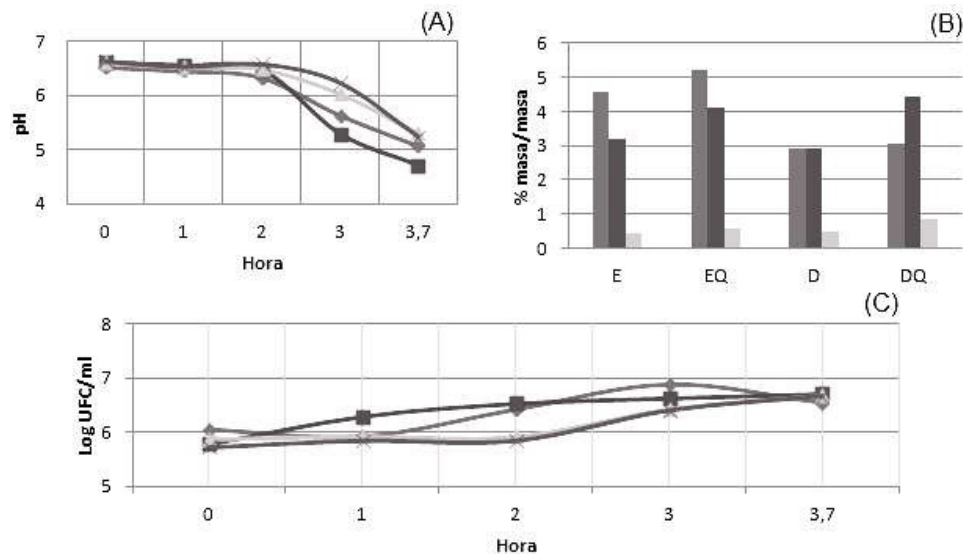


Figura 1. (A) pH, (B) %masa/masa: gris (grasa), negro (proteína) y blanco (acidez titulable), (C) Conteo de bacterias ácido lácticas: E(◇), EQ (□), D(Δ), DQ(x).

Los recuentos de bacterias ácido lácticas en el tiempo 3,7 fueron de 3,61 x 10⁶ (E), 5,13 x 10⁶ (EQ), 4,85 x 10⁶ (D) y 4,61 x 10⁶ (DQ); no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (p > 0,05), el yogurt comercial presentó un conteo de 10⁷ UFC el cual es el exigido para productos probióticos según la NTC 805.

El pH disminuyó lentamente al inicio, esto debido al crecimiento del *S. thermophilus*, luego

crece más rápidamente *L. acidophilus* lo que genera una disminución más rápida en el pH al final de la fermentación, reduciendo la población de *S. thermophilus* lo que mantiene el equilibrio. Los recuentos de BAL pueden estar relacionados con un proceso de fermentación lenta, lo que corresponde a lo reportado por Farnworth *et al.*, 2007 (7), utilizando los mismos microorganismos. La población *S. thermophilus* disminuye con el pH. El crecimiento

de *L. acidophilus* y de *Bifidobacterium* depende de los aminoácidos disponibles que son liberados por bacterias proteolíticas, las cuales no fueron utilizadas como iniciadoras; sin embargo, se puede observar que debido a la presencia de aminoácidos esenciales adicionales en la quinua se pudo contrarrestar un poco la deficiencia de aminoácidos contribuyendo en el crecimiento de las bacterias de acuerdo a lo reportado por Farnworth *et al.*, 2007 (7), utilizando soya.

En los dos casos se observó aumento en el contenido de grasa final con respecto al contenido inicial presentado en la tabla nutricional de la leche utilizada, esto es debido al aporte hecho por la quinua. Los valores de grasa encontrados para E y EQ superan los mínimos establecidos por la NTC 805, en D y DQ los valores son superiores debido a que el la leche utilizada tenía 2,91% m/m de grasa, por lo que D presentó el mismo valor y para DQ la grasa adicional proviene de la quinua.

La proteína que debe poseer un yogurt debe ser como mínimo 2,6%, en todos los tratamientos se cumplió este parámetro, además se observó que al adicionar la quinua, se presentó un incremento alrededor del 30%. La acidez titulable también aumentó con la adición de la quinua alcanzando el requerimiento más rápidamente, seguramente producido por la mayor actividad del cultivo ácido láctico ya que se observó mayor crecimiento de BAL en los tratamientos con adición de quinua, lo que sugiere un posible efecto prebiótico.

CONCLUSIONES

La leche entera representa mejores condiciones para el desarrollo de BAL y el proceso de fermentación que la leche semidescremada. La adición de quinua mejora el crecimiento bacteriano, generando la producción de ácido láctico en menos tiempo y proporciona mayor cantidad de proteína en el producto final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wilhelm H. Holzapfel US. Introduction to pre- and probiotics. *Food Res Int.* 2002; 35: 109-116.
2. Medrano AM, Torrico JC. Consecuencias del incremento de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano sur de Bolivia. *Cienc Agro J Cienc Tecnol Agrar.* 2009; 1 (4): 117-123.
3. Kailasapathy K, Harmstorff I, Phillips M. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts. *Food Sci Technol-LEB.* 2008; 41: 1317-1322
4. Farnsworth JP, Li J, Hendricks GM, Guo MR. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Small Ruminant Research.* 2006; 65: 113-121.
5. Champagne CP, Green-Johnson J, Raymond Y, Barrette J, Buckley N. Selection of probiotic bacteria for the fermentation of a soy beverage in combination with *Streptococcus thermophilus*. *Food Res Int.* 2009; 42: 612-621.
6. Wang YC, Yu RC, Yang HY., Chou CC. Sugar and acid contents in soymilk fermented with lactic acid bacteria alone or simultaneously with bifidobacteria. *Food Microbiol.* 2003; 20: 333-338.
7. Farnsworth ER, Mainville I, Desjardins M, Gardner N, Fliss I, Champagne C.. Growth of probiotic bacteria and bifidobacteria in a soy yogurt formulation. *Inter J Food Microbiol.* 2007; 116: 174-181.

EFECTO DE LA TEMPERATURA Y pH EN LA VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN Y RENDIMIENTO DE ALMIDÓN DE PAPA CRIOLLA (*SOLANUM PHUREJA*)

EFFECT OF TEMPERATURE AND pH IN THE PRECIPITATION RATE AND YIELD OF NATIVE POTATO STARCH (*SOLANUM PHUREJA*)

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA-HUERTAS^{*1}, Yaneth BARRERA¹, Liliana VARGAS¹

RESUMEN

El almidón químicamente es una mezcla de polisacáridos que contiene regiones cristalinas y no cristalinas en capas alternadas, donde la unidad más pequeña de estos polisacáridos es la glucosa. Se evaluó el efecto de la temperatura (4°C, 15°C y 40°C) y pH (ácido, neutro y básico) sobre las velocidades de precipitación y porcentajes de almidón. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento de almidón fue 15,63% a condiciones ambientales sin verse afectado por valores diferentes de pH. De otro lado, el rendimiento de almidón se afectó drásticamente por la temperatura de 40°C a pH ácido con 11,06% de rendimiento. Las diferentes temperaturas y pH afectaron la velocidad de precipitación y el rendimiento de almidón, siendo la temperatura de 15°C y pH ácido el tratamiento que presentó mejores rendimientos y velocidad de precipitación.

Palabras clave: almidón, rendimiento, pH, temperatura, precipitación.

ABSTRACT

The starch is chemically a mixture of polysaccharides which contain crystalline regions and non-crystalline in alternate layers, where the smallest unit of these polysaccharides is glucose. We evaluated the effect of temperature (4°C, 15°C and 40°C) and pH (acidic, neutral and basic) on precipitation rates and percentages of starch. The results showed that the highest yield of starch was 15.63% at ambient conditions without being affected by different pH values. Moreover, the yield of starch is drastically affected by the temperature of 40°C to acidic pH with 11.06% yield. The various temperatures and pH affected the rate of precipitation and the yield of starch, the temperature being 15°C and acid pH treatment that gave better yield and rate of precipitation.

Keywords: Starch, yield, pH, temperature, precipitation.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años uno de los temas de las investigaciones en estudios de materiales ha sido la evaluación de la aplicación de materias primas obtenidas a partir de recursos naturales para ser empleadas como excipientes en productos farmacéuticos. Dentro de este contexto se encuentra el al-

midón, una de las materias primas de origen natural más utilizadas, puesto que ofrece un amplio rango de beneficios físicos, químicos, y organolépticos a diferentes clases de productos (1). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la temperatura y pH en el rendimiento y velocidad de precipitación de almidón de papa criolla.

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de alimentos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja. El experimento consistió en determinar el efecto en la velocidad de precipitación de almidón y el rendimiento, modificando la temperatura y pH. Para ello, se manejó tres tratamientos: temperatura de 4°C, 15°C y 40°C, para cada uno de los tratamientos se manejó tres niveles de pH: ácido, neutro y básico.

Materiales

Se seleccionó muestras de papa criolla (*solanum phureja*) del mercado de la ciudad, teniendo en cuenta que estuviera libre de daños. Se trasladó a los laboratorios de la universidad en cajas teniendo en cuenta de no provocar alguna lesión.

Extracción almidón de papa criolla

Se realizó por el método de Ganga *et al.*, 1999 (2). Una vez obtenida la solución de almidón y habiendo retirado la celulosa se modificó el pH: para las muestras de pH ácido se preparó una solución 0,05 M de ácido cítrico adicionándolo a cada muestra hasta obtener un pH de 3; para las muestras de pH básico se utilizó hidróxido de sodio en solución a una concentración de 0,05 M adicionándolo a las muestras hasta llegar a un pH de 12; para el pH neutro no se utilizó ningún reactivo. Una vez modificado el pH se dejó decantando las muestras en: refrigeración (4°C) (según cada tratamiento), temperatura ambiente (15°C) y en estufa (40°C). Cada 30 min y durante 5 h se tomó cada muestra y se eliminó la humedad a través de una estufa WTB binder a 45°C hasta peso constante; de esta manera, se calculó el rendimiento de almidón por gravimetría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa que a pH ácidos hubo un mayor rendimiento de almidón en comparación con las muestras de pH básico que tuvo el rendimiento más bajo; sin embargo, los tres tratamientos a las 5 horas mostraron el mismo rendimiento de almidón 15,63% en condiciones de temperatura ambiente.

En la figura 2 se observa que los mayores porcentajes de rendimiento de almidón se presentaron con pH neutros en los primeros minutos de

precipitación, mientras que a pH básico y ácido el comportamiento fue similar entre sí.

Las temperaturas de refrigeración afectaron drásticamente los rendimientos de almidón desde los primeros minutos hasta las 3 horas para las muestras con pH básico y ácido, además se observó que las muestras con pH neutro no fueron afectadas por la temperatura de refrigeración. Al final, el % de rendimiento de almidón de los tres tratamientos fue de 13,75% en promedio aproximadamente.

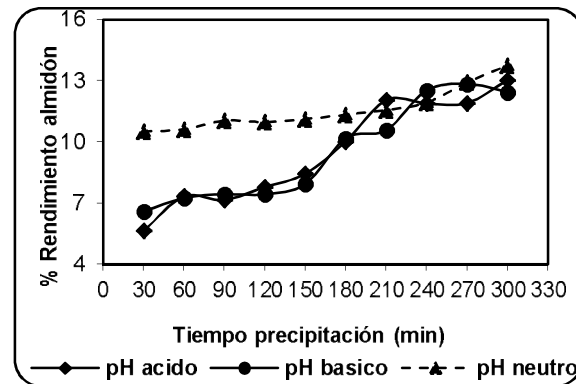


Figura 1. Efecto de temperatura 15°C y valores diferentes de pH en la velocidad de precipitación y rendimiento de almidón.

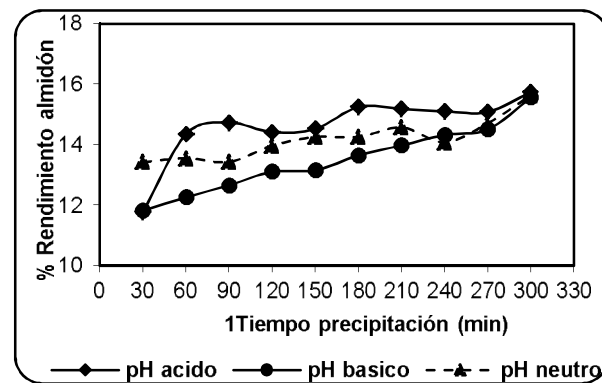


Figura 2. Efecto de la temperatura 4°C y valores diferentes de pH en la velocidad de precipitación y rendimiento de almidón.

El comportamiento del rendimiento del almidón a temperatura de 40°C se muestra en la figura 3, los tres tratamientos tuvieron un comportamiento similar; sin embargo, las muestras a pH básico presentaron un rendimiento más alto, mientras que las muestras sometidas a un pH ácido mostraron tener un rendimiento bajo.

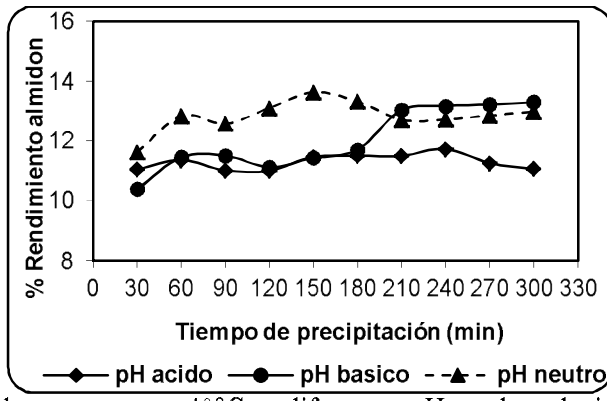


Figura 3. Efecto de la temperatura 40°C y diferentes pH en la velocidad de precipitación y rendimiento de almidón.

Comparando las tres figuras se aprecia que a temperatura ambiente los porcentajes de rendimiento de los tres tratamientos estuvieron por encima de 12%, mientras que a temperaturas de refrigeración los rendimientos son bajos en un intervalo de 5% a 13%; para los tratamientos a temperatura de 40°C los rendimientos oscilaron entre 10 y 13% de rendimiento.

Para comparar estos valores obtenidos se determinó en el laboratorio el rendimiento de una muestra de papa criolla (*solanum phureja*) con un

tiempo de precipitación de 24 h, el rendimiento fue de 17,86%; este valor comparado con los datos de los diferentes tratamientos a pH y temperaturas mostraron que aunque el tiempo de precipitación de 5 h fue corto se acerca los rendimientos al valor de 17,86%.

Estadísticamente los resultados mostraron que las temperaturas entre sí afectan significativamente el rendimiento de almidón a diferentes pH, caso contrario ocurrió con la interacción entre las diferentes temperaturas no afectando significativamente el rendimiento del almidón.

CONCLUSIONES

La utilización de las temperaturas 4°C, 15°C y 40°C y diferentes pH afectaron el rendimiento del almidón. La temperatura de 40°C favoreció la velocidad de precipitación de almidón, mientras que las temperaturas de refrigeración tuvieron los mejores rendimientos de almidón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez D, Espitia M, Caicedo Y, Córdoba Y, Baena Y, Mora C. Caracterización de algunas propiedades físico-químicas y farmacotécnicas del almidón de arracacha (*arracacia xanthorrhiza*). Revista Colombiana de Ciencias Químicas Farmacéuticas. 2005; 34 (2): 140-146.
2. Ganga Z, Corke H. Physical properties of starch of Asian-adapted potato varieties. J Sci Food Agr. 1999; 79: 1642-1646.

ADICIÓN DE STEVIA Y AVENA EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT CON MEZCLA DE LECHE SEMIDESCREMADA DE CABRA Y BOVINO

ADDITION STEVIA AND OAT IN THE YOGURT MANUFACTURING WITH MIXTURE OF GOAT'S AND COW SKIM MILK

ARTÍCULO CORTO

Ricardo A. PARRA-HUERTAS^{1*}, Luis J. BARRERA-ROJAS¹, Diana C. RODRÍGUEZ¹

RESUMEN

La leche de cabra tuvo propiedades nutricionales especiales que la hizo atractiva a los consumidores. Para la elaboración de yogurt se utilizó leche de cabra y leche de bovino en una proporción 70/30, respectivamente, se añadió 3% de avena y 2% de stevia como endulzante, para comparar el efecto de estos ingredientes se elaboró un yogurt control en cual no contenía avena ni stevia. Finalizada la incubación se empacó y refrigeró. El estudio se realizó durante 1 mes para lo cual se realizó análisis fisicoquímico, proximal, sensorial y microscopia electrónica de barrido. Los resultados indicaron una acidez final de 0,94% durante el almacenamiento para la muestra de yogurt con stevia, avena y almíbar de mango, igualmente los valores nutricionales para esa misma muestra para proteína fue 3,82%, fibra 0,14% y 10,51% de carbohidratos. La evaluación sensorial mostró aceptación favorable para los dos tratamientos; sin embargo, el yogurt con avena y stevia tuvo mayor aceptabilidad en comparación con el control. Los resultados de SEM evidenciaron la presencia de cristales de stevia y avena. Se concluyó que la elaboración de yogurt con mezcla de leche de vaca y cabra presentó características aceptables de calidad.

Palabras clave: avena, mango, stevia, yogurt, salud.

ABSTRACT

Goat milk had special nutritional properties that made it attractive to consumers. For the preparation of yogurt was used goat milk and cow milk in a ratio 70/30 respectively, was added 3% and 2% oat of stevia as a sweetener, to compare the effect of these ingredients are produced which control yogurt not containing oat or stevia. After the incubation was packed and refrigerated. The study was conducted for 1 month for which physicochemical analysis was performed, proximal, sensory and scanning electron microscopy. The results indicated a final acidity of 0.94% during storage for the sample of yogurt with stevia, oats and mango syrup, also the nutritional values for the same protein sample was 3.82%, fiber 0.14 % and 10.51% carbohydrate. Sensory evaluation showed favorable acceptance for both treatments, but the yogurt with oats and stevia had higher acceptability compared with the control. The results of SEM showed the presence of crystals of stevia and oats. It was concluded that the development of yogurt with mixed cow and goat milk presented acceptable quality characteristics.

Keywords: Oat, mango, stevia, yogurt, health.

INTRODUCCIÓN

Los productos lácteos fermentados desempeñan un papel importante en la nutrición humana, par-

ticularmente el yogurt elaborado a base de leche de cabra, el cual es reconocido debido a su alto valor nutricional, fácil asimilación de los componentes,

¹ Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ricardo.parra@uptc.edu.co

propiedades terapéuticas y antialérgicas de la leche de cabra (1). A lo anterior sumamos la utilización funcional de la avena y stevia en el yogurt. Por esto, el objetivo propuesto fue evaluar el efecto de la adición de stevia, avena y almíbar de mango, utilizando mezcla de leche semidescremada de cabra y vaca en una proporción 70/30, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en los laboratorios del programa de Química de Alimentos de la Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia.

La leche de cabra y vaca se adquirió en el municipio de Samacá (Boyacá), se realizó pruebas de calidad y se mantuvo en refrigeración. Se eliminó grasa de ambas muestras de leche en una descremadora; además, se realizó previamente una evaluación sensorial que determinó la mejor proporción de mezcla de leche (descremada) de cabra y vaca (70:30, respectivamente). Se mezcló y ultrapasterizó, se inoculó con *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* y *Bifidobacterium Lactis* y se dividió en dos partes el volumen, la primera correspondió al yogurt

control añadiéndose sacarosa 10%, la segunda parte se agregó stevia como endulzante 2%, 3% avena y 5% almíbar de mango; se incubó a 37°C. Se empacó y refrigeró, posteriormente se realizó acidez, y °Brix (teniendo en cuenta (AOAC/93) (2) los días 1, 5, 9, 12, 16, 19, 23 y 30; se realizó una evaluación sensorial con 30 jueces no entrenados bajo un test hedónico y descriptivo, al final del experimento se realizó análisis proximal AOAC/93 y microscopía electrónica de barrido (SEM) Para la elaboración del almíbar de mango se licuó el mango y se filtró; se adicionó stevia 0,5% y se sometió a fuego hasta obtener una mezcla homogénea consistente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características fisicoquímicas

En la tabla 1 se observa que los °Brix en ambos tratamientos no sufrieron cambios considerables. Para los valores de acidez, la muestra control tuvo mayor acidez durante el experimento en comparación con la muestra de leche semi-descremada de vaca y cabra.

Tabla 1. Comportamiento acidez titulable (% ácido láctico) y °Brix para el yogurt control y la muestra de yogurt en proporción 70/30 de leche de cabra y bovino, respectivamente.

Parámetro Muestra Día		1	5	9	12	16	19	23	30
Acidez	Control	0,94	0,95	0,99	1,01	1,021	1,023	1,024	1,028
	70/30	0,86	0,87	0,9	0,92	0,938	0,95	0,95	0,942
°Brix	Control	15	14	14	13	13	12	11	11
	70/30	14	14	13	13	12	12	12	13

Análisis proximal

Se observa en la tabla 2 que el yogurt con la proporción de leche 70:30 tuvo menor aporte calórico, menor cantidad de carbohidratos, mayor contenido de fibra e igualmente de proteína.

Tabla 2. Análisis proximal para yogurt control y yogurt mezcla 70/30.

PARÁMETRO	CONTROL	MUESTRA 70/30
% Proteína (f=6.28)	3,46	3,82
% Fibra cruda	0,10	0,14
%Grasa	0,50	1,16
%Carbohidratos	14,88	10,51
Calorías (cal/g)	77,86	47,76

Las diferencias microestructurales de la figura 1 y figura 2 revela una microestructura con los cristales de stevia embebida en una matriz de caseínas

agregada y unos trozos pequeños de avena para la figura 1.

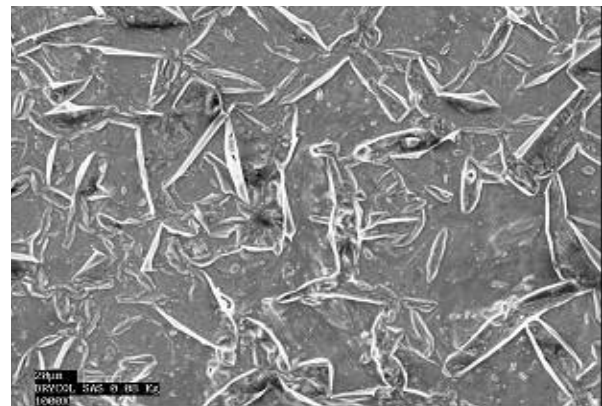


Figura 1. Observaciones microestructurales de la muestra de leche vaca y cabra semidescremada, stevia, avena y almíbar de mango 1000x.

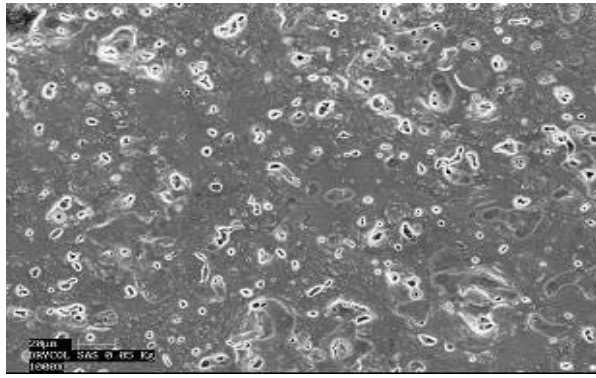


Figura 2. Observaciones microestructurales de la muestra control 1000x.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial muestra que la aceptabilidad favorable para ambas muestras fue similar; sin embargo, la muestra de yogurt con stevia, avena y almíbar de mango tuvo mayor aceptabilidad.

Tabla 4. Atributos sensoriales para el yogurt con stevia, avena y almíbar de mango.

ACEPTABILIDAD	PORCENTAJE
Me agrada mucho	19%
Me agrada	55%
Ni me agrada ni me desagrada	17%
Me desagrada	6%
Me desagrada mucho	3%

Tabla 5. Atributos sensoriales para el yogurt control.

ACEPTABILIDAD	PORCENTAJE
Me agrada mucho	14%
Me agrada	56%
Ni me agrada ni me desagrada	21%
Me desagrada	5%
Me desagrada mucho	3%

Análisis estadístico

Se realizó una ANOVA con un α de 0,05. Para la acidez y °Brix no existen diferencias significativas entre los dos tratamientos; para los valores de análisis proximal existen diferencias significativas entre los dos tratamientos; sin embargo, en la interacción entre tratamientos no existe diferencias significativas.

CONCLUSIONES

La muestra de yogurt que contenía stevia, avena y almíbar de mango tuvo características sensoriales y proximales aceptables; la microscopía electrónica de barrido evidenció la distribución de stevia y avena en la red de caseína para el yogurt. La utilización de leche de vaca y cabra semidescremada fue una opción viable para la elaboración de yogurt.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vera F. Innovation in Fermented milk Products. [Actualizado 2012 Nov 12; citado 2012 Mar 19]. Disponible en: www.alfaceditores.com/carnilac/Octubre%20Noviembre%2005/TECNOLOGIA%20Innovacion.htm?phpMyAdmin=alJ69rg0MYWn18mTYfYRyPHZ2T4
2. AOAC International, Peer-Verified Methods Program. Manual on policies and procedures. Arlington, USA: AOAC International; 1993.

INFLUENCIA DEL PROCESAMIENTO DEL GRANO DE COPOAZU (*Theobroma grandiflorum*), SOBRE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y EL CONTENIDO FENOLICO

INFLUENCE OF THE CUPUASSU BEAN PROCESSING (*Theobroma grandiflorum*), ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY AND THE PHENOLIC CONTENT

ARTÍCULO CORTO

Paula GALEANO G.^{1*}, Liceth CUELLAR A.¹, Guillermo SCHINELLA²

RESUMEN

En el beneficio (fermentación, secado y tostado) de los granos del copoazú (*Theobroma grandiflorum*) se genera reacciones que forman compuestos precursores del sabor y aroma del *cupulate*; materia prima usada en la elaboración de productos alimenticios y de belleza, poco conocidos por los consumidores; que han demostrado ser fuente de compuestos bioactivos importantes para la salud. En el presente estudio, se analiza la variación del contenido fenólico y la actividad antioxidante durante el proceso de beneficio de los granos de copoazú, de tres zonas geográficas del Departamento del Caquetá; encontrando que los granos fermentados presentan el mayor contenido polifenólico y la mayor actividad antioxidante; mientras que en los granos secos y tostados se obtiene una pérdida entre el 39 - 45%, con respecto a la actividad antioxidante determinada en los granos fermentados, de cada zona geográfica.

Palabras clave: antioxidantes, copoazú, polifenoles, radicales libres.

ABSTRACT

In the processes (fermentation, drying and roasting) of the cupuassu beans (*Theobroma grandiflorum*) are generated reactions, in which are formed precursor compounds of flavor and aroma of *cupulate*, feedstock used for the elaboration of products food and beauty, they are poorly known by consumers, they have proven to be a source of bioactive compounds important for health. This study examines, the variation of phenolic content and antioxidant activity during the process of cupuassu beans from three geographic areas of the Department of Caqueta; finding that the fermented beans, have higher the polyphenolic content and the higher antioxidant activity, while in the dried and roasted beans is obtained a loss between 39 - 45%, with respect to antioxidant activity determined in fermented beans in each geographical area.

Keywords: Antioxidants, cupuassu, free radicals, polyphenols.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha adelantado estudios químicos de la especie *Theobroma grandiflorum* conocida como copoazú, con el ánimo de incentivar su uso; ya que resulta ser poco conocida y como consecuencia su consumo es limitado. Esta especie exótica es una fruta de la región amazónica; sus granos son industrializados para obtener *cupulate*, un

alimento benéfico debido a su aporte de ácidos grasos insaturados y antioxidantes con características físicas, químicas y organolépticas similares al chocolate (1). En la elaboración de estos productos alimenticios participan los mismos parámetros, variables, puntos críticos y procesamiento, donde el grano es sometido a las etapas de fermentación, secado, tostado, molienda y molturación, debido a la semejanza botánica y de composición entre el cacao y el copoazú (2).

¹ Grupo de Investigación "Bioprospección de los Productos Naturales Amazónicos". Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Química. Universidad de la Amazonia –Sede Principal. Cra 17, Cl 17, Diagonal 3F, Barrio el Porvenir. A.A. 192. Florencia, Caquetá, Colombia.

² Cátedra de Farmacología Básica. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata. CIC Provincia de Buenos Aires, La Plata, Argentina.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: paulalg@uniamazonia.edu.co

El objetivo del presente estudio consistió en evaluar el contenido polifenólico y la actividad antioxidante de las diferentes etapas del procesamiento del grano de copoazú, cultivado en tres zonas de diferente relieve del departamento del Caquetá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección del material vegetal

El fruto de copoazú se colectó maduro en relieves propios del Departamento del Caquetá: Vega, Montaña y Lomerío.

Obtención de los extractos

El proceso se realizó llevando los granos molidos, previamente procesados, fermentados, secos y tostados (3), a percolación con metanol.

Cuantificación de fenoles totales

Se empleó el método de Folin-Ciocalteu (4). Resultados reportados como equivalentes de ácido gálico (AG).

Determinación del contenido antocianinas totales

Se realizó por el método de diferencial de pH (5). Resultados reportados como mg de cianidina-3-glucósido /g de extracto seco.

Contenido total de Flavonoides

Se realizó empleando el método de Cloruro de Aluminio (6). Resultados reportados como mg de (+)-catequina /g de extracto seco.

Evaluación de la Actividad Antioxidante

Se determinó por los métodos de DPPH (7) y ABTS (8). Expresando los resultados como TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuantificación de compuestos polifenólicos

Los resultados del contenido de compuestos polifenólicos del copoazú por proceso y tipo de relieve se resumen en las figuras 1 a 3.

Los granos fermentados de los tres tipos de relieve, muestran una concentración mayor de fenoles, antocianinas y flavonoides que los granos secos y tostados, donde se observa una disminución

entre el 20 y 70% del contenido polifenólico. Esto se debe a los cambios de temperatura a los que el grano es expuesto, especialmente en el proceso de tostado; donde la temperatura se mantuvo a 100°C (3). Estos resultados coinciden, con la investigación de la clovamida un compuesto fenólico presente en los granos de *Theobroma cacao*, que se degrada en el proceso de tostado (9).

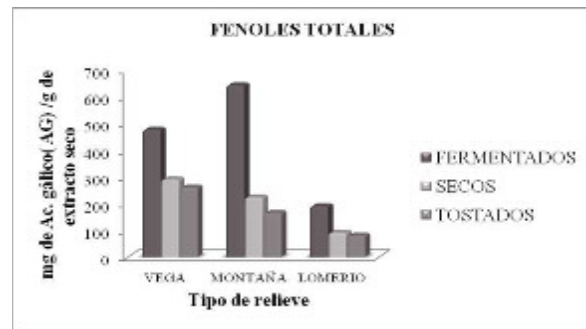


Figura 1. Contenido de fenoles totales.

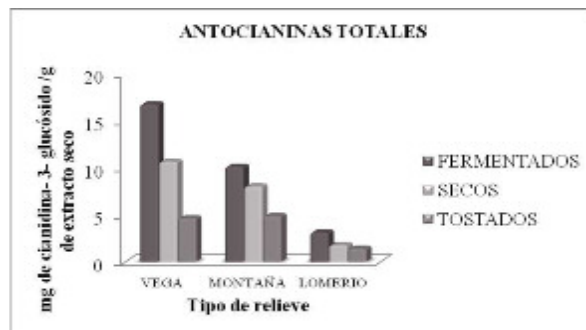


Figura 2. Contenido de antocianinas totales.

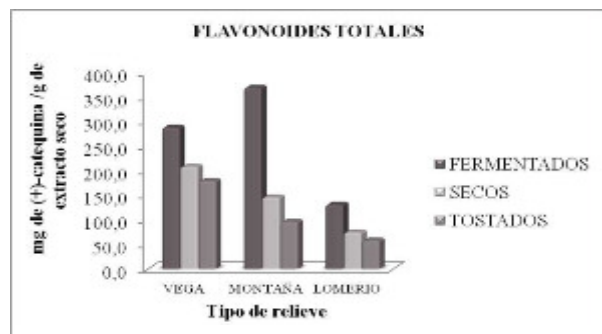


Figura 3. Contenido de flavonoides totales.

Actividad antioxidante

Los resultados de la actividad antioxidante mostrados en las figuras 4 y 5 evidencian la relación con el contenido polifenólico de las muestras. Las etapas

de secado y tostado afectan la actividad antioxidante mostrada inicialmente en los granos fermentados de copoazú; siendo el tostado la de mayor incidencia, donde la pérdida de esta actividad es del 41%, aproximadamente. Arlorio *et al.*, 2007 (9) y Perea *et al.*, 2009 (10) reportan pérdidas durante los procesos de pretostado (100 °C) y tostado (130 °C), en un rango de 32,6 a 54,7%, atribuyendo esta tendencia al efecto de la temperatura y a la reacción de Maillard. Dicho comportamiento reportado para la especie de *Theobroma cacao*, coincide con lo encontrado en este estudio para la especie *Theobroma grandiflorum*.

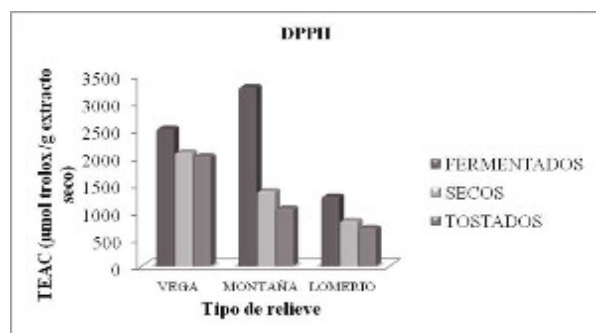


Figura 4. Actividad antioxidante usando el método de DPPH.

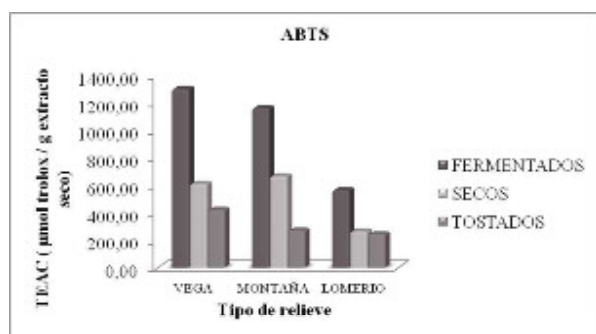


Figura 5. Actividad antioxidante usando el método de ABTS.

CONCLUSIONES

Entre las etapas del procesamiento a las que se sometió el grano de copoazú, se observa que en la fermentación se alcanza los valores más altos del contenido polifenólico y, por ende, una mayor actividad antioxidante en contraste con el secado y tostado, que en todas las determinaciones mostraron el contenido y la actividad más baja para los tres tipos de relieve.

AGRADECIMIENTOS

Al CODECYT+I Caquetá, Colciencias, Gobernación del Caquetá y Universidad de la Amazonia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Criollo J, Criollo D, Sandoval A. Fermentación de la almendra de copoazú (*Theobroma grandiflorum* [Willd. ex Spreng.] Schum.): evaluación y optimización del proceso. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2010 May-Jul; 11 (2): 107-115.
- Castro ZR. Caracterización del proceso de fermentación del grano de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng) [trabajo de pregrado]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2010. 13-14p.
- Hernández M, Barrera J. *Theobroma*. 1^{ra} ed. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá, Colombia: Scripo; 2004. 167-169p.
- Forrest G, Bendall D. The distribution of polyphenols in the tea plant (*Camelia sinensis* L.). J Biochem. 1969 Dic; 113: 741-755.
- Lee J, Durst R, Wrolstad R. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. Journal of the AOAC International. 2005 Sep-Oct; 88 (5): 1269-1278.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem. 1999 Mar; 64 (4): 555-559.
- Brand W, Cuvelier M, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm Wiss Technol. 1995 Mar; 28 (1): 25-30.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 1999 May; 26 (9-10): 1231-1237.
- Arlorio M, Locatelli M, Travaglia F, Coisson J, Grosso E, Appendino G, Martelli A. Roasting impact on the contents of clovamide (N-caffeoyl-L-DOPA) and the Antioxidant Activity of cocoa beans. Food Chem. 2008 Feb 1; 106 (3): 967-975.
- Perea J, Cadena T, Herrera J. El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento. Rev Univ Ind Santander Salud. 2009 May-Ago; 41 (2): 128-134.

INFLUENCIA DE LA FERMENTACIÓN Y EL SECADO AL SOL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE CACAO TSH 565 E ICS 60

INFLUENCE OF FERMENTATION AND SUN DRYING ON THE CHARACTERISTICS OF THE COCOA BEAN TSH 565
AND ICS 60

ARTÍCULO CORTO

Rocío del P. PINEDA¹, María J. CHICA^{1*}, Luz F. ECHEVERRI¹, Aristofeles ORTIZ¹, Héctor H. OLARTE²,
Néstor M. RIAÑO¹

RESUMEN

Se estudió dos clones cultivados en Colombia ICS 60 y TSH 565, de interés comercial por sus altos rendimientos durante los procesos de fermentación y secado del grano, a través del comportamiento de las características fisicoquímicas, nutricionales y funcionales propias de estos cacaos, dado que son escasos los estudios que describen en forma detallada las características intrínsecas del grano de cacao durante la poscosecha en Colombia y a la existencia de una marcada asociación de estos procesos a prácticas culturales propias de cada región que impiden garantizar una calidad homogénea del grano.

Palabras clave: cacao, fermentación, secado, clones.

ABSTRACT

Two clones grown in Colombia ICS 60 and TSH 565, of commercial interest for its high yields, were studied during the fermentation and drying processes in behavior of the physicochemical, nutritional and functional characteristics of these raw materials, due to there are few studies that describe in detail the intrinsic characteristics of the cocoa bean postharvest in Colombia and the existence of a strong association of these processes to cultural practices of each region that prevents ensure a consistent quality of the grain.

Keywords: Cocoa, fermentation, drying, clones.

INTRODUCCIÓN

Las prácticas inadecuadas que no garantizan la ocurrencia de todos y cada uno de los cambios físicos y bioquímicos durante la fermentación del cacao no permitirán la presentación en el mercado de un producto de buena calidad (1); por esto, se debe mejorar el proceso y la tecnificación poscosecha, apoyándose en el conocimiento de las diferencias en el tiempo de fermentación según las variedades y el análisis químico del grano, que permitan la estandarización de los procesos fermentativos que garanticen una calidad del grano homogénea (2). Teniendo en cuenta lo anterior, la industria de

derivados de cacao en cabeza de Casa Luker[®], ha desarrollado estudios en conjunto con el Centro Nacional de Investigaciones de Café –CENICAFÉ, para caracterizar los cambios fisicoquímicos, nutricionales y atributos funcionales del grano durante la fermentación y secado, para dos clones de cacao, el ICS 60 y TSH 565, material genético definido por el Consejo Nacional Cacaotero (3) para ser utilizado como clon en las diferentes regiones agroecológicas de Colombia, además de su interés comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvo mazorcas de cacao provenientes de los clones ICS-60 y TSH-565 de la granja experimental

¹ Fisiología Vegetal –Cenicafé. Manizales, Caldas.

² Casa Luker S.A.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: maria.chica@cafedecolombia.com

Casa Luker® ubicada en el municipio de Palestina, departamento de Caldas. 75 Kg de almendras frescas se fermentaron durante 144 horas, realizando volteos cada 48 horas; posteriormente se realizó el secado al sol por 96 h (desde las 144 h hasta 208 h). Durante el período de fermentación se monitoreó el comportamiento de la temperatura y se tomó muestras de 2 Kg del centro de la masa cada 8 h, al igual que en el proceso de secado al sol, todas las muestras fueron llevadas hasta el 7% de humedad y fueron tostadas a 150°C por 10 min y molidas. Luego 100 g de licor de cacao se utilizó para cuantificar por triplicado la grasa total, proteína total, carbohidratos, minerales, capacidad antioxidante, polifenoles totales, cafeína y teobromina. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, error estándar).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura natural asociada con el proceso de fermentación para los clones analizados, alcanzó los 47°C a las 60 h, manteniéndose hasta las 108 h, permitiendo el inicio de las reacciones enzimáticas que dan origen a los precursores de aroma y sabor propios de los cacaos bien fermentados, tal como lo describen Graziani *et al.*, 2004 (4); posteriormente, se observó un descenso hasta una temperatura de 30°C a las 144 h (figura 1a). El contenido promedio de grasa total en el licor para los dos clones analizados mostró un incremento de 52 a 58%, posiblemente, según Sukha *et al.*, 2006 (5), resultado del rompimiento celular debido a la acidificación del medio durante la fermentación y

a la liberación de los aminoácidos, estabilizándose a las 120 h de fermentación y manteniéndose constante en el tiempo de secado evaluado (figura 1b). Durante las primeras 56 h del proceso, se observó un incremento en el contenido de proteínas (14% en promedio) y a partir de las 64 h, decreció hasta un 12% en promedio, debido posiblemente a reacciones enzimáticas y microbiológicas (6) (figura 2a). Del contenido total de carbohidratos el mayor valor correspondió a sacarosa y se alcanzó a las 32 h para los dos clones (figura 2b); los demás azúcares desaparecieron posiblemente por la reacción de Maillard dada en el tostado, coincidiendo con lo reportado por de Brito *et al.*, 2001 (6). En general al inicio de la fermentación y hasta las 40 h para el TSH 565 y 32 h para el ICS 60, se incrementa el contenido de polifenoles expresado como equivalentes de (+)-catequina y la capacidad antioxidante evaluada como equivalente de vitamina C. El aumento en el contenido de polifenoles, así como en la capacidad antioxidante durante los primeros días de fermentación se debe probablemente a la presencia de flavonoides hidrosolubles en el grano y que van disminuyendo en la medida que avanzan las reacciones correspondientes de, condensación y oxidación, disminuyendo posteriormente (7) (figura 3). La relación teobromina/cafeína (T/C) agrupó el origen de estos cacaos como trinitarios por su valor entre 5 y 10, sin cambios significativos durante los procesos de fermentación y secado, según lo reportado por Amores, 2006 (8) (figura 4a). El contenido de minerales no presentó cambios significativos durante el proceso de fermentación y secado en cada uno de los clones (figuras 4b y 4c).

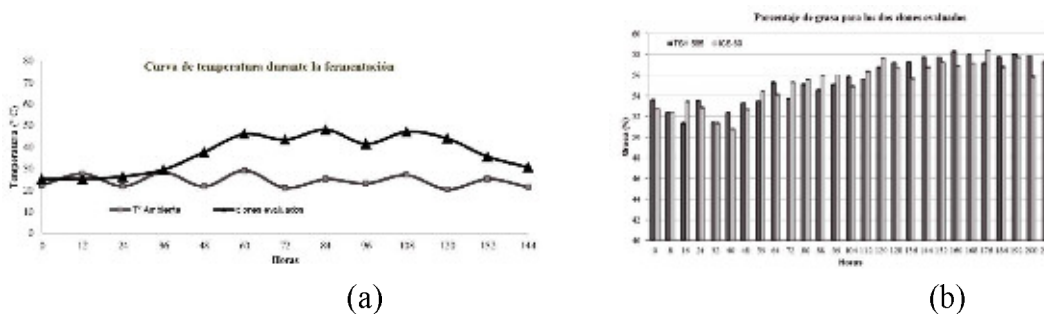


Figura 1. Comportamiento de la temperatura (a) y la grasa total (b) durante los procesos de fermentación y secado para los clones TSH-565 e ICS-60.

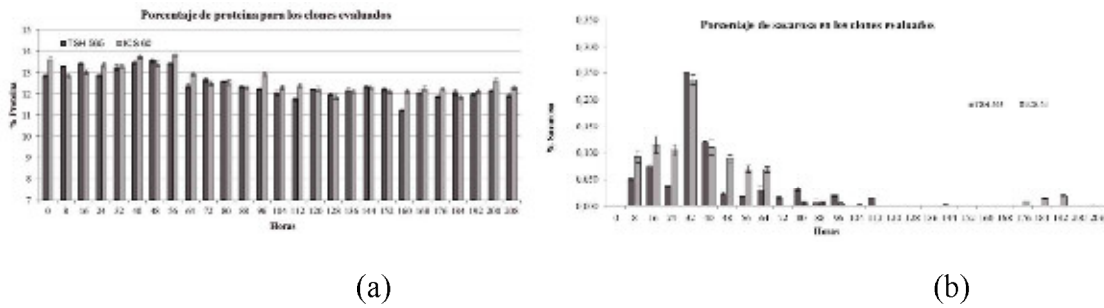


Figura 2. Comportamiento de la proteína (a) y de la sacarosa (b) en el grano para TSH-565 e ICS-60.

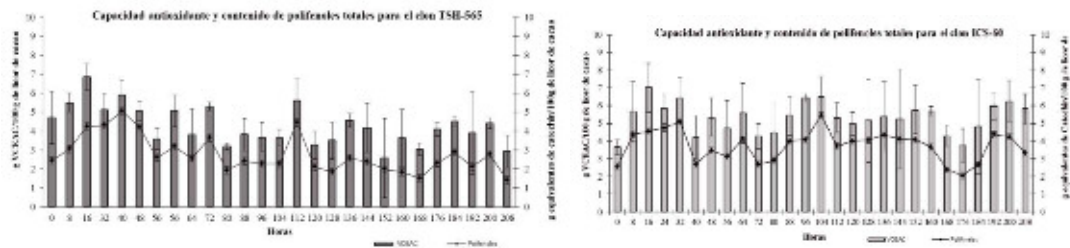


Figura 3. Comportamiento de la capacidad antioxidante equivalente a vitamina C y polifenoles totales durante el proceso de fermentación y secado para los clones TSH-565 e ICS 60.

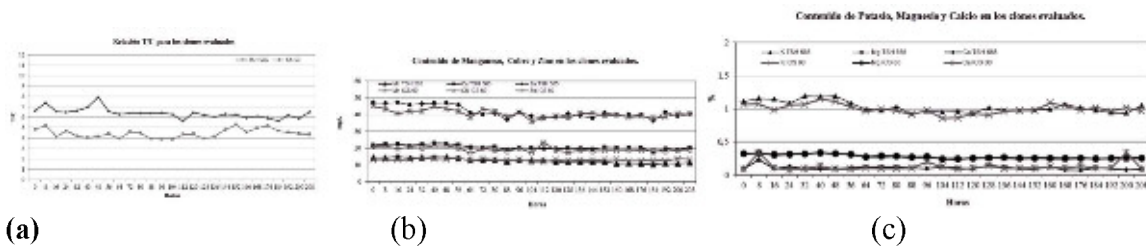


Figura 4. Comportamiento de la relación teobromina caféina (a), Mn, Cu y Zn (b) y K, Mg y Ca (c) durante el proceso de fermentación y secado para granos de los clones TSH-565 e ICS 60.

CONCLUSIONES

En general se muestra una marcada influencia del proceso de fermentación y secado sobre las variables de respuesta analizadas excepto para los minerales.

AGRADECIMIENTOS

Casa Luker S.A., Departamento de Investigación y Desarrollo, y Departamento de Desarrollo Agrícola. Disciplina de Fisiología Vegetal, Centro Nacional de Investigaciones de Café –CENICAFÉ; Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Federación Nacional de Cacaoteros. El beneficio y características físico químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.). Boletín Técnico. Bogotá (Colombia): Produmedios; 2004. p. 30.

2. Sanchez-Vargas ADP, Castellanos DzOF, Dominguez-Martinez KP. Mejoramiento de la poscosecha del cacao a partir del road-mapping. Ing Investig. 2008 Sep-Dic; 28 (3): 150-158.

3. Consejo Nacional Cacaotero. Acuerdo No. 003 (Modificado en Junio de 2010.- Comité Técnico Nacional). 2010.

4. Graziani-de Farinas L, Ortiz-de Bertorelli L, Parra P. Características químicas de la semilla de diferentes tipos de cacao de la localidad de Cumboto, Aragua. Agronomía Trop (Maracay). 2003 May; 53 (2): 133-144.

5. Sukha DA, Butler DR. Pyrazine and volatile compounds and their linkages to organoleptic attributes [CD-ROM]. Trinidad and Tobago: University of the West Indies: Cocoa Research Unit; 2006.

6. de Brito ES, García NH, Gallão MI, Cortelazzo AL, Fevereiro PS, Braga MR. Structural and chemical changes in cocoa (*Theobroma cacao* L) during fermentation, drying and roasting. J Sci Food Agric. 2001 Jan 15; 81 (2): 281-288.

7. Counet C, Collin S. Effect of the number of flavanol units on the antioxidant activity of procyanidin fractions isolated from chocolate. J Agric Food Chem. 2003 Nov 5; 51 (23): 6816-6822.

8. Amores F. Diferenciación de variedades de cacao. Primera conferencia sobre competitividad y desarrollo del sector cacaotero; Guayaquil. 2006.

SISTEMAS DE EXTRACCIÓN (SE) Y SU INCIDENCIA EN LA CUANTIFICACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS MAYORITARIOS EN FRUTOS DE *Rubus glaucus* Benth

EXTRACTION SYSTEMS (ES) AND THEIR INCIDENCE IN THE QUANTITATION OF MAJOR BIOACTIVE COMPOUNDS IN *Rubus glaucus* Benth FRUITS

ARTÍCULO CORTO

Juan P. QUINTERO-CERÓN^{1,2*}, Leidy C. AYALA S.², Claudia P. VALENZUELA R.², Yanneth BOHORQUEZ P.², Carlos A. RIVERA²

RESUMEN

Diferentes proporciones de etanol, agua y ácido clorhídrico fueron utilizados con el objetivo de valorar sus efectos en la extracción, cuantificación de fenoles, antocianinas monoméricas totales y capacidad antioxidante total en frutos de mora de castilla mediante espectrofotometría UV-visible. El solvente de extracción y el pH incidieron en la estabilidad y recuperación de los compuestos de interés siendo los más apropiados etanol acidificado al 1,0 y 2,0% v/v.

Palabras clave: mora de castilla, antocianinas, agroindustria, solvente.

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the effects of different ratios of ethanol, water and hydrochloric acid in the extraction and quantitation of total phenolic compounds, total monomeric anthocyanins and total antioxidant capacity in Castilla blackberry fruit by UV-visible spectroscopy. The pH and the type of extraction solvent showed an important role in the stability and recovery of biocompounds, where acidified ethanol at 1.0 and 2.0 % v/v were the most suitable.

Key words: Castilla blackberry, anthocyanins, bioactive compound, agribusiness, solvent.

INTRODUCCIÓN

A las antocianinas presentes en los frutos rojos (1) se les atribuye un efecto protector ante enfermedades degenerativas y, se presume que podrían disminuir la incidencia de procesos inflamatorios así como cáncer, enfermedad cardiaca y cerebrovascular (2). Actualmente, en Colombia la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) es la polidrupa más cultivada, comercializada y agroindustrializada. El campo investigativo, mercado en fresco

e industrias relacionadas con su transformación y conservación evidencian la necesidad de establecer metodologías para la extracción y valoración de metabolitos secundarios de forma sencilla, confiable y de bajo costo (3). Teniendo en cuenta lo expuesto, la presente investigación se interesó en determinar el efecto de solventes polares en la extracción y posterior cuantificación de compuestos fenólicos totales, antocianinas monoméricas totales y capacidad antioxidante total (ABTS) en frutos de *R. glaucus*.

¹ Red de Universidades Públicas del Eje Cafetero –Red Alma Mater.

² Grupo de Investigación CEDAGRITOL. Facultad de Ingeniería Agronómica. Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad del Tolima.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jupaquinca@hotmail.com

MATERIALES Y MÉTODOS

Matriz Alimentaria

Los frutos de mora en estado de madurez 5 (4), en adecuadas condiciones morfológicas y fitosanitarias fueron cosechados en la vereda El Retiro (1800 msnm) del Municipio de Ibagué, Colombia. El material vegetal se transportó al laboratorio, se lavó con agua potable y secó con una corriente de aire por 10 min (T° : $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$); 100 frutos fueron triturados y homogenizados. Posteriormente, 20 g fueron macerados con 20 ml de etanol (96 %v/v) acidificados con HCl (SE1:0,1%, SE2:1,0%, SE3: 2,0%), agua destilada acidificada SE4 (1,0% HCL) o una mezcla etanol + agua destilada (1:1, 0,1%HCl) esta operación se realizó dos veces ($T^{\circ} = 25^{\circ}\text{C}$, $t = 60$ min), el volumen recuperado se centrifugó (5000 rpm x 10 min), filtró al vacío y aforo a 50 ml (5). El zumo también fue establecido como solución stock (SE6). Se preparó diluciones de trabajo (1:10), siendo aforadas en todos los casos con su respectivo solvente.

Parámetros evaluados

Mediante pruebas espectrofotométricas (Thermo Electron Scientific, Genesys 6, USA) se valoró los SE; las lecturas se llevaron a cabo en celdas de cuarzo (10 mm de paso óptico). Se utilizó barridos espectrales de las soluciones (360 – 780 nm) y pH (SCHOTT-CG 820) para relacionar las absorbancias con el contenido de antocianinas monoméricas totales (AMT), calculadas a partir de la metodología de diferencial de pH y expresadas como mgEQVCy-3-glu/100 g de fruto fresco (6), contenido fenólico

total (CFT) con Folin-ciocalteu usando ácido gálico como estándar (mgEQV-AG/100 g FF) (7) y, capacidad antioxidante total (CAT) expresada en mgEQV, ácido ascórbico/ 100 g FF mediante estabilización del radical ABTS a los 6 y 7 min de reacción (8). Los datos obtenidos en triplicado fueron evaluados mediante ANOVA, MANOVA y LSD (95% nivel de confianza) en paquete estadístico Statgraphics Centurion® Versión XV.II.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los barridos espectrales (figura 1) mostraron diferentes picos de máxima absorbancia, variaciones que pueden ser atribuidas a las diversas formas químicas de las antocianinas, las cuales dependen del pH de los SE. A pH 1,0 el catión flavilo es la forma predominante (color rojo), y entre 2 - 4 la forma quinoidal. La polaridad de los solventes (etanol, agua destilada), concentración de fitocompuestos extraídos de la matriz sólida y presumiblemente copigmentación contribuyen a explicar el fenómeno observado. SE2 y SE3 a una $\lambda = 540$ nm mostraron un posible efecto hipercromico y batocrómico (8). El contenido de AMT y FT en *R. glaucus* (tabla 1) es marcadamente inferior al reportado en la literatura (9); y evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$), posiblemente relacionadas con el grado de madurez seleccionado, solvente y volumen requerido en la recuperación de los analitos, siendo los más apropiados SE2 y SE3. El tiempo de incubación de la muestra no tuvo un efecto significativo sobre CAT, contrariamente los SE mostraron incidir sobre dicha variable ($p < 0,05$).

Tabla 1. Efecto del SE en la valoración de los extractos de *R. glaucus*.

SE	AMT	CFT	CAT 6'	CAT 7'
SE1	28,11 \pm 0,36 ^c	104,39 \pm 4,97 ^b	67,73 \pm 1,71 ^b	68,68 \pm 1,45 ^b
SE2	31,54 \pm 0,73 ^c	138,51 \pm 0,26 ^d	71,66 \pm 4,02 ^b	72,63 \pm 3,60 ^b
SE3	29,94 \pm 1,39 ^d	139,24 \pm 1,69 ^d	71,52 \pm 3,48 ^b	72,48 \pm 3,01 ^b
SE4	23,09 \pm 0,32 ^b	101,80 \pm 2,48 ^b	43,98 \pm 1,68 ^a	44,91 \pm 1,40 ^a
SE5	28,56 \pm 0,75 ^c	121,48 \pm 1,29 ^c	68,17 \pm 3,92 ^b	68,95 \pm 3,69 ^b
SE6	5,92 \pm 0,07 ^a	17,22 \pm 0,47 ^a	9,04 \pm 0,30 ^c	9,17 \pm 0,28 ^c

Los valores representan el promedio de 3 repeticiones \pm desviación estándar. Letras en el

superíndice de cada columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

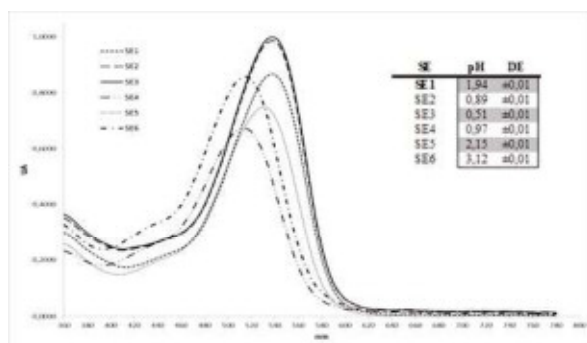


Figura 1. Barrido espectral (UV-Visible) de extractos (360 – 780 nm).

CONCLUSIONES

Etanol acidificado al 1,0%v/v (SE2) es el sistema de extracción con solvente más adecuado. A pesar que acidificarlo al 2,0%v/v permite obtener resultados similares a SE2 para AMT, FT y CAT, la primera opción ralentiza el consumo de HCl. Las determinaciones analíticas realizadas sobre el zumo y expresadas en masa de fruto fresco adicionan un amplio margen de error al desestimarse en aproximadamente el 81 y 87% de AMT y FT, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tiwari B, O'Donnell C, Cullen P. Effect of non thermal processing technologies on the anthocyanin content of fruit juices. *Trends Food Sci Tech.* 2009 Feb 6; 20 (3-4): 137-145.
2. Lee J, Dosset M, Finn C. *Rubus* fruit phenolic research: The good, the bad, and the confusing. *Food Chem.* 2012 Feb 15; 130 (4): 785-796.
3. Wrolstad R, Durst R, Lee J. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends Food Sci Tech.* 2005 Sep 1;16 (9): 423-428.
4. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 4106. Frutas Frescas. Mora de Castilla. Especificaciones. Bogotá, ICONTEC; 1997.
5. Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, Bertelli D. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of rubus, ribes, and aronia. *J Food Sci.* 2004 Oct 3; 69 (3): 164-169.
6. Lee J. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *J AOAC Int.* 2005 May; 88 (5): 1269-1278.
7. Shaghghi M, Manzoori J, Jouyban A. Determination of total phenols in tea infusions, tomato and apple juice by terbium sensitized fluorescence method as an alternative approach to the Folin-Ciocalteu spectrophotometric method. *Food Chem.* 2008 Nov 8; 108 (2): 695-701.
8. Castañeda-Obando A, Pacheco-Hernández M, Páez-Hernández M, Rodríguez J, Galán-Vidal C. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chem.* 2009 Apr 15; 113 (4): 859-871.
9. Garzón G, Riedl K, Schwartz S. Determination of anthocyanins, total phenolic content, and antioxidant activity in Andes berry (*Rubus glaucus* Benth). *J Food Sci.* 2009 Mar 18; 74 (3): 227-232.

EL GLUTAMATO MONOSÓDICO: INFLUENCIA DE SU CONSUMO SOBRE ALGUNOS FACTORES METABÓLICOS DE RATONES Y EN EL AUMENTO DE LA APETENCIA

MONOSODIUM GLUTAMATE: INFLUENCE OF CONSUMPTION ON SOME METABOLIC FACTORS OF MICE AND THE INCREASED APPETITE

ARTÍCULO CORTO

Jorge E. AZA,^{1*} Luz P. RESTREPO²

RESUMEN

El glutamato monosódico es una sustancia encargada de producir un sabor conocido como umami. Se ha realizado diferentes tipos de investigaciones sobre éste, debido a que se cree que su consumo genera un aumento en el apetito, una disminución en la ganancia de peso corporal, además de la variación de algunos marcadores metabólicos sanguíneos como la glucosa, el colesterol total y los triglicéridos. En este trabajo se estudió el efecto de cada uno de estos parámetros en ratones que consumieron tres tipos de dieta en las cuales el glutamato monosódico estuvo presente, ausente, y donde este fue sustituido por otro resaltador de sabor. Se observó cómo la relación peso corporal/alimento consumido, presentó un aumento respecto a la semana de consumo para los tres tipos de dieta de manera similar, y que los animales alimentados con las dietas con resaltadores de sabor, disminuyeron los niveles de glucosa, colesterol total y triglicéridos significativamente, con respecto a los animales alimentados con la dieta control.

Palabras clave: glutamatos, reforzante del sabor, metabolismo energético.

ABSTRACT

Monosodium glutamate is a substance responsible for producing the umami taste, which is used in the food industry as flavor enhancer. Glutamato is believed that use generates an increase in appetite, a decrease in body weight gain, in addition to the variation of some metabolic markers such as blood glucose, total cholesterol and triglycerides. In this paper we study how they are affected each of these parameters in mice that consumed three different diets in which MSG was present, absent, and where this was replaced by another flavor enhancer. Are noted how the ratio body weight / food consumed, presented an increase from the week of consumption for the three types of diet similarly, and that animals fed diets with flavor enhancers, decreased glucose levels, cholesterol and triglycerides significantly from animals fed the control diet.

Keywords: glutamates, reinforcing the taste, energy metabolism.

INTRODUCCIÓN

El glutamato monosódico es una sal sódica proveniente del aminoácido L-glutamato, encargado de producir un sabor conocido como “umami”, que en japonés significa delicioso o sabroso (1-3). El ácido L-glutámico fue extraído por primera vez en el año de 1908 por el científico japonés Kikunae Ikeda; es

descrito como un sabor único independiente de los sabores básicos dulce, salado, amargo, y ácido (1).

Se presume que el consumo de glutamato monosódico influye directamente en algunos de los marcadores metabólicos sanguíneos. Entre éstos se encuentra la leptina, la cual es una hormona derivada de los adipocitos cuya función está relacionada con la regulación del apetito y del peso corporal (4). Por

¹ Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jcazac@unal.edu.co

tanto, cuando aumenta la masa de tejido adiposo o reservas lipídicas a niveles mayores a los normales tras la ingesta de alimento, aumenta la síntesis de esta hormona en los adipocitos siendo secretada al torrente sanguíneo, produciendo un estímulo que brinda información al hipotálamo, el cual responde generando varios efectos compensatorios en el organismo (4), donde se ve afectado el metabolismo glucídico y lipídico para restablecer el equilibrio metabólico. Debido a esto se genera gran interés por evidenciar cómo es la variación de los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos en el plasma sanguíneo (2), los cuales son objeto de nuestro estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Para llevar a cabo los estudios propuestos se usó 30 ratones hembras, las cuales fueron seleccionadas al azar con 4 semanas de vida y un peso promedio de 30 g.

Se aplicó un diseño de parcelas divididas así: 30 individuos fueron distribuidos en grupos de 5, y cada grupo fue alojado en una jaula con tapa de rejilla de acero inoxidable previamente marcada para la identificación de cada grupo. Los grupos fueron clasificados de la siguiente forma: dos conformando el grupo control (dieta sin resaltadores de sabor), dos en el grupo glutamato (dieta con glutamato monosódico) y dos en el grupo resaltador (dieta con glutamato monosódico y otro resaltador de sabor).

Estos se sometieron a un periodo de adaptación de 5 días, donde tuvieron libre acceso a comida (Purina Rodentina®) y agua durante las 24 horas del día. Posteriormente, el día del inicio del experimento, se cambió el alimento a las respectivas dietas.

Medidas realizadas

Se llevó a cabo dos mediciones por semana del peso corporal de cada uno de las ratones de los tres grupos.

Análisis de los marcadores metabólicos sanguíneos

Las medidas de glucosa, colesterol total y triglicéridos, en el plasma sanguíneo de cada individuo,

fueron realizadas semanalmente durante el periodo de estudio. Las muestras, fueron obtenidas por medio de la técnica de punción del plexo retroorbital utilizando capilares heparinizados.

Para la cuantificación de estos marcadores, se empleó tiras reactivas específicas para cada uno de ellos, (Accucheck para glucosa, y Accutrend CG para colesterol total y Accutrend Plus para triglicéridos).

Tratamiento de los datos

Los datos fueron analizados por medio de un análisis de varianza (ANOVA de dos factores) la dieta y las semanas de consumo. Las diferencias entre las variables, fueron consideradas estadísticamente significativas para una $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayos biológicos *in vivo*

Relación Peso corporal/Alimento consumido

Con el fin de conocer si el cambio de resaltador en la formulación de la dieta producía cambios en el consumo del alimento por parte de los animales de cada dieta, se relacionaron los parámetros de alimento consumido con el peso corporal de los animales. Los datos fueron analizados por medio de un análisis de varianza de dos factores: 3 tipos de dieta y el tiempo de consumo. Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 1 a 4.

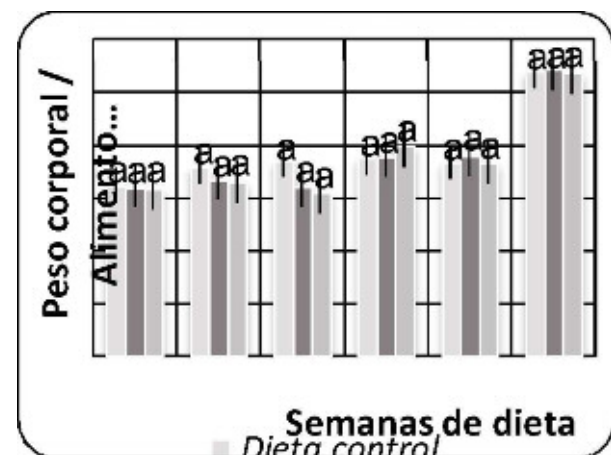


Figura 1. Variación de la relación con el tiempo y el tratamiento.

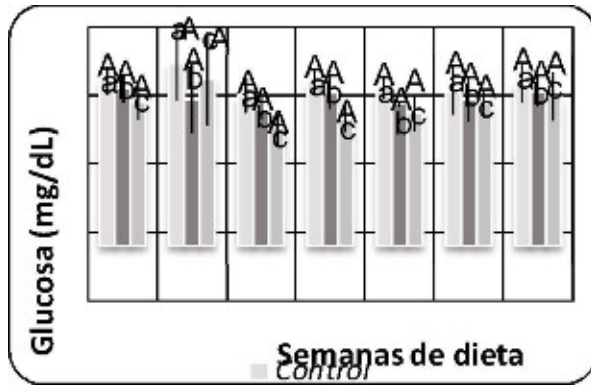


Figura 2. Variación de los niveles de glucosa con el tiempo Peso corporal/Alimento consumido y el tratamiento.

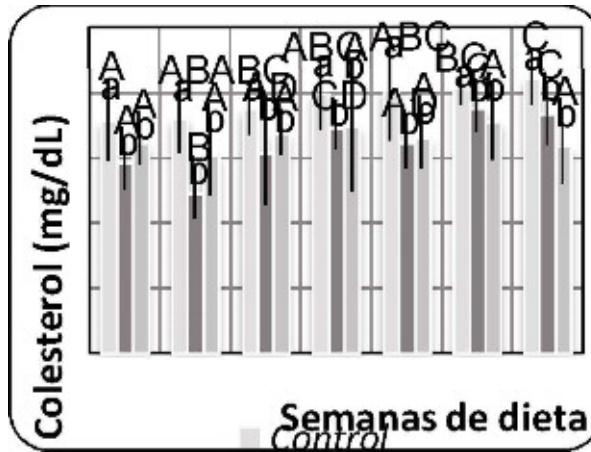
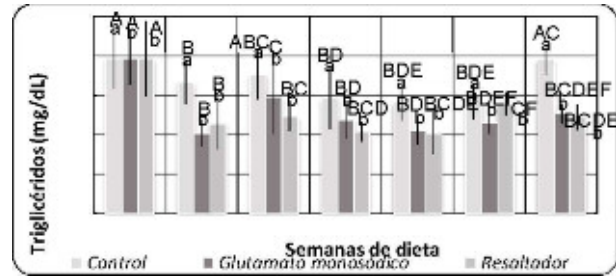


Figura 3. Variación de los niveles de colesterol Total con el tiempo y el tratamiento.



Las letras minúsculas diferentes significan diferencias significativas entre los tipos de dieta, y las letras mayúsculas diferentes significan diferencias significativas entre las semanas de consumo.

Figura 4. Variación de los niveles de triglicéridos con el tiempo y el tratamiento.

Con base en los resultados del ensayo *in vivo* se puede afirmar que el consumo de glutamato monosódico y uno de sus sustituyentes como resaltador de sabor por parte de ratones no genera un aumento del apetito ni una disminución en el peso corporal de los mismos, ni tampoco una alteración en su comportamiento y aspecto físico. Sin embargo, tras el consumo del alimento con glutamato monosódico y del alimento con el otro resaltador de sabor sí se ven afectados directamente los marcadores metabólicos sanguíneos donde disminuyen significativamente los niveles de glucosa, el colesterol total y los triglicéridos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Bellisle F. Glutamate and the UMAMI taste: sensory, metabolic, nutritional and behavioral considerations. A review of the literature published in the last 10 years. *Neurosci Biobehav Rev.* 1999; 23 (3): 423-438.
- 2 Kondoh T., Torii K. MSG intake suppresses weight gain, fat deposition, and plasma leptin levels in male Sprague-Dawley rats. *Physiol Behav.* 2008 Sep 3; 95 (1-2): 135-144.
- 3 Lide DR. *CRC Handbook of Chemistry and Physic.* Boca Ratón, USA: Editorial CRC Press Taylor and Francis Group; 2007-2008. 380 p.
- 4 Berg J, Tymocsko J, Stryer L. *Bioquímica.* 6th ed. Barcelona, España: Reverte; 2008. 926p., 774 p., 370 p.

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO Y NUTRICIONAL DE UN FRÍJOL BIOFORTIFICADO MESOAMERICANO EN EL CESAR, COLOMBIA

PRODUCTIVE AND NUTRITIONAL POTENTIAL DETERMINATION OF MESOAMERICAN BIOFORTIFIED BEAN AT CESAR, COLOMBIA

ARTÍCULO CORTO

Adriana TOFIÑO^{1,2*}, Rodrigo TOFIÑO², Hedilka JIMÉNEZ²

RESUMEN

Se caracterizó agrónomica y nutricionalmente frijoles biofortificados; se evaluó el SMN18 sensorialmente y el efecto de la ingesta en niños de 7-11 años en Valledupar. El objetivo fue identificar el impacto de la inclusión del fríjol biofortificado en el menú de un comedor escolar, encontrándose que los biofortificados presentaron rendimiento, sanidad, contenido nutricional y diferencias sensoriales superiores con respecto al testigo. Además, su ingesta mejoró el nivel de hemoglobina, transferrina e índice de masa corporal.

Palabras clave: anemia ferropénica, valor nutritivo.

ABSTRACT

Biofortified bean genotypes were characterized agronomic and nutritionally; SMN18 were evaluated sensorially and his consumption effect in children from 7 to 11 years in Valledupar. The objective was to identify the impact of the inclusion of biofortified beans in a school restaurant menu, finding that the biofortified showed good performance, health, nutritional content and higher sensory differences compared with the control. Besides the consumption improved in childs the level of hemoglobin, transferrin and body mass index.

Keywords: Ferropenic anaemia, nutritive value.

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de hierro y zinc constituye un problema de salud pública en Colombia. En niños limita el desarrollo cognitivo, y se asocia con absorción inadecuada, parasitismo y mala nutrición (1). Se identificó ferritina deficitaria en 58,2% de niños de ocho años y, prevalencia del 23% de anemia, con mayor incidencia en área rural (2). Los frijoles aportan proteína, hierro y zinc, de ahí la importancia de programas de biofortificación (3). La aceptación de los alimentos está relacionada con la percepción sensorial (4). Previa a la liberación de variedades se evalúan rendimiento, preferencia del grano, contenido nutricional y consumo (4).

También, se han relacionado efectos de la ingesta de fríjol biofortificado sobre anemia ferropénica e índice de masa muscular (IMC) (3), aún sin registrar en Colombia. En este trabajo, se caracterizó agrónomica, nutricional y sensorialmente frijoles biofortificados; y, se evaluó el efecto de la ingesta del SMN18 en niños. El objetivo fue identificar el impacto de biofortificados de alto potencial agronómico en el menú de un comedor escolar con miras a masificar su cultivo en el Cesar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio comprendió tres fases. La evaluación agronómica y nutricional de 9 biofortificados meso-

¹ CORPOICA, E. E. Motilonia, Codazzi. Cesar, Colombia.

² Grupo de Investigación Nutrisalud. Universidad de Santander Valledupar (UDES). Cra 6 # 14-27. Santander, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: atofino@corpoica.org.co

americanos, suministrados a CORPOICA por el CIAT. Se escogió cuatro para evaluación sensorial, a partir de datos de rendimiento, contenido de proteína, hierro y zinc respecto a un testigo, en tres localidades.

La segunda, consistió en una evaluación sensorial con 198 adultos y 75 niños. Se priorizó un biofortificado, a partir de la valoración categórica de una receta elaborada con cuatro biofortificados preseleccionados y un regional. Se evaluó: consistencia, sabor y textura (calificación 1 a 5). Ingenieros de alimentos evaluaron subcategorías de textura y sabor (i.e., consistencia del caldo: espesa, aguada, cremosa; sabor: agradable, desagradable; textura de grano: fibroso, duro, blando) (4). Al biofortificado priorizado, se le aplicó la prueba de discriminación triangular y hedónica con niños (carita triste o feliz) (5). Finalmente, la evaluación durante 3 meses del efecto nutricional de la ingesta del SMN 18 en el Colegio Villa Yaneth de Valledupar con 90 niños, avalada por el comité de ética de la UDES. Se dividió aleatoriamente dos grupos: estudio y control. Inicialmente, se desparasitó la población objetivo y, antes y después de la intervención, se midió (IMC), transferrina, ferritina, hierro sérico y cuadro hemático. Las condiciones nutricionales preliminares sugirieron una ración de 40 g del biofortificado, tres veces por semana; mientras que al control, se le suministró el almuerzo escolar. En el estudio estadístico se utilizó análisis de varianza, test de Tukey y distribución de probabilidad por chi cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido nutricional de la semilla es coherente con lo reportado en fríjol biofortificado en diferentes localidades (100 y 54 mg de hierro y zinc), a diferencia del rendimiento, menor al registrado en otras zonas (6). El rendimiento de los fríjoles, podría asociarse con precipitaciones extremas durante la evaluación. El mejor biofortificado (1974 kg/ha), no igualó el rendimiento de Palmira (2351 kg/ha) (6). El testigo no alcanzó el promedio regional ni el de los biofortificados con 700 kg/ha, 29 mg de hierro, 20 mg de zinc y 20,5% de proteína total por kg de fríjol seco; mientras que SMN18 produjo 1390 kg/ha, 175,3 mg de hierro, 37,1 mg de zinc y 28,3% de proteína total. Se observó diferencia no significativa en hierro y zinc entre biofortificados ($p = 0,169$), ($p = 0,190$) pero sí con el testigo ($P <$

0,001) y ($P < 0,001$), respectivamente. De acuerdo con rendimiento y contenido nutricional se analizó sensorialmente SMN18, SMR 4, SMC14 y SMB17 y el testigo.

De acuerdo con la escala hedónica calificativa de aceptabilidad, los adultos diferenciaron los fríjoles y aceptaron al biofortificado como el mejor debido al sabor ($P < 0,001$), textura ($p = 0,01$) y consistencia ($p = 0,05$). Según la caracterización descriptiva de aceptabilidad los ingenieros diferenciaron las cinco variedades. Las propiedades organolépticas discriminantes fueron consistencia del caldo ($p < 0,05$) y textura del grano ($P < 0,001$). De los 17/25 ingenieros que discriminaron correctamente el biofortificado ($p = 0,003$), lo atribuyeron al sabor amargo residual del testigo. Según escala hedónica de aceptabilidad, los niños diferenciaron los fríjoles, por la textura ($P < 0,001$). Los resultados sensoriales con mayor aceptación para el biofortificado, coinciden con resultados en Cuba (5) y Nicaragua (7).

La variabilidad sensorial entre biofortificados estaría explicada en diferencias del origen genético que afectan la composición química del fríjol (8). Finalmente, de acuerdo con el análisis estadístico de las variables medidas en sangre y el índice de masa corporal, el biofortificado aumentó significativamente hemoglobina ($P < 0,001$), transferrina ($P < 0,001$) e IMC ($p = 0,01$); por el contrario, ferritina ($P = 0,320$) y hierro sérico ($P = 0,15$) no mostraron diferencias. En estudios con escolares, se encontró que la deficiencia de hierro que ocasionó alteraciones en la atención y la efectividad al realizar un trabajo (1), por lo cual se requiere de estudios complementarios con seguimiento a cambios cognitivos antes y después de la intervención.

CONCLUSIONES

Existe, respecto al testigo, biofortificados superiores agronómica y nutricionalmente como el SMN18; que además presentó mejor aceptación entre consumidores, debido a características como espesor del caldo, sabor y textura del grano. La ingesta del biofortificado mejoró la hemoglobina, transferrina e IMC en niños de 7-11 años, por lo cual se recomienda la masificación del cultivo y estudios de ingesta más prolongados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ruiz N. Deficiencia de hierro en niños escolares y su relación con la función cognitiva. *Salus*. 2006; 10 (2): 17-28.

2. ICBF, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de la Protección Social. Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia [CD-ROM]. Bogotá (COL): ICBF; 2011.
3. Monserrate F, Pachón H, Hyman, G, Vesga A. Metodologías para seleccionar zonas de intervención con cultivos biofortificados. *Pan Am J Public Health*. 2011; 26 (5): 419-428.
4. Otzoy M, Rodas R, Loarca E. Evaluación de nueve materiales de frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) en calidad de cocción y aceptabilidad, provenientes de la región suroccidental de Guatemala [Internet]. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos; 2004 [Actualizado 2008 Dic 18; citado 2012 Mar 12]. Disponible en: http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio_files/INFORMES/PRUNIAN/INF-2004-007.pdf
5. Leyva R, Pachón H, Chaveco O, Permuy N, Ferraz Y, Caballero N, *et al.*, Evaluación sensorial de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) mejorado nutricionalmente en dos comunidades cubanas. *Agron Mesoamer*. 2010 Jul-Dic; 21 (2): 281-288.
6. Beebe S. Mejoramiento de la calidad culinaria y nutricional de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) posibilidades y perspectivas. Taller de mejoramiento de frijol para el siglo XXI [CD-ROM]. Cali, Colombia: CIAT; 1997.
7. Paiz M, Dauria A, Carrillo P, Pachón H. Evaluación sensorial de tres líneas de frijoles mejorados nutricionalmente (MIB 395, MIB 396, MIB 397) en La Vainilla y El Aguacate en el departamento de Carazo [Internet]. Nicaragua. Managua: CIAT; 2009. [Actualizado 2010 Feb 20; citado 2011 Mar]. Disponible en: http://www.agrosalud.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=11&Itemid=57&mosmsg=Est%E1+intentando+acceder+desde+un+dominio+no+autorizado.+%28www.google.com.co%29.
8. Flórez A, Pujolá M, Valero J, Centelles E, Almirall A, Casañas F. Genetic and environmental effects on chemical composition related to sensory traits in common beans. *Food Chem*. 2009; 113: 950-956.

ESTIMACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE UNA BEBIDA REFRESCANTE ADICIONADA CON PROTEÍNA PLASMÁTICA

ESTIMATION OF *in vitro* DIGESTIBILITY OF A REFRESHING DRINK ADDED WITH PLASMA PROTEIN

ARTÍCULO CORTO

Piedad M. MONTERO C.^{1*}, Marlene DURÁN L.¹, Yesid MARRUGO L.¹

RESUMEN

En los últimos años se ha destacado un creciente interés en la utilización de plasma sanguíneo de animales sacrificados, esto se debe a la cantidad y calidad de las proteínas sanguíneas del plasma, y a que este no imparte olor, sabor ni color a los productos. Se preparó seis tratamientos con diferentes niveles de fortificación de plasma sanguíneo de bovino o porcino y se evaluó el efecto del tipo de plasma y de los niveles de adición en el contenido proteico y digestibilidad *in vitro* de una bebida refrescante a base de arroz. Se observó una interacción entre los factores indicando que el aumento en el contenido proteico de la bebida cuando se incrementa el nivel de fortificación, depende del tipo de plasma. La bebida adicionada con 29% de plasma presentó un mayor contenido de proteína ($P < 0,05$). La digestibilidad fue significativamente mayor cuando se fortificó con plasma bovino.

Palabras clave: *Oryza sativa*, digestibilidad, ganado, proteína, sangre.

ABSTRACT

In recent years there has been a growing interest in the use of blood plasma of animals slaughtered, this is due to the quantity and quality of blood plasma proteins, this does not impart odor, taste or color to products. Six treatments were prepared with different fortification levels of blood plasma of bovine or porcine, and evaluated the effect of the plasma and the levels of addition in protein content and digestibility *in vitro* of a refreshing drink made from rice. We observed an interaction between the factors indicating that the increase in protein content of the beverage increases the level of fortification depends on the type of plasma. The drink supplemented with 29% of plasma showed a higher protein content ($P < 0.05$). The digestibility was significantly higher when fortified with bovine plasma.

Keywords: *Oryza sativa*, digestibility, cattle, protein, blood.

INTRODUCCIÓN

De las fracciones de la sangre el plasma es el producto comercial más utilizado para formular alimentos, pues su sabor y color es fácilmente enmascarado. La adición de plasma de bovino en la formulación de una galleta a base harina de yuca mejoró la calidad nutricional de la galleta, la cual presentó un contenido proteínico superior al valor de una galleta comercial y no incidió en las caracte-

rísticas sensoriales (1). De igual forma, al incorporar 40% de plasma en un alimento formulado con maíz se obtuvo un producto con 81,08% de digestibilidad aparente y un PER de 2 (2).

La estimación del coeficiente de digestibilidad es un elemento importante para valorar la calidad proteica de un alimento. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido proteico y la digestibilidad proteica *in vitro* de una bebida de arroz fortificada con plasma de bovino o porcino.

¹ Grupo de Investigación Nutrición, Salud y Calidad Alimentaria NUSCA. Programa de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena. Piedra de Bolívar Cl. 30 No. 48 B-152. Cartagena de Indias, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: pmonteroc@unicartagena.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del plasma

La sangre fue recolectada del matadero de Arjona, Bolívar (Colombia), la extracción del plasma se realizó según Márquez *et al.*, 2005 (3).

Diseño experimental

Se desarrolló un diseño factorial 2 x 3 con tres repeticiones en un diseño experimental completamente al azar. Los datos fueron analizados usando el programa computacional Statgraphics®. Se aplicó un análisis ANOVA empleando el SAS-2003 para detectar diferencia entre medias. Se aceptó diferencias a un nivel de probabilidad del 5%.

Elaboración de la bebida

Se siguió el procedimiento empleado por Montero *et al.*, 2001 (4).

Determinación de Proteínas

Método AOAC 976.05 - 1997.

Digestibilidad in vitro

Método *in vitro*, de acuerdo al protocolo de Hsu (5).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que el contenido de proteína varía según el tipo de plasma y el nivel de fortificación (tabla 1). Se evidenció que en el tratamiento donde se fortificó con el 29% de plasma bovino el contenido de proteína fue significativamente mayor (2,47%) que para el mismo nivel de fortificación pero empleando plasma porcino (1,75%), indicando que no solamente el tipo de plasma, sino también el nivel de fortificación es importante para explicar el contenido de proteína de la bebida refrescante a base de arroz.

Tabla 1. Valores promedios del contenido proteico de la bebida (%).

Concentración de plasma / Tipo de plasma	Bebida fortificada 14,5% de plasma	Bebida fortificada 18,5% de plasma	Bebida fortificada 29% de plasma	Bebida sin fortificar
Plasma bovino	1,26 ^{cd} ± 0,04	1,65 ^{bc} ± 0,09	2,47 ^a ± 0,31	0,3 ± 0,01
Plasma porcino	1,06 ^d ± 0,00	1,25 ^d ± 0,01	1,75 ^b ± 0,14	

^{ab,cd} Medias con diferentes superíndices difieren significativamente (p < 0,05).

Estos datos son consistentes con otra investigación, que al incorporar 40% de proteína plasmática en un producto formulado con maíz el contenido proteico incrementó de 3,54 % en el producto sin plasma, a 6,47% en el producto que contenía plasma (2) . Resultados similares mostraron que al adicionar plasma sanguíneo de bovino en productos cárnicos emulsificados aumenta el contenido proteico del producto hasta 14,84% (6). De igual forma se encontró que el contenido de proteína de

una galleta formulada con harina de yuca aumentó al incorporar plasma de bovino (1).

Los resultados muestran que el nivel de fortificación del plasma bovino o porcino no afecta significativamente la digestibilidad de la bebida a base de arroz (tabla 2). Sin embargo, el tipo del plasma sí incide en la digestibilidad proteica del producto. Así, los tratamientos fortificados con plasma bovino presentaron significativamente mayor porcentaje de digestibilidad que los fortificados con plasma porcino.

Tabla 2. Valores promedios de la digestibilidad *in vitro* (%).

Concentración de plasma / Tipo de Plasma	Bebida fortificada con 14,5% de plasma	Bebida fortificada con 18,5% de plasma	Bebida fortificada con 29% de plasma	Bebida sin fortificar	Casilan (Proteína patrón)
Plasma bovino	83,26 ^a ± 1,20	83,06 ^a ± 1,70	83,56 ^a ± 1,63	82,02 ± 1,9	92,79 ± 0,82
Plasma porcino	80,66 ^b ± 0,54	80,12 ^b ± 0,36	80,48 ^b ± 0,18		

^{ab,cd} Medias con diferentes superíndices difieren significativamente (P < 0,05).

La digestibilidad de las proteínas de la bebida refrescante a base de arroz (82%) no se vio afectada significativamente por la adición del plasma de las especies estudiadas. La digestibilidad de las bebidas fortificadas con plasma bovino fue mayor que las fortificadas con plasma porcino; sin embargo, ambos resultados están por debajo de los valores de digestibilidad del plasma de pollo (83 - 92%) (7), esta diferencia puede estar asociada a la metodología de evaluación y tratamiento previo del plasma.

CONCLUSIONES

El contenido de proteína de la bebida se ve afectado por la interacción del tipo de plasma y el nivel de fortificación, sin embargo, la digestibilidad sólo se vio afectada por el tipo de plasma.

AGRADECIMIENTO

Al Matadero de Arjona Bolívar. A la Universidad de Cartagena. A los estudiantes Diego Tirado; Millerlay Sánchez, Raquel Paba y Mike Segovia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Benítez B, Archile A, Rangel L, Ferrer k, Barboza Y, Márquez E. Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. INCI. 2008 Jan; 33 (1): 61-65.
2. Barbosa Y, Arévalo E, Márquez E, Piñero, Parra K, Anderson H. Efecto de la incorporación de proteína plasmática sobre la composición química y calidad proteica de un producto formulado con maíz tierno. Rev Cient. 2005 Dec; XV (6): 536-542.
3. Márquez E, Bracho M, Archile A, Rangel L, Benítez B. Proteins, Isoleucine, Lysine and methionine cont and poultry blood and their fractions. Food Chem. 2005 Dec; 93 (3), 503-505.
4. Montero P, Muñoz M. Elaboración de una bebida refrescante a base de arroz (*Oryza sativa*) adicionada con vitaminas y minerales [Trabajo de especialización]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2001. 29.
5. Hsu W, Vavak L, Satterlee D, Miller A. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. J Food Sci. 1977 Sep; 42 (5), 1269-1273.
6. Márquez E, Izquierdo P, Arias B, Torres G. Efecto de la adición de plasma sanguíneo de bovino sobre la estabilidad de la emulsión y contenido proteico de los productos cárnicos emulsificados. Rev Fac Agron. 1995 Oct-Dic; 12 (4): 511-522.
7. Del Río M, De Reys S, Constantinides V, Sgarbieri, El-Dash A. Chicken blood plasma proteins: physicochemical, nutritional and functional properties. J Food Sci. 1980 Jan; 45 (1):17-20.

EVALUATION OF PESTICIDE RESIDUES IN POLLEN FROM CUNDIBOYACENSE HIGH-PLATEAU (COLOMBIA)

EVALUACIÓN DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN POLEN PROVENIENTE DEL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE (COLOMBIA)

SHORT REPORTS

Danny RODRIGUEZ¹, Consuelo DIAZ-MORENO¹, Adriana M. ZAMUDIO², Diego AHUMADA^{2*}

ABSTRACT

Pesticide application near to beekeeping areas affects the survival of the bees and the quality of the final bee products. Thus, in this work we developed and validated a methodology for analysis of 26 pesticide residues in pollen using ultra fast liquid chromatography (UFLC), based on QuEChERS method. Identification and confirmation of target compounds was performed by electrospray mass spectrometry. The method was applied for the determination of pesticide residues in samples from Cundiboyacense high-plateau. In this study it was found residues of carbofuran, metalaxyl, methomyl and oxamyl but only carbofuran exceeded the maximum residue limit (MRLs).

Keywords: Pesticides, liquid chromatography, pollen.

RESUMEN

La aplicación de plaguicidas en cultivos cercanos a las zonas de producción apícola afectan la supervivencia de las abejas y la calidad de los productos finales. De esta manera, resulta de gran importancia evaluar la residualidad de estos agroquímicos, con este objeto, se desarrolló y validó un método para la determinación de 26 residuos de plaguicidas en polen, basado en el método QuEChERS y determinación por UFLC acoplada a espectrometría de masas. El método fue aplicado para la determinación de residuos de plaguicidas en muestras de polen provenientes del altiplano Cundiboyacense. En este estudio se encontraron residuos de carbofuran, metalaxil, metomil y oxamil, pero sólo carbofuran presentó cantidades superiores al límite máximo de residuos.

Palabras clave: plaguicidas, cromatografía líquida, polen.

INTRODUCTION

Honey and pollen are natural products of bees, they have been recognized for its nutritional and medicinal properties since ancient times. Pollen is constituted of microgametophyte, which are composed primarily of carbohydrates, phenolic compounds, proteins, fat, minerals, vitamins and other substances, for this reason was accepted by the Food and Drug Administration with to supplement for the diet. The quality of bee products is directly related to its floral origin and to the region

of production. However, these products can also be a source of toxic substances, such as antibiotics, pesticides and heavy metals due to environment pollution and beekeeping practices (1). Bees collect pollen and nectar from the surrounding flowers, therefore the bees, their hives and products can be contaminated. Some years ago, the pesticide residues analysis in bee products was complicated because of its complex composition, but currently the scope of the methodologies has been dramatically expanded by complementary methods based on liquid chromatography coupled to mass spectrometry.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá. Carrera 30 No. 45-03, Ed. 500 C.

² Laboratorio de Inocuidad Química. Centro de Bio-Sistemas. Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Chía, Colombia.

* Corresponding author: diego.ahumada@utadeo.edu.co

try (2). Cundiboyacense high-plateau (Colombia) is characterized by high production of bee pollen. Previous studies found presence of pesticide residues (organophosphorus and organochlorine) in honey; fortunately all the values were below the MRL (3). In this context, one aim of this study was to develop a very brief and simple extraction method based on QuEChERS method. Therefore we evaluated the pesticide residues in pollen collected from selected beekeeping in Cundiboyacense high plateau. Finally, these results were compared with the MRLs of pesticides recommended by European Commission.

MATERIALS AND METHODS

Extraction

The QuEChERS method was carried out in order to evaluate the samples by the procedure explained next. In a centrifuge tube, 3 g of previous homogenized sample were weighted, 4 mL of water and 6 mL of acetonitrile were added and it was manually shaken by 1min. Thereafter, 2 g of $MgSO_4$, 500 mg disodium citrate, 250 mg disodium hydrogen citrate and 500 mg of NaCl were added, it was shaken then again for 1 min. Subsequent, the sample was sonicated for 10 min in an ultrasonic bath. After, the tube was centrifuged to 4500 rpm for 5 min and 4 mL of the supernatant were transferred to a 15 mL centrifuge tube. For clean-up procedure, 50 mg of PSA, 50 mg C18, 50 mg carbon and 150 mg of $MgSO_4$ were added for each extract milliliter. Afterwards it was shaken by 30 s and centrifuged by 2 min at 5000 rpm.

Equipment

In this study, analyses were performed in an UFLC Shimadzu Prominence™ coupled to LCMS-2020 mass selective detector. An ABN2ZE Peak Scientific nitrogen generator was employed to provide the dryer stream in the ESI source. The chromatograph was equipped with an automatic sampler, a binary high pressure pump, online degasification system and an oven to control the column temperature.

Sampling

The 36 samples were collected at random from commercial samples of bee pollen (*Apis mellifera*). These samples were harvested and dried by Cun-

diboyacense high-plateau Beekeepers during 2009 and 2010.

RESULTS AND DISCUSSION

To investigate specificity of the methodology, 10 different pollen samples were extracted and analyzed. All samples had low intensity peaks in the region of interest. Given the efficient separation obtained from UFLC and the high selectivity of mass spectrometric analysis, the absence of significant interference was not surprising for the 25 analytes. Linearity was evaluated by the calculation of a five-point linear plot with three replicates, based on linear regression and squared correlation coefficient, r^2 , which should be > 0.9800 . Average recovery and the highest RSD were obtained from samples of spiked pollen, at three different concentration levels, are reported in Figure 1. Recoveries were in the range of 71.2 to 108.5% and RSD values were less than 15% for all the concentration levels tested, except for indoxacarb. Finally, limit of detection (LOD) and quantification (LOQ) were calculated according to IUPAC recommendation.

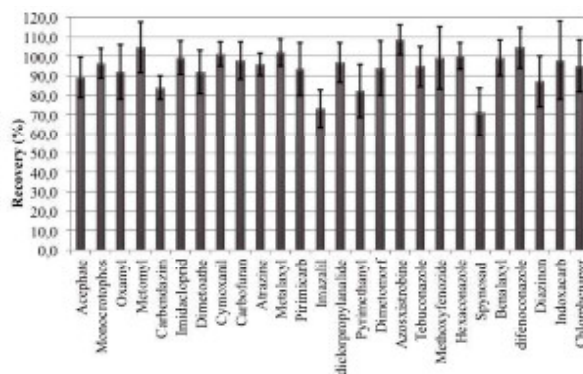


Figure 1. Precision and accuracy of the pesticides under study (n = 9).

The pesticide evaluation for the samples from Cundinamarca did not show signals for the compounds evaluated. This suggests that for this area the pesticide transport is not significantly, although it is important to comment that the number of samples from Cundinamarca is very low (6 samples). On the other hand, Table 1 shows the pesticides found in 30 samples evaluated from Boyaca department; this table shows that only six samples had pollution problems. The presence of these compounds confirms the continuous exposure of the beekeepers or bees to pesticides. These high levels could be explained

by direct contact that may have pollen on adjacent crops and the subsequently transport by the bees. Carbofuran is the only compound that exceeded the MRL, thus his low relative abundance and frequency suggests a recent exposure rather than a long accumulation history (1).

Table 1. Results of pollen samples in Boyacá department (n = 2).

Pesticide [†]	Contaminated samples	Concentration (ug/kg) ^{††}	LOD (ug/kg)	LOQ (ug/kg)
Carbofuran	1	210 ± 21	8.1	47.5
	2	< LOQ		
Diazinon	1	< LOQ	10.1	50.9
Methomyl	1	< LOQ	10.0	49.6
Metalaxyl	1	< LOQ	7.5	47.6
Oxamyl	2	< LOQ	10.2	47.5

[†] All these pesticides have a MRL of 10ug/kg.

^{††} Values are presented as mean ± standard deviation.

CONCLUSIONS

The proposed QuEChERS procedure was successfully applied to the sample preparation of 25 pesticides. The results obtained from Cundinamarca samples show that did not found pesticide residues for the compounds evaluated, while it was found that the 20% of samples from Boyacá presents pesticide residues. However only one sample exceeded LMR.

ACKNOWLEDGMENTS

The Authors are grateful to the Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos at Univer sided Nacional de Colombia and the Bio-Sistemas center

and the funds from the Dirección de Investigación through the internal projects of Universidad Jorge Tadeo Lozano.

REFERENCES

1. Bogdanov S. Contaminants of Bee Products. *Apidologie*. 2006 Jan-Feb; 37 (1): 1-18.
2. García-Chao M, Agruña MJ, Flores Calvete G, Sakkas V, Llompert M, Dagnac TM. Validation of an off line solid phase extraction liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for the determination of systemic insecticide residues in honey and pollen samples collected in apiaries from NW Spain. *Anal Chim Acta*, 2010 Jul 5; 672 (1-2): 107-113.
3. Rodriguez LD. Evaluación de la presencia de residuos de plaguicidas en miel de abejas provenientes de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Magdalena y Santander [Tesis de Maestría],[Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional: 2010; p. 160.

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA PECTINA SOBRE EL METABOLISMO DE LÍPIDOS Y GLUCOSA (ENSAYO *in vitro*)

STUDY OF THE EFFECTS OF PECTIN ON LIPID AND GLUCOSE METABOLISM
(*in vitro* ASSAY)

ARTÍCULO CORTO

Francy M. BARRETO R.^{1*}, Blanca L. ORTIZ Q.¹, Luz P. RESTREPO S.¹

RESUMEN

Se simuló el proceso de digestión sobre un alimento para ratas mediante un ensayo *in vitro*, estableciendo las mejores condiciones para cada una de sus etapas como son la relación enzima/alimento y tiempo de incubación. Posteriormente, se evaluó el efecto de la adición de pectina en el alimento sobre los niveles de triglicéridos y glucosa por medio de los análisis de la fase soluble y del residuo de alimento obtenidos en cada paso de digestión, pudiendo determinar que este tipo de fibra soluble no tiene una influencia significativa sobre dichos niveles bajo las condiciones experimentales utilizadas.

Palabras clave: digestión, fibra dietética, pectinas, triglicéridos, glucosa.

ABSTRACT

The digestion process was simulated on rats chow by an *in vitro* assay, establishing the best conditions for each of its stages such as the ratio enzyme / feed and incubation time. Subsequently, the effect of adding pectin in feed on triglyceride and glucose levels was evaluated through the analysis of the soluble phase and the feed residue obtained from each digestion step, demonstrating that this type of soluble fiber has not significant influence on such levels under the experimental conditions used.

Keywords: Digestion, dietary fiber, pectins, triglycerides, glucose.

INTRODUCCIÓN

El consumo de fibra dietética, puntualmente, de la pectina (tipo de fibra soluble) que contribuye a la disminución de los niveles séricos de colesterol y glucosa, debido a la capacidad que tienen las fibras viscosas de atrapar en su interior proteínas, carbohidratos y lípidos, disminuyendo su absorción y favoreciendo su pérdida por las heces fecales (1). Se han propuesto diversos mecanismos por los cuales la pectina contribuye a la disminución de dichos niveles (2, 3), pero aún no se tiene evidencia experimental de cómo este polisacárido ejerce influencia en cada una de las etapas que tiene el proceso de digestión como tal, por ello este trabajo busca mostrar una primera aproximación, en este

sentido, que sirva como guía para estudios posteriores donde se evalúe a nivel molecular el efecto de este tipo de fibra soluble.

MATERIALES Y MÉTODOS

El método de digestión *in vitro* usado consistió en una adaptación del método planteado por Boisen *et al.*, 1997 (4) y Wilfart *et al.*, 2008 (5), el cual consta de tres pasos de hidrólisis enzimática que simulan el proceso de digestión. Se empleó como alimento un concentrado para ratas Rodent Laboratory Chow[®] Purina 5001 (Carbohidratos 49%, grasa 4,5%, proteína 23%, constituyentes no calóricos 23,5%), para simular la digestión en el estómago se utilizó Pepsina (Merck 7197), a pH 2, para la del intesti-

¹ Grupo de Investigación Estudio de los cambios Químicos y Bioquímicos de alimentos frescos y procesados. Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C.

* Autor quien se debe dirigir la correspondencia: fmbarretor@unal.edu.co

no delgado se empleó la multienzima Pancytrat® y para la del intestino grueso se usó Viscozima® (Novozymes A/S, Dinamarca) (5). La medida de la actividad enzimática en cada caso se determinó por el cálculo del coeficiente de digestibilidad CD (cantidad de alimento - cantidad de residuo/cantidad de alimento). Establecidas las mejores condiciones para el ensayo se procedió a evaluar el efecto de la adición de pectina sobre el alimento en los niveles de triglicéridos y glucosa en la fase soluble remanente después de cada etapa de hidrólisis mediante pruebas enzimáticas colorimétricas (Human®, Alemania); además, en cada etapa se secó y pesó el residuo de alimento. Como control se utilizó una muestra de alimento sin pectina.

Para determinar las mejores condiciones de relación enzima/alimento y tiempo de incubación en cada una de las etapas de hidrólisis enzimática se hizo un análisis de varianza (ANOVA) con contraste múltiple de rango (paquete estadístico STATGRAPHICS), considerando significativas las diferencias para $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento de las mejores condiciones para el ensayo de digestión *in vitro*

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos con cada una de las enzimas empleadas.

Tabla 1. Resumen de las mejores condiciones encontradas para las tres etapas del ensayo *in vitro*.

PARAMETRO	Hidrólisis con Pepsina	Hidrólisis con Pancytrat®	Hidrólisis con Viscozima®
Relación enzima/alimento	140 mg de enzima/g de alimento	20 mg de enzima/g de alimento	1000 µL de extracto enzimático/g de alimento*
Tiempo de incubación	30 min	60 min	60 min

* Se requirió adición de pectina al alimento.

Efecto de la adición de Pectina sobre los niveles de glucosa y triglicéridos

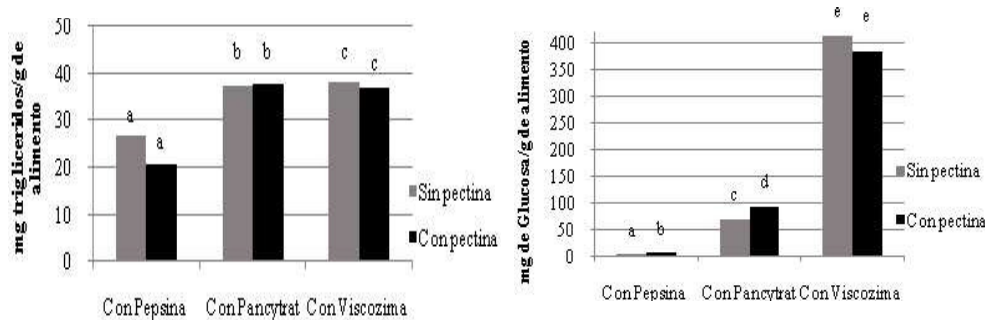


Figura 1. Niveles de glucosa y triglicéridos en la fase soluble en cada una de las etapas de hidrólisis enzimática.

En la figura 1 se observa que respecto de los niveles de triglicéridos, la adición de pectina no tuvo un efecto significativo en la disminución de estos lípidos en ninguna de las tres etapas (6, 7).

En el análisis de glucosa se detectó una diferencia en la hidrólisis con Pancytrat, con un resultado contrario a lo esperado, es decir, un aumento en los niveles de glucosa en el alimento con pectina. Esto se debe posiblemente a dispersión en el conjunto de medidas propias del método de detección utilizado.

Efecto de la adición de pectina sobre el residuo de alimento

Se pudo observar que bajo las condiciones del ensayo no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las muestras en las etapas de hidrólisis enzimática con Pepsina y Viscozima, pero sí una diferencia en la hidrólisis con Pancytrat, donde al parecer hubo una disminución en el residuo del alimento, efecto que no se esperaba, ya que si la pectina hubiese atrapado estos lípidos o esta glucosa, el peso obtenido al final hubiese sido mayor (figura 2).

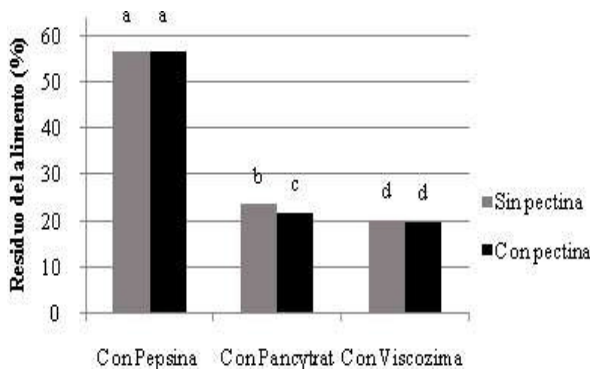


Figura 2. Efecto de la adición de pectina en la cantidad de residuo de alimento remanente luego de finalizadas las tres etapas de hidrólisis enzimática.

CONCLUSIONES

Se estableció las mejores condiciones, que incluyen relación enzima/alimento y tiempo de incubación, para el ensayo *in vitro* que buscaba simular el proceso de digestión enzimática sobre un muestra de concentrado para ratas. Los métodos de cuantificación utilizados para evaluar el efecto de la pectina sobre los niveles de triglicéridos y glucosa establecieron de manera general que este tipo de fibra soluble no tiene influencia significativa en la disminución de los mismos.

Para estudios posteriores sería eficaz la adición de un agente emulsificante en el segundo paso de

digestión enzimática que simule la acción de las sales biliares sobre los lípidos, lo cual contribuiría a un mejoramiento en la homogeneidad de la muestra. Se recomienda estandarizar los procesos de cuantificación de lípidos y glucosa, constituyendo una buena opción el uso de métodos cromatográficos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zarzuelo A, Galisteo M. La fibra dietética en la prevención del síndrome metabólico. *Nutrición Clínica en Medicina*. 2007; 1 (1): 54-72.
1. Theuwissen E, Mensink R. Water soluble dietary fiber and cardiovascular disease. *Physiol Behav*. 2008 May 23; 94 (2): 285-292.
 2. Demigné C, Morand C, Levrat M-A, Besso C, Moundras C, Révész C. Effect of propionate on fatty acid and cholesterol synthesis and on acetate metabolism in isolated rat hepatocytes. *Br J Nut*. 1995 Aug; 74 (2): 209-219.
 3. Boisen S, Fernández JA. Prediction of the total tract digestibility of energy in feedstuffs and pig diets by *in vitro* analyses. *Anim Feed Sci Tech*. 1997 Oct; 68 (3-4): 277-286.
 4. Wilfart A, Jaguelin-Peyraud Y, Simmins H, Noblet J, vna Milgen J, Montagne L. Kinetics of enzymatic digestion of feed as estimated by a stepwise *in vitro* method. *Anim Feed Sci Tech*. 2008 Mar; 141 (1-2): 171-183.
 5. Martínez MM, Ortiz BL, Pérez CE, Anzola C. Efecto de la pectina extraída de guayaba sobre el perfil lipídico en adultos con diferente condición cardiovascular. *Rev Fac Med Unal*. 2011; 59 (2): 103-111.
 6. Valenzuela LA, Ortiz BL, Pérez CE. Estudio comparativo del efecto metabólico del consumo de arepas enriquecidas con pectina extraída de guayaba (*Psidium guajaba L*) y pectina cítrica de uso comercial. Poster presentado en: 2^{do} Congreso Latinoamericano y 4^{to} Congreso Internacional del Caribe "Sobre Inocuidad, Calidad y Funcionalidad de los Alimentos en la Industria y Servicios Alimentarios" 2011 Oct 24-28; Cancún, México.

CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DEL FRUTO AMAZÓNICO ASAÍ (*Euterpe precatoria* Mart)

BROMATOLOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF AMAZONIAN FRUIT ASAÍ (*Euterpe precatoria* Mart)

ARTÍCULO CORTO

Yuri M. CASTILLO Q.^{1*}, Mary LARES A.², María S. HERNANDEZ G.^{2,3}

RESUMEN

El Asaí es una palma amazónica con dos especies *Euterpe olerácea* Mart y *Euterpe precatoria* Mart. Mientras la especie *olerácea* ha sido ampliamente estudiada, y se reconoce su potencial funcional y aptitud tecnológica, de la variedad *precatoria*, producida en las selvas colombianas, se desconoce su potencial. El objetivo del presente estudio fue caracterizar la pulpa del asaí especie *precatoria* desde el punto de vista bromatológico y fisicoquímico, antes y después de la operación de filtrado. Como resultado principal, se destaca que el proceso de refinado de la pulpa impacta principalmente su contenido de grasa y fibra con una reducción proporcional del triple respecto a la materia sin filtrar. En tanto el proceso mencionado parece no afectar las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de Asaí. Es necesario continuar la caracterización de metabolitos secundarios y de antioxidantes de la variedad *precatoria* con el fin de evaluar sus propiedades bioactivas.

Palabras clave: palmas amazónicas, antioxidantes, amazonia, frutales.

ABSTRACT

The Acai is an Amazon palm with two species *Euterpe oleracea* Mart and *Euterpe precatoria* Mart. While *oleracea* species has been widely studied and recognized its potential functional and technological aptitude, *precatoria* variety produced in the Colombian jungle, it is unknown their potential. The objective of this study was to characterize the Acai *precatoria* pulp from the point of view and bromatological and physicochemical before and after the filtering operation. As a main result, we emphasize that the process of refining pulp mainly impact fat and fiber content with a proportionate threefold reduction compared to the unfiltered material. Meanwhile, the above process seems not to affect the physicochemical properties of the Acai pulp. It is necessary to continue the characterization of secondary metabolites and antioxidants of *precatoria* variety, in order to evaluate its bioactive properties.

Keywords: Amazonic palms, antioxidants, amazonic, fruits.

INTRODUCCIÓN

El Asaí, es una *Arecácea* ampliamente distribuida en las llanuras de la Amazonía (1). La especie *olerácea* es la más cultivada y ha sido más estudiada que la *precatoria*, la cual corresponde a una palma de un solo tallo que produce frutos tipo bayas de 1,8 cm

de diámetro que crecen en 3 a 4 racimos por planta (2). Cada baya tiene una gran semilla de 7 a 10 mm, en cuya periferia se encuentran finas capas fibrosas y un ligero recubrimiento de mesocarpio comestible. Para el Asaí variedad *olerácea* se reporta el contenido de macro y micronutrientes y una actividad antioxidante (3) considerable ligada un alto potencial en la

¹ Grupo de Investigación Aseguramiento de la Calidad y Desarrollo de nuevos productos. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

² Hospital Militar. Caracas, Venezuela.

³ Programa Sostenibilidad e Intervención. Grupo de Investigación Frutales Promisorios del Amazonas. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Simchi.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ymcastilloq@unal.edu.co

prevención de enfermedades crónicas (4) mientras que la especie *precatória*, permanece inexplorada (2, 5). El objetivo del presente estudio fue realizar la caracterización bromatológica, y fisicoquímica de la pulpa del asaí especie *precatória* antes y después del refinado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Pulpa de Asaí de la especie *precatória* de San José del Guaviare (Guaviare, Colombia).

Preparación de la muestra

Se realizó la caracterización sobre pulpa sin refinar y refinada.

Análisis bromatológico

Se determinó humedad, cenizas, extracto etéreo y fibra cruda n = 5 siguiendo métodos AOAC.

Análisis fisicoquímico

pH: técnica de inmersión del electrodo, usando un potenciómetro calibrado Consort C931 Lusion 3,0. Acidez titulable: Se realizó mediante el método oficial AOAC 942.15. °Brix: Se determinó mediante refractómetro portátil. Color: Colorímetro Hunter lab calibrado con iluminante D 65/10° CIELAB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición proximal

El contenido de materia seca de la pulpa refinada y sin refinar fue cercano al 3% (tabla1). En estudios preliminares realizados en nuestro centro de investigaciones (6) se evidenció un contenido de humedad cercano al 40% al analizar el fruto maduro después de un proceso de despulpado manual. Sin embargo, la variación observada puede explicarse teniendo en cuenta que la materia prima analizada, en esta oportunidad se obtuvo de un proceso de despulpado a una escala mayor que usa de agua. Respecto de la especie *olerácea* la literatura reporta contenidos de humedad del orden del 41 - 48% en pulpa fresca (3).

Tabla 1. Analisis bromatológico de pulpa de Asai tratada (n = 5).

	PULPA FILTRADA	PULPA SIN FILTRAR
Humedad (%)	97,1341 ± 0,0152	97,2737 ± 0,0196
Cenizas (%)*	4,0207 ± 0,2247	2,4805 ± 0,1253
Extracto Etéreo (%)*	11,4946 ± 0,9030	33,1266 ± 4,2929
Fibra Cruda (%)*	4,4740 ± 0,5630	12,6213 ± 0,3991
Proteína (%)*	0,03	0,03
Carbohidratos (%)*	80,5	82,2
*Base seca		

El contenido de cenizas, que se refiere a la presencia de sales minerales, se vio aumentado en el refinamiento, esto puede deberse a que en el proceso de filtración los minerales pueden concentrarse en proporción. Los datos que se tiene para la especie *olerácea* (que oscilan entre 1 y 5% en pulpa fresca) (3) no ofrecen diferencias significativa, lo cual se asocia a que las sales de calcio, hierro y sodio predominan, también en la especie *precatória*.

En relación al extracto etéreo el proceso de filtración redujo aproximadamente 3 veces el contenido de grasa respecto de la pulpa no filtrada, asociándolo a un menor valor calórico. Datos de pulpa fresca para la especie *olerácea* reportan un contenido de grasa entre 33 y 49% (3), por lo que los datos para la pulpa sin filtrar de la variedad *precatória* se encuentran dentro de este mismo rango porcentual.

La pulpa refinada también mostró reducciones en el contenido de fibra cruda, respecto de la pulpa sin procesar. Se evidenció que la reducción de fibra y extracto etéreo en la pulpa sin filtrar corresponde en ambos casos a la tercera parte del contenido original, por lo cual puede afirmarse que una parte importante del contenido graso se encuentra ligado a la fibra insoluble, principalmente ligninas que quedan presentes como residuos durante el despulpado.

Tabla 2. Análisis Fisicoquímico de la pulpa de asaí tratada (n = 5).

	PULPA FILTRADA	PULPA SIN FILTRAR
pH	4,38 ± 0,0	4,38 ± 0,0
Acidez Titulable (%)	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0
°Brix (%)	5,4	5,4
Color		
L	30,51 ± 2,0	30,51 ± 2,0
C	10,03 ± 1,18	10,00 ± 1,18
H	36,96 ± 1,97	36,96 ± 1,1

El pH, de la pulpa clasifica al Asaí especie *precatória* como un fruto moderadamente ácido (tabla 2). La acidez titulable, expresada en términos del ácido málico corrobora estos resultados, ya que contiene un 0,5% en ácido málico, que es un ácido fuerte que no lo hace extremadamente ácido.

CONCLUSIONES

El refinado de la pulpa de Asaí especie *precatória* modifica su composición en grasa y fibra. Las condiciones del proceso de despulpado pueden llegar a condicionar el contenido de humedad y cenizas de la pulpa. De otra parte, las características físico-químicas de la pulpa parecen no alterarse con la filtración, el color, y el porcentaje de sólidos solubles totales no presentaron diferencias tras el refinado, como tampoco el pH y la acidez. Ante el auge de productos nutraceuticos y según la evidencia científica del contenido de compuestos bioactivos del Asaí variedad especie *olerácea*, debe continuarse con la exploración de antioxidantes y metabolitos secundarios de la especie *precatória* para generar cadenas

de valor asociada a productos de la diversidad, con criterios de sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schauss AG. Bioactive Foods in Promoting Health. 1^{era} ed. San Diego, CA: Academic Press; c2010. Capítulo 32, Açai (*Euterpe oleracea* Mart): a macro and nutrient rich palm fruit from the Amazon rain forest with demonstrated bioactivities *in vitro* and *in vivo*; p. 479-490.
2. Pacheco-Palencia LA, Duncan ChE, Talcot StT. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial acai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatória*. Food Chem. 2009 Aug 15; 115 (4):1199-1205.
3. Sanabria N, Sangronis E. Caracterización del acai o manaca (*Euterpe olerácea* Mart.): un fruto del Amazonas. Arch Latinoamer Nutr. 2007; 57 (1): 94-99.
4. Schauss AG, Wu RL, Ou B, Patel D, Huang D, Kababick JP. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried Amazonian palm berry *Euterpe oleracea* Mart. (acai). J Agric Food Chem. 2006 Nov 1; 54 (22), 8598-8603.
5. Kang Jie, Li Zhimin, Wu Tong, Jensen Gitte S, Schauss Alexander G, Wu Xianli. Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from acai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). Food Chem. 2010 Oct 1; 122 (3): 610-617.
6. Sinchi. Caracterización química de especies maderables y no maderables del bosque. Proyecto forestal Guaviare. Ficha de caracterización *Euterpe precatória*.

DISMINUCION DE LA ABSORCION DE ACEITE EN PAPAS CRIOLLAS FRITAS

REDUCTION OF OIL ABSORPTION CREOLE CHIPS

ARTÍCULO CORTO

Luis GUZMÁN C.¹, Diofanor ACEVEDO C.^{1*}, Clemente GRANADOS C.¹

RESUMEN

Se determinó el efecto del recubrimiento con pectina y la deshidratación osmótica en la disminución de aceite en papas criollas fritas. Las papas recubiertas con las películas de pectinas presentaron mayor humedad y menor ganancia de aceite que el control y la película de pectina 8002 causó la menor ganancia de aceite en papas fritas. La osmo-deshidratación reduce la ganancia de aceite en comparación con el control.

Palabras clave: película, deshidratación osmótica, absorción de aceite, obesidad, grasas.

ABSTRACT

Was determined the effect of pectin coating and osmotic dehydration in decreasing oil creole potato chips. Potatoes coated with pectin films showed higher humidity and lower gain control of oil and pectin film 8002 produced the lowest gain in oil fries. The osmodehydration reduces the gain of oil compared to control.

Keywords: Edible films, osmodehydration, oil absorption, obesity, fats.

INTRODUCCIÓN

El consumo de grasas es considerado clave en el sobre peso y las enfermedades coronarias, por lo tanto, se hace recomendable reducir su consumo (1-3). Entre los pretratamientos utilizados en la fritura se destaca el escaldado, la congelación y la osmodeshidratación, los cuales pueden ser aplicados independientemente o combinados entre sí. El objetivo principal de éstos es mejorar la textura del alimento, evitando que se produzca una excesiva contracción, y disminuir el contenido final del aceite en el producto (4). La papa criolla (*Solanum phureja*) es un tubérculo que en Colombia se cultiva en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia (5). Una de las formas de consumo más típicas es frita, bien sea entera, en trozos y/o en rebanadas por lo cual es importante estudiar los efectos del recubrimiento y la deshidratación osmótica en la reducción de la ganancia de aceite durante el freído.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se fritó papas sin ningún tratamiento o recubrimiento, éstas fueron el control; otras papas fueron recubiertas con las película de pectina, y fritadas; y un último grupo se osmo deshidrato en solución salina, luego, unas de estas papas fueron freídas y otras recubiertas con las películas de pectina 121 slow SET o pectina amidada 8002 de y fueron fritadas. Recubrimiento de las papas con las películas de pectina. Las muestras de papa de 1,5, 2,0 y 2,5 mm fueron sumergidas y recubiertas con las películas de pectina 121 slow SET o pectina amidada 8002 de concentraciones 0,5, 0,8 y 1,2% p/v a temperatura ambiente durante 2 min e inmediatamente freídas.

Deshidratación osmótica

La solución osmodeshidratante se preparó mezclando sal y agua destilada hasta obtener una solución salina al 5% p/v. Las muestras de trozos

¹ Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: diofanor3000@gmail.com

de papas se sumergieron en soluciones osmóticas manteniendo la relación 1:4 (producto/solución), a temperatura ambiente y con agitación manual por 120 min. Se secó con toallas de papel absorbente, unas fueron freídas y las otras se recubrieron con las diferentes películas y fueron freídas.

Proceso de fritura

Las condiciones de proceso fueron: temperatura de fritura de 180°C y tiempos de freído de 4 min, estas son las condiciones que se utiliza a nivel artesanal. Se utilizó para ello aceite de soya y una freidora marca Mke® (Indianápolis, EUA) de 5 L de capacidad. El contenido de humedad y de grasa de la papa sin freír y freída se determinó de acuerdo a la AOAC 1995 (4). Los ensayos fueron realizados por triplicado. Utilizando una escala hedónica se evaluó los parámetros de: olor, sabor color, textura apariencia general y grado de aceptación. El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa MINITAB 14, mediante pruebas de varianza (ANOVA), manteniendo un intervalo de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra que el porcentaje de humedad de la papa frita sin película es menor que la papa frita con película. La película de pectina 8002 presentó un mejor comportamiento como barrera a la pérdida de humedad y menor absorción de grasa, la cual esta aumentaba con el incremento de la concentración debido a su estructura amidada.

Tabla 1. Porcentaje de humedad y de aceite de papas fritas con recubrimiento de la película de pectina.

Producto	Concentración de pectina (%p/v)	Humedad (%)	%Aceite
Papa cruda		80,09	0,82
Papa frita control		50,29	15,02
Papa + pectina 121	0,5	50,4	14,07
	0,8	52,03	13,99
	1,2	53,04	13,80
Papa + pectina 8002	0,5	50,6	13,96
	0,8	53,05	13,60
	1,2	56,55	13,03

De la tabla 2 podemos afirmar que el porcentaje de humedad en la papa osmo-deshidratada frita es menor que en la papa frita sin ningún pretratamiento, debido al agua perdida durante la osmo-deshidratación. Las papas inmersas en soluciones de

NaCl producen papas fritas con menor contenido final de aceite.

Tabla 2. Porcentaje de humedad y aceite en papas deshidratadas osmóticamente y fritas.

Producto	Concentración de pectina (%p/v)	Humedad (%)	%Aceite
Papa cruda		80,09	15,02
Papa osmo-deshidratada		70,29	
Papa osmo deshidratada frita		50,59	14,6
Papa OD + pectina 121	0,5	50,85	14,00
	0,8	52,07	13,80
	1,2	53,09	13,60
Papa OD + pectina 8002	0,5	50,89	13,60
	0,8	53,65	13,02
	1,2	56,85	13,00

Análisis sensorial

Los resultados fueron: sabor: bueno 9, regular 1; textura: consistente 9, blanda 1; olor: característicos 9, no característicos 1; color: característicos 9 y no característicos 1, lo cual indica buena aceptación por parte de los panelistas.

CONCLUSIONES

La película de mayor concentración produce papas fritas con mayor contenido de humedad y menor porcentaje de aceite. Las papas recubiertas con las películas de pectinas presentaron mayor humedad y menor ganancia de grasa que el control y la película de pectina 8002 produjo la menor ganancia de aceite en papas fritas. El aumento de la humedad es proporcional al aumento de la concentración de la película de recubrimiento. La osmo-deshidratación disminuye la absorción de grasas en papa criolla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Moreira R, Sun X, Chen Y. Factors affecting oil uptake in tortilla de chip in deep-fat frying. *J Food Eng.* 1997 Mar; 31 (4): 485-498.
- Bouchon P, Pyle DL. Modelling oil absorption during post-frying cooling: II: solution of the mathematical model, model testing and simulations. *Food Bioprocess Processing.* 2005 Dec; 83 (4): 261-272.
- Aguilera J, Gloria H. Determination of oil in fried potato products by differential scanning calorimetry. *J Agr Food Chem.* 1997; 45 (3): 781-785.
- De Grandi C, Garcia B. Reducing of fat uptake in cassava product during deep-fat frying. *J Food Eng.* 2009 Oct; 94 (3-4): 390-394.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. CORPOICA. Agenda Prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia con énfasis en papa criolla. Bogotá, Colombia: CORPOICA; 2009. 173 p.

CALIDAD COMPOSICIONAL E HIGIÉNICO-SANITARIA DE LECHE CRUDA ENTREGADA EN ÉPOCA SECA POR PRODUCTORES DE GALERAS, SUCRE

COMPOSITIONAL, HYGIENIC AND HEALTH QUALITY OF RAW MILK DELIVERED BY THE DRY SEASON PRODUCERS, GALERAS, SUCRE

ARTÍCULO CORTO

Luz BOTERO A.¹, Melba VERTEL M.^{2*}, Lisbeth FLOREZ M.¹ Javier MEDINA P.¹

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar calidad composicional, higiénica y sanitaria de leche cruda entregada en época seca por proveedores asociados a la Cooperativa Agropecuaria de Galeras (Sucre) como un aporte para la salud pública. El análisis de varianza y las pruebas de comparación de promedios para variables sanitarias y composicionales se basó en el diseño experimental, bloques completos aleatorios (tratamientos: clasificación de hatos ganaderos; bloques: fincas muestreadas). Para tipificar hatos de acuerdo a buenas prácticas de manejo de ordeño y causas de contaminación en leche cruda se utilizó análisis descriptivos multivariados. La certificación de hatos ganaderos se evaluó con estadística univariada. El recuento de aerobios mesófilos mostró diferencias significativas, mayores valores en hatos pequeños-grandes (superando rangos permitidos). Los resultados generales mostraron bajos niveles tecnológicos de las fincas asociadas (infraestructura y prácticas de manejo), aunque la leche producida presenta buenos porcentajes en su composición. La incidencia de mastitis fue alta (> 20%).

Palabras clave: Leche, calidad microbiológica, salud pública, análisis en componentes principales, sistema de producción doble propósito.

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize compositional, hygienic and sanitary quality raw milk delivered by providers in the dry season associated with the Agricultural Cooperative Galeras-Sucre as a contribution to public health. The analysis of variance and means comparison tests for health and compositional variables were based on randomized complete block design (treatment –classification of cattle ranches; blocks: farms samples). To establish herds in accordance with good milking management practices and sources of contamination in raw milk used descriptive multivariate analysis. The overall results showed low levels of technology associated infrastructure and management practices, but the milk produces good percentages presented in its composition. The incidence of mastitis was high (>20%).

Keywords: Milk, microbiological quality, public health, principal component analysis, double purpose production system.

INTRODUCCIÓN

La leche es el líquido secretado por la glándula mamaria de los mamíferos, pudiendo variar su composición entre diferentes especies y dentro de la misma especie por efecto de factores relacionados con

la raza, intervalo entre ordeños, cuartos de la ubre, estaciones climáticas, alimentación, enfermedades, temperatura ambiental, edad, entre otros (1). Dentro de las enfermedades, la mastitis es una de las que más afecta la producción y calidad de la leche (2, 3), se estima que el 33,3% están afectadas por mastitis

¹ Departamento de Zootecnia, Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sucre.

² Grupo de Investigación Estadística y Modelamiento Matemático aplicado a Calidad Educativo. Universidad de Sucre.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: melba.vertel@unisucra.edu.co

en uno o más cuartos (4). La producción de leche es una actividad económica del municipio de Galeras, Sucre (5). Las fincas asociadas son manejadas en el sistema de producción doble propósito, producción 1-3 litros/vaca/día. El presente trabajo, caracterizó la calidad composicional e higiénico-sanitaria de leche cruda entregada en época seca por productores de Galeras, Sucre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó a los hatos ganaderos asociados de la zona rural de Galeras, Sucre (Colombia). El análisis estadístico tiene *análisis univariado* utilizando diseño de bloques completos aleatorizados (*tratamientos* –clasificación FEDEGAN (6)–: T1-pequeño,

T2-mediano y T3-grande). Se tomó muestras según NTC para mediciones microbiológicas-composicionales (7). Mastitis evaluada por test California (8) y certificación por ficha técnica. Se realizó análisis de varianza y pruebas DMS (5%) (9). También, análisis multivariado (10) para tipificar sistemas de producción lechera. Para el análisis estadístico se utilizo el software R (11) y el paquete *agricolae* (12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aerobios mesófilos

El ANAVA muestra diferencias significativas (tabla 1). Pequeños-grandes fincas presentaron contaminación y límites establecidos (13).

Tabla 1. Resultados de promedios, desviaciones estándar y análisis de varianza (ANAVA).

Variables	Clasificación de hatos ganaderos			ANAVA (p-value)	
	Pequeño (T1)	Mediano (T2)	Grande (T3)	Bloques	Tratam.
<i>Aerobios mesófilos</i>	13,93 ± 0,64 ^a	11,80 ± 0,54 ^b	13,08 ± 0,51 ^{ab}	0,11 ^{NS}	0,03 [*]
<i>Grasa %</i>	4,06 ± 0,13	4,42 ± 0,22	4,16 ± 0,30	0,62 ^{NS}	0,95 ^{NS}
<i>Proteína %</i>	3,57 ± 0,10	3,76 ± 0,06	3,57 ± 0,12	0,47 ^{NS}	0,98 ^{NS}
<i>Sólidos totales %</i>	12,30 ± 0,33	13,21 ± 0,27	12,66 ± 0,46	0,34 ^{NS}	0,96 ^{NS}

* Diferencias significativas al nivel del 5%.

^{NS} No significativo.

Grasas, proteínas y sólidos totales (%)

No hubo diferencias significativas para bloques y tratamientos (tabla 1). Los valores encontrados estuvieron encima de lo establecido (14) en grasas los y proteínas, mientras sólidos totales en rango de aceptación (13). En el ACP ponderado, hatos ganaderos producen menor volumen de producción aunque tienen buena composición química (figura 1).

Caracterización del ordeño

La figura 2 muestra relación entre fincas con prácticas y condiciones antes, durante y después del ordeño. En la parte superior hatos medianos-grandes relacionados a la forma (cantinas de aluminio) y desinfección de recipientes y utilizan agua potable para limpieza (mayor nivel tecnológico e infraestructura adecuada). Las fincas (hatos pequeños) se agrupan en la parte izquierda, reflejan bajo nivel tecnológico.

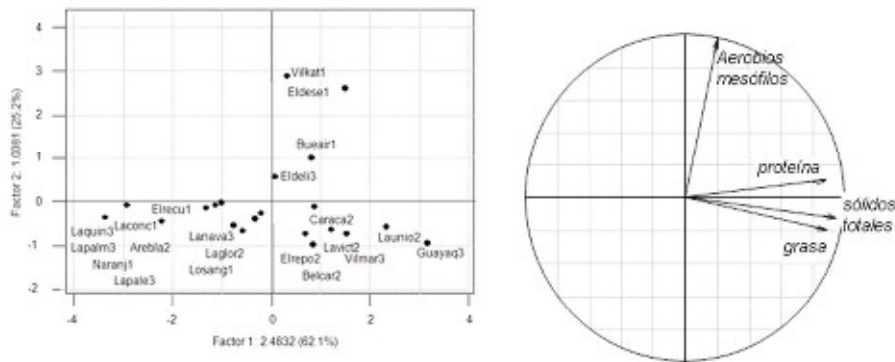


Figura 1. Plano factorial 1-2 del Análisis en Componentes Principales de recuento de aerobios mesófilos y variables composicionales de leche cruda en fincas ganaderas.

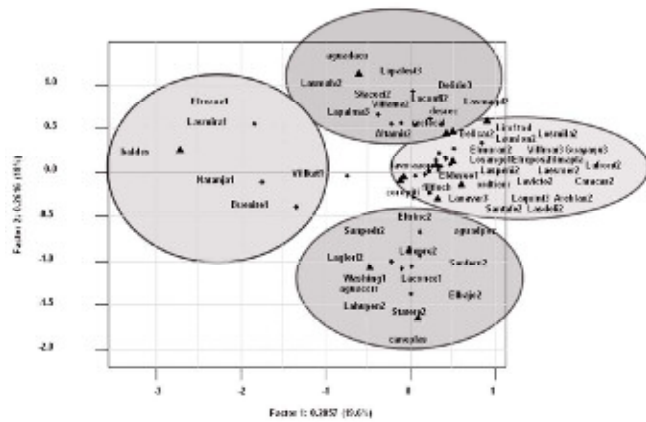


Figura 2. Plano factorial 1-2 del Análisis de correspondencias de prácticas de ordeño de ganado bovino manejado bajo el sistema de producción doble propósito en Galeras (Sucre).

Incidencia de mastitis

La incidencia de fue alta (> 20%). Puede estar relacionada a la falta de conocimiento de los propietarios- trabajadores sobre buenas prácticas agropecuarias.

Certificación de hatos libre de aftosa y brucelosis

Teniendo en cuenta la ficha técnica se encontró que las fincas asociadas a la Cooperativa realizan vacunación de aftosa-brucelosis, mas no cuentan con certificación de hatos libre de aftosa.

CONCLUSIONES

La falta de implementación de buenas prácticas de ordeño y el bajo nivel tecnológico de los hatos en estudio son la principal causa de contaminación de la leche producida. Aunque, la calidad composicional de la leche cruda, expresada en porcentaje de proteína, grasa y sólidos totales en los tres tratamientos, se encuentra por encima de los mínimos establecidos por la ley.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Páez L, López N, Salas K, Spaldilero A. Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela. *Científica*. 2002; 12 (2).
- Herrero M, Solano C, Bermúdez A, Ugarteche J, Rojas F. Caracterización preliminar de los sistemas de producción de leche y doble propósito en la región de Sara e Ichio. Bolivia: CIAT Publicaciones; 1998. p. 86-95.
- Kruze J. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. *Arch Med Vet*. 1998; 30 (2): 7-16.
- Martínez M, Gómez C, Serpa J. Diagnóstico de la calidad composicional e higiénico – sanitaria de la leche cruda en centros de acopio y plantas procesadoras del departamento de Sucre, Colombia: Ed. Hipertexto Ltda.; 2009. 98p.
- Ramírez RF. Plan de desarrollo de Galeras [Internet]. Sucre, Colombia: Alcaldía de Galeras. 2006 [citado 2010]. Disponible en: <http://www.galeras-sucre.gov.co/>
- Fedegan. Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana. PEGA 2019. Bogotá, Colombia: Congreso Acovez 50 años. 2007.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC750. Normas Técnicas Colombianas sobre Leche cruda [Internet]. Bogotá, Colombia: ICONTEC. 2009 [citado 2009]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/50089659/NTC750>
- Mellenberger R, Roth C. Prueba de mastitis california CMT. USA: Universidad de Wisconsin-Madison ; 2000.
- Vertel ML. Diseño y análisis de experimentos en ciencias agroindustriales. Colombia: Universidad de Sucre. Promoción docente Asociado. 2004; 227 p.
- Vertel ML, Pardo C. Comparación entre el análisis canónico de correspondencias y el análisis factorial múltiple en tablas de frecuencias-variables continuas [magister thesis]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2009. 49 p.
- R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing [Internet]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2011. Disponible en: <http://www.R-project.org>
- De Mendiburu F. *Agricolae*: This package contains functionality for the statistical analysis of experimental designs applied specially for field experiments in agriculture and plant breeding [Internet]. Lima, Perú: R package 1.07. 2009 [citado 2010]. Disponible en: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu>
- MADR. Resolución 12 del 2007 [Internet]. Bogotá, Colombia: MADR. 2007 [citado 2009]. Disponible en: www.minagricultura.gov.co
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-ICA. Las buenas prácticas ganaderas en la producción de leche, en el marco del decreto 616. Colombia: ICA; 2007. 12 p.

EL PIÑÓN DE PINUS PINEA PRODUCIDO EN CHILE: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y ORGANOLÉPTICAS

THE PINE NUTS OF PINUS PINEA PRODUCED IN CHILE: CHARACTERIZATION
NUTRITIONAL AND SENSORIAL

ARTÍCULO CORTO

Marlene GONZÁLEZ¹*, Verónica LOEWE¹, Claudia DELARD¹

RESUMEN

Chile posee diferentes formaciones de pino piñonero (*Pinus pinea*) en un amplio rango latitudinal (20°50,622 a 38°12,802S). INFOR realizó pruebas nutricionales y organolépticas de piñones colectados en esta superficie, comparándolos con resultados de otros estudios, para verificar si sus virtudes alimenticias y nutricionales se mantienen en Chile. Los resultados indican que las características nutricionales del piñón producido en Chile son comparables a los cosechados en otras latitudes. La calidad organoléptica mostró un buen resultado en comparación con una muestra italiana, corroborándose la potencialidad de producción en Chile.

Palabras clave: *Pinus*, valor nutritivo, piñón del pino.

ABSTRACT

In Chile there are different stone pine formations in a wide latitudinal range (20°50.622 to 38°12.802 S). INFOR tested both nutritional and organoleptic pine nuts collected in this area, comparing them with other studies results and verifying if food and nutritional virtues remain in the country. Results indicate that Chilean pine nuts nutrient profile is similar to pine nuts harvested elsewhere. Regarding organoleptic quality, good results were obtained when comparing with the Italian sample, confirming the potential for pine nut production in Chile.

Keywords: *Pinus*, nutritive value, pine nuts.

INTRODUCCIÓN

Existe un interés creciente por el efecto de una buena alimentación sobre la salud, lo que sugiere realizar cambios en los hábitos alimenticios, incorporando en la dieta productos naturales, con efectos positivos al organismo, previniendo o mitigando enfermedades crónicas no transmisibles (1). Por eso los frutos secos, incluyendo los piñones, son favorables para la salud (2). Los piñones, semillas de especies del género *Pinus*, se cosechan desde tiempos antiguos siendo un componente importante en la alimentación de tribus indígenas americanas, siberianas y del lejano oriente. Existe 29 pinos que producen piñones comestibles, cuatro con impor-

tancia comercial: *Pinus gerardiana* (piñón pakistaní), *P. koraiensis* (p. chino), *P. sibirica* (p. ruso) y *P. pinea* (p. mediterráneo), con diferentes características nutricionales y organolépticas. Estos piñones contienen cantidades elevadas de proteína, ácidos grasos insaturados, aportan fibra, vitaminas (ácido fólico, niacina, tocoferoles, vitamina B6/B2), minerales y bajo contenido de sodio, así como fitoesteroles y polifenoles (3), constituyendo un alimento de alto valor nutricional (4). Los piñones de *Pinus pinea* destacan por su contenido ácido linoleico (omega 6) y linolénico (omega 3) (5). Este estudio comparó características nutricionales y organolépticas del piñón producido en Chile, con otros piñones de la especie producidos en su distribución natural.

¹ INFOR, Sucre 2397, Ñuñoa, Santiago, Chile.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: Marlene.gonzalez@infor.cl

MATERIALES Y MÉTODOS

En el 2009 se colectó una mezcla de piñones entre Coquimbo y La Araucanía; se secó las muestras en una estufa hasta llegar a un contenido de humedad de 4%; se realizó análisis proximal y perfil de lípidos, y las siguientes pruebas: i) Organolépticas descriptivas (INTA): aroma, apariencia, sabor, textura, con 12 panelistas entrenados; ii) Comparativas (DICTUC): de calidad sensorial entre muestras chilena e italiana, panel entrenado de 8 consumidores, escala 0-9, donde 0 = no percibido y 9 = intensidad alta; iii) De Consumidor (DICTUC): aceptabilidad de ambos productos, Test Hedónico de 9 categorías, 40

consumidores sin entrenamiento. Las características químicas de piñones españoles, portugueses, turcos e italianos son bibliográficas. Para analizar variabilidad entre muestras en sentido multivariado se realizó Análisis de Componentes Principales con software Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización química

Se realizó según el análisis proximal los contenidos de cada elemento, se mantienen, y en algunos casos superan los de otras procedencias (tabla 1).

Tabla 1. Composición nutricional de piñón mediterráneo (g/100g).

VARIABLE	CHILE	ESPAÑA (7)			PORTUGAL		TURQUÍA (8)	ITALIA (9)
	Mix-País(6)	Andalucía	Meseta-Norte	Sistema-Central	Alcacer-do-Sal(7)	Mix-País(5)	Kozak	Mix-País
Humedad	4,42	4,66	4,88	5,18	7,70	5,90	5,10	5,51
Cenizas	4,53	4,45	4,60	4,96	4,43		4,50	4,14
Proteínas	35,93	36,37	36,99	37,44	36,52	33,85	31,60	39,45
Grasa total	46,02	49,26	48,15	47,36	46,17	44,71	44,90	42,50
Fibra cruda	1,09	2,44	4,79	3,22	4,99			
Hidratos de Carbono	8,02	4,95	5,89	5,04	6,00		13,90	
Energía(Kcal)	590,00	608,58	604,90	596,20	585,60		580,00	

El nivel proteico y de grasas totales, elementos destacados de este fruto, se encuentran en niveles muy similares a los obtenidos en países productores. Se destaca el contenido total de ácidos grasos (46,02%), siendo 86% insaturados (tabla 2).

El biplot de los componentes principales del análisis multivariado explica el 80,6% de la variabilidad; el contenido de hidratos de carbono y proteínas, seguido por grasas totales, son las variables que más contribuyen. Los piñones españoles presentan menor

contenido de hidratos de carbono y elevado contenido proteico, diferenciándose de los turcos con una relación inversa. Los piñones italianos son diferentes debido al mayor contenido proteico y bajo contenido graso. La muestra chilena es similar a portuguesa, siendo intermedia respecto de las variables evaluadas.

El perfil lipídico de muestras de diferente origen indica valores similares, presentando el piñón chileno en algunos casos valores superiores, como el contenido de ácido linolénico (tabla 2).

Tabla 2. Ácidos grasos presentes en piñón mediterráneo (%metil ester).

VARIABLE	CHILE	ESPAÑA(7)			PORTUGAL		TURQUÍA(8)
	Mix-País(6)	Andalucía	Meseta-Norte	Sistema-Central	Alcacer-do-Sal(7)	Mix-País(5)	Kozak
Ác.Grasos saturados							
Ac.Palmítico	6,15	5,85	5,87	5,96	6,03	5,91	6,49
Ac.Esteárico	5,02	3,12	3,94	3,38	3,78	3,79	3,47
Ác.Grasos monoinsaturados							
Ac.Palmitoleico	0,11	0,19	0,18	0,11	0,21		0,22
Ac.Oleico	39,43	37,89	37,69	37,67	39,40	36,82	38,60
Ac.Eicosaenoico	0,91					0,84	
Ác.Grasos poliinsaturados							
Ac.Linolico	46,19	46,73	46,94	47,32	44,97	44,90	47,60
Ac.Linolénico	0,84	0,64	0,71	0,67	0,72		0,68
Ac.Eicosadienoico	0,67	0,53	0,61	0,56	0,58	0,54	

Para el contenido de ácidos grasos el biplot de los componentes principales explica el 90,9% de variabilidad. Las variables de mayor contribución son ácido linoleico y oleico, seguidas del ácido esteárico. Las muestras española y turca se diferencian por presentar mayor contenido de ácido linoleico; la muestra chilena tiene contenido similar de ácido oleico a la portuguesa, y mayor contenido de ácido esteárico.

Caracterización organoléptica

Los resultados de la muestra chilena fueron positivos; las variables apariencia, sabor y textura se describen como de buena calidad (7,8 a 8,1/9). Para aroma, el resultado fue “satisfactorio leve”, con valor 6,7/9. La calidad sensorial fue catalogada como “muy buena”. El análisis de comparación de la muestra nacional e importada mostró perfiles sensoriales distintos: la importada presentó mayor intensidad de aroma a granos secos, evaluada con puntuaciones más altas para atributos negativos (plástico/amargo/rancio/aceitoso). En cuanto a aceptabilidad general, el piñón importado tuvo aceptabilidad media (5,2) y la muestra nacional aceptable (6,6).

En prueba de aceptabilidad comparativa, el piñón nacional obtuvo 6,8 respecto a 5,6/9 del importado. Respecto a preferencia de consumo: 28% directamente, 28% en ensaladas, 17% con yogurt, 17% salsas, y 4% otros; el 60% de consumidores testeados prefirió el piñón nacional, 35% el importado, 5% fue indiferente.

CONCLUSIONES

La muestra chilena mantiene las características nutricionales que determinan las propiedades benéficas de los piñones, no encontrándose diferencias relevantes en su caracterización química y organoléptica. El contenido superior de algunos ácidos grasos en la muestra chilena sugiere la conveniencia de realizar estudios posteriores.

El éxito de la comercialización de piñones producidos en Chile no dependerá de la calidad del producto sino de factores relacionados al mercado nacional e internacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS. Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Serie Informes Técnicos 916. Ginebra (CH): Organización Mundial de la Salud; 2003.152 p.
2. Salas-Salvadó J, Ros-Rahola E, Sabaté-Casellas J (editors). Frutos secos, salud y culturas mediterráneas [Dried fruits, health and mediterranean cultures]. 1^{era} ed. Barcelona, (ES): Editorial Glosa; 2005. 337p.
3. Blomhoff R, Carlsen M, Frost-Andersen L, Jacobs D. Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. *Brit J Nutr.* 2006; 96 Suppl 2: S52-60.
4. Segura R, Javierre C, Lizarraga M, Ros E. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. *Brit J Nutr.* 2006. 96 Suppl 2: S36-74.
5. Costa R, Evaristo I (editors). Conducao de Povoamentos de Pinheiro Manso. Lisboa, (PT): Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I.P.; 2008. 48p.
6. INFOR. Informe Proyecto “El piñón comestible del pino”. Documento interno. 2009. 135p. Located at: Forest Institute Library, Santiago, CL; MS A1.
7. Borrero G. El pino piñonero en Andalucía: Ecología, distribución y selvicultura. 1^{era} ed. Sevilla, España: Conserjería del Medio Ambiente, Junta de Andalucía; 2004. 261p.
8. Nergiz C, Dönmez I. Chemical composition and nutritive value of *Pinus pinea* seeds. *Food Chem.* 2004 Jul;86 (3): 65-68
9. Peruzzi A, Cherubini P, Gorreri L, Cavalli S. Le pinete e la produzione dei pinoli dal passato ai giorni nostri, nel territorio del Parco di Migliarino, S. Rossore, Massaciuccoli. Pisa: Litografia Felici; 1998. 134p.

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA HARINA DE FRIJOL CAUPÍ *Vigna Unguiculata L.* CULTIVADO EN COLOMBIA

PHYSICOCHEMICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF FLOUR FROM COWPEA *Vigna Unguiculata L.* CULTIVATED IN COLOMBIA

ARTÍCULO CORTO

Yeison R. VARGAS A.¹, Oscar E. VILLAMIL L.¹, Elizabeth MURILLO P.^{2,3}, Walter MURILLO A.^{2,3}, José F. SOLANILLA D.^{1,4*}

RESUMEN

El frijol caupí, *Vigna Unguiculata L.*, es una leguminosa originaria de África y ampliamente cultivada y consumida en los países tropicales, pero poco conocida y estudiada en Colombia. Este trabajo determinó la composición proximal, el contenido celular, minerales, fenoles totales, polifenoles y tanoides; además, de realizar tamizaje fitoquímico. Se encontró un alto contenido en proteína ($20,3 \pm 0,16$ g/100g) fenoles (2440 mg/100g) y minerales tales como potasio ($1977 \pm 0,02$ mg/100g), fósforo ($2607 \pm 0,03$ mg/100g), hierro ($13,8 \pm 1,00$ mg/100g). El contenido de nutrientes confiere al frijol caupí propiedades nutraceuticas beneficiosas para la salud humana.

Palabras clave: frijol caupí, *Vigna Unguiculata*, composición proximal, minerales, nutrición.

ABSTRACT

Cowpea *Vigna Unguiculata L.* is a leguminous from Africa, widely grown and consumed in tropical countries, but not well known and studied in Colombia. This paper determined the proximate composition, cellular content, minerals, total phenols, polyphenols and tannins, In addition to a phytochemical screening. The results showed a high content in protein (20.3 ± 0.16 g/100g), phenols (2440 mg/100g), potassium (1977 ± 0.02 mg/100g), phosphorus (2607 ± 0.03 mg/100g), iron (13.8 ± 1.00 mg/100g). The nutrient content of cowpea provide nutraceuticals properties beneficial to human health.

Keywords: Cowpea, *Vigna Unguiculata*, proximate analysis, minerals, nutrition

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional y el suministro de alimentos crean la necesidad de enfocar investigaciones hacia la identificación y evaluación de nuevas fuentes de proteína (1). El frijol caupí (*Vigna Unguiculata L.*), es originaria de África, de alta resistencia y adaptabilidad en diferentes pisos térmicos y suelos, es cultivada ampliamente en países tropicales de África, Suramérica, Asia y al sur de Estados Unidos (2). Esta leguminosa ha sido estudiada por sus

propiedades nutricionales y nutraceuticas (3). En este trabajo se evaluó las propiedades fisicoquímicas y nutricionales del frijol caupí, cultivado en el departamento del Tolima, Colombia, para exponer sus cualidades nutritivas y potencial agroindustrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas fueron molidas y pasadas por tamiz ($200 \mu\text{m}$) y almacenadas (4°C). El contenido nutricional se determinó de acuerdo con los

¹ Grupo de Investigación Centro de desarrollo agroindustrial del Tolima CEDAGRITOL. Universidad del Tolima. AA 546, B/Santa Elena. Ibagué, Colombia.

² Grupo de investigación en productos naturales GIPRONUT. Facultad de ciencias. Universidad del Tolima. AA 546, B/Santa Elena. Ibagué, Colombia.

³ Departamento de Química. Universidad del Tolima. AA 546, B/Santa Elena. Ibagué, Colombia.

⁴ Departamento de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad del Tolima. AA 546, B/Santa Elena. Ibagué, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jfsolanilla@ut.edu.co

procedimientos de la AOAC (4). El barrido de minerales se realizó por absorción atómica de llamas (Shimadzu AA 6300). El fósforo se cuantificó por el método colorimétrico de molibdovanadato de amonio (5). Los componentes celulares fueron evaluados de acuerdo a la metodología sugerida por Van Soest, *et al.*, 1991 (6). El barrido fitoquímico se desarrolló mediante ensayos cualitativos individuales para cada grupo químico por reacción a la gota: alcaloides (Draggendorf), taninos (cloruro férrico), Polifenoles (Folin-Ciocalteu), flavonoides (Shinoda), Fenilpropanoides (Arnou), compuestos esteroidales (Lieberman-Burchard y Salkowski) y saponinas (Espuma, Rosenthaler y hemólisis). La cuantificación de metabolitos secundarios se realizó espectrofotométricamente (7, 8).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición mineralógica y contenido celular del frijol caupí resultaron ser similares a lo observado en investigaciones previas (3; 9-13), asimismo, no se encontró diferencias significativas en la composición proximal con otras leguminosas: garbanzo *Cicer arietinum* L., lenteja *Lens esculenta*, arveja *Pisum Sativum* y frijol común *Phaseolus Vulgaris* L. (14). Se encontró que aporta proteínas ($20,3 \pm 0,16$ g/100g), hierro ($13,8 \pm 1,00$ mg/100g), zinc ($6,4 \pm 0,52$ mg/100g), fósforo ($2607 \pm 0,03$ mg/100g), potasio ($1977 \pm 0,02$ mg/100g) acorde con los requerimientos diarios (15). Se identificó diversos grupos de metabolitos secundarios como taninos, polifenoles, saponinas, flavonoides, fenilpropanoides, alcaloides, compuestos esteroidales. Estas observaciones son similares a lo reportado en otros estudios (12; 13; 16-18). Los contenidos fenólico ($2440,56 \pm 0,06$ mg/100g) y polifenólico ($2066,80 \pm 0,74$ mg/100g) fueron altos en comparación con otras variedades de caupí anteriormente analizadas, mientras que los tanoides ($531,19 \pm 0,53$ mg/100g) se mantienen dentro del rango establecido para estas variedades (13; 16-18). En consecuencia se aprecia un cierto potencial antioxidante que podría generar beneficios a la salud humana (13, 17).

CONCLUSIONES

Este estudio muestra que el frijol caupí cultivado en el departamento del Tolima presenta atributos nutricionales como alto contenido proteico, de carbohidratos, de minerales y nutraceuticos que pueden proporcionar beneficios para la salud humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rangel A, Saraiva K, Schwengber P, Narciso MS, Domont GB, Ferreira ST, *et al.*, Biological evaluation of a protein isolate from cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. Food Chem. 2004 Oct; 87 (4): 491-499.
- Ehlers JD, Hall AE. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). Field Crop Res. 1997 Jul; 53 (1): 187-204.
- Carvalho AFU, de Sousa NM, Farias DF, da Rocha-Bezerra LCB, da Silva RMP, Viana MnP. *et al.*, Nutritional ranking of 30 Brazilian genotypes of cowpeas including determination of antioxidant capacity and vitamins. J Food Compos Anal. 2012 Feb 2; Forthcoming.
- Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). In Cuniff, P. (Ed.), Official methods of analysis (2-32). Gaithersburg; 1997.
- Onwuliri VA, Obu, JA. Lipids and other constituents of *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* grown in northern Nigeria. Food Chem. 2002 Oct; 78 (1): 1-7
- Van Soest PJ, Roberttson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci. 1991 Feb; 74 (10): 3583-3597.
- Dastmalchi K, Damien Dorman HJ, Laakso I, Hiltunen R. Chemical composition and antioxidative activity of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L) extracts. Food Sci Technol Int. 2007 Nov; 40 (9): 1655-1663.
- Lastra-Valdés H, Rodríguez-Leyes E, Ponce de León-Rego H, González-Sanabia M L. Método analítico para la cuantificación de taninos en el extracto acuoso de romerillo. Rev Cuba Plant Med. 2000; 5 (1): 17-22.
- Díaz MF, Padilla C, Torres V, González A, Noda A. Caracterización bromatológica de especies y variedades de leguminosas temporales con posibilidades en la alimentación animal. Cuban J Agr Sci. 2003; 37 (4): 453-457.
- Frota KdMG, Soares RAM, Arêas JAG. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. Ciênc Tecnol Aliment. 2008 Abr; 28 (2): 470-476.
- Mallillin AC, Trinidad TP, Raterter R, Dagbay K, Loyola AS. Dietary fibre and fermentability characteristics of root crops and legumes. Brit J Nutr. 2008 Sep; 100 (3): 485-488.
- Punia KP. Proximate composition, phytic acid, polyphenols and digestibility (*in vitro*) of four brown cowpea varieties. Int J Food Sci Nutr. 2000 Jan; 51 (3): 189-193.
- OkwuDE, Orji BO. Phytochemical Composition and Nutritional Quality of Glycine max and *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Am J Food Technol, 2007; 2 (6): 512-520.
- De Almeida-Costa GE, da Silva K, Pissini SM, de Oliveira AC. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. Food Chem. 2006 Feb; 94 (3): 327-330.
- Otten JJ, Hellwing JP, Mayers LD (editores). Dietary Reference Intakes: The essential guide of nutrient requirements [Internet]. Washington: National academies of Science; c2006 [citado 2012 Feb 20]. Disponible en: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11537
- Cai R, Hettiarachchy NS, Jalaluddin M. High-Performance Liquid Chromatography Determination of Phenolic Constituents in 17 Varieties of Cowpeas. J Agric Food Chem. 2003 Feb; 51 (6): 1623-1627.
- Gutiérrez-Urbe JA, Romo-Lopez I, Serna-Saldívar SO. Phenolic composition and mammary cancer cell inhibition of extracts of whole cowpeas (*Vigna unguiculata*) and its anatomical parts. J Funct Food. 2011 Oct; 3 (4): 290-297.
- Oluwatosin OB. Genotype x environment influence on cowpea (*Vigna unguiculata* L Walp) antinutritional factors: 1 . Trypsin inhibitors, tannins, phytic acid and haemagglutinin. J Sci Food Agric. 1999 Feb; 79 (2): 265-272.

COMPLEJOS DE AMINOÁCIDOS CON METALES EN SUPLEMENTOS NUTRICIONALES ORALES: ESTUDIOS DE DISOLUCIÓN *IN-VITRO*

METAL COMPLEXES WITH AMINO ACIDS IN ORAL DIETARY SUPPLEMENTS: *IN-VITRO* DISSOLUTION STUDIES

ARTÍCULO CORTO

Julie F. BENAVIDES-AREVALO¹, Gloria E. TOBÓN-ZAPATA^{2*}

RESUMEN

Los complejos de metales con aminoácidos podrían ser una alternativa y una apropiada manera de introducir metales en el organismo, utilizando las vías metabólicas de los aminoácidos; los metales pueden ser fácilmente absorbidos, evitando las molestias gástricas propias de sales inorgánicas de los metales presentes en los suplementos nutricionales comerciales. Los ensayos de disolución *in-vitro* son una herramienta importante en el desarrollo de formas de dosificación orales; indican la variabilidad entre lotes y predicen la biodisponibilidad de los productos. En este trabajo se evalúa la solubilidad y la velocidad de disolución de complejos de glicina y asparagina con duplas de los cationes cobre-zinc y magnesio-manganeso, considerando en el estudio el efecto del tamaño, la morfología y las características superficiales de las partículas de los complejos.

Palabras clave: aminoácidos, metales, complejos, disolución, solubilidad.

ABSTRACT

Metal complexes with amino acids could be an alternative and better way for metals intake in the human body. Therefore, the amino acids metabolic pathways can be useful for the rapid and effective absorption of metals. In this way, the cumbersome gastric side effects of commercial nutritional supplements could be avoided. The *in-vitro* dissolution studies provides an important tool for the development of oral dosage forms, and gives an indication of lot-to-lot variability and predicts the bioavailability of these products. In this paper we evaluate the solubility and dissolution rate of glycine and asparagine complexes coupled with copper-zinc and magnesium-manganese. The effect of particle size, morphology and particle surface characteristics of these complexes were also assessed.

Keywords: Amino acids, metals, complexes, dissolution, solubility.

INTRODUCCIÓN

Los suplementos nutricionales intentan proveer al organismo los requerimientos diarios de minerales que difícilmente se alcanzan con la dieta. Las formulaciones nutricionales disponibles en el mercado asocian los minerales a sales inorgánicas que tienen baja absorción y producen indeseables efectos gástricos; los complejos de metales ligados a aminoácidos muestran ser una alternativa a estas formulaciones, la unión a formas orgánicas que

permiten la fácil absorción de los metales y evitan intolerancias gástricas (1). En estudios previos fueron sintetizados y caracterizados fisicoquímicamente los complejos de los metales cobre-zinc (Cu-Zn), magnesio-manganeso (Mg-Mn) con los aminoácidos glicina (Gly) y asparagina (Asn); sin embargo, para determinar su viabilidad en la suplementación nutricional se requiere de información sobre las propiedades que puedan afectar su solubilidad y disolución; el conocimiento de estos factores permitirá describir estos procesos e inferir sobre

¹ Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: getobon@farmacia.udea.edu.co

su absorción en el organismo (1). Considerando lo anterior, en este trabajo se evalúa la solubilidad y la velocidad de disolución *in-vitro* de estos complejos, analizando la influencia de la morfología, el tamaño y las características superficiales de las partículas en el proceso. La solubilidad hace referencia a un estado de equilibrio termodinámico y la velocidad de disolución responde a un concepto dinámico de cantidad disuelta en el tiempo (2). El tamaño de partícula y las características morfológicas y superficiales de las partículas son factores determinantes en la velocidad de disolución; se espera que la presencia de partículas pequeñas, irregulares y con poros o grietas en la superficie favorezca la disolución (2). La evidencia de estas características morfológicas y superficiales en las partículas se obtienen por análisis de imagen mediante la determinación de los descriptores: diámetro de Feret (D_F , distancia entre pares de líneas paralelas tangentes al perímetro proyectado de la partícula), circularidad (C , correlación del perímetro real de la partícula con el de un círculo de área equivalente) y dimensión fractal (D , descripción del grado de irregularidad de la partícula). Adicionalmente, para definir la superficie activa y la dimensión de la partícula que entra en contacto con el medio durante el proceso de disolución la dimensión fractal de superficie (D_S) y la dimensión fractal reactiva (D_R) pueden ser calculadas (2). $D_S = D+1$ y $D_R = 3-m$, donde m es la pendiente de la recta al graficar \ln de la eficiencia de la disolución vs. \ln del promedio del tamaño de la partícula.

MATERIALES Y MÉTODOS

La solubilidad acuosa de los complejos fue determinada con suspensiones saturadas en equilibrio a valores de pH de 2 a 10. Las muestras fueron

sometidas a agitación mecánica a 50 rpm y 37°C por 72 h y luego analizadas por absorción atómica. Los estudios de disolución fueron realizados en un equipo disolutor Tipo II, en 900 mL de agua desionizada a 75 rpm y a 37°C. El porcentaje disuelto del metal a intervalos de 10 min durante 60 min se determinó por absorción atómica, realizando la lectura para el catión de mayor peso molecular en los complejos (Zn o Mn) (3).

Las microfotografías ópticas de las partículas de los complejos con una resolución de 320 x 240 pixeles fueron obtenidas en un microscopio óptico BM-180 Boeco®, con un objetivo de 10X y utilizando el software OPTICAM. El análisis de imagen se realizó por *Image J*, utilizando tres tamaños de partícula, obtenidos con los tamices Tyler® ASTM E11 No.80 (180 μm), No.120 (125 μm) y No.140 (106 μm). Para la medición del diámetro de volumen de superficie, se utilizó una técnica validada de análisis de imagen (2). Los descriptores físicos C , D_F y D así como D_S y D_R fueron obtenidos con metodologías ya publicadas (1-3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1a se presenta la solubilidad de los complejos en función del pH. Una zona de baja solubilidad a valores de pH cercanos al punto isoeléctrico de los dos aminoácidos en estudio (Gly: 5,97 y Asn: 5,41) se hace evidente; a este pH las cargas netas son nulas y por tanto no hay interacción molecular en solución. Como es de esperar, la solubilidad aumenta en la medida que se acidifica o se alcaliniza el medio. El porcentaje disuelto en el tiempo de los complejos se muestran en la figura 1b. Los mayores porcentajes de disolución se obtuvieron con las partículas de menor tamaño y en todos los complejos fueron mayores al 88%.

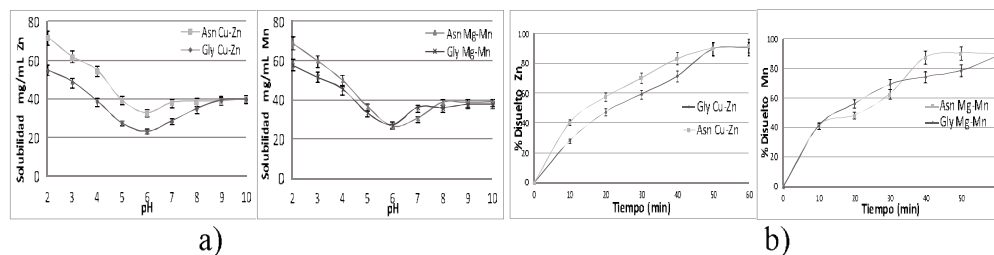


Figura 1. a) Solubilidad de los complejos a valores de pH de 2 a 10 y b) Disolución de los complejos en el tiempo (fracción del tamiz No. 140).

Las microfotografías ópticas de los complejos de la figura 2 muestran el predominio de formas irregulares. Según los valores de circularidad, cercanos

a 0, se presume que éstas no son esféricas y dado que D presentó valores cercanos a 2, se asume una superficie rugosa e irregular en las partículas. Dado

que en los complejos $D_R > D_S$, se indica la presencia de grietas o poros en superficie de las partículas. Se asume que el menor tamaño, la morfología irregular

y la presencia de grietas y poros en la superficie de las partículas determinen el proceso de disolución de los complejos analizados.

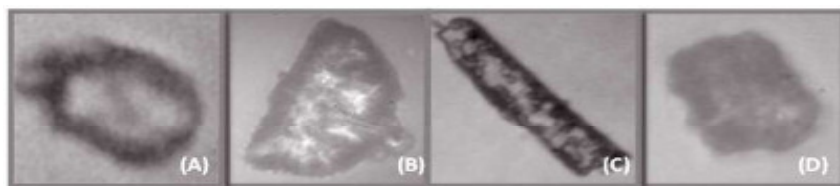


Figura 2. a) Microfotografías ópticas de Gly-Cu-Zn, b) Asn-Cu-Zn, c) Gly-Mg-Mn, y d) Asn-Mg-Mn.

CONCLUSIONES

Los fenómenos de solubilidad y disolución que experimentan los complejos en medio acuoso están influenciados en gran medida por el tamaño, la morfología y las características superficiales de las partículas, lo cual es importante considerar para los estudios de preformulación; además, es posible predecir con este análisis, que los complejos contarán con adecuada disolución una vez hagan parte de una formulación oral.

Los resultados obtenidos en este estudio indican el potencial uso de complejos de duplas de metales con aminoácidos en suplementos nutricionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Benavides JF. Evaluación de complejos organometálicos para la suplementación oral [disertación]. [Medellín, Colombia]: Universidad de Antioquia; 2012. 23-116. p.
2. Martin A, Bustamante P, Chun AHC. Physical pharmacy: physical chemical principles in the pharmaceutical sciences. 4th ed. Philadelphia, United States: Lea & Febiger; 1993. 221-237. p.
3. US Pharmacopeia. 32th ed. United States Pharmacopeial Convention, Rockville, MD, United states; 2010. 1050-1315. p.

INTERACCIÓN DE LOS EXTRACTOS DE CORTEZA DE GUAYABA (*Psidium guajaba*) Y MANGO (*Manguifera indica* L) EN ERITROCITOS

INTERACTION OF PEEL EXTRACTS OF MANGO (*Psidium guajaba*) AND GUAVA (*Manguifera indica* L) IN ERYTHROCYTE

ARTÍCULO CORTO

Marlene DURÁN L.^{1*}, Piedad M. MONTERO C.¹, Yesid MARRUGO L.¹

RESUMEN

El mango y la guayaba fueron evaluadas en su efecto citotóxico, antihemolítico, y su interacción con la membrana del eritrocito. El objetivo de este estudio fue determinar alteraciones en las membranas biológicas utilizando como modelo el eritrocito, la actividad antihemolítica y deformabilidad de la membrana causada por diferentes concentraciones (200, 100, 50 y 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$) de los extractos metanólico total de las cortezas de estas frutas. La citotoxicidad fue realizada utilizando la exclusión de azul de tripan en mononucleares de sangre periférica. La actividad anti hemolítica se determinó por espectrofotometría a una longitud de onda de 520 nm, la deformabilidad fue realizada por observación microscópica de diferentes formas en la membrana de eritrocitos tratados. Los extractos metanólico de las cortezas mostraron baja toxicidad, en ambos extractos el menor porcentaje de células viable fue observado a la mayor concentración de los extractos (200 $\mu\text{g}/\text{mL}$). La mayor viabilidad celular fue observada a las concentraciones de 50 y 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$. La actividad antihemolítica de ambos extractos fue observada, presentando mayor porcentaje de inhibición el extracto de guayaba. Los mayores porcentajes de alteración morfológica fueron observados a concentraciones de 100 y 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ en ambos extractos.

Palabras clave: membrana eritrocítica, extracto de corteza, deformación eritrocitaria, Supervivencia celular.

ABSTRACT

Mango and guajaba were evaluated in their effect cytotoxic, antihemolytic and interaction with the erythrocyte membrane. The objective of this study was to determine alterations in biological membranes, using the model of the erythrocyte. Antihemolytic activity and deformability at membrane caused by different concentrations (200, 100, 50 y 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$) of methanol extract of the peel of these fruits. Cytotoxicity was performed using exclusion of tripan blue in mononuclear of peripheral blood. Antihemolytic activity was determined spectrophotometrically at a wavelength 520 nm. Deformability was determined by microscopic observation of different shapes of the erythrocyte treated with extract. Methanolic extract of peel showed low toxicity, in both extract the lowest percentage of viable cell was observed at the highest concentration evaluated (200 $\mu\text{g}/\text{ml}$), the higher viability was observed at concentration of 50 and 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Anhemolytic activity of both extracts were observed, showing higher inhibition guajaba extract. The highest percentages of morphological changes were showed with concentrations of 100 and 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ in both extracts.

Keywords: Erythrocyte membrane, peel extract, Erythrocyte deformability, Cell survival.

¹ Grupo de Investigación Nutrición, Salud y Calidad Alimentaria NUSCA. Programa de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena. Piedra de Bolívar Cl. 30 No. 48 B-152. Cartagena de Indias, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: marlene_duran@hotmail.es

INTRODUCCIÓN

Los eritrocitos (RBC) son un modelo celular utilizado en la investigación del daño oxidativo en las biomembranas (1). Fosfolípidos, proteínas transmembrana y colesterol en combinación con una red de proteínas del citoesqueleto son responsables de la integridad de la membrana del eritrocito (2). Ciertas sustancias presentes en las plantas expresan actividad citotóxica, genotóxica y muestran correlación con la incidencia de ciertos tumores (3). Por lo tanto, se hace necesario evaluar esta actividad a fin de garantizar, la seguridad de estos productos para las células normales del organismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de los extractos

Las cáscaras de los frutos verdes fueron desecados y se tomó 100 g del producto más 200 mL de metanol, este extracto fue sometido a evaporación, se preparó concentraciones 20, 50, 100 y 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ en buffer fosfato salino (PBS).

Preparación de la suspensión de eritrocitos

La sangre fue obtenida de voluntarios sanos mayores de edad, los eritrocitos fueron lavados tres veces con PBS PH 7.4 y suspendidos en el mismo buffer.

Actividad citotóxica

La evaluación citotóxica se realizó microscópicamente por el método de exclusión de azul de tripan, en células mononucleares aisladas de sangre periférica (4).

Actividad hemolítica

La hemólisis inducida por H_2O_2 fue evaluado según el método de Grinberg *et al.*, 1997 (5).

Evaluación morfológica de los eritrocitos

Los eritrocitos tratados con los extractos de las cortezas fueron centrifugados y fijados con glutaraldehído a 4°C, lavados con buffers fosfato 0,1 M pH 7,4; las observaciones fueron realizadas microscópicamente con objetivo 100 X (6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 La citotoxicidad mostrada por los extractos de guayaba y mango tuvieron un compor-

tamiento similar las concentraciones menores 50 y 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ son las que registran el mayor porcentaje de viabilidad celular, sobrepasando el 90 %. Las concentraciones de 100 y 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ de los extractos de mango y guayaba presentaron disminución en el porcentaje de viabilidad celular ligera.

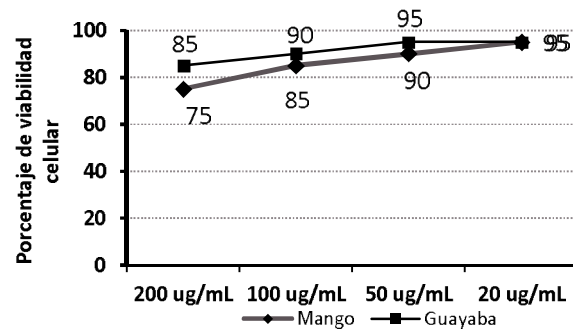


Figura 1: Porcentaje de citotoxicidad de los extractos de mango y guayaba.

En la figura 2 los extractos mostraron inhibición de hemólisis en los eritrocitos observando que los extractos de corteza de guayaba presentaron mayor actividad antihemolítica, en comparación con los extractos de corteza de mango. La mayor inhibición de hemólisis se observó a concentraciones de 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$, para el extracto de mango y 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ para el extracto de guayaba. Alija *et al.*, 2008 (7), demostraron que los extractos de corteza de mango inhiben la hemólisis inducida por H_2O_2 .

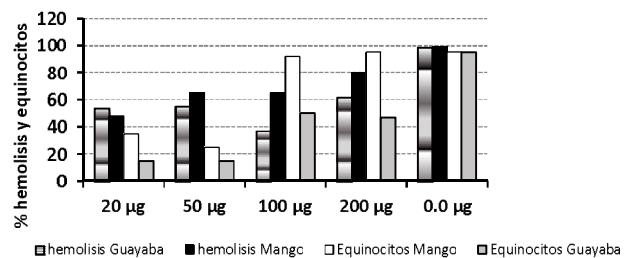


Figura 2. Porcentaje de hemólisis y deformabilidad en eritrocitos.

La mayor deformación de la membrana fue observada a concentración de 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$, mientras que el menor porcentaje fue mostrado a concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ en ambos extractos. La mayoría de extractos frutales producen deformabilidad evidenciada por la presencia de equinocitos, los cuales están relacionados con la cantidad de compuestos polifenólicos presentes en los extractos (6).

CONCLUSIONES

Los extractos mostraron baja toxicidad a las concentraciones evaluadas; en general, mostraron un porcentaje de viabilidad entre 75 - 95%. Las concentraciones de 20 $\mu\text{g/ml}$ y 50 $\mu\text{g/ml}$ de mango y guayaba, respectivamente, presentaron la mayor actividad antihemolítica. El mayor porcentaje de deformabilidad se observó en las concentraciones de 100 y 200 $\mu\text{g/ml}$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ugartondo V, Mitjans M, Lozano C, Torres JL, Vinardell MP. Comparative study of the cytotoxicity induced by antioxidant epicatechin conjugates obtained from grape. *J Agric Food Chem.* 2006 Sep 6; 54 (18): 6945-6950.
2. Smith JE. Erythrocyte membrane: structure, function, and pathophysiology. *Vet Pathol.* 1987 Nov; 24 (6): 471-476.
3. Labieniec M, Gabryelak T. Measurement of DNA damage and protein oxidation after the incubation of B14 Chinese hamster cells with chosen polyphenols. *Toxicol Lett.* 2005 Jan 15; 155 (1):15-25.
4. Slamenová DHE, Wsolová L, Sramková M, Navarová J. Investigation of anti-oxidative, cytotoxic, DNA-damaging and DNA-protective effects of plant volatiles eugenol and borneol in human-derived HepG2, Caco-2 and VH10 cell lines. *Mutat Res-Gen Tox En.* 2009; 677 (1-2): 46-52.
5. Grinberg LN, Newmark H, Kitrossky N, Rahamim E, Chevion M, Rachmilewitz EA. Protective effects of tea polyphenols against oxidative damage to red blood cells. *Biochem Pharmacol.* 1997 Nov 1; 54 (9): 973-978.
6. Bonarska-Kujawa D, Pruchnik H, Oszmianski J, Sarapuk J, Kleszczynska H. Changes caused by fruit extracts in the lipid phase of biological and model membranes. *Food Biophys.* 2011 Mar; 6 (1): 58-67.
7. Ajila CM, Prasada Rao UJS. Protection against hydrogen peroxide induced oxidative damage in rat erythrocytes by *Mangifera indica* L. peel extract. *Food Chem Toxicol.* 2007 Aug 23; 46 (1): 303-309.

PRESENCIA DE LINCOMICINA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN CARNE DE POLLO COMERCIALIZADO EN SUPERMERCADOS DE CARTAGENA, COLOMBIA

EVIDENCE OF LINCOMYCIN AS GROWTH PROMOTER OF CHICKEN MEAT SOLD IN MARKETS FROM CARTAGENA, COLOMBIA

ARTÍCULO CORTO

Luis E. GUZMÁN-CARRILLO^{1*}, Carmen ESPITIA-YANEZ¹, Lina L. BERTHEL¹

RESUMEN

La resistencia bacteriana a los antibióticos es una amenaza para la salud humana; que surge en las últimas décadas como consecuencia selectiva del uso generalizado de antibióticos en medicina, agricultura y como promotores de crecimiento (PC) en la cría de animales en la práctica veterinaria. En este estudio se determinó y cuantificó la presencia del PC Lincomicina en carne de pollo comercializado en almacenes de cadena en Cartagena de Indias. Se escogió cuatro marcas, a las cuales se les realizó análisis mediante el uso de cromatografía líquida para determinar cuál de ellas contenía en mayor proporción el PC. Para la interpretación de resultados se utilizó el método de análisis de varianza con el fin de observar si había diferencias estadísticamente significativas entre las muestras analizadas; los resultados mostraron presencia del PC en todas las marcas de pollo.

Palabras clave: pollos, antibiótico, promotor de crecimiento, cromatografía líquida, análisis de varianza.

ABSTRACT

Bacterial resistance to the antibiotics is a threat for the human health; arisen in the last decades like selective consequence by the widespread use of antibiotics in medicine, agriculture and as growth promoters (PC) in the breeding of animals in veterinary practice. This study identified and it quantified the presence of the PC Lincomycin in chicken meat sold in chain warehouses in Cartagena of Indies. Four marks were chosen which were carried out an analysis by means of the liquid chromatography, to determine which contained in more proportion the PC of them. For the interpretation of results the method of variance analysis was used with the purpose of observing if there were differences statistically significant among the analyzed samples; the results showed presence of the PC in all the chicken marks.

Keywords: Chickens, antibiotic, growth promoter, liquid chromatography, analysis of variance.

INTRODUCCIÓN

Los antibióticos son definidos como drogas de origen natural semisintéticas o sintéticas con actividad antibacterial, antifúngica o antiparasitaria (1). Pueden ser usados como promotores de crecimiento en la cría de ganado (aunque la legislación de EU ha prohibido esta práctica desde el 2006 (2)).

Los antibióticos son usados extensamente en medicina humana y medicina veterinaria, así

como en acuicultura para prevenir o tratar infecciones microbianas (3). Estos fármacos pueden administrarse vía oral, mediante inyección, tópicamente en la piel, o por infusión intramamaria o intrauterina en medicina veterinaria. Todas estas rutas pueden llevar a la aparición de residuos en alimentos de origen animal, sobre todo cuando las drogas se usan mal o de manera abusiva (períodos de retiro cortos, dosis incorrectas, automedicación, etc.) (3).

¹ Grupo de Investigación en Biotecnología, Alimentos y Educación. Programa Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lguzmanc1@unicartagena.edu.co

Los promotores de crecimiento básicamente actúan modificando la flora microbiana intestinal, provocando una disminución de los microorganismos causantes de enfermedades. También actúan reduciendo la flora normal que compite con el huésped por los nutrientes, conduciendo a una mejora en la productividad y reduciendo la mortalidad de los animales (4).

Con este trabajo se busca determinar y cuantificar la presencia del antibiótico lincomicina en carne de pollo, el cual es utilizado como PC en la alimentación de animales para el consumo humano y comparar los resultados obtenidos con la actual legislación que regula la presencia de antibióticos en alimentos.

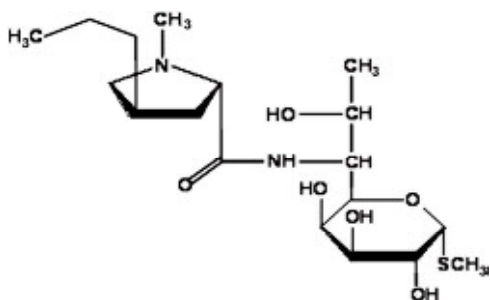


Figura 1. Estructura química de la lincomicina (5).

MATERIALES Y MÉTODOS

Químicos, reactivos y muestras

Los antibióticos estándar de Lincomicina suministrados por una empresa procesadora de pollos de Santafé de Bogotá, el fosfato monobásico de sodio (NaH_2PO_4), el acetonitrilo, metanol, Solución Carrez I y II fueron adquiridos a Merck Ltd. (Darmstadt, Alemania).

Las muestras de Pollo fueron adquiridas en supermercados de la ciudad y almacenadas a 4°C antes del análisis. Se analizó dieciocho muestras por HPLC.

Condiciones cromatográficas

Las separaciones fueron desarrolladas en una columna de 250×4.6 mm Phenomenex Synergi Polar-RP Column (Phenomenex, USA). La fase móvil consistió en una mezcla de 85% de fosfato monobásico de sodio (NaH_2PO_4) 20 mM, 15% de acetonitrilo (ACN) a un flujo de 1,5 mL/min y una longitud de onda de detección de 210 nm. El

volumen de inyección de la muestra fue de $20 \mu\text{L}$. El equipo utilizado fue un cromatógrafo líquido (BAS SS60) equipado con una bomba ternaria e inyección manual y un detector UV-VIS (BAS) de longitud de onda variable.

Preparación de la muestra

El muestreo es de tipo aleatorio, seleccionando 4 marcas comercializadas simultáneamente en 4 supermercados de la ciudad de Cartagena.

10 gramos de carne de pollo adicionadas con metanol al 5% fueron sometidas por 30 min a microfiltración para asegurar la completa dilución del antibiótico (Baño de ultrasonido Cole Parner 8853). A continuación, fue centrifugada (Centrifuga Becton Dickinson, USA) por 10 min a 5000 rpm. Se toma el líquido sobrenadante y se pasa a un beaker que contiene 1 mL de solución Carrez I y solución Carrez II. Esta mezcla se agitó y centrifugó por 10 min, el sobrenadante se pasó por un cartucho de extracción de fase sólida C-18, previamente acondicionada. La extracción del analito en el cartucho fue realizada por elución con 5 mL de metanol. La solución de metanol fue filtrada e inyectada en el equipo de cromatografía. Todas las muestras fueron preparadas por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cuatro marcas de pollos utilizadas fueron identificadas con las letras A, B, C y D. Fueron preparadas mediante homogenización, tomando para ello diferentes porciones de la canal; cada una de las muestras fue analizada por triplicado. En la tabla 1 se resumen los resultados obtenidos por cada una de las marcas.

Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos por cada una de las marcas.

Marca de Pollo	mg/Kg	DS	CV
A	1,9884	0,9023	33,3806
B	3,2365	0,7752	23,9527
C	1,1146	0,5479	49,1586
D	1,0409	0,1975	18,9800

Para el análisis estadístico se utilizó las medias y la desviación estándar. Además, se realizó un análisis de varianza para observar si existían diferencias estadísticamente significativas entre cada una de las partes de carne de pollo utilizadas a un nivel de confianza de 95% (p de 0,05). Este análisis estadístico fue realizado con el programa Statgraphic 5.0,

según el cual el F-ratio, que en este caso es igual a 0,535375, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un 95,0%.

CONCLUSIONES

Todas las marcas analizadas en esta investigación mostraron que contienen residuos del PC Lincomicina, siendo el muslo, la parte del pollo en donde se aloja el residuo en mayor proporción. Según el Codex Alimentarius (6) (Actualizado en la 34ª Sesión de la Comisión del Codex Alimentarius Commission. Julio de 2011) el LMR del agente antimicrobiano lincomicina está fijado en 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Como resultado de lo anterior se concluye que todas las muestras analizadas contienen altos niveles del PC Lincomicina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kümmerer K. Antibiotics in the aquatic environment –A review, Part I. *Chemosphere*. 2009 Apr; 75 (4): 417-434.
2. EU Council Regulation No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Off J Eur Commun*. 2003; L268:29.
3. Moreno-Bondi M, Marazuela MD, Herranz S, Rodriguez E. An overview of sample preparation procedures for LC-MS multiclass antibiotic determination in environmental and food samples. *Anal Bioanal Chem*. 2009 Oct; 395 (4): 921-946.
4. Kümmerer K. Significance of antibiotics in the environment. *J Antimicrob Chemother*. 2003 Jul; 52 (1):5-7.
5. Chiu MH, Yang HH, Liu CH, Zen JM. Determination of lincomycin in urine and some foodstuffs by flow injection analysis coupled with liquid chromatography and electrochemical detection with a preanodized screen-printed carbon electrode. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2009; 877: 991-994
6. Comisión del Codex Alimentarius. Límites Máximos de Residuos para Medicamentos Veterinarios en los Alimentos. Actualizado en la 34ª Sesión de la Comisión del Codex Alimentarius Commission. 2011 Jul

EVALUACIÓN DEL ESTIPITE DE SHIITAKE COMO APORTANTE DE FIBRA Y BIOCTIVOS CON MIRAS A SU EMPLEO EN ALIMENTOS FUNCIONALES

ASSESSMENT OF STIPE OF SHIITAKE AS PROVIDER OF FIBER AND BIOACTIVE PRINCIPLES WITH AN INTENDED USE IN FUNCTIONAL FOOD

ARTÍCULO CORTO

Ivonne J. NIETO-RAMÍREZ¹ Rocío ROJAS-LUNA^{1*}, Carolina SUAREZ A.²

RESUMEN

La importancia de incluir dentro de la dieta alimentos aportantes de nutrientes y compuestos que ayuden a prevenir algunas enfermedades y al aumento en la incidencia de trastornos intestinales hace necesario el consumo de alimentos con alto contenido de fibra. Con base en las características nutraceuticas de los hongos comestibles se exploró el potencial de empleo del estípote de shiitake en la elaboración de esta clase de alimentos.

Palabras clave: hongos comestibles, fibra dietaría, beta glucanos, *Lentinula edodes*, anti carcinógenos.

ABSTRACT

The importance of including in the diet food providing nutrients and compounds helping to prevent some illnesses and also because of the increase in the incidence of intestinal disorders, the consumption of food with a high fiber content becomes necessary. Based on the nutraceutical characteristics of edible mushrooms, the potential of use of peg of shiitake in the elaboration of this type of food was explored.

Keywords: edible mushrooms, dietary fiber, beta glucans, *Lentinula edodes*, anticarcinogenic.

INTRODUCCIÓN

Un alimento funcional es aquel que provee un beneficio a la salud superior al que aportan los nutrientes tradicionales que contenga (1). Entre ellos, los más desarrollados y promisorios son los que mejoran la salud intestinal mediante la interacción y modificación de la microbiota en el intestino, que se caracterizan por un alto contenido de fibra que no tienen un componente estrictamente nutricional ni calórico, pero deben ser consumidos ya que promueven efectos fisiológicos benéficos sobre el tracto gastrointestinal y ayudan a regular los niveles de glucosa y colesterol en sangre (1). El déficit de fibra conlleva a la aparición de enfermedades crónicas funcionales como estreñimiento, diverticulitis, apendicitis, síndrome de colon irritable y cáncer

de colon (2). Una de las soluciones es aumentar el consumo de alimentos ricos en fibra dietaría, lo cual ha llevado a la búsqueda de materias primas no convencionales. Dentro de esta materia prima se puede contar con la parte no comercializable del cultivo de Shiitake, el estípote que por su textura fibrosa no es aceptado por el consumidor. Es precisamente esta característica la que lleva a pensar en su posible empleo como fuente de fibra, lo que no sólo daría valor agregado a este deshecho sino que eliminaría la contaminación del medio ambiente.

El shiitake es un hongo comestible y medicinal conocido tradicionalmente en China y Japón como nutraceutico por sus propiedades nutricionales, antioxidantes, antitumorales y antimicrobianas. Estudios realizados sobre sus fructificaciones indican que es buena fuente de carbohidratos, proteína, con

¹ Grupo de Química de Hongos Macromicetos. Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA. Universidad Nacional de Colombia- Sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jrojasl@unal.edu.co

bajo contenido de grasas, alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados y cantidades importantes de vitaminas C, B1, B2, B12, niacina, vitamina D y minerales (3).

Dado que su composición debe ser similar a la del carpóforo, se planteó esta investigación para evaluar su valor nutracéutico de manera que permita determinar su potencial utilización como ingrediente en la preparación de un alimento funcional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estípite fue desecado a una temperatura de 35°C por 36 h y sometido a proceso de pulverización. El análisis proximal se realizó siguiendo los métodos oficiales de la AOAC (2006). El factor de conversión de nitrógeno utilizado para la proteína fue de 4,38 (4). La determinación de minerales se hizo por espectroscopia de absorción atómica según los métodos oficiales de la AOAC (2006). Para la

extracción de polisacáridos, el material pulverizado fue extraído con agua a 92°C durante 20 min y luego precipitado con etanol frío. El precipitado se filtró y se secó a 40°C. Su determinación se realizó por el método colorimétrico de Dubois. Las determinaciones fueron realizadas por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del valor nutricional

La comparación de los valores obtenidos en el análisis proximal con los reportados para avena y salvado de trigo, ingredientes utilizados para la obtención de productos con alto contenido de fibra (tabla 1) permite observar diferencias apreciables entre el estípite y la avena. El porcentaje de proteína cruda es mayor en el estípite, siendo esta proteína de alta calidad ya que, contiene 18 aminoácidos, incluyendo todos los aminoácidos esenciales (3).

Tabla 1. Composición proximal del estípite de shiitake, avena y salvado de trigo.

Producto	Materia seca	Ceniza	Grasa	Fibra cruda	Proteína
Estípite de Shiitake	89,65%	5,15%	0,72%	30,60%	14,45%
Grano de avena (5)	87,70%	2,20%	5,20%	10,50%	8,00%
Salvado de trigo (5)	90,00%	4,00%	4,00%	41,90%	18,20%

*Valores con base en materia seca.

Si bien la avena y el salvado de trigo los contienen, al buscar remplazo o suplementación mediante el estípite el aporte nutricional no disminuiría con su adición. Aunque el porcentaje de grasa es menor en el estípite con respecto al grano de avena y al salvado de trigo, los estudios indican que tiene buen porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados esenciales como el ácido linoléico, eficaz en la reducción de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares (3). Lo

anterior hace viable la suplementación de alimentos con el Shiitake ya que proveería una pequeña porción de los ácidos grasos benéficos que son necesarios en la dieta diaria. El análisis de minerales indica que presenta un buen contenido de fósforo y zinc, con valores ligeramente menores a lo reportado para el salvado de trigo. Al compararlo con el grano de avena se encuentra que tiene un mayor contenido de fósforo, magnesio, sodio y zinc (5) (tabla 2).

Tabla 2. Minerales del estípite de shiitake, salvado de trigo y avena.

Minerales	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Mn	Fe	Zn
Estípite de Shiitake mg/Kg	773	8136	1363	2149	101	3	13	20	70
Salvado de trigo mg/Kg (5)	1400	9900	4200	12300	100	17	112	143	74
Grano de Avena mg/Kg (5)	1100	3200	1000	4600	100	3	40	106	23

Polisacáridos

La fibra proveniente del estípite está constituida por polisacáridos de cadenas largas como quitina, hemicelulosa, mananos y β -glucanos, estrechamen-

te relacionados a la pared celular (6). La concentración de polisacáridos (27,3%) comparada con la avena (4,0%) (7) no sólo es mayor sino que el 90% corresponde a β -glucanos, polisacáridos con actividades biológicas comprobadas (8). Aunque la avena

y el salvado de trigo tienen β -glucanos, los provenientes de macrohongos son más activos debido a que son ramificados, lo que permite la formación de estructuras terciarias, responsables de la acción inmunoestimuladora y anticancerígena la cual no es exhibida por los cereales.

CONCLUSIONES

El estípite del Shiitake además de presentar un gran contenido de fibra dietaria, ácidos grasos saludables y proteína de alta calidad aporta adicionalmente β -glucanos ramificados, compuestos anticancerígenos e inmunoestimuladores, que los cereales no contienen, son una buena alternativa en la elaboración de productos alimenticios con alto contenido de fibra y propiedades nutraceuticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Valencia F, Román M. La fibra dietaria como aliento funcional. *Vitae*. 2004 Jul-Dic; 11 (2): 12-17.
2. Charalampopoulos D, Wang R, Pandiella SS, Webb C. Application of cereals and cereal components in functional foods. *Int J Food Microbiol*. 2002 Nov; 79 (1-2): 131-141.
3. Bisen PS, Baghel RK, Sanodiya BS, Thakur GS, Prasad GBKS. *Lentinus edodes*: a macrofungus with pharmacological activities. *Curr Med Chem*. 2010; 17: 2419-2430.
4. Yang JH, Lin HC, Mau JL. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chem*. 2001 Mar; 72 (4): 465-467.
5. Sauvant D, Pérez JM, Tran G. Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero. España: Mundi-Prensa; 2003. 852 p.
6. Manzi P, Pizzoferrato L. Beta-glucans in edible mushrooms. *Food Chem*. 2000; 68 (3): 315-318.
7. Johansson L, Tuomainen P, Ylinen M, Ekholm P, Virkki L. Structural analysis of water-soluble and -insoluble β -glucans of whole-grain oats and barley. *Carbohydr Polym*. 2004; 58 (3): 267-274.
8. Rop O, Mlcek J, Jurikova T. Beta-glucans in higher fungi and their health effects. *Nutrition Reviews*. 2009; 67 (11): 624-631.

A QUÉ HORA NOS COMEMOS “EL BOCACHICO”?: CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO PARA EL DESARROLLO DE UNA CONCIENCIA SALUBRISTA PROYECTO COLCIENCIAS-UNIVERSIDAD DEL NORTE BARRANQUILLA-COLOMBIA

WHAT TIME DO WE EAT “BOCACHICO”?, BUILDING A MODEL FOR DEVELOPMENT
OF HEALTH CONSCIOUSNESS COLCIENCIAS-UNIVERSITY OF NORTH PROJECT
BARRANQUILLA-COLOMBIA

ARTÍCULO CORTO

Aníbal J. MENDOZA^{1*}, Luz M. ALONSO¹, Judith ARTETA¹, Martín DÍAZ¹, Rosaura MÁRQUEZ¹, Marllys MARQUEZ¹, Mabel CANO¹, Arlet OROZCO¹, Angel VILLARINI-JUSINO¹, Mayra VEGA¹

RESUMEN

El proyecto Construcción de un Modelo para el Desarrollo de la Conciencia Salubrista se orientó con la participación de docentes, estudiantes, padres de familia y grupos indígenas. Las concepciones de salud se limitan a la nutrición, higiene y prevención de enfermedades, además campañas de prevención y promoción de la salud. Esto demostró el nivel heterónomo de conciencia salubrista. La investigación de tipo cualitativo a través de una triangulación de los resultados demostró que hay una primacía en la alimentación y la higiene específicamente en los alimentos. Los resultados obtenidos en el desarrollo de un modelo curricular mostraron que los hábitos alimenticios están regidos por convencionalismos tradicionales y costumbres arraigadas en la cultura de los pueblos; que van en contra de los ciclos fisiológicos naturales del organismo. A partir lo demostrado se propone un rediseño curricular de la ciencias desde la didáctica investigativa para el desarrollo de una conciencia salubrista.

Palabras clave: conciencia, hábitos alimenticios, ciclos fisiológicos, salud, currículos.

ABSTRACT

The project Construction of a Model for Development of health consciousness, which is oriented with the participation of teachers, students, parents and members of indigenous communities. Conceptions of health the focus of study are limited to nutrition, hygiene, disease prevention, as well as prevention campaigns and health promotion. This showed the level of health consciousness heteronomous. Qualitative research through a triangulation of the results of the data showed that there is a primacy in food and food hygiene specifically. The results in the development of a curriculum model showed that eating habits are governed by traditional conventions and customs rooted in the culture of the peoples who are against the body's natural physiological cycles. As demonstrated it proposes a redesign of the science curriculum from the educational research for the development of health consciousness.

Keywords: Consciousness, eating habits, physiological cycles, health curricula.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la conciencia salubrista ha sido planteado por Villarini *et al.*, 2004 (1), como: “una competencia humana, una habilidad general”,

también enfocado desde “los valores en salud y el desarrollo de la conciencia en la niñez”.

En el estudio el problema fue el bajo nivel de conciencia respecto a una buena salud limitado a la

¹ Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: amendoza@uninorte.edu.co

alimentación, la higiene y la prevención de enfermedades en un grupo de participantes de la Institución Educativa Distrital del corregimiento de Juan Mina (Atlántico) y otros de Barranquilla. Este aspecto ha sido abordado con respecto a qué comemos, cómo combinamos los alimentos y los horarios de ingesta de los mismos, según Harvey *et al.*, 1986 (2), quienes plantearon los ciclos fisiológicos del cuerpo. Estos ciclos han sido estudiados por científicos como: el sueco Are Waerland y otros investigadores (2). Se basan en las siguientes funciones corporales: Apropriación: ingestión y digestión de alimentos (12:00 m. a las 8:00 pm); Asimilación: Absorción y uso (8:00 pm. a las 4:00 am); Eliminación: (4:00 am. a las 12:00 m). Además del fisiológico existen otros factores para mantenerse saludables, tal como lo especifica la Organización Mundial de la Salud (OMS) (3). Desde esta perspectiva el objetivo fue elaborar un modelo curricular transdisciplinario de las ciencias para el desarrollo de una conciencia salubrista a todos los niveles, prácticas de investigación y trabajo comunitario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Es un estudio desde un enfoque cualitativo desde la visión de Lucca, 2003 (4), y un diseño de investigación desde la teoría fundamentada de Corbin *et al.*, 2002 (5), con la participación de la Institución Educativa Distrital del corregimiento de Juan Mina, que fue seleccionado como piloto. Se aplicó 2 instrumentos, preguntas abiertas y “La Técnica Delphi”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

¿Qué siento y qué pienso sobre la palabra salud?

Participantes: Estudiantes, Padres de Familia y docentes del IED Juan Mina.

Tabla 1. Pienso y Siento sobre Salud Estudiantes, Padres de Familia IED Juan Mina.

C	F	P
C ₁	11	46%
C ₂	8	33%
C ₃	5	21%
T	24	100%

Tabla 2. Pienso y Siento sobre Docentes IED Juan Mina.

C	F	P
C ₂	8	24%
C ₄	19	58%
C ₃	1	3%
C ₅	5	15%
T	33	100%

* C: categorías; F: Frecuencia; T: total; C₁: Nutrición y ejercitación; C₂: prevención de enfermedades; C₃: “cuidado del organismo”; C₄: holística; C₅: trascendencia espiritual.



Figura 1. Pienso y Siento sobre Estudiantes, Padres de Familia IED Juan Mina.



Figura 2. Pienso y Siento sobre Docentes IED Juan Mina.

¿Cómo puedes integrarte y participar en un proyecto escolar sobre salud?

Participantes: Estudiantes y Padres de Familia del IED Juan Mina.

Tabla 3. ¿Cómo puedes integrarte y participar en un proyecto escolar sobre salud? Estudiantes y Padres IED Juan Mina.

C	F	P
CP	13	69%
CC	5	26%
CA	1	5%
T		100%

Tabla 4. ¿Cómo puedes integrarte y participar en un proyecto escolar sobre salud? Docentes IED.

C	F	P
CP	25	45%
CD	12	22%
CC	10	18%
CS	8	15%
T		100%

* C: categorías; F: Frecuencia; T: total; CP: investigando en el aula; CC: Campañas de prevención; CA: cuidando el medio ambiente; CS: proyectos comunitarios; CD: capacitación docentes.



Figura 3. ¿Cómo puedes integrarte y participar en un proyecto escolar sobre salud? Estudiantes y Padres IED Juan Mina.



Figura 4. ¿Cómo puedes integrarte y participar en un proyecto escolar sobre salud? Docentes IED Juan Mina.

Instrumento Delphi

Participantes: Docentes de Bachillerato, Estudiantes de Postgrado y Universitarios de Barranquilla.

Tabla 5. Docentes de Bachillerato de Barranquilla.

INDICADOR	Totalmente De Acuerdo	De Acuerdo	Parcialmente De Acuerdo
NUTRICIÓN	25	11	2
HIGIENE	29	8	1
PREVENCIÓN	28	10	0

Tabla 6. Estudiantes de Postgrado y Universitarios de Barranquilla.

INDICADOR	Totalmente De Acuerdo	De Acuerdo	Totalmente en Desacuerdo	No Opino
NUTRICIÓN	17	7	0	1
HIGIENE	19	5	0	1
PREVENCIÓN	19	5	1	0

Para responder a la investigación se aplicó un instrumento de 2 preguntas abiertas (ver tablas y figuras 1-4) sobre la concepción de salud a 69 participantes distribuidos en: 44 docentes, 18 estudiantes y 7 padres de familia. Los resultados arrojados muestran que los estudiantes y padres de familia relacionan una buena salud, primero con la alimentación y ejercitación, segundo con la prevención y por último el cuidado. Con esto se corrobora la influencia cultural en los hábitos alimenticios tal como expresó una participante: “Por mi casa pasa un señor, todas las mañanas [...] que trae el bocachico [...] frito [...] y el bollo de mazorca [...] lo trae listo”. En esta información se planteó la importancia entre la ingesta y el horario del consumo de alimentos. Donde la investigación de las ciencias es

fundamental para establecer un re-diseño curricular desde la transdisciplinariedad. Los docentes asocian el concepto de salud con: la visión holística, prevención de enfermedades, trascendencia espiritual y el “*cuidado del organismo*” (ver tabla y figura 2). Desde esta visión los educadores tienen una preparación que les permite emanciparse de la influencia cultural.

Se aplicó la “Técnica Delphi” a 107 personas, entre docentes, universitarios y estudiantes de postgrado, quienes manejan las mismas categorías de los participantes anteriores (ver Figuras 5-7). Apoyados en esto, el grupo aplicó un instrumento a los participantes de Juan Mina cuyo objetivo era desarrollar la conciencia salubrista que arrojó la siguiente tendencia: investigación en el aula; capacitación docente; campañas de prevención; proyectos comunitarios; cuidado del ambiente. Fortaleciendo la didáctica investigativa para el desarrollo de competencias en el tema de la salud. Se realizó una indagación en algunas regiones del Caribe a miembros de culturas indígenas, quienes coinciden con los docentes en una visión integral, tal como lo expresa el cacique mayor regional del pueblo Zenú: “la salud es holística [...] no solamente en la parte fisiológica sino también en la parte espiritual, es la tranquilidad del alma [...] del espíritu [...] es el buen vivir en suma causa [...] el vivir bien en el medio ambiente [...]”.

CONCLUSIONES

Estos resultados nos dan la base para el rediseño del currículo de ciencias, enfocado desde la metodología de la didáctica investigativa, donde se rompan los esquemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje centradas en el educador y se proyecte la interrelación entre los participantes, abordando las temáticas en forma interdisciplinaria, lo cual cambie la forma de orientar al desarrollo de competencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Villarini A. Desarrollo de la conciencia moral y ética: teoría y práctica. Puerto Rico: OFDP; 2004. 7 p.
- Harvey, Diamond M. La anti-dieta. Santa Fé de Bogotá: Ediciones Urano. Warner Books; 1986. 43- 45 p.
- Chan M. Preguntas más frecuentes ¿Cómo define la OMS la Salud? [Internet]. España: Organización Mundial de la Salud. 2004. [Actualizado 2012 Ene; citado 2012 Mar 20]. Disponible en <http://www.who.int/suggestions/faq/es/index.html>
- Nydia L, Reinaldo B. Investigación Cualitativa. Puerto Rico: Andrés Palomares; 2003. 504 p.
- Strauss A, Corbin J. Bases de a Investigación Cualitativa, Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Colección Contus. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia; 2002. 12 p.

INACTIVACIÓN DEL INHIBIDOR DE TRIPSINA DURANTE EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE BEBIDAS DE SOYA

INACTIVATION OF TRYPSIN INHIBITOR DURING HEAT TREATMENT OF SOYMILK

ARTÍCULO CORTO

Marta QUICAZÁN^{1*}, Luis CAICEDO²

RESUMEN

El inhibidor de tripsina es un factor nutricional presente en la soya, que debe ser degradado en los productos que se elaboran a partir de esta semilla. Bebidas de soya preparadas con diferente proporción soya-agua, utilizando grano previamente remojado y escaldado, fueron sometidas a tratamiento térmico a 80°C y a intervalos de 5 min, se midió la actividad de la enzima ureasa y del inhibidor de tripsina. Se pudo comprobar que el tiempo requerido para que la bebida sea nutricionalmente aceptable depende de la proporción soya-agua empleada. Mediante regresión multivariada utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios se determinó una función que permite predecir el valor de la actividad del inhibidor de tripsina en la bebida a partir del tiempo de tratamiento y de la actividad de la enzima ureasa.

Palabras clave: bebida de soya, inhibidor de tripsina, ureasa, tratamiento térmico.

ABSTRACT

The trypsin inhibitor is an antinutritional factor found in soybeans, which must be degraded in the products made from this seed. Soy beverages prepared with different ratios soybean-water, using seeds that previously were soaked and blanched, were subjected to heat treatment at 80°C and, at intervals of 5 minutes, the activity of urease and trypsin inhibitor were measured. It was found that the time required for the nutritional adequacy of soymilk depends on the soybean-water ratio. The activity of trypsin inhibitor can be estimated by a multivariate regression function, using ordinary least squares, according to the time of treatment and the activity of the urease activity.

Keywords: soy milk, trypsin inhibitor, urease, heat treatment.

INTRODUCCIÓN

Los inhibidores de tripsina son sustancias de carácter proteico, que se encuentran en leguminosas. En presencia de una proteasa y un sustrato producen una notoria disminución en la velocidad de la reacción catalizada por la enzima. En la soya se encuentran diferentes tipos de estos inhibidores, de los cuales se destacan el de Kunitz y el Bowman-Birk, que constituyen aproximadamente un 15% de las proteínas de la semilla. Esta acción tiene grandes implicaciones en el valor nutricional de la soya tanto para el hombre como para los animales; el páncreas, glándula productora de la mayoría de

las enzimas digestivas, se afecta notablemente y se evidencia su hipertrofia ante la ingestión continua de soya o derivados con el inhibidor activo (1, 2). Aunque en alimentación animal se han logrado importantes avances (3, 4), en nutrición humana, para las culturas occidentales, se conoce muy poco. La degradación del inhibidor depende principalmente del tratamiento térmico, el cual presenta diferente efectividad según la presión a la cual se efectúe. (5, 6). En la elaboración de la bebida de soya se pretende extraer de manera eficiente las proteínas presentes en el grano; por consiguiente, se requiere un tratamiento térmico para adecuarla nutricionalmente.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 No. 45-03. Bogotá D.C., Colombia.

² Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 No. 45-03. Bogotá D.C., Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mcquicazand@unal.edu.co

En este trabajo fueron efectuadas pruebas para evaluar la degradación del inhibidor de tripsina durante el tratamiento térmico de bebidas preparadas con diferentes proporciones soya-agua y se determinó su relación con los valores de actividad de la enzima ureasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó soya colombiana (variedad Soyica P-33). Las semillas después de ser remojadas durante 5 h a 20°C, con el triple de masa de agua, fueron escaladas por inmersión en agua a 80°C durante 2 min. Mediante molienda húmeda se preparó las bebidas con proporciones soya-agua: 1-6, 1-8, 1-10, 1-12 y 1-14 (respecto a la soya inicial). Las bebidas fueron sometidas a tratamiento térmico a 80°C y a intervalos de 5 min, se determinó la actividad de la enzima ureasa y la actividad del inhibidor de tripsina. Para la actividad de la ureasa (expresada como diferencia de pH, DpH) se aplicó la Norma AOCS Ba 9-58. La actividad del inhibidor de tripsina (expresado en mg de tripsina inhibida por gramo de muestra) se realizó de acuerdo con la Norma ISO 14902:2001.

Para el procesamiento de los datos y la regresión multivariada, mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios, se utilizó el programa MATLAB R 2009b.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 aparecen los resultados para la degradación del inhibidor de tripsina, que muestran que a 80°C es posible inactivarlo en un tiempo máximo de 30 minutos y que la velocidad depende de los sólidos de la bebida.

En la tabla 2 aparecen los resultados obtenidos para la actividad de la ureasa. Se puede observar

el tiempo mínimo requerido para cada una de las bebidas para alcanzar el valor 0,1 en la actividad de ureasa (valor máximo tolerable para monogástricos).

Tabla 1. Actividad del Inhibidor de Tripsina (mg tripsina inhibida/g) durante el tratamiento térmico a 80°C de bebidas preparadas con diferentes relaciones Soya-Agua.

Tiempo (min)	Relación Soya-Agua				
	1-6	1-8	1-10	1-12	1-14
0	2,13	1,53	1,23	1,13	0,93
5	1,82	1,32	1,02	0,92	0,72
10	1,70	1,20	0,90	0,80	0,60
15	1,59	1,09	0,79	0,69	0,49
20	1,41	1,01	0,71	0,61	0,41
25	1,00	0,50	0,20	0,10	0,10
30	0,50	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0

Tabla 2 Actividad de la Enzima Ureasa (DpH) durante el tratamiento térmico a 80°C de bebidas preparadas con diferentes relaciones Soya-Agua.

Tiempo (min)	Relación Soya-Agua				
	1-6	1-8	1-10	1-12	1-14
0	0,35	0,26	0,21	0,19	0,15
5	0,27	0,18	0,13	0,11	0,07
10	0,24	0,15	0,10	0,08	0,04
15	0,19	0,10	0,05	0,03	0,01
20	0,09	0,05	0,01	0,01	0,0
25	0	0	0	0	0

En la figura 1 se presentan la comparación entre los valores reales y los calculados mediante regresión multivariada con OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios) para la actividad del Inhibidor de Tripsina (TIA) de las bebidas tratadas térmicamente, a partir de los valores de tiempo en minutos (t) y Actividad de la enzima Ureasa (U) (ecuación 1):

$$TIA = 6,915359 - 0,04197* t -2,26691* U \quad (R^2 = 0,950; RMSEC = 0,133)$$

Ecuación 1.

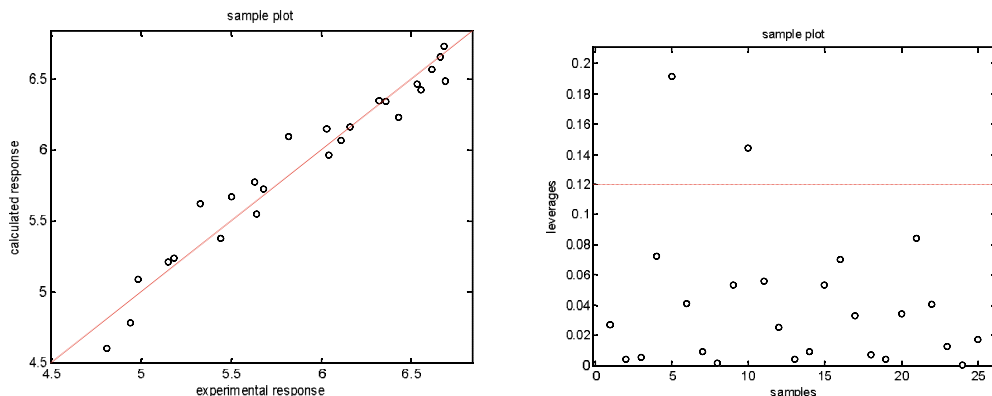


Figura 1. Valores experimentales y valores calculados mediante mínimos cuadrados ordinarios de la Actividad del Inhibidor de Tripsina durante el tratamiento térmico a partir de los valores de tiempo y actividad de la enzima ureasa.

La actividad de la enzima ureasa es la variable que tiene una mayor influencia en el cálculo del valor de la actividad el inhibidor de tripsina. A partir del valor del tiempo y de la actividad de la enzima ureasa, se puede estimar con un buen grado de aproximación el valor de la Actividad del Inhibidor de Tripsina, cuya determinación analítica es complicada.

CONCLUSIONES

El inhibidor de tripsina presente en bebidas de soya puede ser degradado mediante tratamiento térmico a 80°C en un tiempo que depende de la proporción de sólidos de la bebida, pero no supera los 30 minutos. Es posible predecir la actividad del inhibidor de tripsina en este tipo de productos,

según el tiempo del tratamiento, a partir del valor de la actividad de la ureasa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cheftel JC, Cuq JL, Lorient D. *Proteínas Alimentarias*. Zaragoza. España. Acribia; 1989.
2. Liu K. *Soybeans as functional foods and ingredients*. AOCS Press, Champaign, Illinois; 2004. 333pp
3. Ruiz N, De Belalcázar F, Díaz JG. Quality Control parameters for comercial full-fat soybeans processed by two different methods and fed to broilers. *J Appl Poult Res*. 2004; 13: 443-450.
4. Perilla N, Cruz M, De Belalcázar F, Díaz G. Effect of temperature of wet extrusión on the nutrition value of full-fat soybeans for broiler chickens. *Br Poultry Sci*. 1997; 38: 412-416
5. Matrai T. *Guidelines in quality control for fullfat soybean meal*. Ed. ASA. Vienna. Austria; 1996.
6. Van den Hout R, Pouw, M. Inactivation Kinetics Study of the Kunitz Soybean Trypsin Inhibitor and the Bowman-Birk Inhibitor. *J Agric Food Chem*. 1998; 46: 281-285.

VALIDACIÓN DEL MÉTODO Y DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE E INSOLUBLE EN HARINA DE TRIGO Y PAN

METHOD VALIDATION AND DETERMINATION OF SOLUBLE AND INSOLUBLE DIETARY FIBER IN WHEAT FLOUR AND BREAD

ARTÍCULO CORTO

Christian MORALES¹, Andrea NIETO^{2*}, Laura QUIROGA², Marta QUICAZAN¹.

RESUMEN

Este artículo se basó en la determinación de fibra dietética soluble e insoluble en muestras de harina de trigo, pan blanco e integral, a fin de comparar las cantidades presentes en materia prima y producto, y ratificar el contenido superior de fibra en el pan integral. Se empleó métodos AACC con algunas modificaciones validadas. Se encontró que el pan blanco presenta menor contenido de fibra y para todas las muestras la proporción de fibra insoluble es mayor a la soluble.

Palabras clave: fibra dietética, pan, harina de trigo, digestión enzimática.

ABSTRACT

This article is based on the determination of soluble and insoluble dietary fiber in samples of wheat flour, white and whole meal bread, in order to compare the amounts present in the feedstock and the final product and corroborate the highest fiber content in whole meal bread. Was used the AACC methods with some validated modifications. It was found that white bread has lower fiber content and for all samples the insoluble fiber proportion is greater than the soluble.

Keywords: Dietary fiber, bread, wheat flour, enzymatic digestion.

INTRODUCCIÓN

La fibra es los compuestos que conforman la estructura de las plantas, encontrándose en alimentos de origen vegetal. La fibra dietética corresponde a los polisacáridos y lignina resistentes a la digestión enzimática gastrointestinal (1). Según su hidrosolubilidad puede clasificarse como: insoluble (FDI), constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina, presente en mayor proporción en cereales y leguminosas, relacionada con el mejoramiento del tránsito intestinal; y soluble (FDS) conformada por pectina, gomas y mucilagos, presente principalmente en frutas y asociada con la reducción de colesterol y glucosa (2).

El pan es un alimento importante en la dieta como fuente de fibra (3), siendo más benéfica la ingesta de pan integral respecto al blanco. El pan de mayor consumo proviene de panaderías donde se elabora artesanalmente sin tener estándares establecidos respecto a cantidades, características y calidad de materia prima y producto.

Este trabajo se basa en la aplicación del método validado para la determinación de FDI y FDS en muestras de harina de trigo y pan blanco e integral, con el propósito de comparar su contenido y comprobar la mayor proporción de fibra en pan integral.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos –ICTA. Universidad Nacional de Colombia.

² Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: canietov@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología validada

El procedimiento desarrollado está basado en los métodos 32-05 Fibra dietaria Total (TDF) y 32-21 Fibra dietaria soluble/insoluble de AACC (4), con las siguientes modificaciones: buffer MES/TRIS pH 8,2 en cambio de fosfato pH 6,0; la cantidad de enzima α -amilasa termoestable se redujo de 200 μ L a 50 μ L; no se adiciona NaOH a la mezcla de incubación y antes de adicionar amilogucosidasa se ajusta el pH ácido con 5 mL de HCl 0,561 N. Para la validación se evaluó la precisión, precisión intermedia a diferentes días y con diferentes analistas, se calculó la desviación estándar y desviación estándar relativa (%DER).

Muestras

Se analizó por duplicado, tres muestras de harina de trigo, dos de marcas diferentes empleadas en panaderías, y otra de uso doméstico; dos muestras de pan integral elaboradas con cada una de las harinas de panadería, y una de pan blanco proveniente de

una de las panaderías, previamente molidas, secas y desengrasadas por extracción con éter.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Validación

Se obtuvo valores de %DER menores al 4%. La prueba t da mayor a 0,05 y en todos los casos los valores de t calculado fueron menores al t esperado para 5 observaciones con probabilidad del 0,05 indicando que el método no genera resultados con diferencias significativas.

Tabla 1. Precisión.

MUESTRA	%FDI	%FDS	%FDT
1	13,49	2,08	15,57
2	13,37	2,04	15,41
3	13,34	2,22	15,56
4	13,54	2,21	15,75
5	13,38	2,21	15,59
Promedio	13,44	2,16	15,60
Desvest.	0,08783	0,07661	0,11979
%DER	0,653	3,549	0,768
Varianza	0,00643	0,00489	0,01196

Tabla 2. Precisión intermedia, días diferentes.

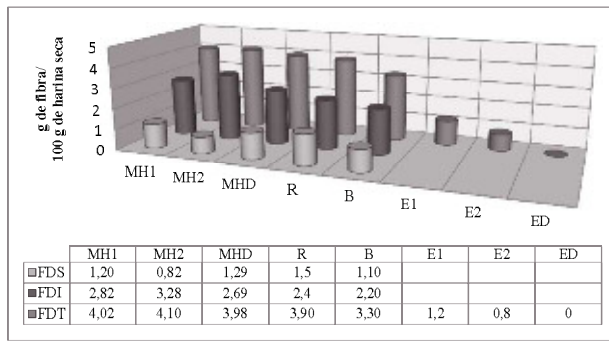
	FDI		FDS		FDT	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Media	13,424	13,422	2,152	2,084	15,576	15,506
Varianza	0,00743	0,01177	0,00727	0,00843	0,01458	0,00618
Estadístico t	0,03227		1,21351		1,08635	
P(T \leq t) dos colas	0,97504		0,25954		0,31331	
Valor crítico de t (dos colas)	2,30600		2,30600		2,36462	

Tabla 3. Precisión intermedia, diferentes analistas.

	FDI		FDS		FDT	
	Analista 1	Analista 2	Analista 1	Analista 2	Analista 1	Analista 2
Media	13,424	13,466	2,152	2,142	15,576	15,608
Varianza	0,00743	0,00433	0,00727	0,00932	0,01458	0,01237
Estadístico t	-0,86602		0,17360		-0,43587	
P(T \leq t) dos colas	0,41517		0,86649		0,67445	
Valor crítico de t (dos colas)	2,36462		2,30600		2,30600	

En la figura 1 se observa que FDI es mayor a FDS para las tres harinas. Los valores de FDT de la literatura son diversos, a pesar de ser un mismo tipo de harina, lo que puede deberse a diferencias entre los métodos de elaboración empleados industrialmente. Por otra parte el contenido reportado por los

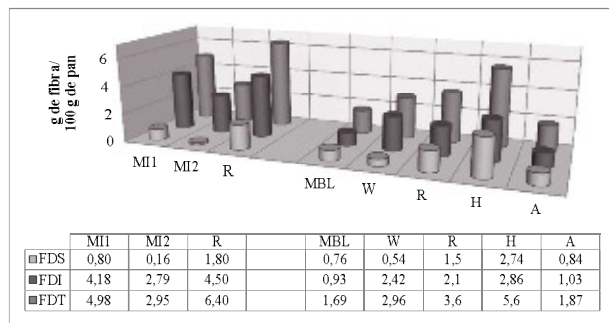
rótulos nutricionales difieren considerablemente de los valores de la literatura y los experimentales; posiblemente por el uso de métodos de cuantificación diferentes, lo cual sugiere la necesidad estudiar detalladamente sus principios y validación.



* MH1, MH2, MHD: Valores experimentales harina trigo panadería 1, 2 y doméstica, respectivamente. EN1, EN2, END: Valores reportados en etiquetas nutricionales. R, B: Valores reportados por los autores Reggae *et al.*, 2011 (2) y Blanco *et al.*, 200 (5), respectivamente.

Figura 1. Fibra Dietaria en harina.

La figura 2 muestra que los contenidos de FDS y FDI en el pan blanco son más cercanos entre sí, en comparación con los del integral. La diferencia entre los valores de FDT entre pan blanco e integral se presenta en la FDI, debido a la adición de cereales durante la elaboración del último.



* MI1, MI2, MBL: Valores experimentales pan integral 1, 2 y pan blanco respectivamente. R, W, H, A: Valores reportados por los autores Reggae *et al.*, 2011 (2), Wang *et al.*, 2002 (1), Hiller *et al.*, 2011 (3) y Angioloni *et al.*, 2011 (6), respectivamente.

Figura 2. Fibra Dietaria en pan.

Lo que corrobora la utilidad del pan integral como contribuyente al mejor funcionamiento intes-

tinal y tratamiento de obesidad, por presentar altos contenidos de FDI en mayor proporción.

Las diferencias entre los reportes de distintos autores y los valores experimentales sugieren que los procedimientos de elaboración influyen en el contenido de fibra, dado que los valores para la harina son más cercanos entre sí, que los del pan. Esto es coherente con el hecho de que la harina se obtiene por mecanismos industrializados, mientras que el pan se produce artesanalmente.

CONCLUSIÓN

El pan blanco presenta proporciones similares de ambos tipos de fibra, mientras que el integral tiene mayor contenido de FDI dada la adición de cereales, por lo que favorece el funcionamiento intestinal y el control del peso. El método de fabricación influye en el contenido de fibra de estos alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wang J, Rosell CM, Benedito C, *et al.*, Effect of the addition of different fibers on wheat dough performance and bread quality. *Food Chem.* 2002 Jan; 79 (1):221-226.
2. Ragace S, Guzar I, Dhull N, *et al.*, Effects of fiber addition on antioxidant capacity and nutritional quality of wheat bread. *LWT-Food Sci Tech.* 2011 Jun; 44 (1): 2147-2153.
3. Hiller B, Schlörmann W, Gleis M, *et al.*, Comparative study of colorectal health related compounds in different types of bread: Analysis of bread samples pre and post digestion in a batch fermentation model of the human intestine. *Food Chem.* 2011 Oct; 125 (1): 1202-1212.
4. AACC International. Approved methods of american association of cereal chemists. 11th ed. Methods 32-05.01 and 32-21.01. St. Paul, MN. 1999.
5. Blanco-Metzler A, Montero-Campos M, Fernández-Piedra M. Composición química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica. *ALAN* 2000 Mar; 50 (1): 91-96.
6. Angioloni A, Collar C. Physicochemical and nutritional properties of reduced-caloric density high-fibre breads. *LWT-Food Sci Tech.* 2011 Sep; 44 (1): 747-758.

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LÁMINA FLEXIBLE DE LECHOSA (*Carica papaya*)

ANTIOXIDANT ACTIVITY IN PAPAYA FRUIT LEATHER (*Carica papaya*)

ARTÍCULO CORTO

Josué HERNÁNDEZ^{1*}, Viluzca FERNÁNDEZ¹, Betzabé SULBARÁN¹, María BERRADRE¹

RESUMEN

Una forma de concentrar las propiedades nutricionales de la fruta es mediante la elaboración de láminas flexibles, las cuales se realizan al secar una capa muy delgada de puré de fruta para obtener un producto con una textura blanda. En este trabajo se evaluó la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales en láminas flexibles de lechosa *cv. Carmen* cultivadas en el Municipio Mara del estado Zulia. La actividad antioxidante de la lámina fue $0,49 \pm 0,02$ mM TROLOX /100 g y $96,57 \pm 4,89$ vitamina C /100g. El contenido de polifenoles totales en la lámina fue $123,92 \pm 12,57$ mg GAE /100 g. Las láminas flexibles aportan una mayor cantidad de compuestos polifenólicos totales por lo que es una manera alternativa de consumir compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta.

Palabras clave: antioxidante, fruta.

ABSTRACT

A way to concentrate the nutritional properties of the fruit is through the development of fruit leathers, which are made by drying a very thin layer of mashed fruit to obtain a product with a soft texture. This study evaluated the antioxidant activity and total polyphenol content in fruit leathers of papaya *cv. Carmen* grown in Mara municipality, Zulia state. The antioxidant activity of the fruit leathers was 0.49 ± 0.02 mM TROLOX/100 g and 96.57 ± 4.89 mg vitamin C/100 g. The total polyphenol content in the leathers was 123.92 ± 12.57 mg/100 g. The fruit leathers provide a greater amount of total polyphenolic compounds which is an alternative way of consuming antioxidant compounds and nutritious diet.

Keywords: antioxidant, fruit.

INTRODUCCIÓN

Las láminas flexibles de frutas constituyen una forma de concentrar las propiedades nutricionales de la fruta, las cuales se realizan al secar una capa muy delgada de puré de fruta para obtener un producto con una textura blanda (1). La presentación de frutas en láminas facilita el consumo en niños y adultos que no posean regímenes alimenticios de frutas marcados (2); adicionalmente, su consumo ha aumentado en especial para meriendas y aperitivos lo que permite incrementar la rentabilidad del cultivo de frutales mediante la diversificación de sus usos industriales (3).

Diversos compuestos cromógenos son utilizados para determinar la capacidad de los compuestos fenólicos que contienen los frutos para captar los radicales libres generados, el método más aplicado es la generación del radical ABTS [2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfónico)] por su elevada sensibilidad, practicidad, rapidez y estabilidad lo que lo hace muy adecuado, para compuestos puros, extractos de plantas o de alimentos (4, 5). En esta investigación se evaluó la actividad antioxidante de láminas flexibles de fruta elaborada a partir de pulpa de lechosa (*Carica papaya*) como una alternativa de consumo de alimentos funcionales para niños y adultos.

¹ Laboratorio de Alimentos. Departamento de Química. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ofiuco2011@hotmail.com

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de la lámina flexible

Se realizó según lo reportado por Ashaye *et al.*, 2005 (2) y Vijayanand *et al.*, 2000 (6). La lámina obtenida fue almacenada en bolsas herméticas a 25°C y protegidas de la luz, hasta su análisis.

Obtención del extracto

La extracción de los compuestos polifenólicos y antioxidantes se realizó según Araya *et al.*, 2006 (7). El extracto obtenido fue almacenado en envases ámbar a -15°C hasta su análisis, el cual se realizó en un tiempo máximo de 48 h luego de la obtención del extracto.

Determinación del contenido de polifenoles totales

Se realizó usando el reactivo de Folin-Ciocalteu de acuerdo a lo descrito por Arnous *et al.*, 2000 (8). Los análisis fueron realizados en un equipo UV-visible GENESYS a 750 nm empleando ácido gálico como patrón.

Determinación de la actividad antioxidante

Se evaluó por el método ABTS reportado por Miller *et al.*, 1996 (9) y Rice-Evans *et al.*, 1996 (10).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preparación de las láminas flexibles

Para la elaboración de las láminas se añadió azúcar comercial (sacarosa) con el fin de homogeneizar la mezcla y favorecer la polimerización de los carbohidratos (azúcares) presentes cuando se calienta en medio ligeramente ácido (10). Badui, 1999 (11), indica que la reacción de polimerización, ocurrirá de manera efectiva en presencia de calor, por lo cual la mezcla fue calentada a 80°C para facilitar la salida del agua libre en la fruta. Posterior al tratamiento térmico se realizó el enfriamiento de la mezcla para que ocurra la gelificación al disminuir los movimientos moleculares y se empiezan a formar los puentes que mantendrán unidos en la mezcla (11).

Actividad antioxidante en láminas flexibles

Los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales para la lámina flexible de lechosa se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Contenido de polifenoles y actividad antioxidantes del fruto fresco y lámina flexible de lechosa

Muestra	Polifenoles totales (mg GAE/100g)	TEAC ^a (mM/100g)	VCEAC ^b (mg/100g)
Lámina	123,92 ± 12,57	0,06 ± 0,00	13,99 ± 0,39

^a Antioxidante equivalente a TROLOX.

^b Antioxidante equivalente a vitamina C.

La mayoría de los compuestos polifenólicos que actúan en la actividad antioxidante de las frutas se caracterizan por ser hidrosolubles y estables a temperatura ambiente, pero son susceptibles a los cambios químicos (maduración de la fruta); físicos en el procesamiento del fruto (tritadura y picado: estos compuestos forman parte de la organización tisular y de estructuras que al romperse se lixivian y se destruyen parcialmente al contacto con el aire); y térmicos, ya que el aumento excesivo del calor modifica el pigmento de los alimentos (12).

El aumento del contenido de polifenoles totales de la lámina (123,92 ± 12,57 mg GAE/100g) en comparación con el obtenido en el fruto (49,96 ±

3,34 mg GAE/100g) puede atribuirse al aumento de los azúcares (°Brix) debido a que desde el punto de vista químico los polifenoles se caracterizan por la presencia de uno o más anillos tipo benceno con radicales hidroxilos, normalmente acoplados a azúcares (glucósidos) (11); así, a mayor contenido de azúcares mayor será la cantidad de glucósidos y de esta forma el contenido de polifenoles aumenta considerablemente.

CONCLUSIONES

La lámina flexible de lechosa es una manera alternativa de consumir compuestos antioxidantes y nutritivos a la dieta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Henriette MC, Brito E, Moreira G, Farias V, Bruno L. Effect of drying and storage time on the physicochemical properties of mango leathers. *Inter J Food Sci Tech.* 2006; 41: 635-638.
2. Ashaye OA, Babalola SO, Babalola AO, Aina JO, Fasoyiro SB. Chemical and organoleptic characterization of pawpaw and guava leathers. *J Agric Sci.* 2005; 1 (1): 50-51.
3. Lemus-Moncada R, Betoret N, Vega-Galvéz A, Lara-Aravena E. Dehydration characteristics of papaya (*Carica Pubescens*): determination of equilibrium moisture content and diffusion coefficient. *J Food Process Eng.* 2009; 32: 645-663.
4. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med.* 1999; 26 (9-10): 1231-1237.
5. Kuskoski M, Asuero A, Troncoso A, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Cien Tecnol Aliment.* 2005; 24 (4): 726-732.
6. Vijayanand P, Yadav A, Balasubramanyam P, Narasimham P. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. *LebensmWiss Technol.* 2000; 33: 132-137.
7. Araya H, Clavijo C, Herrera C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. *Arch Latinoameric Nutr. ALAN* 2006; 56 (4): 361-365.
8. Arnous A, Makris D, Kefalas P. Correlation of pigment and flavone content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. *J Food Comps Anal.* 2000; 15: 655-665.
9. Miller N, Sampson J, Candeias L, Bramley P, Rice-Evans C. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *Febs Lett.* 1996; 384: 240-242.
10. Rice-evans C, Miller N, Paganag G. Structure- antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol Med.* 1996; 20 (7): 933-956.
11. Badui S. Química de los alimentos. 4^{to} ed. México: Editorial Pearson Educación; 1999. 26-28, 55-65, 70-82, 303-306 p.
12. Agostini L, Morón M, Ayala A, Ramón A. Determinación de la capacidad antioxidante de flavonoides en frutas y verduras frescas y tratadas térmicamente. *ALAN.* 2004; 54, 1, 89-92.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE HARINA DE TRIGO Y PAN MEDIANTE DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD Y LA CRISTALINIDAD DE LA PASTA

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT FLOUR AND BREAD WITH THE DETERMINATION OF THE VISCOSITY AND PULP CRYSTALLINITY

ARTÍCULO CORTO

Jairo MONTOYA L.^{1*}, Germán A. GIRALDO G.², Juan C. LUCAS A.²

RESUMEN

La determinación de las propiedades físicas y estructurales de la harina de trigo y del pan, fue realizada mediante la determinación de la viscosidad y la cristalinidad de la pasta por los métodos de Rapid Viscoanalyzer y difracción de rayos X, respectivamente. El amilograma de la harina de trigo evidenció que ésta desarrolla normalmente su viscosidad cuando se somete a procesos de cocción, mientras que en el amilograma del pan se nota el efecto inhibitorio que ejerce la presencia de grasas en el desarrollo de la viscosidad y a la gelatinización de los almidones ocurrida durante el proceso de horneado; los espectros de difracción de la harina fueron comparados con patrones de difracción estándar de diferentes tipos de cristalinidad, dando como resultado picos característicos del patrón tipo A; el difractograma del pan, se realizó y no evidenció ningún pico representativo debido a que el almidón ya estaba gelatinizado por el proceso de horneado.

Palabras clave: caracterización física, trigo, harina de pan, viscosidad, difracción.

ABSTRACT

Determining the physical and structural properties of wheat flour, and bread, were performed by determining the viscosity and the crystallinity of the pulp by methods Viscoanalyzer Rapid and X-ray diffraction respectively; the flour amilograma wheat, showed that normally develops its viscosity when subjected to cooking processes, while the bread is noted that exert inhibitory effect the presence of fats in the development of the viscosity of the samples and the gelatinization of the starches occurred during baking of bread; diffraction spectra of the flour were compared with standard diffraction patterns of different types of crystallinity, resulting pattern peaks characteristic of type A, the diffractogram of the bread was made and did not show any peak representative because gelatinized starch was already in the baking process.

Keywords: Characterization physical, wheat, flour, bread, viscosity, diffraction.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades funcionales del pan están influenciadas por las proteínas y el almidón (1). La proporción de amilosa - amilopectina y la estructura de las moléculas determinan las caracterís-

ticas reológicas y funcionales del almidón (2). La formación de geles y la retrogradación del almidón en dispersiones acuosas o soluciones, son de gran relevancia para la industria alimentaria, y son algunas de las causas del deterioro de los productos (3) reflejado en cambios de textura durante su elabo-

¹ Programa de Química. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

² Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jmontoya@uniquindio.edu.co

ración. El objetivo de este trabajo fue determinar la relación entre amilosa - amilopectina y la variación física en el almidón de harina de trigo y de pan.

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis físicos

Las propiedades funcionales de tipo textural de las harinas de trigo comercial y la harina de pan fueron realizadas utilizando un analizador rápido de viscosidad RVA-4 (Viscoamilograma RVA Rapid Visco Analyser, Newport Scientific Narabeen, NSW, Australia), con perfil de temperatura de 50°C hasta 90°C incrementando 6°C/min., la temperatura se mantiene durante 5 min, y luego se enfría hasta 50°C disminuyendo 6°C/min (4); en la preparación de las muestras se utilizó una suspensión al 8% de muestra en base seca en presencia de inhibidor de α -amilasa (AgNO_3 ; 0,002 mol/l).

El análisis de rayos x se realizó en harina de trigo y pan, las muestras fueron reducidas a un polvo fino y pasadas a través de una malla de 150 μm de tamaño de poro. Las muestras en polvo fueron empacadas dentro de una capsula de aluminio, de 30 mm por 30 mm de área. Los patrones de difracción de rayos X se obtuvieron usando un equipo Siemens D5000, con una línea de radiación Cu Ka ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$), con una diferencia de potencial de 30 kV y una densidad de corriente de 20 mA. Las muestras fueron registradas entre 5 y 40 grados (2θ) con un paso angular de 0,050 y un tiempo de conteo por paso angular de 15 segundos a temperatura ambiente y baja humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Viscoamilografía (RVA)

El viscoamilograma de la harina de trigo permite determinar la temperatura y el tiempo de inicio de hinchamiento de los gránulos de almidón (74,85°C y 5,13 min), a través del incremento de la viscosidad, dando inicio a la primera etapa o etapa de calentamiento, incrementando la viscosidad de la pasta hasta llegar a un pico de viscosidad de 825 cp; el incremento en la viscosidad se debe al hinchamiento de los gránulos de almidón al calentarse; los puentes de hidrógeno más débiles en el área amorfa se rompen y el gránulo se hincha progresivamente a medida que se hidrata (5). La segunda etapa del proceso es la de mantenimiento, y empieza a la

temperatura de viscosidad máxima, en esta etapa se debe mantener una agitación constante y alta temperatura, lo que permite que la pasta disminuya su viscosidad hasta los 490 cp, debido a la ruptura de los gránulos hinchados por la agitación. Finalmente, la pasta fría alcanza una viscosidad final de 850 cp. En el amilograma de la harina de pan figura 2, se observa que no hay un desarrollo de las viscosidad para las etapas de calentamiento y mantenimiento, debido a que en el pan ya se causaron rompimientos de los gránulos durante el proceso de horneado de este, al mismo tiempo debe ocurrir un fenómeno inhibitorio por parte de las grasas al desarrollo de la viscosidad.

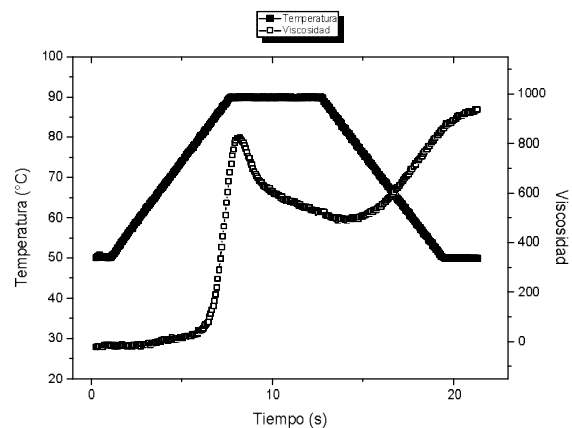


Figura 1. Amilograma de Harina de Trigo.

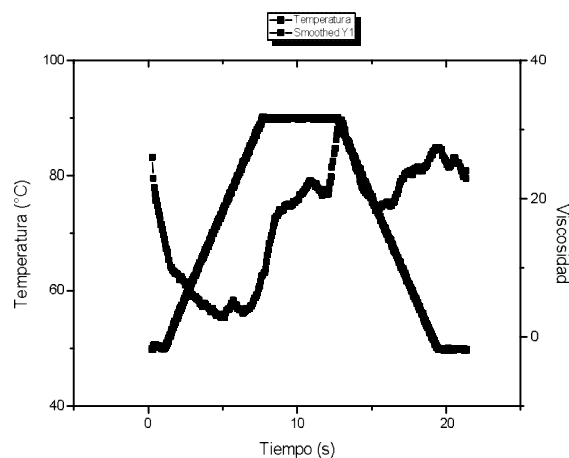


Figura 2. Amilograma de la harina de Pan.

Difracción de rayos X

Los espectros de difracción de rayos X de la harina de trigo fueron comparados con patrones de difracción estándar de diferentes tipos de Cristalinidad. Dicho espectro para la harina de trigo

presenta un pico leve alrededor de $2\theta = 15^\circ$, un pico pronunciado a los $2\theta = 17^\circ$ y un pico menos pronunciado a $2\theta = 23^\circ$. Los picos presentados a $2\theta = 15^\circ$ y 23° son característicos del patrón tipo A, característico de las harinas de trigo (6). El amilograma del pan no arrojó resultados debido a la inhibición del desarrollo de la viscosidad de la muestra, la cual se genera por la gelatinización almidón durante el proceso de horneado, generando la ruptura de sus gránulos produciendo la dispersión de las moléculas de amilosa y amilopectina.

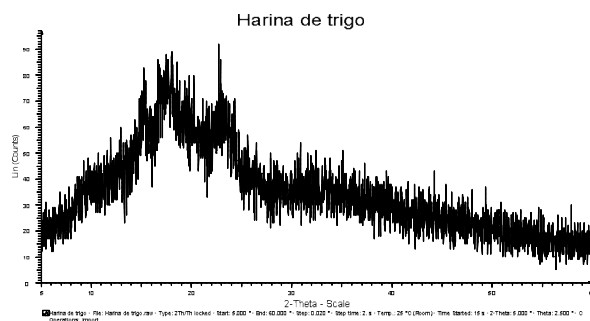


Figura 3. Diffractograma para harina de trigo.

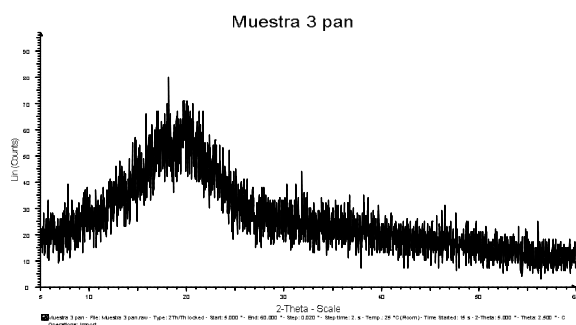


Figura 4. Diffractograma para el pan.

CONCLUSIONES

La harina de trigo inicia la gelatinización a $74,85^\circ\text{C}$; en un tiempo comprendido entre 5,13 y 8,2 minutos de calentamiento y llegando a una viscosidad máxima de 850 cP. En la etapa de mantenimiento la viscosidad disminuye a 490 cP para luego recuperar la a 50°C llegando a 850 cP.

Los espectros de difracción de la harina se compararon con patrones de difracción estándar de diferentes tipos de cristalinidad, dicho espectro presenta un pico leve alrededor de $2\theta = 15^\circ$, un pico pronunciado a los $2\theta = 17^\circ$ y un pico menos pronunciado a $2\theta = 23^\circ$. Los picos presentados a $2\theta = 15^\circ$ y 23° son característicos del patrón tipo A, característico de la harina de trigo rica en amilosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bedolla SL, Rooney W. Characteristics of US and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. *Cereal foods world*. 1984; 11 (29).
2. Jane J, Chen J. Effect of amylose molecular size and branch chain length on paste properties of starch. *Cereal starch*. 2004; 1: 69.
3. Mestres C, Colonna P, Buleon A. Gelation and crystallisation of maize starch after pasting, drum-drying and extrusion cooking. *J Cereal Sci*. 1988; 7: 123-134.
4. Dixon M, Webb E. Enzyme inhibitors. In *Enzymes*. London: Green and Co Longmans; 1964. pp. 344-347.
5. Aranal. Tecnología de almidones para alimentos. Mexico: Folleto; 1999.
6. Whistler RL, BeMiller JN. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*. Minnesota: Gagan Press. St. Paul; 1997. 241 p.

PREDICCIÓN DEL EQUILIBRIO LÍQUIDO-VAPOR DE BIOMOLÉCULAS DE IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

VAPOR LÍQUID EQUILIBRIUM PREDICTION OF BIOMOLECULES OF IMPORTANCE IN THE AGRI-FOOD INDUSTRY

ARTÍCULO CORTO

Vladimir E. VALLEJO-CASTILLO¹, Hugo A. MARTÍNEZ-CORREA^{1*}

RESUMEN

El equilibrio líquido-vapor y las propiedades termofísicas de biomoléculas son importantes para el estudio de procesos de extracción en los que se incluyen cambios de estado. En este trabajo se estimó las propiedades críticas del nerolidol una biomolécula de gran aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica, por métodos de contribución de grupos; a continuación se evaluó por cuatro métodos el equilibrio líquido-vapor de esta biomolécula en mezcla con etanol. El mejor método para la estimación de propiedades críticas fue el de Marrero-Gani con un 2,41% de error experimental en la predicción de la temperatura de ebullición experimental, los métodos que mejor describen el comportamiento presión-volumen de la mezcla fueron el método UNIFAC y van Laar.

Palabras clave: equilibrio, predicción, propiedades.

ABSTRACT

Vapor-Liquid equilibrium and thermophysical properties of biomolecules are important for study extraction processes that include changes of state. In this paper the critical properties of nerolidol, a biomolecule of great use in the food and pharmaceutical industries was estimated by means group contribution methods, then evaluated vapor liquid equilibrium prediction of mixtures nerolidol- ethanol. The best method for estimating the critical properties was Marrero-Gani with 2.41% of experimental error in the prediction of the experimental boiling temperature; the methods that best describes the liquid-vapor equilibrium of the mixture were UNIFAC method and van Laar equation.

Keywords: Equilibrium, prediction, properties

INTRODUCCIÓN

La recuperación de compuestos activos presentes en matrices vegetales se efectúa por medio de procesos de extracción sólido-líquido, sus productos son mezclas de sustancias (extractos), para las cuales muchas de sus propiedades térmicas y físicas no han sido medidas experimentalmente. La industria alimentaria y farmacéutica tiene un interés especial en los compuestos con actividad biológica, siendo

la optimización del proceso de separación un importante campo de estudio (1). En ese sentido las ecuaciones de estado (EoS) presentan una alternativa para la predicción de estas propiedades, pero uno de los inconvenientes de la utilización de EoS para los productos naturales es el desconocimiento del valor experimental de temperatura y presión en el punto crítico (2); en este caso es posible usar métodos predictivos como el de contribución de grupos. Por otra parte, los datos de fase de equi-

¹ Grupo de Investigación en Procesos Agroindustriales –GIPA. Departamento de Ingeniería. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia –Sede Palmira. Carrera 32 No 12 - 00, Chapinero, Vía Candelaria. Palmira, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: hamartinezco@unal.edu.co

librio constituyen el soporte básico para muchos procesos químicos y las operaciones de separación que se involucran cambio de fase (p.e. destilación, extracción supercrítica). El objetivo de este trabajo fue evaluar métodos de contribución de grupos para estimar las propiedades termodinámicas de un biomolécula sesquiterpenica llamada nerolidol y la predicción para el equilibrio líquido-vapor para el sistema nerolidol-etanol a 50°C. Este sesquiterpeno se encuentra en el extracto floral de *Murraya paniculata* Linn obtenido mediante extracción con CO₂ líquido (3) y presenta la actividad antifúngica (4).

MATERIALES Y MÉTODOS

Método de contribución de grupos

Las propiedades críticas, P_c , T_c y v_c (presión, temperatura y volumen), fueron estimadas utilizando los métodos de Joback *et al.*, 2001(5) y Marrero-Gani *et al.*, 2001 (6). Con el fin de determinar el método más adecuado, se determinó el porcentaje de error experimental en la predicción de la temperatura de ebullición normal, 551,39 K (T_{bn}). Para estimar el factor acéntrico (ω), se usó los métodos de Constantin-Gani y el de Ambrose-Walton (5). La capacidad calorífica (C_p) se estimó por el método de Joback *et al.*, 2006 (7). Se utilizó el software MATLAB para solucionar la EoS de Peng-Robinson (PR). Así se obtuvo el diagrama PV y las propiedades termodinámicas, factor de compresibilidad, volumen específico, entalpía, entropía y fugacidad para esta sustancia (7).

Equilibrio líquido-vapor (ELV) para la mezcla nerolidol-etanol a 50 °C

Se consideró 4 métodos: 1) Mezcla ideal, se aplicó la ley de Raoult para presión de punto de burbuja; 2) Sistema Real, se utilizó el modelo de composición local UNIFAC (Universal Functional group Activity Coefficient model), para estimar el ELV se aplicó la ecuación de Raoult Modificada; 3) Modelo de Van Laar, para dilución infinita ($X_1 = 0$), entonces $\ln \gamma_1^\infty = A'_{12}$. Estos coeficientes de actividad g fueron calculados por el método UNIFAC, el ELV se estimó empleando la ecuación de Raoult Modificada; 4) metodología ϕ - ϕ , empleando la EoS de PR, en la cual se consideró una regla de mezclado de van der Waals cuando los parámetros de interacción son binaria iguales a cero, debido a que no se cuenta con datos experimentales del ELV para estimarlos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método de Marrero-Gani resulta más adecuada que el método de Joback para la predicción de propiedades críticas debido a que presenta un menor error relativo en la estimación de la T_{bn} (tablas 1 y 2). Se recomienda el uso del método de contribución de grupos de Marrero-Gani para la predicción de propiedades críticas y de la temperatura normal de ebullición para compuestos aromáticos (8).

Tabla 1. Estimación de Propiedades Críticas.

Método	T _c (K)	P _c (bar)	v _c (cm ³ mol ⁻¹)	T _b (K)	% Error (T _b)
Joback	708,5	15,295	826,5	636,31	30,52
Marrero-Gani	737,9	16,823	845,03	558,08	2,41

Tabla 2. Capacidad calorífica (C_p).

Método	C _{pA}	C _{pB}	C _{pC}	C _{pD}
Joback	-107,86	1,61	1,19*10 ⁻³	3,65*10 ⁻⁷

Para la mejor estimación del factor acéntrico se seleccionó el método Ambrose-Walton debido a que éste utiliza un valor experimental de temperatura de ebullición (5). El diagrama PV, muestra uniformidad en las propiedades en general y dado que la temperatura de ebullición es una de ellas entonces se presume que todos los demás son válidos. La predicción del ELV de la mezcla nerolidol-etanol fue descrita adecuadamente por la ley de Raoult, UNIFAC y van Laar; además se observó un comportamiento lineal de la fase líquida para el modelo mezcla ideal y para los otros dos modelos la fase líquida presentó desviaciones positivas de la ley de Raoult, debido a que los coeficientes de actividad son mayores a 1. En la predicción por la metodología f-f, se apreció un punto máximo en la zona intermedia del diagrama ELV; por lo tanto, este modelo no describe apropiadamente la mezcla debido a que el uso de la regla de mezclado de clásica tipo van der Waals no resulta apropiada para las mezclas de moléculas con grandes diferencias en el tamaño molecular; además, al menos un dato experimental es necesario para obtener los parámetros de interacción binaria (figura 1). Para determinar el mejor método son necesarios datos experimentales, pero el método UNIFAC y van Laar son útiles cuando no se poseen datos experimentales (9).

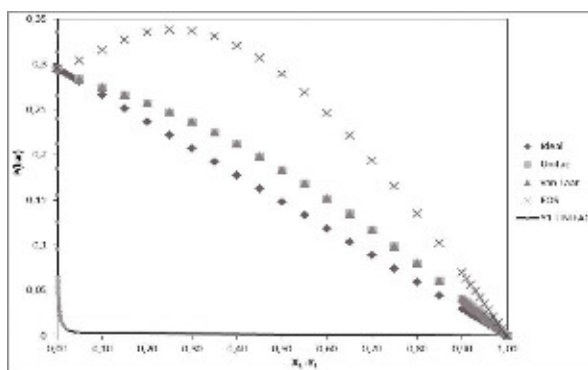


Figura 1. Equilibrio Líquido-Vapor de la mezcla Nerolidol-Etanol a 50 °C.

CONCLUSIONES

Para la predicción del ELV se recomienda utilizar la metodología g-f, en la cual se introduce también el coeficiente de fugacidad de la fase vapor. El conocimiento del ELV es importante cuando se desea diseñar procesos de extracción y purificación de biomoléculas presentes en extractos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Michielin E, Rosso S, Franceschi E, *et al.*, High-pressure phase equilibrium data for systems with carbon dioxide, α -humulene and trans- caryophyllene. *J Chem Thermodyn.* 2009 Jan; 41 (1):130-137.
2. Martinez-Correa HA, André D, Kanchisa S, *et al.*, Measurements and thermodynamic modeling of the solubility of squalene in supercritical carbon dioxide. *J Food Eng.* 2010 Jan; 96 (1): 43-50.
3. Rout PK, Rao YR, Naik, S. Líquid CO₂ extraction of *Murraya paniculata* Linn. flowers. *Ind Crop Prod.* 2010 Nov; 32 (3): 338-342.
4. Park MJ, Gwaka KS, Yang KW, *et al.*, Effect of citral, eugenol, nerolidol and α -terpineol on the ultrastructural changes of *Trichophyton mentagrophytes*. *Fitoterapia.* 2009; 80: 290-296.
5. Poling B, Prausnitz J, O'connell J. *The properties of gases and liquids.* 5th ed. New York: McGraw-Hill; 2001. 706 p.
6. Marrero J, Gani R. Group-contribution based estimation of pure component properties. *Fluid Phase Equilibria.* 2001; 183-184: 183-208.
7. Sandler S. *Chemical, Biochemical, and Engineering Thermodynamics.* 4th ed. India: WILEY; 2006. 912 p.
8. Reynoso JM, Beltrán R, Monesterolo V (editors). *Aplicación de métodos de contribución de grupos para estimación de propiedades de biomoléculas de importancia en la industria alimentaria.* 4^{to} CyTAL. Resúmenes de las CyTAL. 2010 Mar 30-31; Villa María, Argentina.
9. Carlson EC. Don't Gamble With Physical Properties for Simulations. *CEP.* 1996; 92 (10): 35-46.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE *Vaccinium floribundum* SOMETIDO A TRATAMIENTO TÉRMICO

STUDY OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *Vaccinium floribundum* UNDER THERMAL TREATMENT

ARTÍCULO CORTO

Ricardo CLAUDIO¹, Jessica NÁJERA¹, Stalin SANTACRUZ^{1*}

RESUMEN

El presente estudio tiene la finalidad de determinar la actividad antioxidante de *V. floribundum* luego de ser sometida a cocción en agua a diferentes condiciones de tiempo y temperatura. Se utilizó una extracción con etanol y acetona conjuntamente con centrifugación para obtener un licor rico en antioxidantes el cual se cuantificó espectrofotométricamente a 734 nm. Un análisis de ANOVA determinó que los tratamientos de cocción, el tiempo y la temperatura, así como su interacción, influyen significativamente en la actividad antioxidante de *V. floribundum*. Mediante la prueba de Tukey se definió que los mejores tratamientos fueron: 15 min a 90°C, 15 min a 70°C y 30 min a 70°C, por presentar mayores incrementos de la actividad antioxidante.

Palabras clave: *Vaccinium floribundum*, actividad antioxidante, tratamiento térmico.

ABSTRACT

The present study has as an objective to evaluate the effect of cooking at different temperatures and times on the antioxidant activity of *V. floribundum*. A solvent extraction with acetone and ethanol together with centrifugation was utilized to isolate the antioxidants previous their quantification with spectrophotometric measurements at 734nm. Results from ANOVA showed that the cooking treatments, time, temperature and the interaction between time and temperature were statistically significant on the antioxidant activity of *V. floribundum*. Tukey test showed that the best cooking treatments were 90°C for 15min, 70°C for 15min and 70°C for 15 min. Those treatments showed the highest increase of antioxidant activity.

Keywords: *Vaccinium floribundum*, antioxidant activity, thermal treatment.

INTRODUCCIÓN

Vaccinium floribundum Kunth es una fruta que crece en forma silvestre en los páramos de Ecuador y Colombia (1). No se conoce que exista cultivos comerciales de dicha fruta. Actualmente, la fruta está siendo promocionada gracias a su contenido de antioxidantes que inciden positivamente en organismo (2). Existe pocas aplicaciones de *V. floribundum* en la industria, por lo que hay una gran

gama de productos a explotar. En estado fresco tiene una alta actividad antioxidante (1200 mg Trolox/100 g) (3). En el Ecuador la fruta es utilizada en la elaboración de una colada mediante cocción. No existe estudios sobre la actividad antioxidante de esta fruta sometida a procesamiento térmico. El presente estudio tiene como propósito evaluar la actividad antioxidante de *V. floribundum* sometido a un proceso de cocción bajo diferentes tiempos y temperaturas.

¹ Universidad San Francisco de Quito. Calle Diego de Robles y Vía Interoceánica. Casilla Postal 17-12-841, Quito, Ecuador.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: stalin.santacruz@gmail.com

MATERIALES Y MÉTODOS

Químicos y estándares

ABTS (ácido 2-2'azinobis (6-sulfonato-3-etilbenzotiazolina)), y Trolox (ácido 6-hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametil-croman-2-carboxílico) fueron adquiridos de Sigma-Aldrich, St. Louis, MO. Todos los reactivos fueron de grado analítico. Se empleó agua bidestilada para todos los análisis.

Preparación de la muestra

El *V. floribundum* fué adquirido en el mercado local de la ciudad de Quito.

Tratamiento térmico

Se pesó 10 g de bayas. Se adicionó 50 g de agua. La mezcla se sometió a calentamiento a temperaturas de 70 y 90°C por 15, 30 y 45 min. Para el tratamiento térmico a 110°C, se utilizó un autoclave con tiempos de cocción de 15, 30 y 45 min.

Obtención de los extractos

Se pesó 2 g de *V. floribundum* previamente triturado, fue mezclado con 20 mL de una solución metanol-agua (50:50 v/v) con agitación de media hora (3, 4). Posteriormente, la mezcla se centrifugó a 2000 xg por 15min, recuperándose el primer sobrenadante. Al precipitado de la centrifugación se le agregó 20 mL de acetona-agua (70:30 v/v) agitándolo durante media hora. Posteriormente, se centrifugó la mezcla por 15 min recuperándose el segundo sobrenadante. La mezcla de los dos sobrenadantes se aforó a 50 mL con agua destilada.

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante fue medida en los extractos como compuestos fenólicos totales por medio del ensayo TEAC modificado, usando la decoloración por el radical catión ABTS y expresada finalmente como mg Trolox/g muestra. El radical ABTS•+ se preparó mediante la reacción acuosa de persulfato de potasio 2,45 mM y ABTS 7 mM. Éste se dejó reposar en la oscuridad por 16 h a 20°C (5). La solución de ABTS•+ obtenida se diluyó con etanol hasta obtener una absorbancia de 0,70 a 734 nm 30°C (espectrofotómetro Thermo Spectronic Genesys 10uv). Para la realización de la curva de calibración se colocó en la celda 1 mL de la solución

de radical ABTS•+, y se registró la absorbancia inicial. Entonces se añadió 10 µL de cinco soluciones del estándar Trolox, y se tomó la absorbancia a 734 nm con un blanco a base de etanol. Para la evaluación de la actividad antioxidante de *V. floribundum* se reemplaza los 10 µL de la solución de Trolox por el extracto de cada tratamiento. La absorbancia fue leída a los 6 min de haber incorporado los 10 µL de extracto.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de $3^2 + 1$. Los factores fueron: tiempo con niveles de 15, 30 y 45 min y temperatura con niveles de 70, 90 y 110°C. La variable de respuesta analizada fue actividad antioxidante. Los resultados se analizaron mediante ANOVA y prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que la actividad antioxidante del control fue de $1200,526 \pm 14,271$ mg Trolox/100g fruta fresca. Este resultado es similar a lo reportado por Vasco, 2009 (3), que declara valores de 1203 ± 93 mg Trolox/100g fruta fresca (3). Se evidenció un aumento en actividad antioxidante después de someter *V. floribundum* a los tratamientos térmicos, siendo los mayores incrementos en los tratamientos de 90°C por 15 min, 70°C por 15 min, y 70°C por 30 min, con incrementos de 22,09, 21,85 y 18,61%, respectivamente. El aumento de la actividad antioxidante puede relacionarse con la ruptura de la membrana celular y la inactivación enzimática, entre otras (6). De acuerdo a Yamaguchi *et al.*, 2001 (7), la degradación térmica de las antocianinas puede resultar en la formación de compuestos derivados que también presentan propiedades antioxidantes. El análisis de ANOVA determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. El tiempo, la temperatura y su interacción influyeron en la actividad antioxidante de *V. floribundum*. Mediante el test de Tukey se encontró que los mejores tratamientos fueron 15 min a 90 y 70°C y 30 min a 70°C con actividades antioxidantes de 1465,81, 1462,92 y 1423,94 mg Trolox/100g de muestra, respectivamente (figura 1). Adicionalmente, el proceso de cocción en agua a temperaturas superiores a ebullición que ofrece una mayor actividad antioxidante es de 30 min a 110°C.

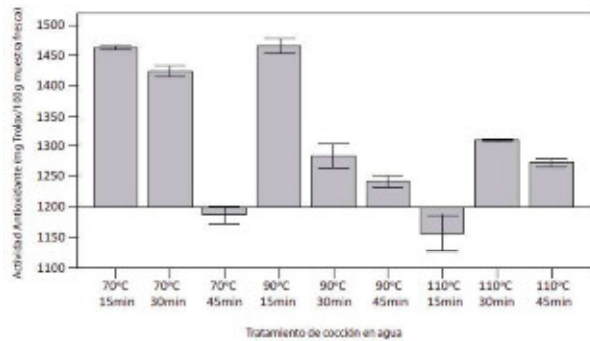


Figura 1. Actividad antioxidante en los diferentes tratamientos de cocción en agua.

CONCLUSIONES

La actividad antioxidante de *V. floribundum* comparada con la fruta fresca se incrementa por la cocción en agua a diferentes condiciones de tiempo y temperatura. El tratamiento por 15 min a 70°C es el mejor, ya que permite un manejo más eficiente

de recursos y a su vez tiene una alta actividad antioxidante. En relación a los tratamientos térmicos a temperaturas superiores a las de ebullición, una cocción en autoclave a 110°C por 30 min asegura unas pérdidas mínimas de la capacidad antioxidante en relación a la fruta fresca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asturizaga A, Balslev H. Frutos comestibles. Bot. Económica de los Andes Centrales. 2006: 329-346.
2. Hong W, Prior R. Total Antioxidant capacity of Fruits. J Agric Food Chem. 1996; 44: 701-705.
3. Vasco C. Chemical Composition and Phenolic Compound Profile of *Vaccinium floribundum*. J Agric Food Chem. 2009; 57: 827-828.
4. Santos C, Williamson G. Methods in polyphenol analysis. Gran Bretaña: Royal Society of Chem. 2003.
5. Re R. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. Free Radical Bio Med. 1999; 26: 1231-1237.
6. Dewanto V, Liu R. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. J Agr Food Chem. 2002; 17: 4959-4964.
7. Yamaguchi T, Mizobuchi T. Radical scavenging activity of vegetables and the effect of cooking on their activity. Food Sci Technol Res. 2001; 7: 250-257.

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE LA CÁSCARA DEL MANGOSTINO

ANTIOXIDANT POTENTIAL FROM MANGOSTEEN SHELL

ARTÍCULO CORTO

Daniel DAZA R.^{1*}, Elizabeth MURILLO P.¹, Jonh MENDEZ A.¹, Walter MURILLO A.¹,
Diego MOYANO D.¹, Natalia OSORIO²

RESUMEN

Los compuestos polifenólicos han sido asociados con diferentes potencialidades biológicas, entre ellas la actividad antioxidante, que confiere capacidad para prevenir el deterioro de alimentos y disminuir el riesgo de padecer enfermedades generadas por el estrés oxidativo. Este trabajo evaluó el contenido de constituyentes polifenólicos del epicarpio del Mangostino (fenoles totales $275,99 \pm 1,07$ mgEAG/g, flavonoides $115,98 \pm 0,84$ mgEQ/g y taninos $115,4 \pm 4,57$ mgEAT/g) y la relación que guardan con la actividad antioxidante.

Palabras clave: antioxidantes, mangostino, *Garcinia mangostana*, polifenoles.

ABSTRACT

Polyphenolic compounds have been associated with different kinds of biological potential, including antioxidant activity, which gives the capacity to prevent food spoilage and reduce the risk of disease generated by oxidative stress. This study evaluated the polyphenolic content of the Mangosteen exocarp (total phenols 275.99 ± 1.07 mgEAG/g, flavonoids 115.98 ± 0.84 mgEQ/g and tannins 115.4 ± 4.57 mgEAT/g) and its relation with the antioxidant activity.

Keywords: Antioxidant, mangosteen. *Garcinia mangostana*, polyphenol.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de residuos agroindustriales tiene efectos amigables ambientalmente, lo que podría darse si se les utiliza como fuente de antioxidantes. El potencial estabilizador de radicales libres de la parte comestible de *Garcinia mangostana* ha sido probado (1). Este trabajo evaluó la capacidad de los constituyentes del epicarpio de este fruto como antioxidantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los reactivos fueron adquiridos de la casa comercial Sigma-Aldrich (USA). Las absorbancias se leyeron en un espectrofotómetro helios gamma.

Preparación del extracto

El material vegetal se colectó en el municipio de Mariquita-Tolima ($5^{\circ} 12' 0''$ N, $75^{\circ} 1' 0''$ O, 721

msnm, 27° C). La muestra se secó en estufa (45° C, 48 h), se trituró, y una porción de éste se maceró con etanol, se filtró, se concentró a presión reducida y se almacenó (4° C) hasta su utilización.

Cuantificación de polifenoles

Los fenoles totales fueron determinados siguiendo el método de Folin-Ciocalteu (2); para los flavonoides se aplicó $AlCl_3$ como agente cromogénico (3), en tanto que para los taninos se utilizó la metodología del tungsto-fosfomolibdato (4).

Actividad antioxidante

Efecto estabilizador del radical DPPH (CI50)

El extracto (0,1 ml, 10-100 μ g/ml) se mezcló con el radical DPPH (0,9 ml, 0,2 mM en metanol) y se incubó (temperatura ambiente, 30 min). La

¹ Grupo de Investigación en Química de Productos Naturales GIPRONUT. Facultad de ciencias básicas Universidad del Tolima.

² Centro de Desarrollo Agroindustrial del Tolima CEDAGRITOL.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: danieldaza08@gmail.com

densidad óptica se leyó a 517 nm y se determinó la inhibición mediante la ecuación: $%I=100 \times [(ADPPH-A \text{ muestra}) / A \text{ DPPH}]$ (5).

Anión superóxido (O_2^-)

En un volumen final de 250 μ L, el medio reaccionante contenía Tampón Tris-HCl (pH 8,2, 50 mM, 50 μ L), EDTA (50 μ L, 1 mM), muestra (100 μ L) y solución de Pirogalol (50 μ L, 0,124 mM); la densidad óptica se leyó a los 20 min de la reacción a 420 nm (6).

Poder reductor (PR)

El extracto (1 mL) se mezcló con PBS (2,5 mL, 0,2M, pH 6,6) y $K_3[Fe(CN)_6]$ (2,5 mL, 1%), e incubó (50°C, 20 min), se adicionó ácido tricloroacético (2,5 mL, 10%), la mezcla se centrifugó (548 x g, 10 min); a una alícuota de la mezcla (2,5 mL) se adicionó H_2O y $FeCl_3$ (0,5 mL, 0,1%); la absorbancia se midió a 700 nm, cuyo valor es proporcional a la actividad antioxidante (7).

Inhibición de la peroxidación lipídica (IPL)

El extracto (0,5 ml), ácido linoléico (0,13 mL), etanol (10 mL, del 99,8%) y PBS (10 mL, 0,2 M, pH 7) fueron mezclados y aforados a 25 con H_2O . La mezcla se incubó (40°C, 360h) y se leyó la oxidación utilizando el método del NH_4SCN a una longitud de onda de 500 nm, la inhibición se determina así: $%INH=100-[(\Delta A \text{ muestra}/\Delta A \text{ Control negativo}) \times 100]$ (8). En todas las determinaciones se utilizó BHT y ácido ascórbico como controles positivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa un contenido relativamente alto de fitofenoles, lo que induciría a pensar en las potencialidades antioxidantes del epicarpio de *G. mangostana*.

Tabla 1. Constituyentes polifenólicos del epicarpio del Mangostino.

Fenoles total mgEAG/g	Flavonoides mgEQ/g	Taninos mgEAT/g
275,9 \pm 1,07	115,9 \pm 0,84	115,4 \pm 4,57

* mgE: miligramos equivalentes; AG: ácido gálico; Q:quercetina; AT: ácido tánico.

Por su parte, la tabla 2 deja ver la actividad antioxidante del extracto del epicarpio de mangostino y los controles positivos utilizados.

Tabla 2. Actividad antioxidante del epicarpio de *G. mangostana*.

Metodología	Epicarpio	BHT	Ácido ascórbico
DPPH (CI50)	25,8 \pm 4,71	5,5 \pm 0,140	18,95 \pm 0,17
EO $_2$ (%)	40,46 \pm 2,01	16,1 \pm 3,14	17,0 \pm 0,46
P. Reductor	0,298 \pm 0,00	1,659 \pm 0,10	0,353 \pm 0,20
IPL (%)	69,3 \pm 1,4	56.1 \pm 1.6	69.2 \pm 0.30

Aunque es notoria una buena respuesta del extracto para inhibir el anión superóxido y la peroxidación lipídica, el poder reductor y su capacidad estabilizadora del radical DPPH resultaron moderadamente bajos; las diferencias pueden obedecer a los diferentes mecanismos de acción de los compuestos que presentan actividad antioxidante en el extracto y a su naturaleza química, entre otros. Debe tenerse presente que los compuestos antioxidantes de un vegetal exhiben actividades y características cinéticas propias, dependientes o no de otros constituyentes, del método aplicado y del parámetro que se evalúe. No obstante, la actividad de los compuestos fenólicos ha sido asociada con la funcionalidad antioxidante de vegetales (9).

CONCLUSIONES

El epicarpio del fruto del Mangostino se perfila como una fuente natural de compuestos con potencial antioxidante que pueden ser aprovechados en diferentes aplicaciones industriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zhou HC, Lin YM, Wei SD, Tam N. Structural diversity and antioxidant activity of condensed tannins fractionated from mangosteen pericarp. *Food Chem.* 2011; 129: 1710-1720.
- Dastmalchi K, Dorman D, Kosarb M, Hiltunen R. Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of a water-soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. *LWT- Food Sci Technol.* 2007; 40 (240): 239-248.
- Marinova E, Yanishlieva N, Kostova I. Antioxidative action of the methanolic extract and some hydroxycoumarins of Fraxinus ornus bark. *Food Chem.* 1994; 51: 125-132.
- Lastra V, Rodríguez E, Ponce H, González L. Método analítico para la cuantificación de taninos en el extracto acuoso de romerillo. *Rev Cubana Plant Med.* 2000; 5 (1): 17-22.
- Siddhuraju P, Manian S. The antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of dietary phenolic extracts from horse gram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.) seeds. *Food Chem.* 2007; 105: 950-958
- Bermúdez I, Reyes I, León O. Evaluación de la actividad antioxidante del propóleos de la región de Manzanillo. *Provincia Granma Cuba Bioquímica.* 2000; 25 (3): 69-74.
- Oyaizu M. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Jpn J Nutr.* 1986; 44: 307-315.
- Iqbal S, Bhangar MI. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chem.* 2007; 100: 246-254.
- Pazourek J, Gajdosova D, Spanila S, Farkova M, Novotna K, Havel J. Analysis of polyphenols in wines: Correlation between total polyphenolic content and antioxidant potential from photometric measurements Prediction of cultivars and vintage from capillary zone electrophoresis fingerprints using artificial neural network. *J Chromatogr.* 2005; 1081: 48-54.

CUANTIFICACIÓN DE VITAMINA E EN MUESTRAS COMERCIALES DE POLEN APÍCOLA

QUANTIFICATION OF VITAMIN E IN COMMERCIAL SAMPLES OF BEE-POLLEN

ARTÍCULO CORTO

Nazly PULIDO^{1*}, Claudia SALAZAR¹, Consuelo DIAZ¹, Martha QUICAZÁN¹

RESUMEN

La vitamina E es un antioxidante liposoluble contenido en cantidades considerables en polen apícola. El presente estudio evaluó el contenido de vitamina E por HPLC en muestras comerciales y su contenido se reportó como $\mu\text{g/g}$ de polen. En general, los resultados mostraron que entre las muestras comerciales analizadas no se presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) y que el polen apícola puede considerarse una buena fuente de vitamina E.

Palabras clave: productos apícolas, antioxidantes, HPLC.

ABSTRACT

The vitamin E is a fat-soluble antioxidant present in significant levels in bee-pollen. This study assessed the vitamin E content by HPLC and their contents were reported as $\mu\text{g/g}$ of pollen. In general, results showed that commercial samples analyzed were not significant different ($p > 0.05$) and bee pollen can be considered a good source of vitamin E.

Keywords: bee products, antioxidants, HPLC.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha acentuado el interés de los consumidores hacia aquellos alimentos que, además de su valor nutritivo, aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Entre los alimentos funcionales tradicionales se encuentran los productos apícolas, los cuales han sido usados por siglos en la dieta humana debido a sus propiedades nutricionales y por sus efectos saludables sobre la salud humana (1).

El polen corbicular apícola es el resultado de la aglutinación del polen de las flores efectuado por las abejas pecoreras mediante la aplicación de secreciones salivares y néctar regurgitado (2). Este polen es recogido por los apicultores utilizando trampas de recolección ubicadas en la entrada de la colmena y posteriormente sometido a procesos de deshidratación (3), y es utilizado como suplemento

en la dieta humana por su alto valor nutricional, producto rico en azúcares, proteínas, lípidos, vitaminas, compuestos antioxidantes y carbohidratos (4, 5), además de ser considerado un alimento funcional con altos niveles de compuestos bioactivos como fibra dietaria, carotenoides, vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados (6, 7).

Diversos estudios se han enfocado en la cuantificación de vitaminas presentes en el polen reportando valores entre 14-560,3 $\mu\text{g/g}$ para vitamina C, 13,5 - 43,5 $\mu\text{g/g}$ para vitamina E, 0,55 - 2,10 $\mu\text{g/g}$ para pro-vitamina A y 3,77 - 198,9 $\mu\text{g/g}$ para β -caroteno (8-10). La vitamina E es liposoluble y actúa como un antioxidante en los tejidos, es considerada esencial para la protección de los lípidos insaturados en las membranas biológicas frente al daño oxidativo (11-13). El objetivo del presente estudio es cuantificar el contenido de vitamina E por HPLC presente en muestras comerciales de polen apícola.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos – ICTA, Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá.

* Autor a quién debe dirigirse la correspondencia: napulidoc@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de las muestras

Ocho muestras comerciales de polen apícola fueron suministradas por apicultores del Altiplano Cundiboyacense, fueron recolectadas y sometidas a un proceso de molienda hasta un diámetro de partícula de 0,5 mm, y posteriormente fueron almacenadas a 4°C en la oscuridad hasta su análisis.

Extracción y cuantificación de vitamina E

El contenido en vitamina E se determinó por HPLC según metodología descrita por otros autores (14) y algunas modificaciones. El equipo empleado fue un cromatógrafo marca JASCO (PU-980 Intelligent HPLC-Plus) con una columna Betasil-C₁₈, tamaño de partícula 5 μ m, 250 mm X 4,6 mm, conectada a un detector de fluorescencia marca JASCO (FP-920 Intelligent Fluorescence Detector). Se utilizó como fase móvil metanol: acetonitrilo (60:40) con un flujo de 0,7 ml/min. Para realizar la extracción, las muestras fueron saponificadas en solución de KOH al 60%; posteriormente, se realizó extracciones consecutivas con hexano y agua. La curva de calibración se realizó con α -tocoferol (pureza 95%) marca SIGMA como estándar. Los resultados fueron expresados en μ g de α -tocoferol/g polen.

Análisis de resultados

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante un análisis de varianza –ANOVA, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$) para comprobar si existían diferencias significativas en el contenido de vitamina E de las muestras analizadas. El ANOVA se realizó con el programa estadístico Matlab®. Las muestras evaluadas fueron determinadas acorde con su procedencia, de la siguiente manera: Cundinamarca – CUN y Boyacá – BOY.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se puede observar que existe tendencia a la variación entre las muestras analizadas de cada departamento en el contenido de vitamina E; sin embargo, de acuerdo con el análisis de varianza realizado se observa que estas diferencias no son significativas. De acuerdo con Herbert *et al.*, 1978 (15), estas variaciones pueden atribuirse al origen botánico y geográfico del polen, la edad de la planta, el método de extracción, procesamiento y almacenamiento.

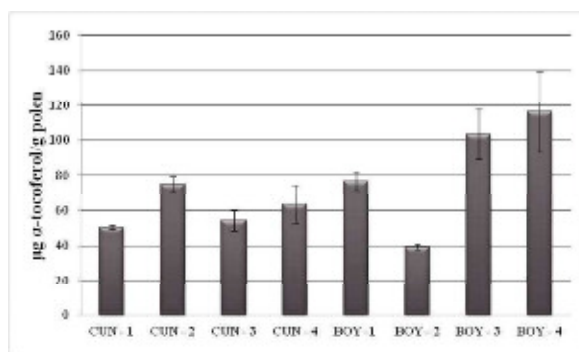


Figura 1. Contenido de vitamina E para muestras comerciales de polen apícola. Valores mostrados como media \pm SD.

Con base en los resultados obtenidos, el polen apícola comercializado puede ser considerado una buena fuente de vitamina E, con un contenido aproximado entre 39,24 – 116,42 μ g de α -tocoferol/g polen. En contraste con valores del contenido de vitamina E reportados para otros alimentos, el polen apícola presenta valores superiores en comparación con huevos, cereales, granos, productos lácteos y productos del mar que reportan valores de 18,11, 4,78, 7,32, 6,26 y 13,65 μ g de α -tocoferol/g, respectivamente (12). Comparando con estudios realizados por Oliveira *et al.*, 2009 (8), en Brasil se encuentra que en la mayoría de muestras colombianas analizadas el contenido de vitamina E es mayor.

CONCLUSIONES

Las muestras de polen analizadas no presentaron diferencias significativas en el contenido de vitamina E entre los departamentos de procedencia ni entre las muestras de cada departamento. El contenido de vitamina E encontrado es atribuible a las características propias de su composición química y al compararse con otros alimentos se encuentra que el polen es una fuente apreciable de vitamina E.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kroyer G, Hegedus N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Innov Food Sci Emer.* 2001; 2 (3): 171-174.
2. Villanueva O, Marquina D, Serrano B, Abellán B. The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition. *Int J Food Sci Nut.* 2002; 53 (3): 217-224.
3. Del Risco CA. Polen - pan de abejas: composición, nutrición, acción en la salud humana y microbiología. Conferencia de polen ed. Cuba 2002. p. 7.
4. Human H, Nicolson SW. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (*Asphodelaceae*). *Phytochemistry.* 2006; 67 (14): 1486-92.

5. Silva TMS, Camara CA, da Silva Lins AC, Maria Barbosa-Filho J, da Silva EMS, Freitas BM, *et al.*, Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. *J Food Composit Anal.* 2006; 19 (6-7): 507-511.
6. Xu X, Dong J, Mu X, Sun L. Supercritical CO₂ extraction of oil, carotenoids, squalene and sterols from lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) bee pollen. *Food Bioprod Process.* 2011; 89 (1): 47-52.
7. LeBlanc BW, Davis OK, Boue S, DeLuca A, Decby T. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food Chem.* 2009; 115 (4): 1299-1305.
8. Oliveira KCLS, Moriya M, Azedo RAB, Almeida-Muradian LBd, Teixeira EW, Alves MLTMF, *et al.*, Relationship between botanical origin and antioxidants vitamins of bee-collected pollen. *Química Nova.* 2009; 32: 1099-1102.
9. Bogdanov S. Pollen: Collection, Harvest, Composition and Quality. *Bee Product Science*; 2011. p. 12.
10. Melo IL, Almeida-Muradian LB. Stability of antioxidants vitamins in bee pollen samples. *Quim Nova.* 2010; 33 (3): 5.
11. Kornsteiner M, Wagner K-H, Elmadfa I. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chem.* 2006; 98 (2): 381-387.
12. Miyazawa T, Nakagawa K, Sookwong P. Health benefits of vitamin E in grains, cereals and green vegetables. *Trends Food Sci Technol.* 2011; 22 (12): 651-654.
13. Ronald Ross W, Victor RP, editors. *Bioactive Foods in Promoting Health.* San Diego: Academic Press; 2010. Blasa M, Gennari L, Angelino D, Ninfali P. Chapter 3 - Fruit and Vegetable Antioxidants in Health. p. 37-58.
14. Lee J, Ye L, Landen Jr WO, Eitenmiller RR. Optimization of an Extraction Procedure for the Quantification of Vitamin E in Tomato and Broccoli using Response Surface Methodology. *J Food Composit Anal.* 2000; 13 (1): 45-57.
15. Herbert E, W, Shimanuki H. Chemical composition and nutritive value of bee - collected and bee-stored pollen. *Apidologie.* 1978; 9 (1): 33-40.

POLIFENOLES EN TRES ACCESIONES DE CAMU- CAMU (*Myrciaria dubia*)

POLYPHENOL IN THREE ACCESSIONS OF CAMU- CAMU (*Myrciaria dubia*)

ARTÍCULO CORTO

Natalia SALGADO¹, Mónica J. RAMIREZ¹, Salvador ROJAS², Yineth BELTRAN², Carlos E. ORREGO^{1*}

RESUMEN

En este trabajo se analizó el contenido de polifenoles para la primera cosecha de 3 accesiones de la colección de germoplasma de 11 Camu-camu colombianos administrada por Corpoica, cultivadas a 27°C, altitud 27 msnm, 80% HR y pluviosidad 3600 mm/año. Los polifenoles totales de las muestras de la pulpa fresca fueron 1292.028, 1476.405, 1307.291 mgGAE/100 g de pulpa y liofilizada 1187.119, 1385.549, 1188.573 mgGAE/100 g de pulpa reconstituída. Para la cáscara fresca los resultados fueron 1307.776, 1439.335, 1400.328 mgGAE/100 g y para la liofilizada 1501.602, 1809.543, 1665.143 mgGAE/100 g de muestra reconstituída.

Palabras clave: Polifenoles, camu-camu, liofilización.

ABSTRACT

In this work there were analyzed the polyphenol content for the first crop of 3 accessions of 11 Camu camu Colombian germplasm collection, grown at 27°C, at 27 m altitude, 80% HR and mean annual rainfall of 3600 mm. Average total polyphenol content of samples of fresh fruit were 1292.028, 1476.405, 1307.291 mgGAE/100 g and for lyophilized samples, 1187.119, 1385.549, 1188.573 mgGAE/100 g of reconstituted sample and for the fresh peel 1307.776, 1439.335, 1400.328 mgGAE/100g and lyophilized ones 1501.602, 1809.543, 1665.143 mgGAE/100 g of reconstituted sample.

Keywords: Polyphenols, freeze drying, camu-camu.

INTRODUCCIÓN

La baya Camu-camu (*Myrciaria dubia*) originaria de la cuenca occidental del Amazonas y del hábitat el bosque aluvial inundable (1), es redondeada (2,5 cm diámetro), cambia de color al madurar (verde-rojo-morado) y tiene un contenido de ácido ascórbico alto (pulpa ~ 1380-1490 mg/100 g y cáscara ~ 2050 mg/100 g) (2). Para su cultivo comercialmente se han usado suelos con 2% de materia orgánica, pH > 4.5, 50% de aluminio y distancia de siembra de 4x3 m (1). En Colombia se ha llevado a cabo estudios acerca de la productividad en campo, reproducción, floración (3-5), y metabolitos secundarios (6).

El Camu-camu contiene betacaroteno, calcio, hierro, azúcares, ácidos orgánicos y ácidos grasos (7).

Para preservar por deshidratación los contenidos nutricional y antioxidante de las frutas frescas, la liofilización es el proceso el más adecuado (8). También se ha utilizado para encapsular biomateriales en matrices de carbohidratos (9).

Aunque se ha publicado trabajos relacionados con el contenido de polifenoles totales (CPT) de Camu-camu, en pocos de ellos se reportan detalles de la caracterización y condiciones agroecológicas del cultivo, tiempo de cosecha y demás información que permita su reproducibilidad y verificación. El

¹ Instituto de Biotecnología y Agroindustria. Departamento de Física y Química. Universidad Nacional de Colombia –Sede Manizales. Campus la Nubia Km 4 Vía al Magdalena. AA 127. Manizales, Colombia

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA. C.I. La Libertad Km 17 Vía Puerto López Villavicencio, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: iba_man@unal.edu.co

objetivo de este trabajo es determinar el CPT de la pulpa y la cáscara, frescas y liofilizadas, de tres accesiones de Camu-camu, cultivadas y cosechadas en condiciones controladas en el Centro de Investigación La Libertad de Corpoica, del banco de germoplasma que administra esta entidad en Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Tres accesiones (A2, A3 y A5) de la colección de germoplasma de Camu-camu (*Myrciaria dubia*) obtenido en Corpoica CI Macagual Caquetá y que se conservan en el CI la Libertad.

Ácido gálico (grado analítico, 99%) reactivo Foulin Cicalteu Na₂CO₃(anhidro).

Métodos

Los Camu-camu fueron de la primera cosecha de arboles de 3,5 años cosechados en el momento de madurez comercial, colectando en un mismo día de cosecha 60 frutos al azar de cada uno de los 3 árboles de las 3 accesiones sembradas (27°C, 27 msnm, 80%HR y pluviosidad 3600 mm/año). Se separó las cáscaras y la pulpa de cada muestra y se liofilizaron (Virtis-Genesis25, 0,35°C/min v.congelación, 300 mTorr, humedad final 2,5-3% en base húmeda). Las medidas de °Brix se hicieron con refractómetro portátil (Brixco Instruments), pH con un pHmetro (Schott tipo CG 843) y humedad por calentamiento por infrarrojo (80°C, Metler LJ16), CPT (eq.ácido gálico/100g) mediante método Folin-Cicalteu modificado (10), extracción metanólica, usando espectrofotómetro Jenway (M6405).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización

Los materiales estudiados A2, A3 y A5 presentaron diámetros $2,24 \pm 1,03$, $3,03 \pm 0,98$, $2,45 \pm 1,08$ mm, peso 7,908, 9,646 y 5,932 g, grados Brix 4,46, 4,98 y 5,81, pH 2,3, 2,5 y 2,6 y humedad inicial 89,6, 87,2 y 88,4%.

CPT

En la tabla 1 se muestran el CPT de pulpas y cáscaras antes y después de liofilización.

Tabla 1. Valores promedio del CPT de las muestras de Camu camu.

	Accesión	Mg AG/100 g	
		Fresca	Liofilizada*
PULPA	A2	1292,028	1187,119
	A3	1476,405	1385,549
	A5	1307,291	1188,573
CÁSCARA	A2	1307,776	1501,602
	A3	1439,335	1809,543
	A5	1400,328	1665,143

* Para la extracción de polifenoles de las pulpas liofilizadas, estas se reconstituyeron con agua hasta obtener una solución de iguales grados °Brix a la pulpa original.

Los CPT en el Camu-camu son altos en comparación con los de otras frutas como cerezas, ciruelas, fresas (339, 366 y 368 mgGAE/100g, respectivamente). Chirinos *et al.*, 2010 (11), estudiaron los cambios del contenido antioxidante según el estado de madurez de esta fruta, encontrando valores de 1120, para pintón 1420 y para maduro 1320 mgGAE/100g (11). Otros estudios reportan para fruta fresca 1142 mgGAE/100g (12), 1176 mg GAE/100g y para liofilizada 1161 mg GAE/100g (7), valores concordantes con las medidas de este trabajo.

La preservación del CPT en la pulpa liofilizada fue alto (91 - 93%) presumiblemente por la baja velocidad de congelación utilizada. Este parámetro también favorece la preservación del ácido ascórbico de la pulpa de guanábana liofilizada (13). El que resulte mayor el contenido de polifenoles en la cáscara liofilizada sugiere que este secado es una etapa preliminar previa recomendable para facilitar la extracción de polifenoles de la cáscara fresca.

CONCLUSIONES

Se caracterizó 3 accesiones de Camu-camu del banco de germoplasma: A2, A3 y A5. Según su tamaño y propiedades fisicoquímicas. Se midió el CPT tanto para la pulpa y las cáscaras del Camu-camu frescas y liofilizadas, encontrándose que para la pulpa, presumiblemente por la baja velocidad de congelación utilizada, este nivel de concentración se preserva al reconstituir la pulpa deshidratada entre un 91 a un 94% respecto del contenido medido en la pulpa fresca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Orduz JO. Manual de Asistencia Técnica No 8: CORPOICA. Colombia: Rangel JA; Frutales tropicales potenciales para el piedemonte llanero. 2002. 134 p.

2. Zanatta CF, Mercadante AZ. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). Food Chem. 2007; 101 (4): 1526-1532.
3. Rojas S, Clement YK, Ossamu E. Genetic diversity of the INPA germoplasm bank of camu-camu (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh) using microsatellites markers (EST-SSR). Revista Corpoica. 2011; 12 (1): 51-64.
4. Krausen J, Hurtado F, Chavez J (editors). Opciones productivas para el desarrollo alternativo: contribuciones de la investigación agraria. Seminario Taller IICA_UNDCP_UNOPS_GTZ; 1999 Feb 4-5; Florencia-Colombia, Peru. 1999.
5. Bardales XI, Carrillo MP, Hernández MS, Barrera JA. Camu-Camu fruit (*Myrciaria dubia*), a new option for productive systems in the colombian amazonian region. Acta Hort. 2008; 773: 173-178.
6. Quijano CE, Pino JA. Analysis of volatile compounds of camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mcvaugh) fruit isolated by different methods. J Essentl Oil Res. 2007; 19 (6): 527-533.
7. Akter MS, Oh S, Eun J-B, Ahmed M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*myrciaria dubia*) fruit: A review. Food Res Int. 2011; 44 (7): 1728-1732.
8. Orrego CE, Pamplona F, Pérez VH. Low pressure water diffusivity measurements of freeze-dried tomato tree (*Cyphomandra betacea* (cav) send) juice. Ireche. 2009; 1: 1-9.
9. Sanchez V, Baeza R, Galmarini M, Zamora M, Chirife J. Freeze-drying encapsulation of red wine polyphenols in an amorphous matrix of maltodextrin. Food Bioprocess Tech. 2011; [doi:10.1007/s11947-011-0654-z].
10. Orrego CE, Salgado N, Botero CA. Developments and Trends in Fruit Bar Production and Characterization. Crit Rev Food Sci Nutr. 2012; [doi: 10.1080/10408398.2011.571798].
11. Chirinos R, Galarza J, Betalleluz-Pallardel I, Pedreschi R, Campos D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. Food Chem. 2010; 120 (4): 1019-1024.
12. Rufino R, Alves E, Brito J, Perez-Jimenez F, Saura-Calixto J, Mancini-Filho. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. Food Chem. 2010; 121: 996-1002.
13. Ceballos AM, Giraldo GI, Orrego CE. Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. J Food Eng. 2012; 111 (2): 360-365.

EVALUACIÓN EN CREMA DE LECHE Y GALLETAS DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis* L.)

EVALUATION IN MILK CREAM AND COOKIES OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACT OF VALENCIA ORANGE PEEL (*Citrus sinensis* L.)

ARTÍCULO CORTO

María del R. MORENO-RODRÍGUEZ¹, Gloria H. GONZÁLEZ-BLAIR^{1*}

RESUMEN

Colombia tiene variedad de frutas con propiedades antioxidantes como los cítricos. El presente artículo describe cómo se evaluó la capacidad antioxidante de la proteína extraída de la cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis* L.). Los productos obtenidos mediante tres métodos de extracción, fueron cuantificados por el método de Biuret. Los extractos se adicionaron al 1% a crema de leche y galletas. La crema de leche fue almacenada a 2 y 10°C durante 5 días realizando medición diaria del índice de acidez. Las galletas se mantuvieron a 35 y 50°C durante 23 días realizando medición semanalmente del índice de peróxidos. Al extracto que presentó mejor comportamiento se le evaluó la actividad antioxidante mediante el radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo. Evidenciándose que las muestras adicionadas con los extractos mostraron menor índice de acidez y menor índice de peróxidos. La muestra obtenida con buffer pH 5,5 mostró el mejor comportamiento y un 65,6% de inhibición de la actividad antioxidante del radical, concluyéndose que extractos proteicos de la cáscara de naranja Valencia poseen actividad antioxidante y pueden ser utilizados como antioxidantes naturales.

Palabras clave: antioxidante, naranja, DPPH, acidez, peróxidos.

ABSTRACT

Colombia has a variety of fruits with antioxidant properties such as citrus. This paper describes how we evaluated the antioxidant capacity of the protein extracted from Valencia orange peel (*Citrus sinensis* L.). Products obtained by three extraction methods were assessed by the Biuret method. The extracts were added to 1% milk cream and cookies. The milk cream was stored at 2 and 10°C for 5 days making daily measurements the acidity index. The cookies were maintained at 35 and 50°C for 23 days making weekly measurements of the peroxide value. The extract which showed the best performance was evaluated to antioxidant activity with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. The added samples with extracts showed a lower acid index and a lower peroxide value evidenced. The sample obtained with pH 5.5 buffer showed the best behavior and a 65.6% inhibition of antioxidant activity with DPPH radical. We were concluded that protein extracts from Valencia orange peel have antioxidant activity and can be used as natural antioxidants.

Keywords: Antioxidant, orange, DPPH, acidity, peroxide.

¹ Ingeniería de Alimentos, Fundación Universitaria Agraria de Colombia "UNIAGRARIA", Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: gloria_blair@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Los cítricos pertenecen al género *citrus*, del cual la naranja es la fruta más conocida en el ámbito mundial. Industrialmente la fruta se utiliza en la preparación de concentrados, pulpas, néctares y jugos. Su cáscara representa entre el 45 y el 60% del peso de la fruta (1) y puede ser utilizada como materia prima en la obtención de extractos naturales con capacidad antioxidante para sustituir antioxidantes artificiales (2). Las enzimas encontradas en la cáscara de naranja son: Superóxido dismutasa, catalasa, glutatión reductasa, glutatión peroxidasa, ascorbato peroxidasa (3), pectinmetilesterasa y acetilsterasa (4). El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad antioxidante de las proteínas extraídas de la cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis* L.), mediante tres métodos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Extracción y cuantificación de proteínas

Se utilizó residuos de naranja obtenidos después de la expresión del jugo, los cuales fueron eluidos de acuerdo con: a) Extracción con *buffer* de citrato de sodio pH 5,5 (5), b) Extracción con agua y posterior precipitación con buffers pH 8,3 y 6,8 (6), c) Extracción con agua y posterior precipitación con solución saturada de sulfato de sodio (7). Los extractos obtenidos fueron cuantificados espectrofotométricamente a 550 nm, por el método de Biuret (8), utilizando albúmina de suero bobino (BSA) como estándar.

Evaluación de la actividad antioxidante

Para establecer su acción sobre la rancidez lipídica se adicionó 1% de cada extracto sobre crema de leche y el producto se almacenó a 2 y 10°C, midiendo diariamente, por duplicado, el índice de acidez. Para definir su comportamiento ante la rancidez oxidativa, se agregó 1% de cada extracto a masa de galletas de mantequilla sin adición de antioxidante, masa que una vez horneada, se almacenó a 35 y 50°C; semanalmente se evaluó espectrofotométricamente el índice de peróxidos. Al método de extracción con mejor comportamiento, se le valoró el porcentaje de inhibición (9), con el método del radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH), basado en la disminución de la absorbancia a 517 nm del radical DPPH después de la adición de un compuesto antioxidante en la solución, cuya

diferencia de absorbancias permitió obtener el porcentaje de captación de inhibición DPPH para el extracto filtrado y sin filtrar, realizando la prueba por triplicado con el objetivo de validar el método.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los extractos obtenidos por los tres métodos arrojaron los resultados relacionados en la figura 1. Figura en la cual se observa que la cantidad obtenida de extracto 1 es mayor que la encontrada en los otros extractos. Productos que contienen 4,0 mg/ml; 1,5 mg/ml y 2,0 mg/ml de proteína.

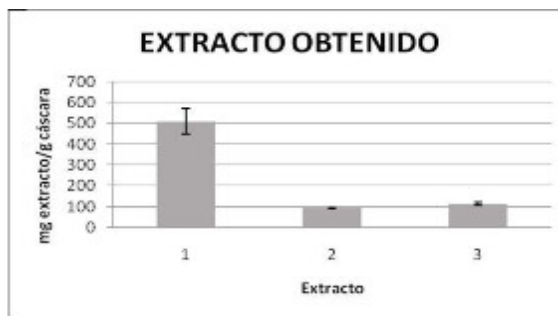


Figura 1. Extracto de cáscara de naranja Valencia.

La figura 2 describe el comportamiento del índice de acidez a la temperatura de 10°C, observándose el comportamiento ascendente, propio de un antioxidante capaz de reparar o recuperar biomoléculas dañadas por ataques ocasionados por radicales libres (10).

Los resultados del índice de peróxidos se presentan en la figura 3 para el estudio a 35°C, observándose en el blanco una lipoperoxidación, producto de una reacción en cadena que da origen a la formación de peróxidos. Nótese que esta reacción autocatalítica, fue retardada por los tres extractos. Finalmente, la capacidad de inhibir el radical DPPH de la muestra de extracto proteico obtenido de la cáscara de naranja Valencia fue del $65,6 \pm 0,02\%$.

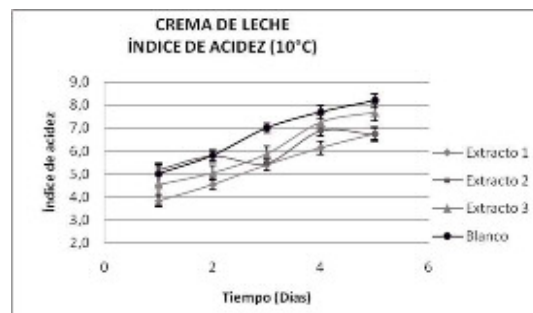


Figura 2. Índice de acidez - Crema de leche a 10°C.

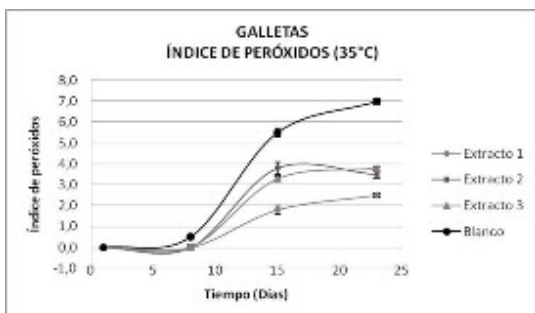


Figura 3. Índice de peróxidos en galletas a 35°C.

CONCLUSIONES

Los extractos inhibieron la rancidez hidrolítica y la oxidativa. El mejor extracto fue el 1 y presentó un 65,6% de inhibición, entonces, es útil como antioxidante natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rincón A, Vásquez M, Padilla F. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja, mandarina y toronja cultivadas en Venezuela. Unidad de Análisis de Alimentos. Arch Latinoam Nutr. 2005; 55 (3): 305-310.
- Moreno M, Belén D, Sánchez M, Vilorio M, García D. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de flavonoides de cáscara de naranja en el aceite de soja desodorizado. Interciencia. 2004 Sep; 29 (9): 532-538.
- Liu J, Ren H, Yun M, Ren X. Effect of salicylic acid on the antioxidant system in the pulp of "cara cara" navel orange (*Citrus sinensis* L.) at different storage temperatures. Postharvest Biol Technol. 2008 Feb; 47 (2): 168-176.
- Nielsen J, Christensen T. Distribution of pectin methyl esterase and acetyl esterase in the genus *Citrus* visualized by tissue prints and chromatography. Plant Sci. 2002 May; 162 (5): 799-807.
- Sass-Kiss A, Sass M. Distribution of various peptides in citrus fruits. J Agric Food Chem. 2002 Mar; 50 (7): 2117-2120.
- Bugg T, Lewin A, Catlin E. Regiospecific ester hydrolysis by orange peel esterase. J Chem Educ. 1997 Ene; 74 (1): 105.
- Vargas J. Metodología de extracción y purificación de inhibidores de proteasas en *Opuntia Streptacantha*. Guanajuato, México: Instituto Tecnológico de Roque; 2007. 5 p.
- Fernández E, Galván A. Métodos para la cuantificación de proteínas. Córdoba, España: Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Universidad de Rabanales; 2006. 7 p.
- Montoya G, Osorio E, Jiménez N, Arango G. Actividad captadora de radicales libres de alcaloides de *Rollinia pittieri* (Annonaceae) por el método del DPPH. Vitae. 2004 Jun-Dic; 11 (2): 51-57.
- Morales R, Fernández M, Mendez R. Antioxidantes de origen marino. Cuba: Medio Ambiente y Desarrollo; Rev Electron Agencia Medio Ambiente. 2010; 10 (19): 1-7.

EVALUACIÓN DE LA ULTRAESTRUCTURA DE LAS BAYAS DE UVA DE MESA Y SUS ALTERACIONES MEDIANTE CRIOMICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

ULTRASTRUCTURAL EVALUATION OF TABLE GRAPE BERRIES AND DISORDERS BY CRIOSCANING ELECTRON MICROSCOPY

ARTÍCULO CORTO

Juan P. FERNÁNDEZ-TRUJILLO^{1*}, Juan A. MARTÍNEZ², María S. HERNÁNDEZ^{3,4}

RESUMEN

Se estudió la ultraestructura de la baya de tres variedades de uva de mesa mediante criomicroscopía electrónica de barrido para determinar las dimensiones de células y espesor de diferentes capas de la misma (cutícula, epidermis, parénquima), relacionando estas propiedades con el diferente comportamiento en su calidad en cosecha y postcosecha, identificando la variabilidad presente en las bayas y confirmando la presencia de alteraciones por levaduras.

Palabras clave: *Vitis vinifera* L., epidermis, levaduras, calidad de fruto.

ABSTRACT

Crioscanning electron microscopy was used to study cell shape and dimensions and the thickness of the different layers of berries (cuticle, epidermal and parenchymatic tissue) of three different table grape cultivars. These properties were associated with berry quality during preharvest and postharvest phases. The variability present in the berries and the presence of yeast rot are reported.

Keywords: *Vitis vinifera* L., epidermis, yeast, fruit quality.

INTRODUCCIÓN

La criomicroscopía electrónica de barrido se ha mostrado eficaz para detectar daños por fitoreguladores en uva (1), las diferencias en susceptibilidad al SO₂ (2), y la ultraestructura, los daños y podredumbres en pepino y uva (3-5). Este trabajo estudia la ultraestructura de la epidermis y cutícula de tres variedades de uva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Bayas y tallo de uva (*Vitis vinifera* L.) de tres variedades con semillas: Napoleón, Aledo sanas o alteradas (tras 3 meses a 0 ± 1oC y 85 - 90% HR),

y la variedad comercial roja Red Globe (resistente a alteraciones y con buena aptitud para conservación) con tallo parcialmente deshidratado.

Criomicroscopía electrónica de barrido

Las muestras fueron congeladas y acondicionadas con el sistema PolarPrep 2000 Cryo Transfer System (Quorum Technologies, East Sussex, Inglaterra) y se fueron observadas con un Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) S-3500N (Hitachi, Ratingen, Alemania) (3). Las bayas eran seccionadas por un lateral y en las secciones se hacía una incisión desde el interior al exterior de la baya con una cuchilla nueva bien afilada. Se obtuvieron secciones de epidermis de 1-2 mm de espesor y menos del máximo del portaobjetos (5 mm). El tejido se secó

¹ Dpto Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Po Alfonso XIII, 48. ETSIA. E-30203 Cartagena (Murcia). España.

² Dpto. Producción Vegetal. UPCT. Po Alfonso XIII, 48. ETSIA. E-30203 Cartagena (Murcia). España.

³ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos –ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Ciudad Universitaria Edificio 500A. Bogotá, Colombia.

⁴ Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi, Colombia.

* Autor para correspondencia: Juanp.fdez@upct.es

con papel secante evitando la presencia de agua amorfa en la superficie del corte, se colocó en el portaobjetos, y se fijó con una mezcla de grafito coloidal (Agar Scientific LTD., Essex, Inglaterra), y un adhesivo (Sakura, Zoeterwoude, Holanda) en igual proporción (figura 1).

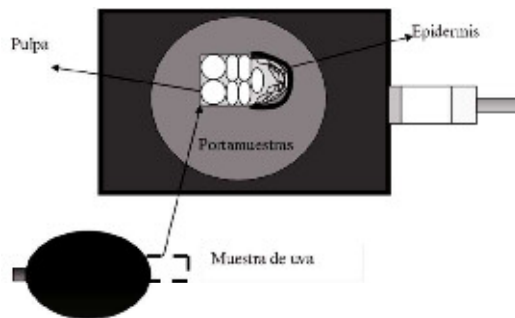


Figura 1. Orientación de muestras.

Se posicionó la epidermis de las bayas en la parte más próxima al portamuestras para evitar efectos

de borde y obteniendo fotografías conjuntas de cutícula y secciones de la epidermis. La muestra se criogenizó con nitrógeno líquido (30 s), y se sublimó el hielo sobre su superficie (4 min) seguido de doble recubrimiento de 10 nm de oro/paladio (Au/Pd).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura de la epidermis y el parénquima

La piel de 'Aledo' estaba compuesta por la cutícula y una capa de células epidérmicas características paralelas a la superficie, cuyo espesor aumentó al alejarse de la cutícula hasta transformarse en parénquima indiferenciado (figura 2A, datos no mostrados). Igualmente en 'Napoleón' pero esta capa fue de mayor espesor (figuras 2B y 3). En 'Aledo' las células del parénquima en empalizada estaban bien separadas del parénquima esponjoso y en 'Napoleón' fueron más compactas.

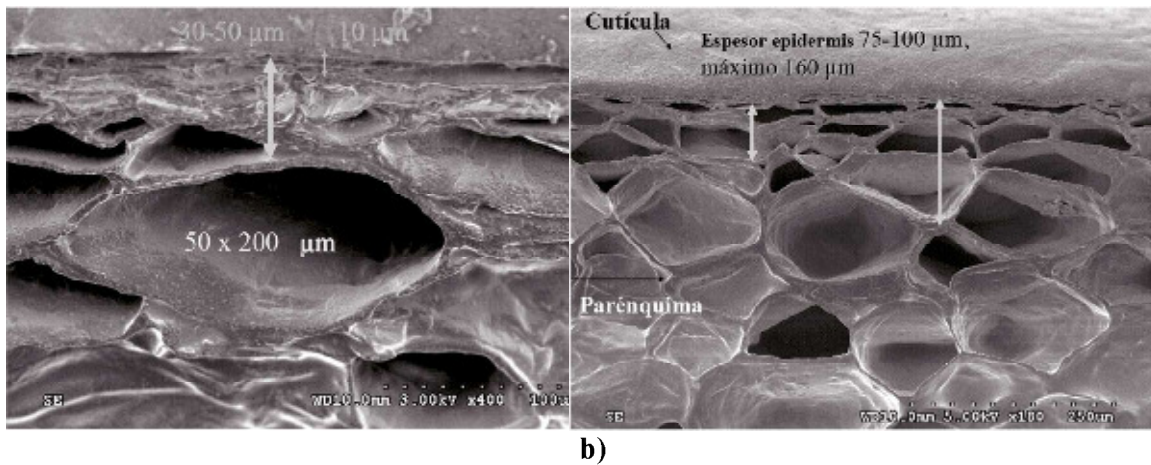


Figura 2. Sección transversal de la baya de la variedad de uva blanca Aledo (A) y Napoleón (B) sana.

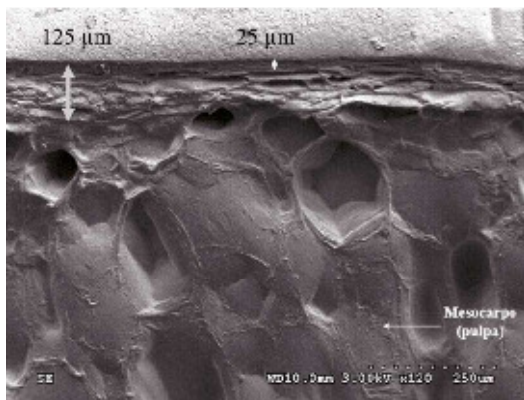


Figura 3. Sección transversal. Baya de uva roja Napoleón con variabilidad en el espesor de la epidermis. El mesocarpo incluye las células parenquimáticas.

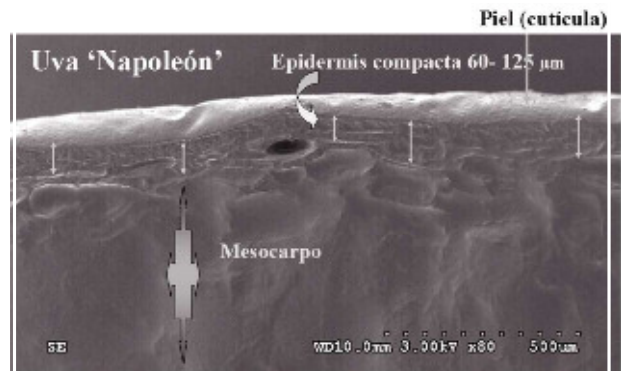


Figura 4. Sección transversal. Baya de uva roja variedad Red Globe sana.

El espesor de la epidermis de 'Aledo' (30-95 μm) fue inferior al de 'Napoleón' (60-125 μm) y por ello suelen tener mejor aceptación comercial. 'Red Globe' presentó 75-105 μm de espesor de epidermis con un máximo de 190 μm según las células consideradas epidérmicas. La variabilidad del espesor de la epidermis fue evidente (figura 4).

El espesor de la pared celular de las células epidérmicas fue menor de 5 μm . En 'Napoleón' (4-5 μm) fue mayor que en 'Aledo' (3,5 - 4 μm) o que en 'Red Globe' (2,5 - 4,5 μm), presentando diferente variabilidad (datos no mostrados). Lo anterior puede explicar diferencias intervarietales, ya que la variabilidad puede provocar una mayor susceptibilidad local en determinadas partes de la baya con independencia de la variedad en estudio.

Estructura de la cutícula

La piel presentó una cutícula cérea fina que dejaba entrever células marcadamente alargadas, sin diferencias intervarietales. La superficie de la cutícula fue estriada, sin penetrar las estrías en la epidermis (figura 5). Sólo en 'Aledo' se observó

algunas microfisuras en la cutícula posiblemente relacionadas con el aumento de la turgencia de las cutículas a baja temperatura, las variaciones en humedad relativa con evaporación y la consiguiente reabsorción de la humedad por las bayas (1), daños mecánicos coincidiendo con los descritos por del Solar *et al.*, 1999 (1), o SO_2 . Las variedades presentaban también algunas microfisuras de la superficie de las cutículas sin causa aparentemente y de forma independiente a la partidura por frío. Se observó artefactos por cristales de hielo (huecos de forma redondeada) y fracturas regulares de la preparación (datos no mostrados).

Alteraciones de las bayas y tallos

Las pérdidas de peso tras 3 meses fueron 0,8% (p/p) en 'Napoleón' y 0,9% en 'Aledo'. Las podredumbres fueron del 15% en 'Napoleón' (11% por *Cladosporium herbarum* y 4% por *Botrytis cinerea*; tallos parcialmente lignificados) y de un 72% en 'Aledo' (66% por *Botrytis cinerea* con abundancia de nidos y 6% por *Cladosporium herbarum*; tallos deshidratados). El rajado de bayas fue del 5% 'Napoleón' y 2% en 'Aledo'.

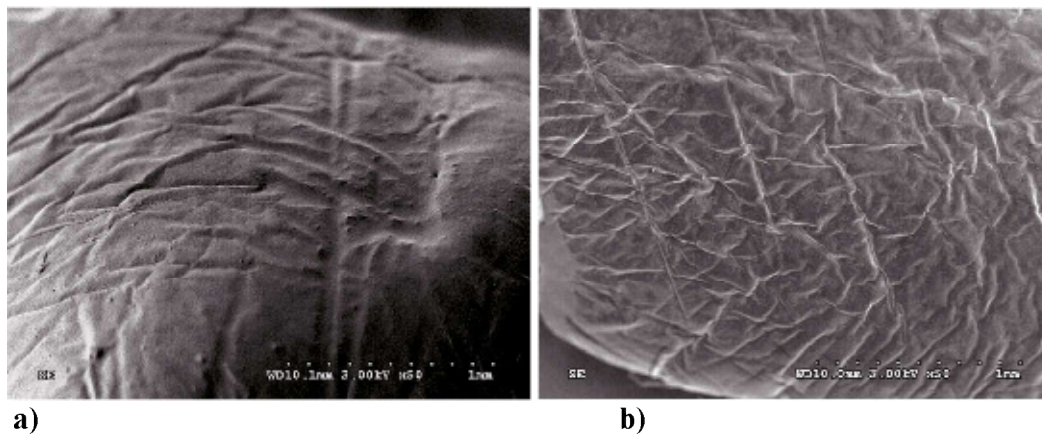


Figura 5. Aspecto de la cutícula en uva sana en dos variedades. (A) Aledo. (B) Napoleón.

Los tallos sanos presentaron una estructura característica lignificada. Los tallos alterados dejaban entrever el córtex bajo la epidermis, tenían aspecto delicuescente y presencia de levaduras (figuras. 6-8). El mayor espesor en las variedades rojas estuvo relacionado con su menor sensibilidad a los tratamientos de SO_2 (5) y a su mayor duración comercial en la postcosecha, por la menor presencia de podredumbres, y por el desarrollo de levaduras (casi 1 mes más tarde en 'Napoleón' que en 'Aledo').

Las diferencias de ultraestructura estuvieron relacionadas con una menor sensibilidad a los tratamientos de SO_2 y mayor duración comercial en la postcosecha por la menor presencia de podredumbres y desarrollo de levaduras (casi 1 mes más en las variedad Napoleón frente a Aledo) (5). Sin embargo, la variabilidad del espesor de la pared celular de las células epidérmicas no permite establecer una conclusión clara sobre su influencia en la conservación.

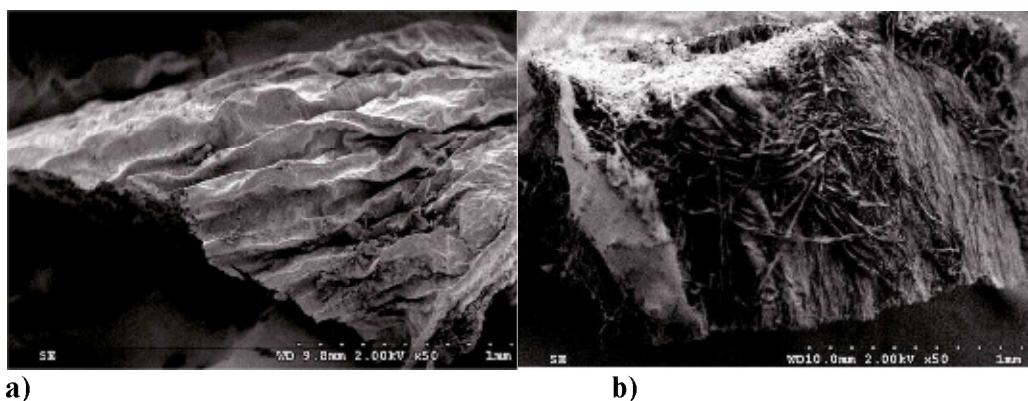


Figura 6. Crecimiento de levaduras en el tallo de la variedad Napoleón tras 3 meses a 0oC y 85-90% HR (A). Tallo sano (B).



Figura 7. Levaduras en la variedad Aledo (3 meses a 0oC y 85-90% HR).

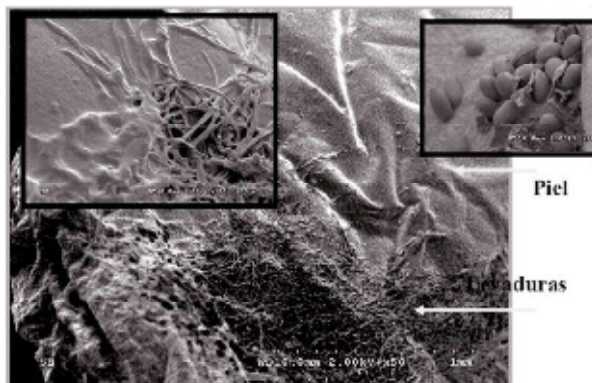


Figura 8. Levaduras en la variedad Napoleón (3 meses a 0oC y 85-90% HR).

CONCLUSIONES

Se caracterizó las diferencias estructurales entre variedades de uva en cosecha y diferentes

alteraciones en postcosecha. La mejor aptitud para guarda de 'Napoleón' respecto a 'Aledo' pudo estar relacionada con diferencias en la estructura y espesor de la epidermis o con el espesor de la pared de las células epidérmicas. La variabilidad en estas propiedades dependió de la variedad.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el contrato 486/02 IAEA con Plásticos del Segura S.L. (Murcia) y el proyecto PB/22/FS/02 (Fundación Séneca de la Región de Murcia). Se agradece la asistencia técnica del SAIT-UPCT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Del Solar C, Depallens D, Neubauer L, Pizarro U, Soza JA. Efecto de fitorreguladores, calcio, magnesio y anillado, sobre la calidad y condición en uva de mesa cvs. Thompson Seedles y Red Globe. 1999. *Pharos* [Internet] 7:19-41. Available from: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/208/20807204.pdf>
2. Zhang H, Wang S, Xiu D, Guo Y, Li L, Guan W, *et al.*, Studies on the relationship of the microstructure of 'Red Globe' grape epidermis, enzyme activity and SO₂ damage. *Acta Hort.* 2003; 628: 555-561.
3. Fernández-Trujillo JP, Martínez JA. Ultrastructure of the onset of chilling injury in cucumber fruit. *J. Appl Bot Food Qual.* 2006; 80: 100-110.
4. Martínez JA, Fernández-Trujillo JP. Necrotrophic fungi associated with epidermal microcracking caused by chilling injury in pickling cucumber fruit. *Pesquisa Agrop Bras.* 2007; 42: 593-598.
5. Fernández-Trujillo JP, Obando JA, Baró R, Martínez JA. Quality of two table grape guard cultivars treated with single or dual-phase release SO₂ generators. *J Appl Bot Food Qual.* 2008; 82: 1-8.

IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS EN EL CACAO CRIOLLO DE VENEZUELA USANDO MICROEXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA Y CROMATOGRAFÍA DE GASES

AROMATIC COMPOUNDS IDENTIFICATION FROM VENEZUELAN CRIOLLO COCOA, USING HEADSPACE SOLID-PHASE MICROEXTRACTION AND GAS CHROMATOGRAPHY

ARTÍCULO CORTO

Clímaco ÁLVAREZ^{1*}, Elevina PÉREZ², Renaud BOULANGER³, Mary LARES⁴, ASophie SSEMAT³, Fabrice DAVRIEUX³, Emile CROS³

RESUMEN

En este estudio se identificó los compuestos volátiles más relevantes en granos tostado y cosechados en una plantación de cacao tipo “Criollo” de la zona Occidental de Venezuela, usando la técnica de microextracción en fase sólida por espacio de cabeza acoplada con cromatografía de gases y espectrometría de masa. Los resultados revelan que en el cacao tostado fueron identificados 69 compuestos volátiles agrupados en 12 familias de compuestos químicos, siendo los aldehídos, alcoholes, ácidos y pirazinas con los niveles más altos según sus contenidos. Se concluye que el método contribuye al análisis de la composición volátil en el cacao tostado.

Palabras clave: aroma, cacao, micro-extracción, pirazinas, cromatografía.

ABSTRACT

The goal of the study was to identify the main volatile compounds from the roasted beans of *Criollo* cocoa, harvested from a plantation established in the Venezuela occident region by using the technique of headspace solid-phase microextraction coupled to a gas chromatography and mass spectrometry. Data shown that in the roasted cocoa, 69 volatile compounds were identified; corresponding to 12 families of chemical compounds. The families most representative with highest concentrations were the aldehydes, alcohols, acids and pyrazines. It can be concluded that this method is useful for the analysis of the volatile fraction of roasted cocoa beans.

Keywords: Aroma, cocoa, microextraction, pyrazines, chromatography.

INTRODUCCIÓN

Los granos de cacao beneficiados y tostados constituyen la materia prima de la industria chocolatera. Durante el beneficiados y tostados ocurren varios cambios. El tostado conduce a una reducción del contenido de agua hasta un 2,5%, eliminación

parcial del ácido acético y desarrollo de los compuestos aromáticos de origen térmico (1). La fracción volátil del aroma del cacao se origina a partir de los precursores formados durante la fermentación y secado. El desarrollo del aroma de origen térmico en el caso del tostado, es un fenómeno complejo que depende de los parámetros del mismo y de

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Tapipa, Venezuela.

² Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

³ Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). UMR QUALISUD. Montpellier, France.

⁴ Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: clalvarez@inia.gob.ve

la composición química del grano (2). Alrededor de 400 compuestos volátiles han sido aislados en el cacao tostado, entre las familias químicas más representativas se encuentran aldehídos, ésteres, fenoles, nitrilos, compuestos azufrados, pirazinas, furanos, oxazoles, cetonas, alcoholes, y ésteres (1-7). El siguiente trabajo consistió en caracterizar a una población seleccionada de árboles de cacao tipo “Criollo” mediante la identificación de los compuestos que constituyen la fracción aromática en el cacao tostado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó más de 200 muestras de granos de cacao de tipo Criollo provenientes de la finca “El Pedregal”, situada en el sector Río Frío del estado Mérida (Venezuela). Después del beneficio, todas las muestras fueron codificadas y enviadas al Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo –CIRAD, (Francia). El tostado se realizó a 120° C, 25 min, con descascarado manual y trituración de los nibs entre 4 y 6 mm de espesor. Para la extracción de los volátiles se usó una fibra DVB/CAR/PDMS compuesta de 3 fases, espesor de película de fase 50/30 μm , con las siguientes condiciones: tiempo de equilibrio, 15 min/50°C; tiempo de extracción, 45 min/50°C y tiempo de desorción del inyector del GC-FID a 250°C, 4 min. El análisis de los volátiles por GC-FID se realizó en un cromatógrafo de gases 5890 series II, Hewlet Packard, columna DBWAX, 60 mm, 0,32 mm de diámetro interno, 0,25 μm de espesor de la película de fase. Temperaturas del

inyector y detector FID: 250°C, columna: 40°C (5 min); desde 40°C hasta 180°C - 2°C min⁻¹; 180°C (20 min). Gas vector: helio 1,5 mL.min⁻¹. Los compuestos volátiles fueron identificados por GC-MS, GC-Agilent serie 6890 acoplado a un espectrómetro de masas, Agilent serie 5973N. Las condiciones del MS fueron: impacto electrónico positivo con una energía de ionización de 70 eV, temperatura de la línea de transferencia, 260°C, temperatura de la fuente, 150°C y un rango de 40 a 350 uma (m/z). La comparación de los volátiles se realizó mediante los índices de retención y de los espectros de masas obtenidos con los compuestos de referencia existentes en un banco de datos “Wiley Mass Spectral Data”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fracción volátil del cacao tostado se identificó 69 compuestos volátiles, agrupados en 12 familias químicas (tabla 1). Los contenidos más altos expresados en unidades arbitrarias (ua) correspondieron a los aldehídos (18991 ua) y pirazinas (3861 ua), seguido de los alcoholes (3012 ua) y ácidos (2038 ua). El contenido de aldehídos varió de 4239 a 28842 ua y con una distribución de frecuencia del 90,59% (figura 1A). Para las pirazinas fue de 91,53% con una media global de 3449 ua, que varió de 206 a 6916 ua (figura 1B). Se observa que las familias químicas más representativas en contenidos de la fracción volátil están formadas por los aldehídos, de origen bioquímico (fermentación) y un segundo grupo de origen térmico (secado y tostado) como lo son las pirazinas.

Tabla 1. Familias de compuestos volátiles presentes en la fracción aromática del cacao tostado según sus contenidos globales.

Familias químicas de volátiles	Aldehídos	Alcoholes	Ácidos	Cetonas	Ésteres	Hidrocarburos	Pirazinas	Pirroles	Furanos	Copuestos azufrados	Terpenos	Otros
*Promedio (u.a.)	18991	3012	2038	1235	1675	339	3861	608	507	244	141	282
DS	9559	1683	1311	1056	1439	570	2054	670	652	413	164	301
Valor mínimo	4239	942	127	333	321	9	206	32	72	25	30	36
Valor máximo	69058	9621	8373	6757	9903	6685	9791	5569	6377	4713	1323	2176

*Contenido en compuestos volátiles (ua) = 1000 x (área de pico del compuesto / área de pico del patrón). DS: desviación estándar.

Entre los aldehídos y pirazinas con mayores contenidos se identificó al: 3-metilbutanal, fenilacetanal y la 2,3,5-trimetilpirazina. El 3-metilbutanal y el fenilacetanal corresponden a los llamados

aldehídos de la degradación de Strecker (5-7), que son los productos derivados de la valina, leucina, isoleucina y fenilalanina.

El 3-metilbutanal, 2-metilbutanal y el 2-metilpropanal son compuestos que aportan un “flavor”

de tipo frutal y contribuyen al sabor azucarado característico del cacao tipo Criollo (4, 8).

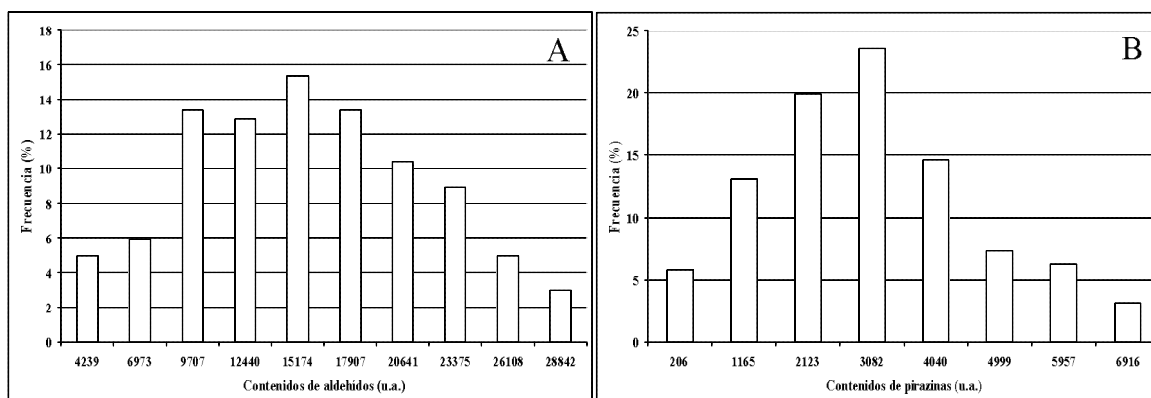


Figura 1. Histograma de frecuencia para el contenido de aldehídos (A) y pirazinas (B).

CONCLUSIONES

El uso de las técnicas cromatográficas ha significado un avance en el conocimiento del análisis instrumental, permitiendo separar, identificar y cuantificar los compuestos volátiles que constituyen el aroma del cacao tostado, además de ser técnicas sensibles, rápidas, económicas y ecológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Portillo E. Formación del aroma del cacao Criollo (*Theobroma cacao L.*) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela. Rev UDO Agríc. 2009; 9 (2): 458-467.
2. Jeanjean N. Influence du génotype, de la fermentation et de la torréfaction sur le développement de l'arôme cacao. Rôle des précurseurs d'arôme [Thèse de Doctorat]. [Montpellier, Francia]: Université de Montpellier II:1995. 200 p.
3. Cros E, Mermet G, Jeanjean N, Georges G. Relation précurseurs-développement de l'arôme cacao. 11^{ème} Conférence Internationale sus la Recherche Cacaoyère, (Cocoa Producers Alliance), Yamoussoukro (Côte d'Ivoire); 1993: 723-726.
4. Cros E, Jeanjean N. Formation de l'arôme cacao. Cacao et chocolat. Production, utilisation, caractéristiques. J. Pontillon. Paris: Ed. Tec Doc; 1998. 188-206.
5. Jinap M, Rosli S, Russly A, Nordin L. Effect of roasting time and temperature on volatile component profiles during nib roasting of cocoa beans (*Theobroma cacao L.*). J Sci Food Agric. 1998; 77 (4): 441-448.
6. Mermet G. Cacao: Influence des paramètres de torréfaction sur la consommation des précurseurs d'arôme et la formation de quelques composés volatils [Thèse de Doctorat]. [Montpellier, Francia]: Université Montpellier II; 1989. 146 p.
7. Ziegler G. Highly volatile cocoa flavour constituents as indicator during cocoa processing. Review of Chocolate, Confectionary and Bakery. 1982; (7): 17-22.
8. Chanliou S. Marqueurs de la qualité aromatique du cacao-influence de l'origine. Renforcement de l'arôme d'origine thermique [Thèse de Doctorat]. [Montpellier, Francia]: Université de Montpellier II: 1998. 199p.

MODELADO DEL PERFIL DE TEMPERATURAS DURANTE LA CONGELACIÓN DE ALIMENTOS VEGETALES ESFÉRICOS

MODELING OF TEMPERATURE PROFILE IN SPHERICAL VEGETABLE FOODS FREEZING

ARTÍCULO CORTO

Rolando MENDOZA-RINCÓN^{1*}, Aníbal HERRERA²

RESUMEN

El modelado del proceso de congelación aplicado a geometrías esféricas presenta un ejemplo de transferencia de calor unidimensional con cambio de fase. Las expresiones que son utilizadas en el modelo son la ecuación de transferencia de calor en estado transitorio en donde se usa el concepto de capacidad calorífica aparente para introducir el fenómeno de cambio de fase y la transformación de Kirchhoff para obtener una expresión lineal, así como la relación entre la temperatura y la fracción de hielo. Se propuso un algoritmo iterativo de solución para obtener los perfiles de temperatura.

Palabras clave: modelado, congelación, transferencia del calor, industria de procesamiento de alimentos.

ABSTRACT

The freezing modeling applied to spherical geometries is an example of transient heat transfer with phase change. The terms used in the model are the heat transfer equation in transient state where it uses the concept of apparent heat capacity to introduce the phenomenon of phase change and the transformation of Kirchhoff to obtain a linear expression and the relationship between temperature and the ice fraction. We propose an iterative algorithm solution for the temperature profiles. An iterative algorithm for solving the temperature profiles was proposed.

Keywords: Modeling, freezing, heat transfer, food-processing industry.

INTRODUCCIÓN

La congelación es un método de conservación que consiste en disminuir la temperatura del alimento por debajo de su punto de congelación mediante procesos como la circulación de aire forzado entre -30°C y -50°C a velocidades de 20 km h^{-1} , el uso de lechos fluidizados y la congelación criogénica (1). Durante este proceso el tejido vegetal sufre un daño irreversible debido a la deshidratación por la presión osmótica ejercida por el incremento de la concentración de solutos y al daño mecánico por el crecimiento de los cristales de hielo. Estos daños producen la pérdida de la función de la membrana celular y la pérdida de fluidos intracelulares generándose un detrimento de

atributos que transmiten la sensación de frescura de los alimentos (2), debido a esto se asocia el concepto IQF (Congelación Rápida Individual) como un referente de calidad de los alimentos congelados e implica cualquier método de congelación que produzca pequeños cristales de hielo que no alteren la estructura del alimento mediante una elevado gradiente de temperatura y además evita que las piezas del alimento se adhieran unas a otras. Como se trata de un fenómeno de transferencia de calor en estado transitorio con cambio de fase es posible su modelado y correlación con otras variables como el tamaño de los cristales y la calidad sensorial del producto. Este trabajo tiene como objetivo mostrar un algoritmo para la obtención del perfil de temperaturas.

¹ Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

² Profesor Asociado Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: rmendozar@unal.edu.co

Tabla 1. Lista de Símbolos.

Símbolo	Variable	Símbolo	Variable
C_{app}	Capacidad calorífica aparente (kJ kg ⁻¹ K ⁻¹)	T_w	Temperatura de congelación del alimento (K)
λ	Calor latente de fusión (kJ kg ⁻¹)	W_a	Peso molecular del agua (18 kg kmol ⁻¹)
H	Entalpía (kJ)	W_b	Peso molecular del alimento (kg kmol ⁻¹)
x_H	Fracción de agua en fase sólida	R	Radio (m)
x_a	Fracción de agua en fase líquida	P	Densidad (kg m ⁻³)
T	Temperatura (K, °C)	K	Conductividad térmica (W °C ⁻¹ m ⁻¹)
y_a	Fracción molar de agua en fase líquida	H	Coefficiente de transferencia de calor (W °C ⁻¹ m ⁻²)
h_m	Entalpía molar (kJ kmol ⁻¹)	T_∞	Temperatura del aire (°C)
U	Variable de la transformación de Kirchhoff (W m ⁻¹)		

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelado matemático del perfil de temperaturas

Para incluir el efecto del cambio de fase, se define la *capacidad calorífica aparente* (C_{app}) (ecuación 1).

$$C_{app} = \frac{dH}{dT} = \sum_{i=0}^n x_n C_n + \lambda \frac{dx_H}{dT} \quad \text{Ecuación 1.}$$

En el cálculo del C_{app} , se necesita conocer el cambio de la fracción de fase del agua en función de la temperatura. Se puede suponer que el alimento es una solución diluida ideal (ecuación 2).

$$\frac{d(\ln y_a)}{dT} = \frac{h_m}{RT^2} \quad \text{Ecuación 2.}$$

Aunque se puede considerar h_m constante, es dependiente de la temperatura con una aproximación lineal donde la pendiente corresponde a $-1,96 \times 10^3$ J mol⁻¹ K⁻¹ y el intercepto a $868,7 \times 10^3$ J mol⁻¹ (3).

La integración de la ecuación 2 con límites para y_a desde 1 hasta y_a y desde T_w (temperatura de congelación del alimento) hasta T , se muestra en la ecuación 3.

$$y_a = EXP \left[\frac{h_a}{R} \left(\frac{1}{T_w} - \frac{1}{T} \right) + \frac{h_1}{R} \ln \left(\frac{T}{T_w} \right) \right] \quad \text{Ecuación 3.}$$

Para calcular la fracción de agua x_a a partir de su fracción molar y_a es necesario conocer el peso molecular del alimento. Si se conoce el descenso en la temperatura de congelación del alimento, se puede usar la ecuación 3 para calcular la fracción molar en el punto de congelación y usando la Ecuación 4 se despeja W_b . Este valor se usa para cualquier cálculo de x_a a partir de y_a .

$$y_a = \frac{x_a \frac{W_a}{W_a + (1-x_a)W_b}}{\frac{x_a}{W_a + (1-x_a)W_b}} \quad \text{Ecuación 4.}$$

Como se necesita calcular la derivada de la fracción másica de agua con respecto a la temperatura, es necesario reemplazar y_a (ecuación 4) en la Ecuación 3, despejar x_a y derivar con respecto a la temperatura. Esta expresión es mostrada en la ecuación 5

$$\frac{dx_a}{dT} = y_a \left[\frac{h_a}{R} \left(\frac{1}{T^2} \right) + \frac{h_1}{R} \left(\frac{1}{T} \right) \right] \left[\frac{w_a w_b}{[w_b(1-y_a) + w_a y_a]^2} \right] \quad \text{Ecuación 5.}$$

La Ecuación 5 se reemplaza en la Ecuación 1 y se calcula C_{app} como función de la temperatura.

Planteamiento de la ecuación de transferencia de calor para esferas

El problema de transferencia de calor se resume en las siguientes ecuaciones

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(kr^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \rho C_{app} \frac{\partial T}{\partial t} \quad \text{Ecuación 6.}$$

Con condiciones de frontera

$$-k \frac{\partial T}{\partial r}_{r=R} = h(T_{r=R} - T_\infty) \quad \text{Ecuación 7.}$$

$$\frac{\partial T}{\partial r}_{r=0} = 0 \quad \text{Ecuación 8.}$$

Y condición inicial

$$T_{t=0} = T_0 \quad \text{Ecuación 9.}$$

Como la conductividad térmica depende de la temperatura y de la composición, y para conservar la linealidad se usa la transformación de Kirchhoff (4) donde se define la variable U (ecuación 10).

$$U = \int_{T_{ref}}^T k dT \quad \text{Ecuación 10.}$$

Reemplazando en la ecuación 6:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial U}{\partial r} = \frac{\rho C_{app}}{k} \frac{\partial U}{\partial t} \tag{Ecuación 11.}$$

Discretización de las ecuaciones de transferencia de calor

Ecuación nodo externo

$$hT_{\infty} + \frac{2\rho C_{app} r_n^2}{\Delta t} T_p^p = \left(\frac{2\rho C_{app} \Delta r}{\Delta t} + \frac{k}{\Delta r} + h \right) T_p^{p+1} - \frac{k r_n^2}{\Delta r} T_p^{p-1} \tag{Ecuación 12.}$$

Ecuación nodo interno

$$U_{n+1}^{p+1} \left(\frac{1}{(\Delta r)^2} + \frac{2}{r_n \Delta r} \right) + U_n^{p+1} \left(\frac{-2}{(\Delta r)^2} - \frac{\rho C_{app}}{k \Delta t} \right) + U_{n-1}^{p+1} \left(\frac{1}{(\Delta r)^2} - \frac{2}{r_n \Delta r} \right) = -\frac{\rho C_{app}}{k} \frac{U_n^p}{\Delta t} \tag{Ecuación 13.}$$

Ecuación nodo central

$$U_1^{p+1} \left(\frac{6}{(\Delta r)^2} \right) + U_0^{p+1} \left(-\frac{6}{(\Delta r)^2} - \frac{\rho C_{app}}{k \Delta t} \right) = -\frac{\rho C_{app}}{k} \left(\frac{U_0^p}{\Delta t} \right) \tag{Ecuación 14.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ecuación 12 presenta una forma lineal que puede ser discretizada, sin embargo, las ecuaciones de frontera e inicial no están en términos de U , por lo que no se puede obtener un sistema homogéneo de ecuaciones lineales. La figura 1 muestra un algoritmo de solución mediante la implementación de dos matrices, la primera con valores de U y la segunda con valores de T . otra forma de trabajar la ecuación es mediante la derivación de la conductividad térmica, obteniendo expresiones cuya implementación numérica es más complicada (5). Como ejemplo del modelo se presentan los resultados de la simulación del proceso de congelación de tubérculos de papa de 2,7 cm de diámetro que son mostrados en la figura 2.

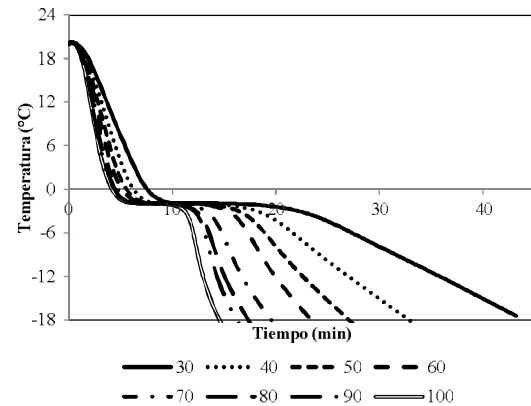


Figura 2. Perfiles de temperatura a distintos coeficientes de transferencia de calor (kJ m⁻² °C⁻¹).

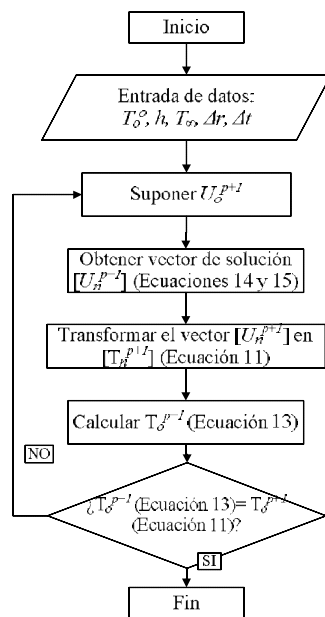


Figura 1. Algoritmo de solución para el cálculo de los perfiles de temperatura.

CONCLUSIONES

El algoritmo presentado permite obtener los perfiles de temperatura durante la congelación de alimentos esféricos. No se presentó inconsistencias ni divergencias en el punto de congelación debidas al cambio de fase o al cambio de la capacidad calorífica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jalte M, Lanoisellé JL, Lebovka NI, Vorobiev E. Freezing of potato tissue pre-treated by pulsed electric fields. *LWT - Food Sci Tech.* 2009; 42: 576-580.
2. Sun D-W, Li B. Microstructural change of potato tissues frozen by ultrasound-assisted immersion freezing. *J Food Eng.* 2003; 57: 337-345.
3. Moraga ON, Salinas CH. Numerical model for heat and fluid flow in food freezing. *Numerical Heat Transfer Part A.* 1999; 35: 495-517.
4. Pham QT. Modelling heat and mass transfer in frozen foods: a review. *International Journal of Refrigeration.* 2006; 29: 876-888.
5. Wang Z, Wu H, Zhao G, Liao X, Chen F, Wu J, et al. One-dimensional finite-difference modeling on temperature history and freezing time of individual food. *J Food Eng.* 2007; 79: 502-510.

CARACTERIZACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS, DIACETILO Y ACETOINA EN QUESILLO COLOMBIANO

CHARACTERIZATION FATTY ACID, DIACETYL AND ACETOIN IN COLOMBIAN QUESILLO

ARTÍCULO CORTO

Mónica DURANGO Z.^{1*}, Uriel SEPÚLVEDA V.², Margarita GUTIÉRREZ B.¹, Andrés LONDOÑO Z.¹

RESUMEN

El Quesillo es un queso tradicional colombiano de pasta hilada, en el cual el aroma y sabor están relacionados con la presencia de ácidos grasos, diacetilo y acetoína, compuestos valorados a partir de 10 muestras de Suero y 10 de Quesillo mediante cromatografía gaseosa acoplada a un detector de ionización de llama. Los ácidos grasos libres más abundantes fueron el palmítico, oleico, esteárico, mirístico y butírico; la acetoína fue el compuesto volátil predominante sobre el diacetilo. El coeficiente de variación refleja variabilidad en los resultados obtenidos relacionada con estados de lipólisis inicial y a cambios climáticos en la toma de muestras.

Palabras clave: quesillo, cromatografía, diacetilo, acetoína, ácidos grasos.

ABSTRACT

Quesillo is a traditional Colombian cheese pasta filata, in which the aroma and flavor are related to the presence of fatty acids, diacetyl and acetoin, compounds rated from 10 whey samples and 10 Quesillo by gas chromatography coupled to a flame ionization detector. Free fatty acids were more abundant palmitic, oleic, stearic, myristic and butyric acid; acetoin was the predominant volatile compound diacetyl. The coefficient of variation reflects variability in the results related to initial states of lipolysis and climate change in the sampling.

Keywords: Quesillo, chromatography, diacetyl, acetoin, fat acid.

INTRODUCCIÓN

En el queso los ácidos grasos libres, generados por la lipólisis de los triglicéridos son esenciales para el desarrollo del sabor (1) y los compuestos volátiles, como el diacetilo y la acetoína, para la generación del aroma. Estos son producidos por las bacterias ácido lácticas (BAL), en la fermentación de la lactosa y el metabolismo del citrato (1). El Quesillo Colombiano es un queso fresco, semiblando, moderadamente ácido, elaborado con leche de vaca y suero, el cual pertenece a la denominación de quesos de pasta hilada y es originario del Valle Alto del Magdalena Medio (2).

El objetivo de este trabajo fue la identificación de los principales ácidos grasos y la cuantificación de acetoína y diacetilo, presentes en el Quesillo y en el Suero como materia prima.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectó 10 muestras de Quesillo y 10 de Suero, entre junio del 2010 y enero del 2011, en una empresa del Magdalena Medio Colombiano, a las cuales se les determinó: diacetilo, acetoína y ácidos grasos, mediante cromatografía gaseosa. Metodología detallada en la tabla 1. El análisis de datos fue realizado en el software estadístico R v 2.13.0.

¹ Grupo de Investigación Biociencias. Facultad Ciencias de la Salud. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Carrera 78 No. 65-46. Medellín Colombia.

² Grupo de Investigación GICTA. Universidad Nacional de Colombia –Sede Medellín. Calle 59A No. 63-20. Medellín, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: monica.durango@colmayor.edu.co

Tabla 1. Metodología para la determinación de compuestos volátiles.

Compuestos	Tipo de muestra	Preparación de la muestra	Parámetros cromatográficos	Método
Acetoina y Diacetilo	Suero y Quesillo	Extracción: 5g de Quesillo y 5g de Suero fueron mezclados en 10 ml de acetona GR y sometidos a agitación con varilla de vidrio por 5 min. La fase orgánica se deposita en balón volumétrico de 50 ml, y se lleva a volumen con acetona GR, realizando vortex 1 min.	Columna capilar: 30 m WAX-PEG, 0,53 mm ID, 1 μ mdf. Gas de arrastre: Helio 3,9 Psi, Flujo total: 60,2ml/min. Split ratio: 10,0. Cantidad inyectada: 2 μ l. Tiempo de corrida: 25,71 min. Temperaturas del inyector: 220°C. Temperatura del detector: 230°C. Temperatura inicial del horno: 50°C. Rampa de temperatura: 7°C/min. Temperatura final: 230°C.	Maciola y colaboradores, 2007
Ácidos grasos	Suero y Quesillo	Dos gotas de grasa recuperadas por el Método de Gerber, fueron mezcladas con 2 ml de hexano GR y 0,4ml de KOH metanólico 2M, realizando vortex por 30 seg, y luego se deja en reposo 20 min.	Columna capilar: 75 m SPTM2560, 0,18mm ID, 1 μ mdf. Gas de arrastre: Helio 42,0 Psi, Flujo total: 7,5ml/min. Split ratio: 10,0. Cantidad inyectada: 1 μ l. Tiempo de corrida: 75min, Temperaturas del inyector: 260 °C. Temperatura del detector: 260°C. Temperatura inicial del horno: 140°C/ 5min Rampa de temperatura: 4°C /min. Temperatura final: 240°C.	AOAC 2000.18 Ed. 18

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diacetilo fue detectado en 5 muestras de Suero y en una de Quesillo (tabla 2), con porcentajes de concentración entre 1,60E-04 a 3,40E-03. Reportes similares han sido descritos en quesos españoles de pasta hilada (3) y en otros elaborados con leches no pasteurizadas (4). Altas cantidades de diacetilo han sido encontradas en quesos madurados, elaborados con leches pasteurizadas y cultivos iniciadores comerciales (5) y en productos lácteos como el Suero, ricos en carga microbiana (6).

La acetoina fue detectada en 10 muestras de Quesillo y en 9 de Suero, con porcentajes entre 1,80E-04 a 5,00E-02 (tabla 2). Es frecuente encontrar este compuesto en quesos donde exista predominio de microbiota mesófila (7) y en quesos elaborados con leches pasteurizadas y cultivos iniciadores comerciales (1, 8).

Análisis de ácidos grasos

El coeficiente de variación (tabla 3) refleja la dispersión en los valores de porcentaje de la grasa, en las muestras de Quesillo y Suero, de los ácidos butírico (C_{4:0}), mirístico (C_{14:0}), palmítico (C_{16:0}), esteárico (C_{18:0}) y oleico (C_{18:1n9c}); variabilidad que se encuentra relacionada con el origen y posibles diferencias en los estados de lipólisis inicial presen-

tados en la materias primas (9, 10) y a los cambios climáticos presentados durante la toma de muestras (11, 12).

Tabla 2. Porcentaje de Acetoina y Diacetilo en Suero y Quesillo.

Muestra	Producto	Acetoina %	% Diacetilo
1	Quesillo	1,30E-02	ND
	Suero	2,10E-02	ND
2	Quesillo	1,43E-03	ND
	Suero	1,30E-03	ND
3	Quesillo	1,80E-02	ND
	Suero	1,70E-02	1,60E-04
4	Quesillo	8,20E-03	1,40E-03
	Suero	2,00E-03	ND
5	Quesillo	5,20E-04	1,60E-03
	Suero	1,80E-04	ND
6	Quesillo	5,00E-02	ND
	Suero	1,80E-03	ND
7	Quesillo	2,00E-02	ND
	Suero	2,80E-02	1,28E-03
8	Quesillo	4,00E-02	ND
	Suero	ND	3,40E-03
9	Quesillo	4,40E-04	ND
	Suero	1,70E-02	1,70E-03
10	Quesillo	1,00E-02	ND
	Suero	1,80E-02	1,50E-03

Tabla 3. Contenido de Ácidos Grasos en Quesillo y Suero.

Ácido Graso	Mínimo		Media		Máximo		Desvest		CV		Nº Muestras	
	Quesillo	Suero	Quesillo	Suero	Quesillo	Suero	Quesillo	Suero	Quesillo	Suero	Quesillo	Suero
C4:0 Butírico	1,62	0,52	2,03	1,26	2,32	2,01	0,04	0,38	1,97	30,16	10	6
C14:0 Mirístico	9,90	6,77	10,59	9,20	11,57	11,12	0,44	1,11	4,15	12,07	10	10
C16:0 Palmítico	28,48	20,88	31,37	31,40	34,40	43,04	3,21	28,25	10,23	89,97	10	10
C18:0 Esteárico	11,95	8,75	13,22	13,63	14,81	21,69	0,63	10,31	4,77	75,64	10	10
C18:1n9c Oleico	17,28	14,08	20,61	21,45	23,17	36,46	3,76	34,46	18,24	160,65	10	10

* (C) número de Carbonos (Devest) desviación estándar (CV) coeficiente de variación.

El ácido Palmítico ($C_{16:0}$), oleico ($C_{18:1n9c}$), esteárico ($C_{18:0}$) y mirístico ($C_{14:0}$) fueron detectados en todas las muestras y han sido reportados en altas concentraciones en Quesos de pasta hilada de origen italiano, español y argentino (9, 11, 13,14). El oleico ($C_{18:1n9c}$), es un ácido graso mono insaturado que impide el crecimiento de bacterias anaeróbicas asociadas al mal sabor (15), y ha sido reportado en quesos de pasta hilada y en el queso azul Danés (14, 15). El butírico ($C_{4:0}$) se presentó en 10 muestras de Quesillo y en 6 de Suero. Este ácido de cadena corta está relacionado con la generación de sabor intenso (15), y su presencia es producto de las esterasas contenidas en el cuajo y de las lipasas provenientes de la microbiota láctica, ha sido reportado en alta cantidad en quesos de pasta hilada, (14, 15) y en quesos madurados (15).

CONCLUSIONES

La acetoína fue el compuesto volátil predominante sobre el diacetilo y sugiere la presencia de microbiota láctica capaz de desarrollar aromas. Se evidenció predominio de ácido Palmítico ($C_{16:0}$) oleico ($C_{18:1n9c}$), esteárico ($C_{18:0}$), mirístico ($C_{14:0}$) y Butírico ($C_{4:0}$) como precursores de compuestos finales de sabor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ziino M, Condurso C, Romeo V, Giuffrida D, Verzera A. Characterization of "Provola dei Nebrodi", a typical Sicilian cheese, by volatiles analysis using SPME-GC/MS. *Int Dairy J.* 2005 Jun; 15 (6-9): 585-593.
- Sepúlveda JU, Mejía LG, Jaramillo de AM. Quesos frescos y de pasta hilada. Facultad de Ciencias Agropecuarias Departamento Ingeniería Agrícola. 1995; 125-136.
- Garabal JI, Rodríguez-Alonso P, Centeno JA. Characterization of lactic acid bacteria isolated from raw cows' milk cheeses currently produced in Galicia (NW Spain). *LWT-Food Sci Tech.* 2008 Nov; 41 (8): 1452-1458.
- Menéndez S, Godínez R, Centeno JA, Rodríguez-Otero JL. Microbiological, chemical and biochemical characteristics of "Tetilla" raw cows-milk cheese. *Food Microbiol.* 2001 Apr; 18 (2): 151-15.
- Ortigosa M, Torre P, Izco JM. Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of Roncal cheese. *J Dairy Sci.* 2001; 84 (6): 1320-1330.
- McSweeney LH, Sousa M J. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Le Lait.* 2000; 80 (3): 293-324.
- Skeie S, Kieronczyk A, Næss RM, Østlie H. *Lactobacillus* adjuncts in cheese: Their influence on the degradation of citrate and serine during ripening of a washed curd cheese. *Int Dairy J.* 2008; 18 (2): 158-168.
- Rodríguez AP, Centeno JA, Garabal JI. Comparison of the volatile profiles of Arzuá-Ulloa and Tetilla cheeses manufactured from raw and pasteurized milk. *LWT - Food Sci Tech.* 2009; 42 (10): 1722-1728.
- Poveda JM, Cabezas L. Free fatty acid composition of regionally-produced Spanish goat cheese and relationship with sensory characteristics. *Food Chem.* 2006 Mar; 95 (2): 307-311.
- Morgan, F, Bodin JP, Gaborit P. Lien entre le niveau de lipolyse du lait de chevre et la qualite sensorielle des fromages au lait cru ou pasteurisé. *Lait.* 2001; 81 (6): 743-75.
- Patiño EM, Judis MA, Guanziroli S, Pochon DO, Cedrés JF, Doval MM, Romero A, Faisal EL, Crudeli G, Rebak G. Determinación de ácidos grasos en leche bubalina (Bubalus bubalis) producida en Corrientes, Argentina. *Sitio Argentino de Producción Animal.* 2008: 1-5.
- Berard J, Bianchi F, Careri M, Chatel a, Mangia A, Musci M. Characterization of the volatile fraction and of free fatty acids of "Fontina Valle d'Aosta", a protected designation of origin Italian cheese. *Food Chem.* 2007; 105 (1): 293-300.
- Romano R, Giordano A, Chianese L, Addeo F, Musso SS. Triacylglycerols, fatty acids and conjugated Analysis. 2011 Mar; 24 (2): 244-249.
- Gobbetti M, Morea M, Baruzzi F, Corbo MR, Matarante A, Considine T, *et al.*, Microbiological, compositional, biochemical and textural characterisation of Caciocavallo Pugliese cheese during ripening. *Int Dairy J.* 2002; 12: 511-523.
- Collins YF, McSweeney PLH, Wilkinson MG. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *Int Dairy J.* 2003; 13: 841-866.

EFFECTO DE ULTRASONIDO SOBRE LA ACTIVIDAD ATP-asa Y PROPIEDADES FUNCIONALES EN SURIMI DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

EFFECT OF ULTRASOUND ON ATP-ase ACTIVITY AND FUNCTIONAL PROPERTIES IN TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) SURIMI

ARTÍCULO CORTO

Annamaria FILOMENA¹, Luis E. DÍAZ¹, Ana PUIG², Indira SOTELO^{1*}

RESUMEN

Debido a la importancia nutricional del pescado y su potencial en la obtención de productos procesados con alto valor agregado, uno de los mayores retos es desarrollarlos a partir de procesos sostenibles que preserven la calidad funcional de los mismos. A partir de Tilapia se elaboró surimi por método tradicional y con ultrasonido (40 kHz; 150 W; 15 min). Se determinó el efecto del ultrasonido sobre la actividad ATP-asa, propiedades funcionales y estructurales de surimi. El ultrasonido no afectó la capacidad de retención de agua y cohesividad, incrementó: actividad ATP-asa (77,8%), contenido de proteína (16,94%), dureza (14,83%), elasticidad (2,82%), masticabilidad (13,74%) y disminuyó humedad (2,00%). En su microestructura el surimi con ultrasonido fue menos compacto. La aplicación de ultrasonido para la elaboración de surimi redujo un ciclo de lavado, conservando la calidad del producto.

Palabras clave: tilapia, surimi, ATP-asa, ultrasonido, microestructura.

ABSTRACT

The nutritional importance of fish and its potential in the production of products processed with high value added, is one of the biggest challenges is to develop from production the sustainable processes that maintain for their functional quality. Tilapia was used to prepare surimi by traditional method and ultrasound (40 kHz, 150 W, 15 min). The effect of ultrasound was determined on the ATP-ase activity, functional and structural properties of surimi. Ultrasound did not affect water holding capacity and cohesiveness, but increased: ATP-ase activity (77.8%), protein content (16.94%), hardness (14.83%), elasticity (2.82%), chewiness (13.74%) and decreased moisture (2.00%). The surimi microstructure was less compact with ultrasound. The use of ultrasound in the obtaining of surimi reduced one wash cycle keeping the product quality.

Keywords: Tilapia, surimi, ATP-ase, ultrasound, microstructure.

INTRODUCCIÓN

El surimi es un producto elaborado de músculo de pescado, lixiviado para eliminar proteínas sarcoplásmicas y mezclado con crioprotectores (1). Tradicionalmente es obtenido de especies marinas; en los años noventa la baja producción de surimi de especies de agua salada dio oportunidad a otros

recursos para la fabricación de surimi, como la Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (2). La actividad ATP-asa es indicador de degradación de actomiosina en tratamientos de conservación de pescados y desnaturalización proteica (3). El ultrasonido de alta intensidad (20-100 kHz y de potencias mayores a 1 W/cm²), ha sido utilizado en transferencia de materia e incluido como etapa de extracción en

¹ Facultad de Ingeniería. Grupo de Procesos Agroindustriales. Universidad de La Sabana. Chía, Colombia.

² Grupo de Microestructura y Química de los Alimentos –MIQUALI. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: indira.sotelo@unisabana.edu.co

protocolos de análisis. La aplicación de ultrasonido modifica la permeabilidad en tejidos (4). Durante la obtención de surimi la estructura del músculo se modifica, la observación de la microestructura y los cambios producidos se relacionan con la textura y la interacción entre sus componentes (5). El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de ultrasonido sobre la actividad ATP-asa y las principales propiedades funcionales y estructurales de surimi.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de Surimi

Método tradicional

Filetes de Tilapia troceados (6 cm²), lixiviados con agua por tres ciclos de 15 min, se prensaron y homogenizaron con NaCl (0,1%), sacarosa (0,2%) y polifosfato de sodio (0,3%), se sometieron a 60°C (10 min).

Método Ultrasonido

Filetes de Tilapia troceados (6 cm²) lixiviados, se trataron con ultrasonido (40 kHz; 150 W, 15 min) (Selecta S.A.), se continuó con el mismo protocolo del método tradicional.

Actividad ATP-asa: Según método de Phatcharot (6). *Contenido de Humedad:* Método 985.14-AOAC (7). *Capacidad de retención de agua (CRA):* Método de Jauregui *et al.*, 1981 (8). *Análisis de Perfil de Textura (TPA):* Sonda P/25; velocidad: 2,0 mm/s. *Proteína total:* Método 984.13-AOAC (7). *Microscopía electrónica de barrido (SEM):* Cubos (2-3 mm³) fijados por

liofilización, se observó en microscopio electrónico de barrido (JEOL 6300), 15 kV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en Tilapia para humedad, CRA, proteína total y actividad ATP-asa fueron similares a los reportados para la misma especie (9) (tabla 1). La actividad ATP-asa fue mayor en surimi con ultrasonido (77,8%), asociado a mayor desnaturalización proteica por efecto de cavitación entre miofibrillas (4).

No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en CRA entre los métodos de obtención de surimi. La CRA está relacionada con la formación de redes proteicas, que incrementan la retención de agua (10); los valores en el método con ultrasonido fueron mayores por su efecto sobre el espacio entre miofibrillas (11). La proteína total aumentó en el surimi con ultrasonido debido a la presencia de proteínas sarcoplásmicas remanentes (1). Se presentó una disminución en la concentración de proteína en el método tradicional, resultados similares fueron reportados en surimi de Cajaró (*Phractocephalus hemiliopterus*) (12). El contenido de humedad fue menor con la aplicación de ultrasonido debido a la reducción de un ciclo de lavado frente a los tres realizados en el método tradicional.

Los resultados de TPA no evidenciaron diferencias significativas ($p > 0,05$) pero se observó pequeños aumentos en: dureza, elasticidad y masticabilidad en el surimi con ultrasonido; indistintamente del método se presentó un comportamiento cohesivo que son típicas características texturales de este tipo de productos.

Tabla 1. Características evaluadas para Tilapia y Surimi método tradicional y con ultrasonido.

Muestra	Análisis de Perfil de Textura (TPA)				CRA (g Agua retenida/ g muestra)	Humedad (g Agua / g muestra)	Proteína Total (mg proteína/ g muestra)	Actividad ATP-asa (mmoles de P/ mg Proteína / min)
	Dureza (N)	Elasticidad (mm)	Masticabilidad	Cohesividad				
Tilapia (n=9)	***	***	***	***	52,802 ± 1,991	80,143 ± 1,116	11,451 ± 1,854	0,009±0,001
Surimi método tradicional (n=9)	73,151 ^a ± 4,570	0,885 ^a ± 0,091	53,871 ^a ± 7,051	0,830 ^a ± 0,051	66,562 ^a ± 1,180	77,834 ^a ± 0,448	14,701 ^a ±0,731	0,009 ^a ±0,001
Surimi método tradicional (n=9)	83,999 ^a ± 5,398	0,910 ^a ± 0,091	61,273 ^a ± 3,247	0,805 ^a ± 0,061	68,268 ^a ± 2,545	76,212 ^b ± 0,203	17,191 ^b ±1,652	0,016 ^b ±0,001

* Los datos representan la media ± la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).*** Características no evaluadas por anisotropía.

El surimi obtenido por método tradicional en su microestructura mostró una red proteica más compacta, con menos alveolos producidos por la

dilatación del aire ocluido (10) entre las miofibrillas y el sarcolema que se acentúa con el empleo del ultrasonido.

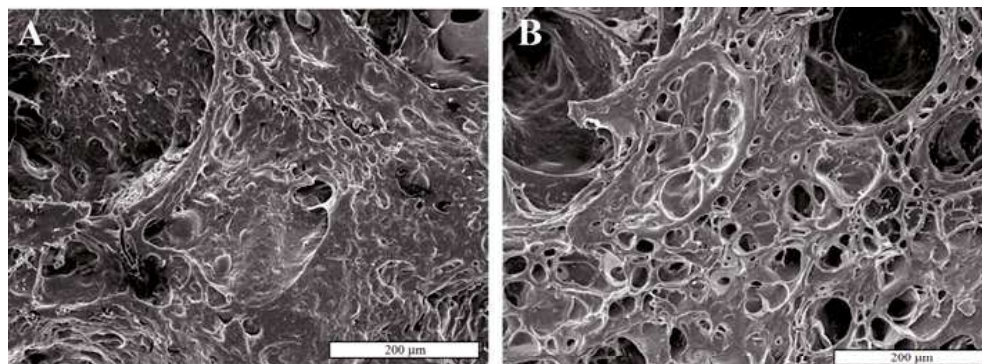


Figura 1. Detalle de surimi elaborado por método tradicional (A) y con ultrasonido (B).

CONCLUSIÓN

La Tilapia tiene potencial tecnológico para la elaboración de surimi, orientada a la adición de valor sobre productos piscícolas. La aplicación de ultrasonido como variación del método de obtención, permitió disminuir un ciclo de lavado obteniendo surimi con características similares al método tradicional en donde la actividad ATP-asa fue menor manteniendo las propiedades funcionales.

AGRADECIMIENTOS

Universidad de La Sabana. Proyecto ING-114-2010. Grupo MiQuali. Universidad Politécnica de Valencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sotelo I, Filomena A, Rodríguez J. Evaluación de las propiedades del Cajaro (*Phactcephalus hemiliopterus*) como potencial para la obtención de surimi y productos derivados. *Rev. MVZ Córdoba*. 2008; 13: 1456-1463.
- Hall G. *Fish Processing Technology*. 2th ed., George Hall. Food Engineering and Biotechnology group. Ed. Aspaen Publishers Inc. 2001.
- Bowker B, Swartz D, Grant A, Gerrard D. Myosin heavy chain isoform composition influences the susceptibility of actin-acti-
- vated S1 ATP-ase and myofibrillar ATP-ase to pH inactivation. *Meat Sci*. 2005; 71: 342-350.
- Mulet A, Benedito J, Golás Y, Cárcel JA. Noninvasive ultrasonic measurements in the food industry. *Food Rev Int*. 2002; 18: 123-133.
- Jafarpour A, Gorczyca E. Rheological Characteristics and Microstructure of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Surimi and Kamaboko Gel. *Food Biophysics*. 2009; 4: 172-179.
- Phatcharat S, Benjakul S, Visessanguan W. Effects of washing with oxidising agents on the gel-forming ability and physico-chemical properties of surimi produced from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). *Food Chem*. 2006; 98: 431-439.
- AOAC. *Official Methods of Analysis 1990*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington. D.C.
- Jauregui C, Regenstein A, Baker R. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water binding property of muscle foods. *J Food Sci*. 1981; 46 (4): 1271-1273.
- Murthy LN, Panda SK, Shamasundar BA. Physico-chemical and functional properties of proteins of tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *J Food Process Eng*. 2011; 34: 83-107
- Álvarez-Parrilla E, Puig A, Lluch M.A. Preparación y caracterización química y microestructural de surimi de Merluza (*Merluccius merluccius*) y de Jurel (*Trachurus trachurus*). *JFST*. 1997; 3: 49-60.
- Zhang Y, Zeng QZ, Zhu ZW, Zhou R. Effect of ultrasonic treatment on the gel strength of tilapia (*Sarotherodon nilotica*) surimi. *J Food Process Eng*. 2009; 34: 533-548.
- Sotelo LI, Filomena A, Rodríguez J. Efecto sobre la extracción de proteína con la aplicación de ultrasonido para la obtención de surimi de Cajaro (*Phractcephalus hemiliopterus*). *Revista Alimentos Hoy*. 1: 85-90.

TIPIFICACION DE MIELES DE MIELATO DE ROBLE (*Quercus humboldtii*) DE BOYACA Y SANTANDER

TIPIFICATION OF OAK (*Quercus humboldtii*) HONEYDEW HONEY FROM BOYACA AND SANTANDER

ARTÍCULO CORTO

Viviana GAMBOA-ABRIL^{1*}, Consuelo DÍAZ-MORENO¹, Judith FIGUEROA-RAMÍREZ²

RESUMEN

Se seleccionó apiarios de regiones de Boyacá y Santander con potencial para la producción de miel de mielato de roble y se recolectaron 46 muestras. Se determinó parámetros fisicoquímicos de importancia en la tipificación de mieles de ésta fuente botánica, como: conductividad eléctrica, acidez y pH, cenizas y minerales (Na, K, Ca, Fe, Mg, Cu, Zn), color y contenido de humedad. La normatividad internacional indica que las mieles de mielato tienen conductividad eléctrica superior a 0,8 mS/cm, se agruparon las muestras de acuerdo a este parámetro y se hizo una exploración de la información con análisis de componentes principales. Las mieles de mielato de roble fueron diferenciadas significativamente de mieles florales por los parámetros de contenido de cenizas, color, conductividad eléctrica, pH, acidez libre y K, Fe y Na.

Palabras clave: análisis fisicoquímico, miel, quercus, Colombia.

ABSTRACT

46 samples were collected from apiaries with potential to produce oak honeydew honey from regions of Boyacá and Santander. Physicochemical parameters of importance in the characterization of honeys from this botanical source, such as: electrical conductivity, acidity and pH, ash and minerals (Na, K, Ca, Fe, Mg, Cu, Zn), color and moisture content were analyzed. International law states honeydew honeys with electrical conductivity higher than 0.8mS/cm. Honey samples were grouped according to this parameter and were explored by principal component analysis. Honeydew honeys were significantly differentiated from floral honeys by the parameters of ash content, color, electrical conductivity, pH, free acidity, and mineral content of K, Fe and Na.

Keywords: Physical-chemical analysis, honey, Quercus, Colombia.

INTRODUCCIÓN

La miel de mielato originaria de los bosques de roble (*Quercus humboldtii*) extraído por *Stigmacoccus asper* (7) es un producto novedoso y con importancia para el país como un producto forestal no maderable (PFNM) de zonas vulnerables en Boyacá y Santander. En Colombia no hay información sobre su composición y diferencias con mieles florales, motivo por el cual la Universidad Nacional de Colombia actualmente se encuentra investigando en las características propias de la

miel de de roble, a partir de indicadores biológicos y parámetros de composición fisicoquímica. De acuerdo a la Directiva 2001/100/CE de la Unión Europea los mielatos se caracterizan por tener una conductividad eléctrica superior a 0,8 mS/cm (3); alto contenido de cenizas, usualmente superior al 1% (6), contenido de minerales principalmente de potasio, magnesio, sodio, calcio, azufre y fósforo (6); altos valores de pH, mayor a 4,5, altos valores de acidez, especialmente de acidez libre con valores medios 33,5 meq/kg (3) y un contenido de humedad bajo, a partir de 14% (5).

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mvgamboaa@unal.edu.co

En este producto, un solo parámetro no es capaz de diferenciar entre mieles de mielato y mieles florales, para este estudio se tuvo en cuenta parámetros como pH, acidez libre, cenizas, color y contenido de minerales (Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu), siendo la conductividad eléctrica un primer indicador de diferenciación de las muestras analizadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectó 46 muestras de miel entre 2010 y 2011, 27 de Boyacá y 19 de Santander de apiarios influenciados por bosques de roble. Luego de determinar la conductividad eléctrica, las muestras fueron divididas en dos grupos: el grupo 1 integrado por mieles con conductividad eléctrica mayor a 0,8 mS/cm y el grupo 2 por mieles con conductividad eléctrica menor a 0,8 mS/cm.

Análisis fisicoquímico

Se determinó el contenido de humedad por refractometría (1, 2), conductividad eléctrica por conductimetría (2), pH por potenciometría, acidez

libre y lactónica por volumetría (2); cenizas por gravimetría (2), minerales (Na, K, Ca, Fe, Mg, Cu, Zn) por espectroscopía de absorción atómica (1) y color por fotometría (4).

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva y análisis de varianza con Minitab 15® y Análisis de Componentes Principales con MATLAB (v. 7.0 The Mathworks, Natick, MA, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis fisicoquímicos se muestran en la tabla 1, la acidez libre y el contenido de cenizas presentan una alta significancia en la diferenciación entre grupos, en caso del grupo 1, estos parámetros están por encima de los límites establecidos por la Directiva de la Unión Europea. El parámetro de contenido de humedad para las probables muestras de origen floral presentó los valores altos, por encima del límite establecido en la normatividad en 2 muestras.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de mieles de mielato de roble y de origen floral.

Variable	Unidad	Grupo 1				Grupo 2				Límites Europeos
		n = 27				n = 19				
		Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	
Conductividad eléctrica **	mS/cm	1,1838	0,2582	0,8147	1,897	0,4959	0,1374	0,328	0,776	> 0,8
Acidez libre**	meq-kg	40,77	11,06	23,47	65,3	27,05	7,60	15,32	41,29	< 50
Color**	mm Pfund	97,74	20,25	51,33	129,67	68,63	19,64	22,33	110	
Humedad	%	16,403	1,811	13,3	19,758	17,407	2,701	15,282	26,896	> 20
pH**		4,4714	0,3296	3,929	5,015	4,0467	0,2677	3,489	4,506	
Cenizas**	% (Base seca)	0,6063	0,2298	0,1779	1,0292	0,2517	0,0815	0,1236	0,4028	< 1
Na**	ppm	156,13	49,75	63,7	247,5	81,12	39,63	24,96	193,9	
K**	ppm	1492	886	162	3664	416,7	243,4	31,7	933,7	
Ca	ppm	105,68	44,87	61,9	228,9	100,28	36,92	46,4	162,79	
Fe**	ppm	7,692	3,418	2,343	18,3	3,449	2,334	0	7,772	
Mg*	ppm	79,16	32,46	30,4	156,75	51,28	33,32	18,42	134,9	
Cu*	ppm	2,176	1,361	0	5,381	1,164	0,790	0	3,1	
Zn	ppm	21,36	20,04	0	99,7	14,04	21,94	0	69,6	

* Diferencias significativas entre mieles de los grupos de mieles ($p \leq 0,01$); **Diferencias altamente significativas entre los grupos de mieles ($p \leq 0,001$).

El Análisis de Componentes Principales muestra en el gráfico del Score plot (figura 1) la diferenciación de mieles de roble y mieles de origen floral, los dos primeros componentes explican el 61f3% de la varianza de la información y el gráfico del Loading plot indica que las variables que tienen mayor contribución en la clasificación de las muestras

son contenido de cenizas, conductividad eléctrica, color, pH, acidez libre y minerales (Mg, Fe y K). Sin embargo, el contenido de humedad está más alto en mieles de origen floral. Se observa que el origen geográfico de las muestras no influye en las características fisicoquímicas que contribuyen en la clasificación de las mismas.

En la figura 1 se observa que algunas mieles de origen floral tienen un contenido de humedad muy similar a las mieles de mielato, esto puede deberse a posibles mezclas naturales de mieles de ambos orígenes (5); sin embargo, se recomienda la confirmación de indicadores biológicos, para tener una mejor explicación de la clasificación de las muestras.

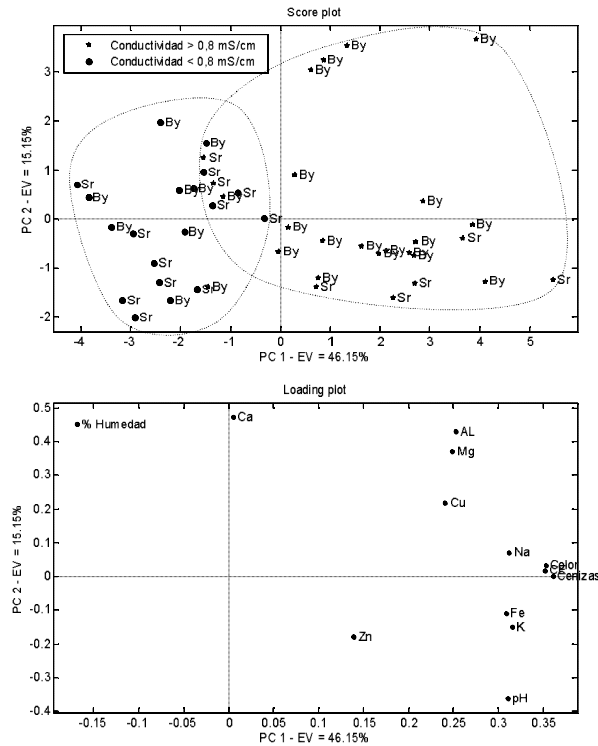


Figura 1. Análisis de Componentes Principales en la diferenciación de mieles de mielato y mieles florales (By (Boyacá) – Sr (Santander)).

CONCLUSIONES

La agrupación de las muestras planteada por el parámetro de conductividad fue acertada, para la tipificación de las mieles de mielato de roble en Colombia. Los parámetros fisicoquímicos testados determinan diferencias por origen botánico; sin embargo, se recomienda hacer un análisis de indicadores biológicos que contribuyan a explicar mejor su clasificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. AOAC International. Washington 2005.
2. Bogdanov S, Martin P, Lüllmann C. Harmonized Methods of the European Honey Commission. *Apidologie*. 1997; Extra issue: 1-59.
3. Bogdanov S. Classification of honeydew and blossom honeys by discriminat analysis. *APL Sci*. 2006; 9.
4. Fattori B. "La miel" propiedades, composición y análisis fisicoquímico. Buenos Aires, Argentina: Apimondia; 2004.
5. Marghitas LA, Dezmiorean D, Popescu O, Moise A, Stanciu O, Bonta V, *et al*, Honeydew honey produced in Transylvania: physicochemical and melisopallinological evaluation for authenticity characterization. *Bulletin UASVM Anim. Sci Biot*. 2008; 65 (1-2): 238-243.
6. Pawel P. Determination of metal content in honey by atomic absorption and amission spectrometries. *Trends Anal Chem*. 2009; 28 (1): 12.
7. Takumaza K., Las cochinillas de Colombia (*Hemiptera: Coccoidea*). Department of Entomology and Plant Pathology, Auburn University. *Biota Colombiana*. 2001; 2 (1): 31-48.

COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ARAZÁ (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) DURANTE LA MADURACIÓN

COMPARISON OF THE ANTIOXIDANT CAPACITY OF ARAZÁ (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) DURING THE RIPENING

ARTÍCULO CORTO

Fabio A. CUÉLLAR C.^{1*}, Cecilia ANZOLA V.¹

RESUMEN

El arazá es un fruto amazónico con capacidad antioxidante. En este trabajo se clasificó el epicarpio y mesocarpio del fruto de arazá en cuatro estados de madurez (verde, pintón, maduro y sobremaduro). Se extrajo compuestos fenólicos utilizando mezclas de solventes (metanol, acetona, agua) determinando su contenido (método Folin-Ciocalteu), encontrando en el mesocarpio mayor contenido en el estado verde y en epicarpio en estados maduro y verde. La capacidad antioxidante fue determinada por métodos hidrofílicos (ABTS, DPPH, FRAP) y lipofílico (decoloración del β -caroteno) encontrando en el mesocarpio la mayor capacidad en estados verde y maduro, siendo los compuestos fenólicos los principales contribuyentes, dando al fruto de arazá la posibilidad de utilizarse en elaboración o enriquecimiento de productos alimenticios.

Palabras clave: arazá, antioxidante, ABTS, DPPH, FRAP, β -caroteno, madurez.

ABSTRACT

The arazá is an amazonic fruit and has antioxidant components. This work was carried out the classification of the fruits of arazá in four different states using as the index of maturity, then phenolic compounds were extracted using mixtures of solvents (methanol, acetone, water) and your content was determined by the Folin-Ciocalteu method in the epicarp and mesocarp. It was noted that arazá mesocarp polyphenol content is higher in the green state while the epicarp is greater in states mature and green. The antioxidant capacity was determined by hydrophilic methods (ABTS, DPPH and FRAP), and a lipophilic method (β -carotene bleaching) and we concludes that the mature and green have the highest antioxidant capacity, phenolic compounds being present in the epicarp and mesocarp is the major contributors.

Keywrds: Arazá, antioxidant, ABTS, DPPH, FRAP, β -carotene, ripening.

INTRODUCCIÓN

Compuestos con capacidad antioxidante provenientes de frutas y verduras muestran interés pues no representan riesgos para la salud. La medida de esta capacidad permite determinar su utilidad para la salud humana y los efectos positivos que pueda

tener en la prevención de enfermedades causadas por el estrés oxidativo (1).

El arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) es un fruto de la región amazónica, cultivado en países como Brasil, Bolivia y Colombia. Alrededor de 1200 hectáreas son cultivadas con estos frutales amazónicos vinculando muchas familias de la región a su explotación (2, 3).

¹ Grupo de Investigación Estudio de los cambios químicos y bioquímicos de alimentos frescos y procesados. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá. Carrera 30 45-03. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: facuellarc@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Clasificación y procesamiento de los frutos

Los frutos obtenidos en centrales de abastos de Bogotá fueron clasificados en cuatro estados de madurez (verde, pintón, maduro, sobremaduro), utilizando como criterios de selección el color y apariencia. Se separó manualmente epicarpio y mesocarpio, en cada estado, fueron liofilizados determinando el índice de madurez (4).

Los liofilizados fueron extraídos con metanol:agua (50:50), acetona:agua (70:30), guardando los sobrenadantes a -15°C en oscuridad (5).

Cuantificación de compuestos fenólicos libres

Se utilizó el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (6).

Cuantificación de la capacidad antioxidante total

Se usó: decoloración del β -caroteno (7), ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-ácido-6-sulfónico) (8) DPPH (2,2-difenil-2-picrilhidrazilo) (9), FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) (10), realizando prueba F en ANOVA y prueba de rangos múltiples.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación y procesamiento de los frutos

Tabla 1. Índice de madurez del fruto de arazá liofilizado, en diferentes estados de maduración.

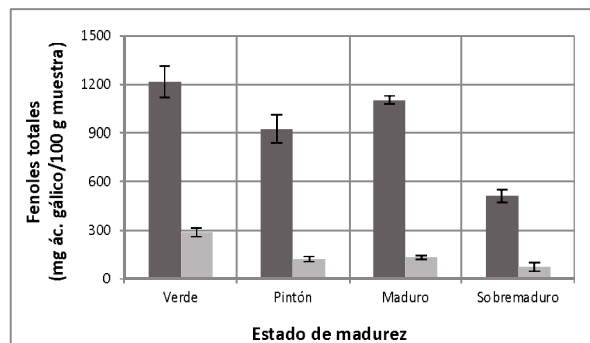
Estado de madurez	Acidez titulable (% ác. málico)	Sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$)	Índice de madurez ($^{\circ}\text{Brix}/\%\text{ác.málico}$)
Verde	$6,82 \pm 0,30$	$5,0 \pm 0,1$	$0,73 \pm 0,03$
Pintón	$5,55 \pm 0,11$	$6,5 \pm 0,1$	$1,17 \pm 0,01$
Maduro	$4,64 \pm 0,18$	$7,0 \pm 0,2$	$1,51 \pm 0,10$
Sobremaduro	$4,52 \pm 0,06$	$7,5 \pm 0,1$	$1,66 \pm 0,05$

La clasificación hecha con base en el color y apariencia concuerda con los valores obtenidos para índice de madurez (tabla 1).

Cuantificación de compuestos fenólicos libres

Se determinó en los extractos de epicarpio y mesocarpio liofilizado, utilizando el método Folin-Ciocalteu, observando que el contenido de fenoles es mayor en estado verde, (epicarpio, mesocarpio)

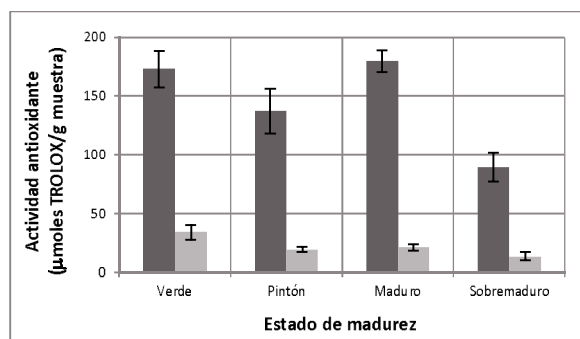
(gráfica 1). Aplicando la prueba estadística de rango múltiple se encontró que en mesocarpio los valores para pintón y maduro son estadísticamente iguales, indicando que el contenido de fenoles libres es igual a pesar de la diferencia de madurez del fruto.



Gráfica 1. Cuantificación de compuestos fenólicos en el fruto de arazá: (♦) Epicarpio (◆) Mesocarpio.

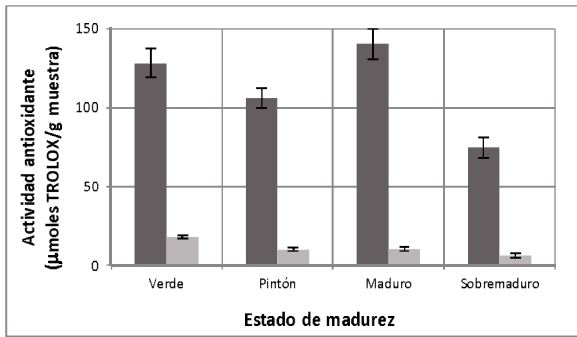
Cuantificación de la capacidad antioxidante total

Por el método ABTS utilizando Trolox como patrón (gráfica 2) el epicarpio muestra mayor capacidad (y estadísticamente igual) en estados verde y maduro, mientras que en mesocarpio se presenta en estado verde. Por tanto, la capacidad de captar radicales libres es mayor en estado verde, relacionada con el contenido de fenoles.



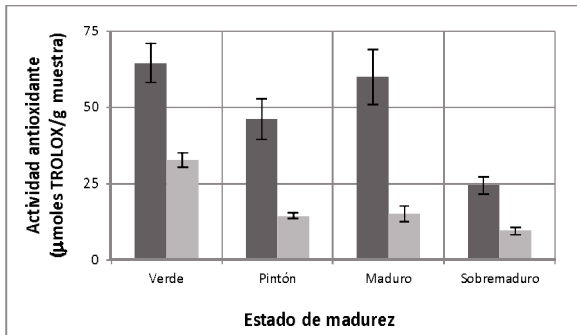
Gráfica 2. Actividad antioxidante por el método ABTS en el fruto de arazá: (♦) Epicarpio (◆) Mesocarpio.

Por el método DPPH (gráfica 3), la capacidad antioxidante del epicarpio es mayor en estado maduro seguida de verde, pintón y sobremaduro y en mesocarpio es mayor en verde. ABTS y DPPH presentan concordancia en la capacidad antioxidante en mesocarpio y ligera diferencia en epicarpio en estado maduro.



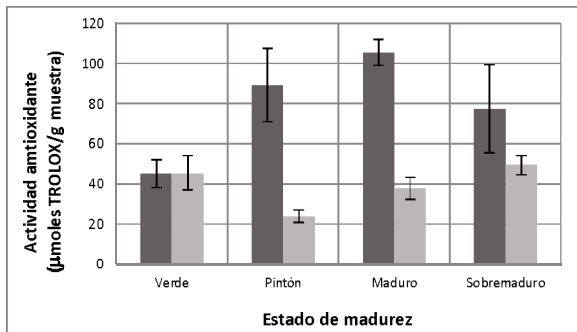
Gráfica 3. Actividad antioxidante por el método DPPH en el fruto de arazá. (♦) Epicarpio (♦) Mesocarpio.

La capacidad antioxidante (método FRAP) muestra que en epicarpio es mayor en estados verde y maduro, mientras que en mesocarpio se presenta en estado verde (gráfica 4).



Gráfica 4. Actividad antioxidante por el método FRAP en el fruto de arazá: (♦) Epicarpio (♦) Mesocarpio.

Por el método del β-caroteno la mayor capacidad antioxidante lipofílica del mesocarpio se presenta en estado verde y en epicarpio en estado maduro (gráfica 5).



Gráfica 5. Actividad antioxidante por el método de decoloración del β-caroteno en el arazá: (♦) Epicarpio (♦) Mesocarpio.

Estos valores son diferentes a los de los métodos anteriores que miden capacidad hidrofílica.

El contenido de fenoles y la capacidad antioxidante presentan correlación lineal. Aunque no es marcada la diferencia en la capacidad antioxidante hidrofílica en los estados verde y maduro, la capacidad disminuye con el estado de madurez ya que los fenoles (que son los principales contribuyentes a esta capacidad) se oxidan de acuerdo al proceso respiratorio del fruto durante la maduración.

CONCLUSIONES

Se encontró que el contenido de fenoles en los frutos de arazá es mayor en el estado verde del fruto además de ser los principales contribuyentes a la capacidad antioxidante siendo los estados verde y maduro los que presentan la mayor capacidad antioxidante al ser medida por diferentes métodos químicos hidrofílicos (ABTS, DPPH, FRAP). También se encontró que la actividad antioxidante lipofílica para el epicarpio es mayor en los estados pintón y maduro mientras que en el mesocarpio es mayor en los estados verde y sobremaduro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *J Agric Food Chem.* 1998; 46: 4113-4117.
2. Do Nascimento SA, De Oliveira DF, Wachter O. Arazá (*Eugenia stipitata*) cultivo y utilización: manual técnico. Secretaría Pro Tempore; 1999. p. 14-15.
3. Hernández MS, Barrera JA, Carrillo M. ARAZÁ. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. 2006; p. 10-11.
4. Brand W, Cuvulier M, Berset C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT- Food Sci Tech.* 1995; 28: 25-30.
5. Espinal M. Capacidad antioxidante y ablandamiento de la guayaba palmira ICA I (*Psidium guajava* L.) durante el proceso de maduración [Tesis Magister en Ciencias Químicas]. [Bogotá, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2010. 150p.
6. Magalhaes L. Automatic method for the determination of Folin-Ciocalteu Reducing Capacity in food products. *J Agric Food Chem.* 2006; 54: 5241-5246.
7. Huang D, Ou B, Prior R. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem.* 2005; 53: 1841-1856.
8. Re R. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decoloration assay. *Free Radical Biol Medicine.* 1999; 26: 1231-1237.
9. Sharma, OP. DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chem.* 2009; 13: 1202-1205.
10. Benzie I, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma as a measure of "antioxidant power" The FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996; 239: 70-76.

MODELING HYGROSCOPIC EQUILIBRIUM OF PASSION FRUIT SEEDS

MODELACIÓN DEL EQUILIBRIO HIGROSCÓPICO DE SEMILLAS DE MARACUYÁ

SHORT REPORTS

Henry A. VÁQUIRO^{1*}, Harvey A. VILLA-VÉLEZ², Javier TELIS-ROMERO²

ABSTRACT

The known of hygroscopic equilibrium provide useful information for assessing storage conditions and for estimating energy requirements in the processing of by-products from the juice industry. In this study the water activity and the equilibrium moisture content of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) seeds were analyzed to determine the desorption isotherms at different temperatures. A theoretical model and three empirical models were used for modeling the desorption isotherms. The Clausius-Clapeyron equation was used to compute the isosteric heat sorption by using the Oswin model, since it appeared as the best option from fitting of the experimental and estimated equilibrium moisture contents.

Keywords: Physical properties, isotherm, isosteric heat of sorption, *Passiflora edulis*.

RESUMEN

El conocimiento del equilibrio higroscópico suministra información útil para la evaluación de condiciones de almacenamiento y para estimar los requerimientos de energía en el procesamiento de subproductos de la industria de jugos. En el presente estudio fueron analizadas la actividad de agua y el contenido de humedad de equilibrio de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) con el propósito de determinar las isotermas de desorción a diferentes temperaturas. Un modelo teórico y tres modelos empíricos fueron usados para modelizar las isotermas. La ecuación de Clausius-Clapeyron se utilizó para calcular el calor isostérico de sorción a partir del modelo de Oswin, el cual fue la mejor opción para el ajuste de los contenidos de humedad de equilibrio experimentales y calculados.

Palabras clave: propiedades físicas, isoterma, calor isostérico de sorción, *Passiflora edulis*.

INTRODUCTION

The exotic characteristics and nutritional attributes of passion fruit (*Passiflora edulis*) have led an increase in the demand for products obtained from its processing.

Passion fruit production (about 364000 t) is mainly destined for fresh fruit markets and processing juice. The industrial processing generates a large quantity of wastes that can range between 65 and 70 % of the initial weight (1).

Some studies have reported several potential uses of passion fruit seeds as source of minerals, proteins, crude fiber and edible oil (2).

The moisture sorption isotherms and the isosteric heat of sorption are useful tools to determine water/material interactions and to provide essential information for assessing processing operations and to estimate the energy requirements (3-5).

The main objectives of this study were: to determine the water sorption of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) seeds at different temperatures;

¹ Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.

² Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto. São Paulo, Brasil.

* Corresponding author: havaquiro@ut.edu.co

to model the effect of the temperature on the water desorption; and to estimate the isosteric heat of sorption by means of thermodynamic functions.

MATERIAL AND METHODS

Experimental procedure

The fruits of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* used in this study were obtained from a local market in São José do Rio Preto (São Paulo, Brazil). After removal of the pulp, the seeds were separated by hand using a 7-mm screen and washed with distilled water.

The equilibrium moisture contents of the seeds were determined by triplicate using the static gravimetric method (3) at temperatures of 30, 50 and 70°C. The sample weights were controlled until the moisture content on a dry weight basis did not exceed 0.1%, at which point equilibrium was assumed.

Isotherm modeling

Sorption isotherms of passion fruit seeds were modeled using the theoretical model of GAB (equation 1) and the empirical models of Halsey (equation 2), Henderson (equation 3) and Oswin (equation 4), which describe the equilibrium moisture content as function of both, temperature and water activity (4, 6).

$$X = X_w CKa_w / \{ (1 - Ka_w) [1 + (C - 1)Ka_w] \} \quad \text{Equation 1.}$$

$$X = [-\exp(a + bT) / \ln a_w]^{1/c} \quad \text{Equation 2.}$$

$$X = \{ -\ln(1 + a_w) / [a(b + T)] \}^{1/c} \quad \text{Equation 3.}$$

$$X = (a + b/T) [a_w / (1 + a_w)]^{1/c} \quad \text{Equation 4.}$$

where a_w is the water activity; X is the equilibrium moisture content (kg kg^{-1} d.b.); T is the absolute temperature (K); a , b and c are the constants of empirical models.

The GAB model parameters (equation 1) can be written as $C = C_0 \exp[(H_m - H_n)/(RT)]$ and $K = K_0 \exp[(\lambda - H_n)/(RT)]$, where C_0 and K_0 are model constants, H_m and H_n are the water sorption heat of the monolayer and multilayer (kJ mol^{-1}), respectively, λ is the evaporation enthalpy of water (kJ mol^{-1}), and R is the ideal gas constant ($\text{kJ K}^{-1} \text{kmol}^{-1}$).

The identification of model parameters were performed by nonlinear regression using the Statistic Toolbox of Matlab® 7.1 (The MathWorks

Inc., USA). The coefficient of determination (R^2) and the mean relative error (MRE) were used to evaluate the goodness of the estimations provided by the models.

Isosteric heat of sorption

The isosteric heat of sorption (Q_s , kJ mol^{-1}) was computed using equation 5 which is derived from the Clausius-Clapeyron equation (3).

$$Q_s = \lambda - R \frac{\partial(\ln a_w)}{\partial(1/T)} = \lambda + \frac{RT^2}{a_w} \frac{\partial a_w}{\partial T} \quad \text{Equation 5.}$$

In equation 5 the partial derivative of water activity with respect to temperature was solved in an analytical way using the best isotherm model fitting the experimental and estimated data.

RESULTS AND DISCUSSION

The experimental isotherms for passion fruit seeds at temperatures of 30, 50 and 70°C are shown in figure 1, where the equilibrium moisture content decreased when the temperature increased for a constant water activity, thus indicating that the lime seed is becoming less hygroscopic (3, 4, 6).

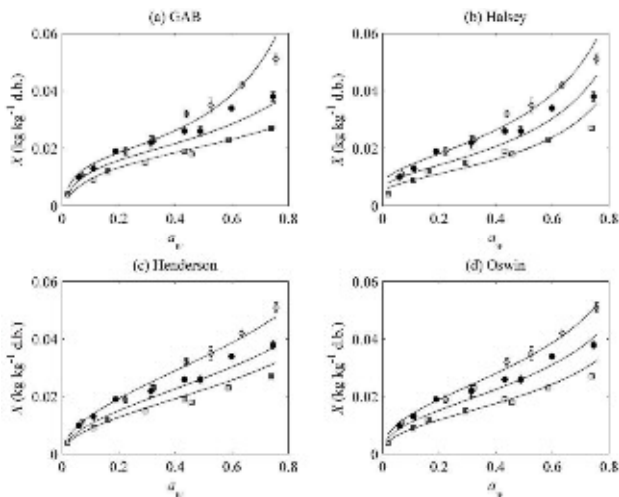


Figure 1. Experimental desorption isotherms at 30 °C (○), 50 °C (△) and 70 °C (□), and estimated results (-) with the GAB (a), Halsey (b), Henderson (c) and Oswin (d) models.

The agreement between experimental and estimated data (figure 1) indicates that Oswin model was the best choice for simulating desorption isotherms of passion fruit seeds at the temperatures considered with $R^2 = 0.972$ and $MRE = 7.34\%$. The

identified values for the Oswin model parameters were $a = -8.151 \times 10^{-2}$, $b = 34.91$ K and $c = 2.714$, which were in agreement with the thermodynamic theory and those reported by other authors (3, 6, 7).

The isosteric heat of sorption was determined from equation 5 by using the Oswin model. Isosteric heats of sorption at temperatures of 30, 50 and 70°C are shown in figure 2.

The isosteric heat of sorption was found to decrease with increase in moisture content being close to the evaporation enthalpy of water for moisture content higher than 0.06 kg kg⁻¹ d.b. The high isosteric heat values at low equilibrium moisture contents indicate strong interactions of water-food components, which could be explained by the existence of highly active polar sites on the material surface (3, 7). These estimations are comparable with those reported for other agrofood materials (3, 5, 7).

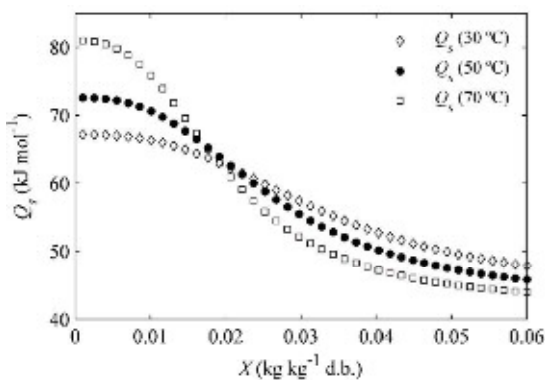


Figure 2. Estimated isosteric heat of sorption for passion fruit seeds at 30, 50 and 70°C.

CONCLUSIONS

The moisture desorption isotherms of passion fruit seeds obtained for the temperature range of 30 – 70 °C show a typical behavior of foodstuffs. The usefulness of different models to simulate the desorption data of lime seeds have been evaluated. By using the Oswin model, the isosteric heat of sorption has been calculated as function of both moisture content and temperature. The analyzed properties were in agreement with the thermodynamic theory and were comparable with those reported in the literature for other agrofood materials.

REFERENCES

1. De Oliveira EMS, Regis SA, De Resende ED. Characterization of yellow passion fruit pulp wastes. *Cienc Rural*. 2011; 41 (4): 725-730.
2. Liu S, Yang F, Li J, Zhang C, Ji H, Hong P. Physical and chemical analysis of Passiflora seeds and seed oil from China. *Int J Food Sci Nutr*. 2008; 59 (7-8): 706-715.
3. Villa-Vélez HA, Vázquez HA, Bon J, Telis-Romero J. Modelling thermodynamic properties of banana waste by analytical derivation of desorption isotherms. *Int J Food Eng*. 2012; 8 (1).
4. Eim VS, Rosselló C, Femenia A, Simal S. Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of carrot. *Int J Food Eng*. 2011; 7 (3).
5. Simal S, Femenia A, Castell-Palou Á, Rosselló C. Water desorption thermodynamic properties of pineapple. *J Food Eng*. 2007 Jun; 80: 1293-1301.
6. Gonelli ALD, Corrêa PC, Horta de Oliveira GH, Gomes CF, Botelho FM. Water sorption isotherms and thermodynamic properties of pearl millet grain. *Int J Food Sci Tech*. 2010; 45: 828-838.
7. Eim VS, Rosselló C, Femenia A, Simal S. Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of carrot. *Int J Food Eng*. 2011; 7 (3).

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE CONSERVA DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*)

EVALUATION PHYSICO-CHEMICAL AND SENSORY YELLOW PITAHAYA CANNING (*Selenicereus megalanthus*)

ARTÍCULO CORTO

Luis E. ORDÓÑEZ-SANTOS^{1*} Heidi X. BASTIDAS-BOLAÑOS¹, Alejandra M. NARVÁEZ-CORAL¹, Ricardo MALAGÓN-MANRIQUE²

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de una conserva de pitahaya amarilla. Cuatro lotes de 5 kg de frutas fueron adecuados y procesados en conserva de pitahaya, los sólidos solubles, el pH, la acidez, la vitamina C, el color, el sabor, el olor y la textura fueron evaluadas en cada una de las conservas. Los atributos sensoriales no cambian significativamente entre las conservas evaluadas y han tenido un nivel de aceptación en los consumidores; sin embargo, el contenido de sólidos solubles varía significativamente ($p < 0,05$) por el tipo de conserva.

Palabras clave: frutas, ácido ascórbico.

ABSTRACT

The research objective was to evaluate the physico-chemical and sensory properties yellow pitahaya canning. Four batches of 5 kg of fruit were adapted and processed canned pitahaya, soluble solids, pH, acidity, vitamin C, color, flavor, odor and texture were evaluated in each of the canning. The sensory attributes do not change significantly between the canned evaluated and have a significant level of acceptance among consumers, however, the solids content varies significantly ($p < 0.05$) by the type of canning.

Keywords: Fruits, ascorbic acid.

INTRODUCCIÓN

La pitahaya es el fruto de una planta xerofítica de la familia de las cactáceas, se clasifica en dos géneros, *Selenicereus Megalanthus Haw*, pitahaya amarilla, y el género *Hylocereus*, pitahaya roja (1, 2). El interés del mercado internacional por esta fruta exótica ha incentivado la producción y exportación en Colombia, en el 2009 la producción alcanzó 5100 toneladas y se exportó 230 toneladas de pitahaya fresca por un valor de 1,2 millones de dólares (2-4). A raíz del potencial promisorio

de la pitahaya como producto de exportación en Colombia, diferentes estudios han abordado la influencia de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad fisicoquímica y fisiológica del fruto (5, 6). Otras investigaciones, estudiaron el procesamiento de la pulpa de pitahaya amarilla (4, 7). Sin embargo, se evidencia que aún son limitadas las investigaciones sobre los métodos de conservación de la pitahaya, que ayuden a resolver la falta de alternativas de industrialización de esta fruta, en consecuencia, el objetivo de este trabajo fue evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de una conserva de pitahaya amarilla.

¹ Grupo de Investigación en Procesos Agroindustriales – GIPA. Departamento de Ingeniería. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia –Sede Palmira. Carrera 32 N 12-00, Palmira, Valle del Cauca, 472, Colombia.

² Departamento de Ciencias Animales. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia –Sede Palmira. Carrera 32 N 12-00, Palmira, Valle del Cauca, 472, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: leordonezs@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

20 kg de pitahaya amarilla fueron seleccionados en estado de madurez 5, la pitahaya se dividió en cuatro lotes, fueron lavados y desinfectados con 50 ppm de hipoclorito de sodio durante 10 min, fueron cortados en rodajas de 40 mm de diámetro y 5 mm de espesor y se retiró la piel, las rodajas y se envasó en frascos de vidrio de 125 g, tres soluciones a temperatura de 80°C fueron empleados en este estudio, azúcar (15 °Brix), panela de caña (15 °Brix), y cristales de stevia (*Rebaudiana bertonia*) en una relación de 7 g por 100 mL de agua. Preparada la conserva se pasteurizó 80 °C durante 15 min y fueron enfriados a 5°C para su posterior análisis. Los sólidos solubles, el pH y la acidez total de la conserva fueron determinados de acuerdo a las Normas Técnicas Colombiana (8-10). El contenido de vitamina C se realizó de acuerdo a Ordoñez-Santos *et al.*, 2010 (11). El análisis sensorial se evaluó con una escala hedónica de 7 puntos: 7 = Me gusta demasiado, y 1 = Demasiado des-

agradable. 100 evaluadores entre de 18 a 25 años no entrenados participaron en el análisis. Se aplicó un diseño aleatorizado con tres tratamientos, (soluciones de: azúcar (15 °Brix), panela (15°Brix) y cristales de stevia), cada tratamiento contó con cuatro repeticiones. Se aplicó la prueba de Tukey, $p < 0,05$ y los datos fueron analizados través del software SPSS Versión 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios de las propiedades fisicoquímicas y las características sensoriales en las conservas de pitahaya amarilla se relacionan en las tablas 1 y 2. Los atributos evaluados en las conservas evaluadas no son afectados significativamente por el tipo de conserva, excepto el contenido de sólidos solubles, estadísticamente la conserva con stevia obtiene la menor concentración (Tabla 1). Sato (12) reportan en conservas de guayaba valores que difieren de los registrados en el presente trabajo (22,92-40,19°Brix y pH=3,79-3,93).

Tabla 1. Propiedades físico-químicas en tres conservas de pitahaya amarilla.

Tipo de conserva	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez total g de ácido cítrico/100g	Vitamina C (mg/100g)
Panela	15,60 ± 0,83 ^a	5,19 ± 0,25	0,15 ± 0,014	17,68 ± 9,16
Azúcar	15,05 ± 2,05 ^a	5,00 ± 0,30	0,23 ± 0,10	27,40 ± 9,23
Stevia	12,06 ± 1,23 ^b	5,16 ± 0,22	0,15 ± 0,016	22,60 ± 2,99
Valor de p	p < 0,05	NS	NS	NS

La conserva ha sido aceptada por los catadores y el atributo con mayor calificación correspondió al sabor, seguido en su orden por olor, color y textura (tabla 2). Estos resultados son prometedores ya que el consumidor acepta este alimento con los azúcares naturales de la pitahaya, sin la necesidad de incorporar edulcorantes con altos poder calorífico.

Los resultados concuerdan con los obtenidos por Mosquera-Melgare *et al.*, 2011 (13), quienes evaluaron los cambios sensoriales en frutos de pera, tomate y naranjas al ser procesados a 90°C durante 1 min. En otro trabajo, realizado por Umme *et al.*, 2001 (14), registran cambios significativos en el color en pulpa de guanábana pasteurizada a 79°C durante 69 seg.

Tabla 2. Evaluación sensorial en tres conservas de pitahaya amarilla.

Tipo de Conserva	Color	Sabor	Olor	Textura
Panela	4,00 ± 0,95	7,00 ± 0,58	5,00 ± 0,50	5,00 ± 0,50
Azúcar	5,00 ± 0,66	6,00 ± 0,50	5,00 ± 0,50	6,00 ± 0,60
Stevia	5,00 ± 0,68	6,00 ± 0,50	6,00 ± 0,50	6,00 ± 0,50
Valor de p	NS	NS	NS	NS

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la conserva de pitahaya amarilla es un producto promisorio que puede

generar valor agregado en la cadena agroindustrial de esta fruta tal como lo sustenta la evolución fisicoquímica y sensorial realizada en la presente investigación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Oficina de Investigación de Palmira (DIPAL-2010100844).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carabalí MIL, Narváez CCE. Extracción y medida de actividad de pectín metil estearasa en pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*), enzima relacionada con el ablandamiento. *Acta biol Colomb.* 2009; 14 (2): 73-82.
2. Corporación Colombiana Internacional (CII). Colombia Brilla con pitahaya amarilla. *Revista Sembramos.* 2010; 13 (7): 10-14.
3. AGRONET [Internet]. Bogotá, Colombia: 2009. [citado 2011 Jul 12]. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx>.
4. Ayala-Aponte AA, Serna-Cock L, Mosquera VE. Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Vitae.* 2010 Sep-Dic; 17 (2): 122-127.
5. Nerd A, Mizrahi Y. The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya. *Postharvest Biol Technol.* 1999; 15: 99-105.
6. Dueñas YM, Narváez CE, Restrepo LP. El choque térmico mejora la aptitud al almacenamiento refrigerado de pitaya amarilla. *Agron Colomb.* 2009; 27 (1): 105-110.
7. Ayala-Aponte AA, Giraldo-Cuarta CJ, Serna-Cock L. Cinéticas de deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Interciencia.* 2010; 35 (7): 539-544.
8. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma técnica Colombiana. NTC 4624. Jugos de Frutas y Hortalizas. Determinación del contenido de Sólidos Solubles. Método Refractométrico. Bogotá: ICONTEC; 1999. 9p.
9. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma técnica Colombiana. NTC 4592. Productos de Frutas y Verduras. Determinación del pH. Bogotá: ICONTEC; 1999. 4 p.
10. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma técnica Colombiana. NTC 4623. Productos de Frutas y Verduras. Determinación de la Acidez Titulable. Bogotá: ICONTEC; 1999. 6 p.
11. Ordóñez-Santos LE, Vazquez-Riascos AM. Effect of processing and storage time on the vitamin C and lycopene contents of nectar of pink guava (*Psidium guajava* L.). *Arch Latinoam Nutr.* 2010; 60 (3). 280-284.
12. Sato ACK, Sanjinez-Argandoña EJ, Cunha, RL. Physical, chemical and sensorial analyses of industrialized guava in syrup. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2004; 24 (4): 550-555.
13. Mosquera-Melgar J, Raybaudi-Massilia RM, Matín-Belloso O. Microbiological shelf life and sensory evaluation of fruit juices treated by high-intensity pulsed electric fields and antimicrobials. *Food Bioprocess Processing.* 2011; doi:10.1016/j.fbp.2011.03.004.
14. Umme A, Bambang SS, Salmah Y, Jamilah B. Effect of pasteurisation on sensory quality of natural soursop puree under different storage conditions. *Food Chem.* 2001; 75: 293-301.

EVALUACIÓN DE LOS EXTRACTOS DE *Anacardium excelsum* (Anacardiaceae) COMO ALTERNATIVA HACIA LA PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS

EVALUATION OF EXTRACTS OF *Anacardium excelsum* (Anacardiaceae) AS ALTERNATIVE TO THE FOOD PRESERVATION

ARTÍCULO CORTO

Vanessa URREA-VICTORIA¹, Luis G. SEQUEDA-CASTAÑEDA^{1*}

RESUMEN

Anacardium excelsum es una planta nativa de la zona intertropical que pertenece a la familia Anacardiaceae, conocida en Colombia bajo el nombre de “Caracolí” y usada ampliamente en la industria forestal. Se ha reportado metabolitos secundarios, principalmente, compuestos fenólicos con actividad biológica como antioxidante. En el presente estudio se obtuvieron extractos etanólicos de tres órganos de la planta: corteza, hoja, flor y fruto; y se identificó por cromatografía de gases acoplada a masas, compuestos con actividad antibacteriana como: ácido oleico; ácido octadecanoico; ácido 9-octadecenoico; 2-metil-3(Z),13(Z)-octadecadienol; 2-hidroxi-1-(hidroximetil)etil-9(Z),12(Z)-octadecadienoato; ácido 6(Z)-octadecenoico; 9(Z)-octadecenal; 7(Z),11(E)-hexadecadienil acetato; 1-isopropil-4-metil-benceno; 4-isopropenil-1-metilciclohexil acetato y 3-pentadecilfenol, sustancias con un valor potencial en la preservación de alimentos.

Palabras clave: *Anacardium excelsum*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*.

ABSTRACT

Anacardium excelsum is a plant native to the tropics which belongs to the Anacardiaceae family, known in Colombia under the name “Caracolí” and used widely in the forestry industry. Secondary metabolites have been reported primarily phenolic compounds with biological activities as antioxidant. In this study, were obtained ethanol extracts of three organs to the plant: bark, leaf, flower and fruit; and identified by gas chromatography with mass selective detector the compounds with antibacterial as: oleic acid; octadecanoic acid; 9-octadecenoic acid; 2-methyl-3(Z),13(Z)-octadecadienol; 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl-9(Z),12(Z)-octadecadienoate; 6(Z)-octadecenoic acid; (9Z)-octadecenal and 7(Z),11(E)-hexadecadien-1-yl acetate; 1-isopropyl-4-methylbenzene; 4-isopropenyl-1-methylcyclohexyl acetate and 3-pentadecylphenol, substances with a potential value in food preservation.

Keywords: *Anardium excelsum*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*.

INTRODUCCIÓN

Son numerosos los estudios acerca de las plantas de la familia Anacardiaceae en los cuales se ha evaluado tanto actividades biológicas como antiinflamatoria, antidiabética, antihipertensiva y otras (1). La corteza de la planta *Anacardium excelsum* ha sido utilizada frecuentemente como materia prima en

la industria forestal (2). En Colombia esta especie es conocida bajo el nombre común de “Caracolí”, árbol que puede alcanzar más de 30 metros de altura y florece entre los meses de febrero a mayo, generando flores zigomorfas y unos característicos seudofrutos (3). Se ha reportado compuestos de tipo fenoles y lípidos fenólicos con actividad antimicrobiana y antioxidante en la especie *Anacardium*

¹ Grupo de Investigación de Fitoquímica (GIFUJ). Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lsequeda@javeriana.edu.co

excelsum (4, 5). En este trabajo se obtuvo extractos etanólicos de cuatro órganos de la planta (corteza, hoja, flor y fruto) y se identificó los compuestos que poseen actividad antibacteriana, útil en la preservación de alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación del material vegetal

La planta *A. excelsum* fue colectada en el departamento de Santander, Colombia. Se obtuvo tres órganos: hojas, flores, corteza y fruto, los cuales fueron separados, pesados e introducidos en frascos de vidrio oscuros de 1L con etanol al 98%, durante un periodo de 120 h. Posteriormente, usando rota evaporación a 72 mbar de presión, 90 rpm y 45°C se concentró los extractos. Todos los extractos fueron llevados a liofilización y fueron mantenidos en congelamiento a -34°C.

Evaluación de actividad antibacteriana

La técnica de difusión por pozos permite medir el efecto del extracto mediante la presencia o ausencia de un halo de inhibición alrededor del pozo. Para evaluar la actividad antimicrobiana se realizó 4 pozos en las cajas de Petri conteniendo medio Müller-Hinton inoculado con la bacteria específica, al cual se añadió tres concentraciones del extracto: 10, 20 y 40 mg/mL, el control positivo (Gentamicina) y/o el control negativo (DMSO). Las cepas empleadas fueron Gram positivas (*Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*), y Gram negativas (*Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*), obtenidas del cepario de la Pontificia Universidad Javeriana. Se realizó tres réplicas por órgano de la planta y la lectura se realizó 24 horas después de estar incubadas a 37°C, obteniendo los diámetros de los halos de inhibición con el fin de evaluar el efecto antibacteriano.

Identificación de compuestos activos

Se realizó la identificación de compuestos mediante la técnica cromatografía de gases acoplada

a espectrometría de masas (CG-EM), usando un equipo Agilent 6850 Serie II y detector 5975B VL (Ionización por impacto electrónico, 70 eV), inyector split/splitless en modo splitless (1:100) y sistema de datos ChemStation MSD D.03.0052. Se utilizó una columna HP-5MS de 30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m, con la siguiente programación del horno: 60°C (1 min) a 5°C/min hasta 310°C (5 min), y poscorrida 310°C durante 3 min. La temperatura del inyector fue de 250°C y el gas de arrastre fue helio a 1 mL/min. Las temperaturas del puerto de inyección, cámara de ionización y línea de transferencia fueron 250, 185 y 285°C, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó pruebas antibacterianas (figura 1) con los extractos obtenidos a partir del método de extracción en frío con la técnica de maceración en etanol al 98%. El extracto total de las flores con 40 mg/mL de concentración presentó la mayor actividad antibacteriana (halo de inhibición > 5mm) contra las bacterias Gram positivas: *Staphylococcus aureus* (7mm) y *Bacillus subtilis* (6,6mm). Esta diferencia radica en la composición estructural de las paredes celulares de las bacterias, puesto que las Gram negativas presentan una amplia capa de peptidoglicano y otras estructuras, como lipopolisacáridos y aminoácidos (6). Los compuestos identificados por cromatografía de gases con detector selectivo de masas, fueron: ácido oleico; ácido octadecanoico; ácido 9-octadecenoico; 2-metil-3(Z),13(Z)-octadecadienol; 2-hidroxi-1-(hidroximetil)etil-9(Z),12(Z)-octadecadienoato; ácido 6(Z)-octadecenoico; 9(Z)-octadecenal; 7(Z),11(E)-hexadecadienil acetato, 1-isopropil-4-metil-benceno; 4-isopropenil-1-metilciclohexil acetato y 3-pentadecilfenol, cuyas propiedades químicas generan un potencial antimicrobiano (7). Los extractos etanólicos florales son una fuente potencial para controlar el deterioro de los alimentos al combatir microorganismos patógenos, contribuyendo con la preservación de los mismos.

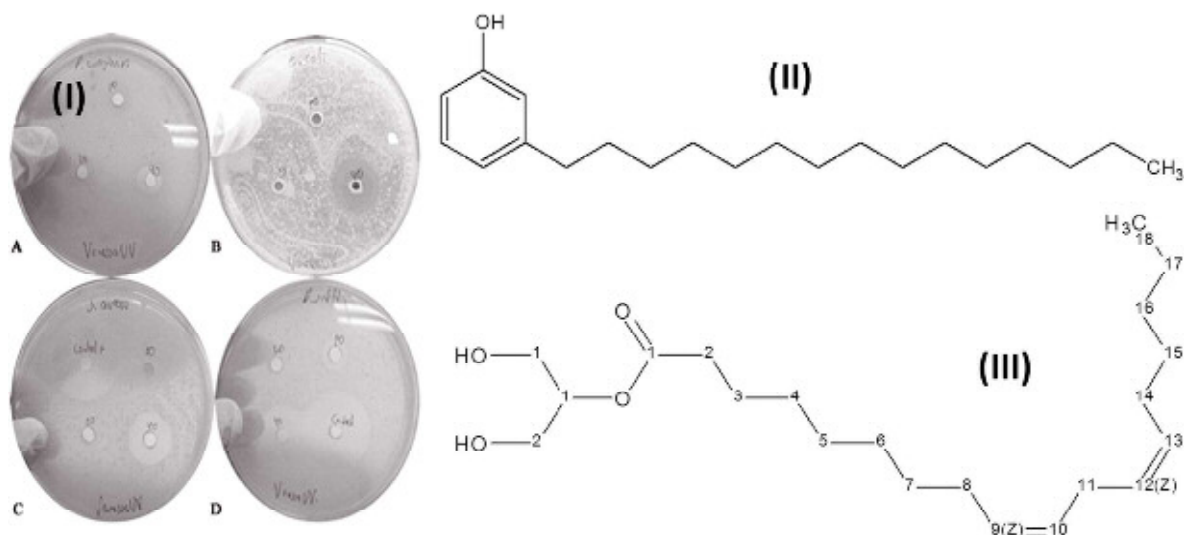


Figura 1. (I): Halos de inhibición (mm) de las cepas bacterianas frente a los extractos de flor de *A. excelsum*. (A: *P. aeruginosa*; B: *E. coli*; C: *S. aureus*; D: *B. subtilis*). (II) y (III): Compuestos identificado por GC-MS; 3-pentadecilfenol y 2-hidroxi-1-(hidroximetil)etil-9(Z),12(Z)-octadecadienoato, respectivamente.

CONCLUSIONES

A partir del extracto etanólico floral de *Anacardium excelsum* se identificó los compuestos activos potencialmente útiles en la preservación de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los profesores Luis Enrique Cuca y Wilman Delgado, Laboratorio de Productos Naturales y Vegetales, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, por su colaboración. A la Vicerrectoría Académica de la Pontificia Universidad Javeriana (Proyecto 003684) y Colciencias (Proyecto 120350227391), por su apoyo financiero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ojewole JA, Mawoza T, Chiwororo WD, Owira PM. *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hochst. ['Marula'] (Anacardiaceae): a review of its phytochemistry, pharmacology and toxicology and its ethnomedicinal uses. *Phytother Res.* 2010; 24 (5): 633-639.
- Leon W. Estudio anatómico del xilema secundario de 17 especies de la familia Anacardiaceae en Venezuela. *Acta Bot Venez.* 2003; 26 (1): 1-15.
- Barriga H. Flora medicinal de Colombia. Tercer Mundo. 1992. 345p.
- Celis C, García A, Sequeda G, Méndez G, Torrenegra R. Antimicrobial activity of extracts obtained from *Anacardium excelsum* against some pathogenic microorganisms. *Emir J Food Agric.* 2011; 23 (3): 249-257.
- Sequeda-Castañeda LG. Actividad antioxidante de extractos totales y fracciones de la especie vegetal *Anacardium excelsum* (Bert. & Balb. ex Kunth) skeel por métodos espectrofotométricos y composición de la fracción activa por CG-EM [Tesis de Maestría]. [Bogotá, Colombia]: Pontificia Universidad Javeriana; 2008. 145 p.
- Rios J, Recio M. Medicinal plants and antimicrobial activity. *J Ethnopharmacol.* 2005; 100: 80-84.
- Sanabria A, Mendoza A, Moreno A. Actividad microbiana *in vitro* de angiospermas colombianas. *Rev Colomb Cienc Quím Farm.* 1998; 27: 47-51.

PHYSICAL PROPERTIES OF APPLE SEEDS AS A FUNCTION OF MOISTURE CONTENT

PROPIEDADES FÍSICAS DE SEMILLAS DE MANZANA EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

SHORT REPORTS

Henry A. VÁQUIRO¹, Harvey A. VILLA-VÉLEZ², Javier TELIS-ROMERO², Ana L. GABAS^{3*}

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the physical properties of apple as a function of the volumetric moisture content at 28 °C. The particle size, true density and bulk density were determined experimentally. The bulk porosity was calculated. The particle size, true density and bulk density values decreased, while the bulk porosity values increased with decreasing moisture content. Three classical empirical models were fitted to physical properties. The parabolic model showed better statistical fitting parameters.

Keywords: Particle size, density, porosity, mathematical models.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar las propiedades físicas de semillas de manzana en función del contenido de humedad volumétrico a 28°C. El tamaño de partícula, densidad real y aparente fueron determinados experimentalmente. La porosidad aparente fue calculada. Los valores del tamaño de partícula, la densidad real y aparente disminuyeron, mientras que los valores de la porosidad aparente se incrementaron cuando el contenido de humedad disminuyó. Tres modelos clásicos fueron utilizados para modelar las propiedades físicas, siendo el modelo parabólico el que obtuvo mejor evaluación estadística.

Palabras clave: tamaño de partícula, densidad, porosidad, modelos matemáticos.

INTRODUCTION

Fruit production, besides meeting the fresh consumption market, provides raw material for various industries such as those producing fresh or concentrated juice. Tons of wastes are generated due to separation of the seeds, during the juice extraction, which are highly perishable (1, 2). Dehydration would be a useful means of increasing its shelf-life for later use (3). Knowledge of the particle size, bulk density, true density and bulk porosity is essential for an adequate design of the equipment used to handle the material. The particle

size can be determined in terms of its equivalent diameter, defined as a function of the volume. The bulk density is an important parameter to design storage systems, and the porosity, obtained from the bulk and true densities, is essential to calculate the pressure drop in the airflow system (4, 5). Its values can be used to predict the frictional pressure drop of the beds, with material of any size and also with broad size distribution. In this paper, studies were carried out to supplement the data found in the literature with respect to the physical properties of apple seeds, and develop mathematical models as a function of the volumetric moisture content.

¹ Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.

² Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual Paulista. São José do Rio Preto. São Paulo, Brasil.

³ Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo (FZEA-USP). Pirassununga, São Paulo, Brasil.

* Corresponding author: gabas@usp.br

MATERIAL AND METHODS

Raw material

Apple (*Malus domestica* Borb cv. Gala) seeds used to the experimental procedures were obtained directly from fruit juice production lines, from industries in São José do Rio Preto, SP, Brazil. The seeds were manually separated from the waste and washed with distilled water to remove the remaining pulp, and stored at 5°C until use.

Sample preparation

Apple seed were dried with hot air at 80°C and 2.6 m/s. Seed samples were collected at different drying times in order to obtain eight different moisture contents (6). The moisture content of dried samples was homogenized by wrapping the seeds in plastic film and holding them at 5°C during 24 h. After that, the seeds were kept at room temperature (~28°C) to determine the moisture content and physical properties.

The moisture content was analyzed using the vacuum oven method (7) and expressed according to the mass (X_w^v , kg/kg) and volumetric (X_w^v , kg/m³) moisture contents, the latter being calculated using equation 1.

$$X_w^v = \frac{X_w^w / \rho_w}{\sum_i (X_w^w / \rho_w + (1 - X_w^w) / \rho_i)} \quad \text{Equation 1.}$$

where ρ_w is the water density (kg/m³) and ρ_i the true density of the seeds (kg/m³) (4).

Experimental procedure

Five hundred apple seeds were randomly chosen and used to measure the average volume (1). The true volumes (V_{sph} , m³) of the seeds at different moisture contents were determined by the liquid displacement method (samples weighing approximately 100 to 150 g), using toluene as the liquid medium (8). An electronic balance with an accuracy of 1 mg was used to determine the weight.

The equivalent spherical diameter was determined using the experimental value obtained for the volume, according to equation 2.

$$d_{sph} = \left(\frac{6V_{sph}}{\pi} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{Equation 2.}$$

where d_{sph} is the equivalent spherical diameter (m) and V_{sph} the volume (m³).

The true density (ρ_t , m³/kg), defined as the ratio between the mass and the true volume of the material.

The bulk density (ρ_b , m³/kg) was calculated as the ratio of the sample mass to a known volume. Calibration was carried out using sucrose powder (food grade) which has well-known true and bulk densities (6, 8) in a cylindrical container with a height to diameter ratio of 1.333 (0.200 m height 0.150 m diameter). The container was filled with the seed sample using a funnel fixed 0.3 m above the rim of the container. After discharging the seed, the sample was carefully leveled with the rim of the container using a plastic ruler, and the material remaining in the container weighed on an electronic balance with a precision of 1 mg. The bulk density was determined using three replicates.

The bulk porosity is the parameter indicating the amount of pores in the bulk of the materials and is calculated from the bulk and the true density using equation 3.

$$\varepsilon_b = 1 - \left(\frac{\rho_b}{\rho_t} \right) \quad \text{Equation 3.}$$

where ε_b is the bulk porosity (volumetric fraction of air in the bed) (6).

Empirical models for the physical properties

Three typical models were applied in the prediction of physical properties. The models are described as:

$$\text{Model 1} = a + b X_w^v \quad \text{Equation 4.}$$

$$\text{Model 2} = a + b X_w^v + c (X_w^v)^2 \quad \text{Equation 5.}$$

$$\text{Model 3} = a + b X_w^v + c \ln X_w^v \quad \text{Equation 6.}$$

where X_w^v is the moisture content (w.b.) and a , b and c are the empirical constants.

The identification of model parameters was performed using the 'solver' tool of MS Excel®. The coefficient of determination (R^2) was used to evaluate the goodness of the estimations provided by the models.

RESULTS AND DISCUSSION

The experimental data for physical properties of apple seeds as shown in table 1. The physical

properties of apple seeds (table 2) were estimated by using the parabolic model (equation 2) since it appeared as the best option from fitting of the experimental and estimated data ($R^2 > 0.97$).

Table 1. Particle size (d_{sph}), bulk density (ρ_b), true density (ρ_t) and porosity (ϵ_b) of apple seeds at different values of moisture content*.

X_w^v (kg/kg)	X_w^v (kg/m ³)	d_{sph} ($\times 10^{-3}$ m)		ρ_b (kg/m ³)		ρ_t (kg/m ³)		ϵ_b
0.498	0.552	7.30	(± 0.27)	709.9	(± 6.9)	1232.4	(± 0.2)	0.424
0.442	0.496	7.25	(± 0.02)	706.9	(± 11.7)	1232.7	(± 15.0)	0.427
0.367	0.418	7.22	(± 0.00)	704.8	(± 7.8)	1231.1	(± 9.5)	0.427
0.296	0.342	7.16	(± 0.20)	700.1	(± 10.1)	1228.7	(± 1.4)	0.430
0.258	0.301	7.13	(± 0.10)	697.8	(± 6.8)	1226.9	(± 0.2)	0.431
0.218	0.256	7.12	(± 0.02)	696.3	(± 11.9)	1224.4	(± 14.9)	0.431
0.190	0.224	7.09	(± 0.00)	693.1	(± 8.1)	1222.5	(± 9.4)	0.433
0.158	0.187	7.08	(± 0.02)	691.6	(± 10.4)	1219.6	(± 0.2)	0.433

*Standard deviations of three replicates.

Table 2. Parameters values of the physical properties of apple seeds using the parabolic model.

Physical property	Equations as a function of the moisture volumetric fraction	R^2
$d_{sph} \times 10^{-3}$ (m)	$d_{sph} = 7.007 + 0.322 X_w^v + 0.385 X_w^{v2}$	0.992
ρ_b (kg/m ³)	$\rho_b = 678.26 + 77.05 X_w^v - 36.46 X_w^{v2}$	0.994
ρ_t (kg/m ³)	$\rho_t = 1201.59 + 117.68 X_w^v - 111.75 X_w^{v2}$	0.998
ϵ_b	$\epsilon_b = 0.435 - 0.009 X_w^v - 0.022 X_w^{v2}$	0.978

CONCLUSIONS

The particle size, bulk density and true density values decreased with decreasing moisture content, while the bulk porosity values increased with decreasing moisture content. The parabolic model was the best model to represent the physical properties of the apple seeds.

REFERENCES

- Kunii D, Levenspiel O. Fluidization engineering, 2th ed. Newton, USA: Butterworth-Heinemann Boston; 1991. 493 p.
- Lu Y, Yeap Foo L. Constitution of some chemical components of apple seed. Food Chem. 1998; 61 (1-2): 29-33.
- Gharibzahedi SMT, Mousavi SM, Ghaderijani M. A survey on moisture-dependent physical properties of castor seed (*Ricinus communis* L.). Aust J Crop Sci. 2011; 5 (1): 1-7.
- Shafiee S, Motlagh AM, Minaei S. Moisture dependent physical properties of fennel seeds. Afr J Agr Res. 2010; 5 (17): 2315-2320.
- Solomon WK, Zewdu AD. Moisture-dependent physical properties of niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed. Ind Crops Prod. 2009; 29 (1): 165-170.
- Rahman, S. Food Properties Handbook. Boca Raton, USA: CRC Press, 1995. 500 pp.
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. Gaithersburg, USA: Association of Official Analytical Chemists International AOAC; 1997.
- Zogzas NP, Maroulis ZB, Marinou-Kouris D. Densities, shrinkage and porosity of some vegetables during air drying. Drying Technol. 1994; 12 (7): 1653-1666.

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS FISICOQUÍMICOS PRODUCIDOS POR LA COMPOSICIÓN DE SAL EN LA FORMULACIÓN DE JAMÓN COCIDO

EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL CHANGES INDUCED BY SALT COMPOSITION DURING THE FORMULATION OF COOKED HAM

ARTÍCULO CORTO

Olga L. TORRES V. ^{1*}, Jennifer HERNÁNDEZ O.², Leidy T. SÁNCHEZ A.³

RESUMEN

En el presente estudio se estableció tres formulaciones con diferentes niveles de sal para elaborar un jamón cocido de carne de cerdo 1,30%, 1,70% y 2,15%; éstos fueron comparados con un jamón comercial bajo en sodio. Para evaluar el efecto de la sal sobre las características fisicoquímicas de los jamones; se realizó, además, un análisis de composición química, TPA y color. Los resultados indicaron una clara influencia de la composición de sal sobre la elasticidad, dureza, cohesividad, L*, a* y b* del jamón cocido, seleccionando al jamón formulado con 1,30% de sal como el que presentó las características más semejantes al jamón comercial bajo en sodio.

Palabras clave: jamón cocido, saludable, sal, textura, color.

ABSTRACT

In order to prepare cooked ham, we mixed three formulations with different salt levels; 1.30%, 1.70% y 2.15%, these characteristics were compared with the commercial low – sodium ham. With the aim to evaluate the salt effect on the ham's physicochemical characteristics, we analyze the chemical composition, the TPA and color. Our results suggest a remarkable effect from salt composition to cooked ham's elasticity, hardness, cohesiveness, L *, a * and b * characteristics. So the ham with 1.30% salt concentration was selected because its characteristics are more similar to commercial low – sodium ham.

Keywords: ham, healthy, salt, texture, color.

INTRODUCCIÓN

La industria cárnica a nivel mundial se ha dado a la tarea de desarrollar productos bajos en grasa, sodio y fosfatos para lograr efectos benéficos sobre la salud de sus consumidores (1). La sal es el aditivo de mayor utilización en la industria cárnica, pues cumple con funciones de preservación, emulsificación, saborización, retenedor de humedad e induce cambios estructurales a través de las interacciones electrostáticas entre las proteínas y los iones sodio y cloruro (2). Este elemento presenta una fuerte influencia sobre la textura, intensidad del sabor y vida útil de los productos cárnicos.

El jamón cocido es uno de los productos cárnicos más populares. Su calidad se ve influenciada por factores como: características de la materia prima, tecnología de elaboración (3) y las relaciones que se dan entre la composición química de la carne, agua, proteína, grasa, sal y los atributos físicos propios de los productos cárnicos, ternura, dureza, elasticidad, cohesión, gomosidad, masticabilidad y color (4). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del contenido de sal utilizado en la formulación de un jamón cocido sobre sus características fisicoquímicas.

¹ Grupo de Investigación en Ciencias Agroindustriales. Facultad de Ciencias Agroindustriales. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

² Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

³ Programa de Química. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: oltorres@uniquindio.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Como materia prima para la elaboración de los jamones se utilizó magro de cerdo procedente de la extremidad posterior (músculo semimembranosos), se estableció tres formulaciones con diferentes niveles de sal JC1 1,30%, JC2 1,70% y JC3 2,15%; éstos fueron elaborados en la Planta Piloto de la Universidad del Quindío y comparados con un jamón cocido comercial bajo en sodio-JCBS.

Una vez adecuada la materia prima, se preparó las salmueras disolviendo en agua fría todos los componentes que agregaban sal a la formulación, el sistema carne salmuera se mantuvo a 4°C durante 48 h. Finalizado el tiempo de salado se realizó ciclos de masajeado durante 12 h con intervalos de 30 min (5), las pastas obtenidas fueron embutidas, cocidas y almacenadas en cámara de refrigeración de 0 a 2°C.

Se realizó un análisis de composición química a los jamones obtenidos con el propósito de verificar el cumplimiento con la NTC 1325. Para ello se determinó, contenido en cloruro sódico (x^{NaCl} , g/g), contenido en humedad (x^w , g/g) (ISO R-1447), proteínas (x^p , g/g) ISO R-937 y grasa (x^g , g/g) ISO-1443. También se realizó un análisis de perfil de textura (TPA) cohesividad, dureza, gomosidad, masticabilidad, utilizando un analizador de textura Stable MicroSystem (modelo TA - XT plus. Surrey, UK). El color de los jamones cocidos se reportó en el sistema CIELAB obteniendo las coordenadas colorimétricas L^* a^* b^* en un espectrocolorímetro Hunter lab (ColorQuest XE).

Los datos obtenidos fueron clasificados en dos conjuntos de variables: químicas y físicas, las cuales fueron analizadas mediante correlación canónica (ACC) utilizando el programa StatGraphics Centurion XVI versión 16.1.11. Las variables fueron clasificadas como: primer grupo (C1) variables

químicas; x^w , x^{NaCl} , x^p y x^g y segundo grupo (C2) variables físicas; cohesividad, dureza, gomosidad, masticabilidad, L^* , a^* y b^* . Así, para la interpretación de la correlación canónica entre C1 y C2 se buscó la máxima correlación (R), el máximo R^2 o eigenvalor y que la correlación canónica entre los dos grupos de variables fuera estadísticamente significativa con un $\alpha = 0,05\%$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de composición química que se realizó con los diferentes jamones son presentados en la tabla 1. Podemos observar que cumplen con los parámetros establecidos por la NTC 1325 para la elaboración de un jamón cocido tipo Premium. Los valores de composición química del JC2 son los que más se aproximan al JCBS.

Tabla 1. Valores promedio y desviación estándar de los análisis de composición química de los jamones cocidos de carne de cerdo.

	JC1	JC2	JC3	JCBS
x^w	0,716 ± 0,0113	0,726 ± 0,0081	0,712 ± 0,0091	0,738 ± 0,008
x^{NaCl}	0,013 ± 0,0042	0,016 ± 0,0005	0,021 ± 0,0002	0,015 ± 0,002
x^g	0,071 ± 0,0040	0,070 ± 0,0026	0,069 ± 0,0018	0,063 ± 0,003
x^p	0,136 ± 0,0082	0,136 ± 0,0142	0,135 ± 0,0072	0,135 ± 0,011

* Las composiciones se expresan en (gr/gr).

Las características del análisis de TPA y color se muestran en la tabla 2. Los valores de cohesividad, dureza, gomosidad, masticabilidad, L^* , a^* y b^* de los JC1, JC2 y JC3 se encuentran entre los parámetros establecidos por el JCBS, es importante considerar que estos parámetros son reguladores de la calidad de los productos cárnicos, L^* haciendo relación con la intensidad visual de color rosa y a^* que caracteriza el color rojo y la estabilidad del color del jamón.

Tabla 2. Valores medios y desviaciones estándar del análisis de TPA y color de los jamones cocidos de carne de cerdo.

	Cohesividad	Dureza (N)	Gomosidad (N)	Masticabilidad (Kg)	L^*	a^*	b^*
JC1	0,56 ± 0,113	12,5 ± 2,482	6,43 ± 2,039	11,30 ± 2,241	67,27 ± 0,023	5,95 ± 0,015	9,47 ± 0,023
JC2	0,56 ± 0,012	14,8 ± 3,115	8,32 ± 2,232	13,84 ± 2,903	64,66 ± 0,025	7,63 ± 0,022	8,96 ± 0,037
JC3	0,52 ± 0,175	16,8 ± 3,453	8,45 ± 2,989	16,20 ± 3,364	63,61 ± 0,017	7,58 ± 0,011	8,39 ± 0,016
JCBS	0,79 ± 0,022	15,2 ± 3,129	10,89 ± 2,274	15,48 ± 3,260	62,75 ± 0,010	8,87 ± 0,015	9,48 ± 0,018

El ACC mostró que el grupo C1 y C2 de variables presentan una correlación canónica elevada con un $R = 0,95$. Por lo tanto, el valor de la correlación entre los dos grupos de variables y su varianza son estadísticamente significativa con un $p < 0,0001$. De este modo, la primer variable canónica la definió elasticidad, L^* , a^* y b^* indicando un efecto estadísticamente significativo sobre la composición de sal. La segunda variable canónica fue explicada por la dureza y cohesividad, mostrando también efectos estadísticamente significativos sobre la composición de sal empleada en la formulación.

CONCLUSIONES

La composición de sal X^{NaCl} empleada en la formulación del jamón cocido afecta las características fisicoquímicas de los jamones cocidos. Los valores obtenidos para el análisis de composición química,

TPA y color, indicaron que las características del jamón formulado con 1,70% de sal JC2, se encontró entre los rangos establecidos por el JCBS y la NTC 1325. Por lo tanto, se recomienda seguir trabajando en esta formulación para lograr estandarizarla y emplearla en planta para la elaboración de un jamón con bajo contenido en sodio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Desmond E, Kemi K, Lamberg A. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*. 2006; 74: 188-196.
2. García-García E, Totosaus A. Low-fat sodium-reduced between locust bean gum, potato starch and κ -carrageenan by a mixture design. *Meat Science*. 2008; 78 (4): 406-413.
3. Válková A, Saláková H, Buchtová B, Tremlová. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. *Meat Science*. 2007; 77 (4): 608-615.
4. Qiaofen C, Da-Wen S. Effect of cooking bag and netting packaging on the quality of pork ham during water cooking. *Meat Science*. 2007; 75 (2): 243-247.
5. Fernández M, Morales J, Montiel A, Mendivil M. Composición proximal y atributos sensoriales de jamón preparado con tres niveles de inyección de salmuera. *Biotécnica*. 2009; 10 (3): 48-50.

PROPIEDADES FUNCIONALES DE CONCENTRADOS PROTEICOS DE *Phaseolus lunatus* Y *Vigna unguiculata*

FUNCTIONAL PROPERTIES OF PROTEIN CONCENTRATE *Phaseolus lunatus* AND *Vigna unguiculata*.

ARTÍCULO CORTO

Yesid A. MARRUGO L.^{1*}, Piedad M. MONTERO C.¹, Marlene DURAN L.¹

RESUMEN

En este estudio se evaluó las siguientes propiedades funcionales: capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, índice de absorción de lípidos, capacidad emulsificante, estabilidad de la emulsión, capacidad de formación de espuma, estabilidad de la espuma y solubilidad a concentrados proteicos de dos leguminosas: *Phaseolus lunatus* (frijol zaragoza) y *Vigna unguiculata* (frijol cabecita negra). Los resultados demostraron que no existe diferencias significativas entre las propiedades funcionales de ambos concentrados, excepto en la capacidad espumante donde el concentrado proteico de *Vigna unguiculata* no manifestó esta propiedad.

Palabras clave: leguminosas, evaluación, concentrados proteicos, alimentos funcionales.

ABSTRACT

In this study, it was evaluated the following functional properties: water retention capacity, swelling capacity, rate of absorption of lipids, emulsifying capacity, emulsion stability, foaming capacity, foam stability and solubility to protein concentrates of two legumes: *Phaseolus lunatus* (zaragoza bean) and *Vigna unguiculata* (black headed beans). The results showed no significant differences between the functional properties of both concentrates, except the foaming capacity where the *Vigna unguiculata* protein concentrate did not show this property.

Keywords: Legumes, evaluation, protein concentrates, functional food.

INTRODUCCIÓN

Actualmente son pocos los estudios enfocados a la evaluación nutricional y propiedades funcionales de materias primas alimentarias de consumo masivo, las cuales podrían tener un gran potencial en la industria de alimentos, convirtiéndose en alternativas para coadyuvar en la búsqueda de soluciones a la seguridad alimentaria. En este orden de ideas, es importante desarrollar proyectos de investigación de esta índole, que permitan proyectar las leguminosas nativas como alternativas nutricionales y agroindustriales a nivel regional y nacional (1).

En este estudio se evaluó las propiedades funcionales de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*, para valorar su posible uso en el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

Este trabajo consolida la línea de trabajo de nuestro grupo de investigación (Propiedades funcionales de materias primas alimentarias de interés regional), coadyuvando a la solución de problemas de índole alimentaria, contribuyendo así al desarrollo de la región Caribe y el país en general.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de las muestras

Las semillas de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata* fueron obtenidas en los municipios de Villanueva y Túrbanda, departamento de Bolívar.

¹ Grupo de investigación PROAL. Programa Ingeniería de alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena –Sede Piedra de Bolívar. Avenida El Consulado Calle 30 48 B-152.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: timiriguaco@hotmail.com

Diseño experimental

Totalmente aleatorio. Determinaciones realizadas por triplicado, resultados expresados como la media \pm la desviación estándar. Para el análisis de los datos se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). Se fijó el nivel de significancia a $p < 0,05$.

Obtención de harinas

Metodología propuesta en un estudio sobre potencial nutricional de *P. lunatus* y *V. unguiculata* (1).

Obtención de concentrados proteicos

Metodología propuesta en un estudio sobre determinación de propiedades funcionales de concentrados proteicos de Haba (*Vicia faba*) (2).

Determinación de las propiedades funcionales

Capacidad de retención de agua (C.R.A), índice de absorción de lípidos (I.A.L), capacidad de hinchamiento (C.H), Capacidad de expansión de la espuma (C.E.E), estabilidad de la espuma (E.E) y solubilidad; se determinó por las metodologías descritas en el estudio sobre determinación de concentrados proteicos de *Vicia faba* (2). La capacidad emulsificante (C.E) y la estabilidad de la emulsión (E.E.M), fueron determinados por las metodología descrita en un estudio sobre efecto del procesamiento en las propiedades funcionales de *Vigna sinensis* (3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra las propiedades funcionales de los concentrados proteicos estudiados.

El I.A.L de C1 (173%) y C2 (166%) son valores cercanos a los valores de índice de absorción de lípidos reportados para concentrados de *Vicia faba* se-

cados en rodillos y liofilizado que mostraron valores de 176 y 133%, respectivamente (2). Esta capacidad de los concentrados proteicos de enlazar lípidos es muy importante para la formación de productos para freír y para la retención de los sabores (3).

La C.R.A fue de 226% para C1 y de 220% para C2; valores similares al obtenido en el estudio del concentrado de *Vicia faba* secado en rodillos (220%) (2), pero, superiores al obtenido para el concentrado de *Vicia faba* secado en estufa (180%) (2). Los valores de C.H, obtenidos para C1 (193%) y C2 (186%) son superiores al valor del concentrado proteico de *Vicia faba* secado en rodillos (100%) y el liofilizado (120%) (2). La capacidad para absorber agua y la capacidad de hinchamiento, son propiedades funcionales de los concentrados proteicos fundamentales en el desarrollo de alimentos viscosos (3).

Los valores para la E.E.M, C1 y C2 (60% y 54%, respectivamente), son superiores a los obtenidos para los concentrados proteicos de *Phaseolus vulgaris* (4). La estabilidad de la emulsión de concentrados proteicos es importante para el desarrollo de productos batidos y salsas emulsionadas (3).

Las propiedades espumantes en C2 no se manifestaron mientras que la C.E.E en C1 fue de 394%. La E.E de C1 fue de 6,7 g, valor este significativamente inferior a los 22 g que se obtuvo en la investigación para el concentrado de *Vicia Faba* (2) secado con el mismo procedimiento que los concentrados de este estudio (secado en estufa), e inferior también al valor reportado en el estudio del concentrado proteico de *Vicia faba* secado por liofilizado (14,4 g) (2). Al aplicar procesos térmicos se presenta desnaturalización proteica, que unido al proceso de generación de espuma (batido a altas velocidades, puede disminuir la capacidad espumante de concentrados proteicos obtenidos a partir de harinas de leguminosas (3).

Tabla 1. Propiedades Funcionales de Concentrado Proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*.

Concentrado proteico	I.A.L	C.R.A	C.H	C.E	E.E.M	C.E.E	D.E	E.E
C1	173 \pm 11,5	226 \pm 20	193 \pm 20	50 \pm 7,16	60 \pm 11	394 \pm 28	0,2 \pm 0,1	6,7 \pm 0,1
C2	166 \pm 11,5	220 \pm 30,5	186 \pm 20	43 \pm 6,76	54 \pm 4,1			

* Pruebas realizadas por triplicado (se reporta valor promedio).

El perfil de solubilidad muestra C1 y C2 con mayor solubilidad a pH 12 y la mínima a pH 2 (figura 1). Estos valores de solubilidad máxima a pH 12. Lo anterior sugiere que los concentrados

proteicos estudiados, no se pueden utilizar en la formulación de bebidas, puesto que esta alcanzan un pH máximo de 6 (2).

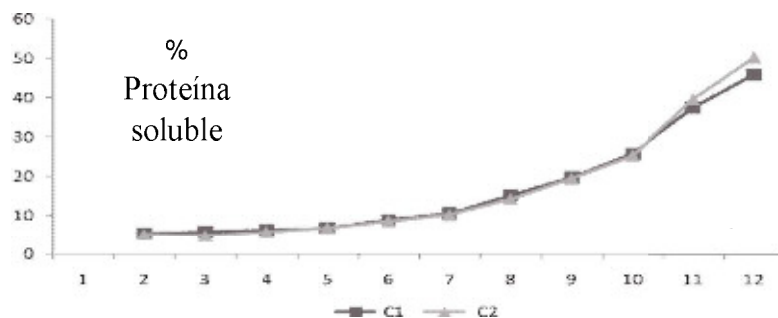


Figura 1. Perfil de solubilidad de los concentrados proteicos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la C.R.A y en la C.H indican que los concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata* podrían ser empleados en alimentos como sopas, salsas, masas y productos horneados. El I.A.L de lípidos indica que éstos se pueden utilizar en frituras. Los valores obtenidos en C.E y en E.E.M, proyecta a los concentrados para emplearlos en la formulación de productos batidos y salsas emulsionadas. La solubilidad mostrada por las proteínas de los concentrados proteicos, no permite emplearlos en bebidas debido a que estas alcanzan un pH máximo de 6.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Marrugo Y. Potencial nutricional y propiedades funcionales de concentrados proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*. Aplicación en un producto alimenticio [Tesis de maestría]. (Maracaibo, Venezuela): Universidad del Zulia; 2011. 13, 28p.
2. Bermúdez A, Modercay L. Preparación y Determinación de Propiedades Funcionales de Concentrados proteicos de Haba (Vicia faba). Rev Colomb Quim. 1994; 23 (1): 73-86.
3. Granito M, Guerra M, Torres A, Guinand J. Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de *Vigna sinensis*. INCI. 2004 Sep; 29 (9): 521-526.
4. Donadel M, Prudencio-Ferreira S. Funtional properties of aged bean protein concentrate. Ciênc Tecnol Aliment. 1999 Sept-Dec; 19 (3): 380-386.

COMPOSICION QUÍMICA Y CINÉTICA ENZIMÁTICA DE LA POLIFENOL OXIDASA DE *Averrhoa carambola* L. EN DIFERENTES ESTADOS DE MADURACIÓN

CHEMICAL COMPOSITION AND ENZYME KINETICS OF POLYPHENOL OXIDASE FROM *Averrhoa carambola* L. THROUGH DIFFERENT MATURATION STAGES

ARTÍCULO CORTO

Juan G. ARISTIZABAL S.^{1*}, Elizabeth MURILLO P.¹, Jonh J. MENDEZ¹, Walter MURILLO A.¹, Daniel DAZA¹

RESUMEN

El pardeamiento se produce durante el almacenamiento del fruto *Averrhoa carambola* L. promovido por la enzima polifenol oxidasa (PPO), con el consecuente impacto negativo para su comercialización. En este trabajo se cuantificó algunos fitocompuestos del fruto en tres estadios de maduración. El contenido de fenoles (272,76 mg/g), flavonoides (53,73 mg/g) y taninos (12,2 mg/g) es más alto en los frutos verdes que en los maduros, lo que concuerda con el contenido proteico (390,15 mg/g) y de actividad enzimática (0,1087 U mL⁻¹). La enzima presentó su máxima actividad a 40°C y pH 8.

Palabras clave: polifenol oxidasa, pardeamiento, *Averrhoa carambola*, cinética enzimática.

SUMMARY

Browning is produced during storage of *Averrhoa carambola* L. fruit due to polyphenol oxidases enzymes activity, which causes negative impact on its commercial trade. The aim of this work was to quantify some phytochemicals coming from *A. carambola* L. fruit in three different maturity stages. Fruits at early stage of maturity showed that content of phenols (272.76 mg/g), flavonoids (53.73 mg/g) and tannins (12.2 mg/g) are higher than in ripe fruit, it can be explained due to the protein content (390.15 mg/g) and enzymatic activity (0.1087 U mL⁻¹). The maximal activity of the enzyme was 40°C and pH 8.

Keywords: Polyphenol oxidase, browning, *Averrhoa carambola*, enzymatic kinetics.

INTRODUCCIÓN

El carambolo (*Averrhoa carambola* L., *Oxalidaceae*) proviene del Centro de Asia Tropical (1), el fruto sufre pardeamiento durante el almacenamiento, cuando se corta y se procesa. Las enzimas que específicamente participan en las reacciones de pardeamiento de vegetales y frutos son las polifenol oxidasas (PPOs) (EC 1.14.18.1 ó EC 1.10.3.2), las cuales catalizan la reacción dependiente de oxígeno que transforma o-difenoles en o-quinonas, éstas conducen a la formación de polímeros marrones responsables del impacto negativo para la industria alimenticia. (2). Este trabajo cuantificó algunos fitoconstituyentes de *A. carambola* y evaluó la cinética enzimática de la PPO del fruto en tres estadios de maduración: verde, intermedio y maduro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se trabajó con frutos de *Averrhoa carambola* en estado verde, intermedio y maduro, colectados en el municipio de Lérida-Tolima (04°52' "N 74°55' "O, 366 m.s.n.m 26°C), (COL 10121 Herbario Toli-Universidad del Tolima).

Análisis físicoquímico y actividad de la PPO

Se determinó el color, los grados Brix (refractómetro), dureza (penetrómetro), contenido de proteínas (3), fenoles totales (4), flavonoides (5) y taninos (6) al vegetal. La actividad enzimática de la PPO se estableció mediante un ajuste del método propuesto por Falguera *et al.*, 2011 (7), utilizando

¹ Grupo de Investigación en Productos Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Barrio Santa Helena. Ibagué, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: biojgaris@hotmail.com

catecol como sustrato. La reacción del ensayo contenía sustrato (2,5 ml, 0,5 M) en buffer de citrato sódico 0,1 M/fosfato de sodio 0,1 M y la muestra (1 ml). Una unidad de PPO fue definida como la cantidad de enzima que causa el incremento de una unidad de absorbancia a 420 nm cada 20 min durante una hora. El efecto del pH sobre la actividad enzimática se verificó modificando el pH entre 4 y 8,5 a temperatura ambiente, para la temperatura se trabajó entre 10-60°C con intervalos de 10°C a pH óptimo (8).

Se llevó a cabo un diseño de un factor en bloques aleatorios. Para determinar el nivel de asociación entre los constituyentes químicos se desarrolló un análisis de componentes principales entre las variables; para el análisis de la cinética enzimática se aplicó un MANOVA (Análisis Multivariado

de varianza) constituido por tres factores: cinética enzimática, estadio, pH-temperatura. Todos los reactivos utilizados fueron adquiridos de la casa comercial Sigma- Aldrich (USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los frutos de carambolo colectados en el Tolima fueron caracterizados por su textura firme (8,5 kg/F, color de superficie 100% verde y 6,63°Brix) en las primeras etapas de desarrollo; coloración amarillo-verdosa (7,2 kg/F y textura firme, 6,8°Brix) en estado intermedio; cuando maduran poseen textura suave (4,53 kg/F y color de superficie 100% amarilla, 8,26° Brix). En la tabla 1 se muestra, comparativamente, algunos de los constituyentes químicos contenidos en frutos de *A. carambola* en los tres estadios de madurez.

Tabla 1. Análisis químico comparativo de algunos de los constituyentes en frutos de *A. carambola*.

Estadios	FITOCOMPUESTOS			
	Fenoles (mg/g)	Taninos (mg/g)	Flavonoides (mg/g)	Proteína (mg/g)
Verde	272,76 ± 1,35	12,2 ± 0,4	53,73 ± 3,99	390,15 ± 4,27
Intermedio	258,38 ± 3,14	7,42 ± 0,13	54,01 ± 2,85	75,97 ± 1,01
Maduro	61,33 ± 2,81	8,49 ± 0,03	26,87 ± 2,01	39,41 ± 2,54

Se nota un descenso progresivo en el contenido fenólico total asociado al avance de la maduración y desarrollo del fruto, proceso en el cual pueden estar involucrados taninos y flavonoides; se entiende entonces que el carambolo posee una diversidad de fitofenoles. La absorbancia del extracto enzimático se relacionó con la concentración de la proteína, dejando ver una disminución gradual del contenido de la enzima del fruto verde ($0,1087 \text{ UmL}^{-1} \pm 0,031$), intermedio ($0,005 \text{ UmL}^{-1} \pm 0,005$) al maduro ($0,0048 \text{ UmL}^{-1} \pm 0,003$) (tabla 1).

El análisis de componentes principales mostró una relación estrecha entre el contenido de fenoles y el de proteína, y entre esta última y la actividad enzimática.

Cinética enzimática

La figura 1 muestra el efecto del pH y la temperatura sobre la actividad enzimática de la PPO del carambolo en los tres estadios de maduración; se nota la máxima actividad a pH 8 para las tres etapas. Orozc *et al.*, 2011 (9), han encontrado un pH similar en frutos tropicales como el mamey (*Pouteria sapota*). La variación de la actividad de la PPO del fruto bajo estudio por efecto de la temperatura se ilustra en la figura 1. De igual manera que el pH, en los tres estadios de maduración la enzima se muestra más activa a la misma temperatura (40°C).

El análisis estadístico mostró que al modificar el pH no existe diferencia significativa en la actividad de la PPO entre los estadios; en tanto que, para la variable temperatura, se encontró diferencias entre los estadios intermedio y verde, y, asimismo, entre el maduro y el verde ($p = 0,002$).

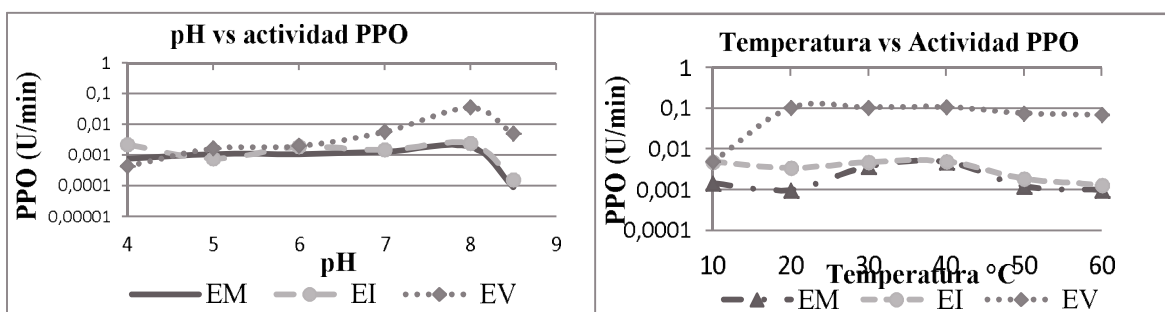


Figura 1. Efecto del pH y temperatura sobre la actividad de la PPO en frutos de *A carambola*.

CONCLUSIONES

Procesos industriales realizados con frutos de *Averrhoa carambola* pueden ser efectuados a pH ácidos, temperaturas inferiores a 40°C y frutos en estado intermedio de desarrollo. Se prevee un futuro promisorio para el vegetal.

RERFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Galán S. La carambola y su cultivo. 1^{ra} ed. Roma, Italia: FAO; 1991. p. 11-83.
- Muñoz, *et al.*, Caracterización preliminar del enzima poli fenol oxidasa en frutas tropicales: implicaciones en su proceso de industrialización. *Sci Tech.* 2007 May; 13 (33): 161-164.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem.* 1951 Nov; 193 (1): 265-275.
- Makkar HPS, Siddhuraju P, Becker K. *Methods in Molecular Biology: Plant Secondary Metabolites.* Humana Press Inc. 2007; 393: 93-100.
- Marinova EM, Yanishlieva N, Kostova IN. Antioxidative action of the methanolic extract and some hydroxycoumarins of *Fraxinus ornus* bark. *Food Chem.* 1994; 51 (2): 125-132.
- Isaza JH, Veloza LÁ, Guevara CA, Ramírez LS. Estimación espectrofotométrica de taninos hidrolizables y condensados en plantas Melastomatáceas. *Sci Tech.* 2007; 13 (33): 261-266.
- Falguera V, Sanchez A, Mendez Jonh, *et al.*, Characterization of Polyphenol Oxidase Activity in Juices from 12 Underutilized Tropical Fruits with High Agroindustrial Potenciak. *Food Bioprocess Technol.* 2011 Feb; DOI 10.1007/s11947-011-0521-y.
- Cobalan, *et al.*, Actividad de la polifenoloxidasa en el gel de sábila (*Aloe vera* Mill). *Rev Iber. Tecnología Postcosecha.* 2010; 11 (2): 221-227.
- Orozco G, Moreno A, Alvarez L, Sampedro J, Najera H. Purification and partial biochemical characterization of polyphenol oxidase from mamey (*Pouteria sapota*). 2010 Mar-Nov. *Phytochemistry.* 2011 Enc; 72 (1): 82-88.

CARACTERIZACIÓN REOMETRICA DE EMULSIÓN DE CABALLA (*Scomber scombrus*)

RHEOMETRIC CHARACTERIZATION OF EMULSION OF MACKEREL (*Scomber scombrus*)

ARTÍCULO CORTO

José del C. JAIMES M.^{1*}, Diofanor ACEVEDO C.², José D. TORRES G.³

RESUMEN

La Caballa es un pez que acude a la costa a desovar en primavera. Abunda en España, especialmente al norte del golfo de Vizcaya. La mayoría de las emulsiones alimentarias contienen emulsionantes, tales como proteínas o agentes tensoactivos de bajo peso molecular, sustancias con actividad superficial que tienen la propiedad de absorberse en la interface formando una capa que rodea la gota, con lo que se reduce significativamente la tensión superficial entre ambos fluidos, facilitando así la formación de la emulsión y prolongándola. En el presente trabajo se caracterizó reológicamente una emulsión de *Scomber scombrus* mediante reometría de mezclado. Se preparó la emulsión empleando las proteínas de Caballa solubilizadas en una disolución de AcH 0,1 mM, aceite de girasol y agua destilada. Se obtuvo que la caracterización del consumo de potencia para la emulsión durante el mezclado con agitador de ancla en función de una velocidad de agitación de 1,6667 (1/s) fue de 0,02174822, siendo éste el valor más alto. Concluyéndose principalmente que el consumo de potencia depende de la velocidad de agitación.

Palabras clave: alimentación, tensoactivos, proteína, mezclado.

ABSTRACT

The Mackerel is a fish of seasonality very accused, because it is in spring when it goes to the coast to lay eggs. This species abounds in Spain, especially to the north of the Bay of Biscay. The majority of the nourishing emulsions contains emulsifier, such as proteins or tensoactives agents of low molecular weight, substances with surface activity that have the property to be absorbed in the interphase forming a layer that surrounds the drop, and so it is significantly reduced to the surface tension between both fluids, facilitating therefore the formation of the emulsion and prolonging it. In the present work rheologically characterize an emulsion of *Scomber scombrus* by means of mixed rheometry. I prepare the emulsion used proteins of Mackerel solubilized in dissolution of AcH 0.1 mm, oil of sunflower and distilled water. Was obtained that the characterization of power consumption for the emulsion during mixing with anchor stirrer according to anagitation rate of 1.6667 (1 / s) was 0.02174822, being the highest value. It concluded that the main power consumption depends on the speed of agitation.

Keywords: Feeding, tensoactives, protein, mixed.

INTRODUCCIÓN

Una emulsión es un sistema de dos fases formado por líquidos inmiscibles, donde una de las fases se encuentra dividida en forma de gotas de diámetros generalmente mayores de 0,1 mm, a la cual se le conoce como fase dispersa o interna (1). La fase donde se encuentra dispersa la fase interna se

denomina fase continua o externa. La mayoría de las emulsiones alimentarias contienen emulsionantes, tales como proteínas o agentes tensoactivos de bajo peso molecular, sustancias con actividad superficial que tienen la propiedad de absorberse en la interfase (2) formando una capa que rodea la gota, con lo que se reduce significativamente la tensión superficial entre ambos fluidos, facilitando así la formación

¹ Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad de Cartagena.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jjaimesm@unicartagena.edu.co

de la emulsión y prolongándola (3). La reometría de mezclado se ha utilizado tradicionalmente para evaluar, de forma experimental, los consumos de potencia durante el mezclado de fluidos no newtonianos con diferentes geometrías. El consumo de potencia es un parámetro característico para evaluar la eficiencia del mezclado que, junto con el tiempo de circulación y mezcla, permiten realizar una estimación de los costos de operación. Estos parámetros van a depender del modelo de flujo desarrollado en el interior del tanque, el cual viene determinado principalmente por la geometría del sistema de agitación, las condiciones de procesado y las propiedades reológicas del medio. Por esto, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar reológicamente una emulsión de caballa (*Scomber scombrus*) mediante reometría de mezclado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Formulación de emulsión

Para preparar la emulsión se empleó las proteínas de Caballa solubilizadas en una disolución de AcH 0,1 mM, aceite de girasol y agua destilada. Se

adicionó el aceite sobre la fase acuosa, que contiene el emulsionante, durante 2 min. Se mezcló durante 5 min, utilizando un homogenizador Ultra-Turrax T-50 (Ika, Alemania), equipado con una turbina rotor-estator S50N-G45F, a velocidades de agitación de 7.600, 6.500 ó 5.200 rpm.

Se empleó un reómetro rotacional de deformación controlada ARES (rheometrics scientific, UK) con agitador de hélice con diámetro 0,0385 m. y un agitador de ancla con diámetro de 0,0385 m. Reómetro de esfuerzo controlado (RheoScope1 Haake, Germany), empleando sensores cono-plato de 35 y 60°, el esfuerzo impuesto fue de 0 – 350 Pa con un tiempo 600 segundos.

Calculo de consumo potencia

Se empleó la siguiente fórmula: $P = 2N (T-T_0)$ donde N es Número de revoluciones por unidad de tiempo (S-1), calculada a partir del numero de giros medidos en el reómetro. (T-T₀) representa el valor del Par de torsión medido en el reómetro a velocidades de cizalla experimentales y calculado mediante la relación matemática $C: (T \cdot g)/10^{-5}$, donde C es el valor de par de torsión (N/m), T el valor calculado a partir del reómetro (g·cm) y g la gravedad.

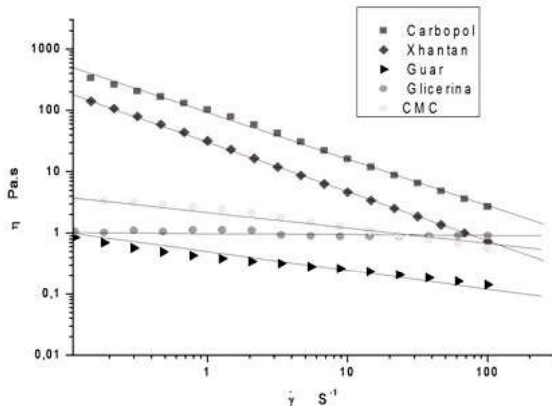
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Caracterización experimental del consumo de potencia durante el mezclado (Ancla), en función de la velocidad de agitación.

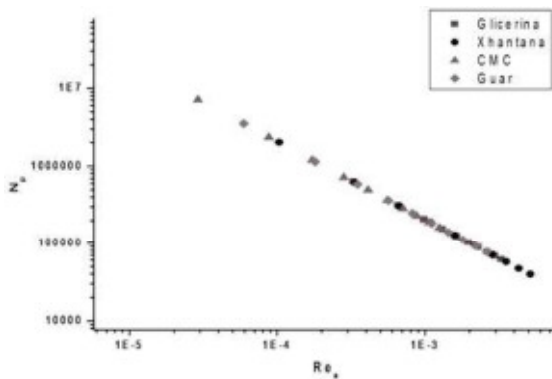
N(1/S)	Glicerina	Goma xantan	Goma guar	Cmc	Carbopol	M. caballa
0,1667	0,00031359	0,000789093	0,00137825	0,002831664	0,005251261	0,000542284
0,3333	0,00124275	0,001930176	0,00358874	0,007444915	0,005174766	0,001263083
0,5000	0,00278104	0,003233864	0,00620651	0,012744075	0,008746009	0,002482846
0,6667	0,00491659	0,004702652	0,00909016	0,018362810	0,013248337	0,003837447
0,8333	0,00768591	0,006276398	0,01219337	0,024573618	0,018156551	0,005325394
1,0000	0,01096755	0,007879448	0,01548961	0,031308884	0,024797353	0,008352034
1,1667	0,01492771	0,009573553	0,01894391	0,038674285	0,031431481	0,011497061
1,3333	0,01942167	0,011415001	0,02254882	0,046540077	0,038669356	0,014798775
1,5000	0,02453445	0,013342924	0,02624569	0,054913375	0,046985966	0,018151211
1,6667	0,03029946	0,015331366	0,03014318	0,064025996	0,052828858	0,021748227

Se observa que los consumos de potencia para los diferentes fluidos de calibración, tienen una relación directamente proporcional, con las velocidades de agitación. Para los análisis estadísticos se empleó el programa ORIGIN pro versión 7.0.

Velocidad de cizalla frente a viscosidad, Relación entre el numero de potencia y el Numero de Reynolds aparente (Rea).



Gráfica 1. Representación de velocidad de cizalla.



Gráfica 2. Representación de Reynolds aparente frente a viscosidad (Re_a) frente a N_p .

Para los fluidos newtonianos como la glicerina, un aumento de velocidad de cizalla no afecta su

viscosidad, y para los demás fluidos no newtonianos ésta disminuye. La superposición de cada una de las curvas de potencia de los fluidos no newtonianos y el newtoniano es causa de que se muevan en el mismo régimen, lo que supone la existencia de un factor de superposición, este factor es el valor de K_s .

CONCLUSIONES

Se produce un aumento en el consumo de potencia a medida que aumenta la velocidad de agitación, evidenciando la dependencia del consumo de potencia de esta velocidad, en función del régimen de flujo, geometría del tanque, del agitador y las características reológicas del fluido.

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Crispulo Gallegos, al grupo de fluidos complejos de la UH, a la Universidad de Cartagena y al grupo de investigaciones PROAL.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez MC, Valencia C, Franco JM, Gallegos C. Wall slip phenomena in oil-in-water emulsions: effect of some structural parameters. *J Colloid Interface Sci.* 2001; 241: 226-232.
2. Dickinson E, Ritzoulis C. Creaming and rheology of oil-in water emulsions containing sodium dodecyl sulfate and sodium caseinate. *J Colloid Interface Sci.* 2000; 224: 148-154 p.
3. Dickinson. E. Emulsions stabilization by polysaccharides and protein-polysaccharide complexes in Food Polysaccharides and their applications. AM. Stephen marcel. Dekker. Inc., 1995. 654 p.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y SENSORIAL DE PASTAS ALIMENTICIAS COMPUESTAS CON INCLUSIÓN DE QUINUA

BROMATHOLOGIC AND SENSORY ANALYSIS OF WHEAT-QUINOA BLEND PASTA

ARTÍCULO CORTO

Amanda C. MORA^{1*}, Patricia RESTREPO², Rafael H. GUTIERREZ B.³, María S. HERNANDEZ G.⁴

RESUMEN

La pasta es un alimento básico de larga vida útil, la inclusión de quinua en éste puede contribuir al mejoramiento de la seguridad alimentaria, dada su buena calidad nutricional y fácil desarrollo del cultivo. Se evaluó la composición (humedad, proteína, fibra, carbohidratos, grasa y cenizas) y perfil sensorial (apariciencia, color, sabor, aroma, textura, superficie al tacto y mordida) de pasta elaborada con sémola de trigo con dos proporciones de sustitución (30% y 10%) de harinas de quinua de las variedades Blanca Jericó (BJ) y Facianar Aurora (FA) y con adición de agentes estructurantes (carboximetil celulosa y almidón de maíz pregelatinizado). Las pastas mostraron una buena calidad bromatológica, y sensorial, con mejoras impartidas por el uso de agentes estructurantes.

Palabras clave: almidón, agentes estructurantes, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

Pasta is a long life staple food in wich quinoa inclusion may have an impact on food safety. In this work the composition (moisture, protein, fiber, carbohydrates, fat and ashes) and sensory profile (appearance, color, taste, flavor, texture and mouthfeel) were assessed for pasta with 10 and 30% substitution with Blanca Jericó and Facianar Aurora quinoa, using carboxymethylcellulose and pregelatinized corn starch as structure agents, showing a good nutritional and sensory quality.

Keywords: Starch, structure agents, food safety.

INTRODUCCIÓN

La quinua es un alimento promisorio por un alto valor nutricional, que contiene nutrientes importantes para la salud humana, y por una alta capacidad de adaptación a condiciones agrícolas y climáticas adversas, con altos rendimientos (1).

La pasta es un alimento básico de larga vida útil, en el cual la sustitución de sémola por harina de quinua puede mejorar la calidad nutricional, pero con efectos negativos en la calidad sensorial (2, 3), característica susceptible de mejoramiento con el uso de agentes estructurantes (4).

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la influencia de la sustitución de quinua y el uso de agentes estructurantes en la calidad nutricional y sensorial de pastas compuestas quinua-trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como ingredientes de las pastas se usó: sémola de trigo (ST), harina de quinua de las variedades Blanca Jericó (QBJ) y Facianar Aurora (QFA) con sustituciones de 10% y 30% de ST, carboximetil celulosa (CMC) y almidón de maíz pregelatinizado

¹ Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia –Sede Medellín.

² Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

³ Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela

⁴ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos –ICTA. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá.

* Autor a quién se debe dirigir la correspondencia: acmorag@unal.edu.co

(AMP), como agentes estructurantes al 2 y 9%, respectivamente, y agua potable (tabla1).

Tabla 1. Formulación de pastas de trigo-quinua con adición de agentes estructurantes.

Tratamiento	ST (%)	QBJ (%)	QFA (%)	CMC (%)	AMP (%)	AGUA (%)
QJ1	70	30	0	0	0	26,0
QJ2	90	10	0	0	0	25,4
QA3	70		30	0	0	26,0
QA4	90	0	10	0	0	25,4
QJC1	70	30	0	2	0	26,0
QJC2	90	10	0	2	0	25,4
QAC3	70	0	30	2	0	26,0
QAC4	90	0	10	2	0	25,4
QJA1	70	30	0	0	9	26,0
QJA2	90	10	0	0	9	25,4
QAA3	70	0	30	0	9	26,0
QAA4	90	0	10	0	9	25,4

Se utilizó una Prensa Extrusora La Parmigiana (Modelo D35, Fidenza, Italia) y un secador directo de aire caliente prototipo artesanal, disponibles en la Planta Piloto del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos –ICTA.

A 2kg de premezcla en seco de ST y QBJ ó QBA, se agregó agua, CMC o AMP (proporciones en tabla 1 sobre 100% de esta mezcla) y se amasó 20 min, luego se permitió el paso de la masa por el tornillo extrusor formando tallarines que fueron

secados a 55°C durante 16 h. Previo enfriamiento a temperatura ambiente, fueron empacados en unidades de 300 g, en bolsas plásticas con cierre hermético hasta su análisis.

El análisis bromatológico incluyó cenizas (AOAC 942.50, 1990), fibra cruda (AOAC 978.10, 1990), grasa (NTC 668), humedad y otras materias volátiles (ISO 6496), proteína cruda por método Kjeldahl (NTC 4657) y carbohidratos por diferencia.

La calidad sensorial fue evaluada por un panel entrenado de 6 integrantes (3 hombres y 3 mujeres), cumpliendo con lo establecido en la NTC 3932, empleando una escala cuantitativa por atributos previamente discutida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características bromatológicas

El contenido de humedad (tabla 2) fue menor al señalado como objetivo de la operación de secado con un máximo de 12,5%. Los mayores contenidos estuvieron en las pastas con AMP lo que se relaciona con una mayor capacidad de incorporar agua a su estructura que CMC, gracias a los fenómenos de hinchamiento e hidratación de los gránulos de almidón (4).

Tabla 2. Análisis bromatológico de la pasta cruda con inclusión de quinua y adición de sustitutos del gluten CMC y almidón de maíz pregelatinizado (g/100 g muestra).

Tratamiento	Humedad	Grasa	Cenizas	Proteína	Fibra	Carbohidratos
QJ1	6,58 ^c	3,25 ^{cd}	0,94 ^{bc}	13,00 ^a	0,90 ^a	75,99 ^a
QJ2	6,58 ^c	3,22 ^{ab}	0,63 ^d	12,35 ^a	0,99 ^a	75,58 ^a
QA3	6,61 ^c	2,46 ^e	0,65 ^d	12,77 ^a	0,87 ^a	77,22 ^a
QA4	6,59 ^c	3,61 ^{ab}	0,76 ^{cd}	12,23 ^a	1,09 ^a	75,20 ^a
QJC1	7,24 ^d	3,31 ^{bcd}	1,27 ^a	12,86 ^a	0,97 ^a	74,76 ^a
QJC2	7,42 ^d	3,40 ^{bcd}	0,72 ^{cd}	12,47 ^a	1,24 ^a	74,40 ^a
QAC3	7,99 ^c	3,24 ^{cd}	0,98 ^{bc}	12,44 ^a	0,80 ^a	74,72 ^a
QAC4	7,98 ^c	3,58 ^{abc}	0,61 ^d	12,31 ^a	0,96 ^a	74,40 ^a
QJA1	8,35 ^b	3,25 ^{cd}	0,99 ^{ab}	11,50 ^a	0,79 ^a	75,11 ^a
QJA2	8,09 ^{bc}	3,86 ^a	0,77 ^{bcd}	11,28 ^a	0,84 ^a	75,14 ^a
QAA3	9,02 ^a	3,25 ^{cd}	0,96 ^{ab}	11,44 ^a	0,90 ^a	74,48 ^a
QAA4	8,89 ^a	3,18 ^d	0,75 ^{bcd}	11,37 ^a	0,94 ^a	74,90 ^a
CV	0,98	2,76	7,99	6,13	25,29	0,98

* Los valores con igual superíndice en la misma columna no son significativamente diferentes (P < 0,05).

La composición resultante fue comparable con una pasta comercial (5), con mayor contenido de grasa y proteína conservando una relación directa con la cantidad de quinua y carbohidratos similares. El contenido de cenizas resultó por debajo del límite establecido por la NTC 1055 (1,2%). Se encuentran mayores contenidos para las pastas con aditivos, las pastas sustituidas al 30% y en aquellas con QBJ, lo que supone que la quinua tiene mayor aporte de cenizas (QBJ > QFA), teniendo en cuenta que es una harina integral.

Calidad sensorial

La sustitución de ST con harinas de quinua afectó el perfil sensorial de la pasta, especialmente la textura, concordando con otros autores (2, 3) (figura 1). Las pastas con la menor sustitución y CMC presentan las mejores características. Los mayores porcentajes de sustitución sin aditivos resultan en una apariencia pegajosa y decolorada, fácil ruptura, sabor a crudo o a harina e insípido, textura suave, pegajosa y poco elásticas y superficie al tacto viscosa, aglutinada, pastosa o pegajosa.

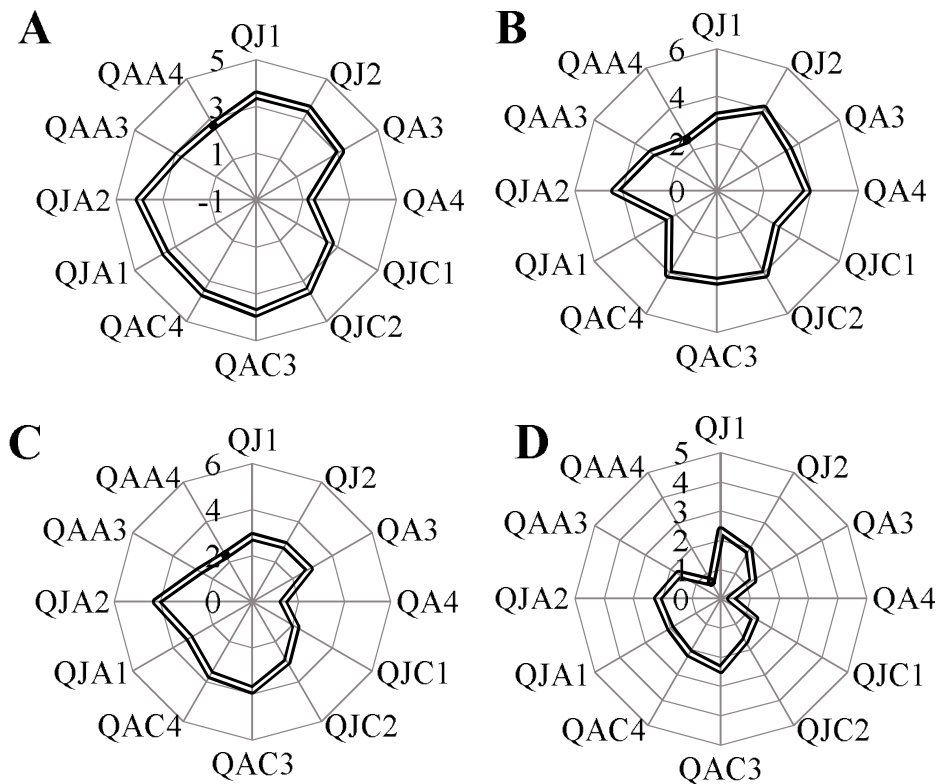


Figura 1. Calidad sensorial de pastas sustituidas. A: apariencia y color; B: sabor y aroma; C: textura, D: superficie al tacto y mordida.

CONCLUSIONES

La inclusión de quinua en pastas alimenticias puede mejorar su calidad nutricional, con disminución de la pérdida de calidad sensorial gracias al uso de agentes estructurantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mujica A, Izquierdo J, Marathe J. Origen y descripción de la quinua. En: Quinua, Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Santiago de Chile. Chile. FAO 2001.
- Astaiza M, Ruiz L, Elizalde A. Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* wild.) y zanahoria (*Daucus carota*). Rev Bio Agro. 2010; 8 (1): 43-53.
- Rayas-Duarte C, Mock C, Satterlee L. Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours. Cereal Chem. 1996; 73: 381-387.
- Yu LJ. Noodle dough rheology and quality of instant fried noodles [master's thesis]. [Quebec, Canada]: Department of Bioresource Engineering Macdonald Campus, McGill. University of Montreal; 2003.
- Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA, Southgate DAT. McCance and Widdowson's The composition of foods. 5th ed. Cambridge, England: Royal Society of Chemistry; 1991.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE BLANCURA EN HARINA DE TRIGO COMERCIAL

INDEX DETERMINATION IN WHEAT FLOUR WHITENESS

ARTÍCULO CORTO

Jairo MONTOYA-LÓPEZ^{1*}, Germán A. GIRALDO-GIRALDO², Juan C. LUCAS-AGUIRRE²

RESUMEN

La determinación de las propiedades físicas y estructurales de la harina de trigo fueron realizadas mediante la determinación el índice de blancura a la harina de trigo comercial; las muestras presentaron tonos amarillo claro, presentando valores positivos de *b* comprendidos entre 9,77 y 9,79; es decir que tendieron al amarillo. Acusaron valores de *a* positivos, entre 0,52 y 0,58 por lo que se encontró dentro de la zona de los tonos rojizos. Estas muestras presentaron valores de *a/b* bajos: 0,057.

Palabras clave: caracterización, trigo, alimentos, índice de blancura.

ABSTRACT

Determining the physical and structural properties of wheat flour were performed by determining the whiteness index for the commercial wheat flour, the samples showed clear yellow color, showing positive values between 9.77 b and 9.79, i.e. tended to yellow. Charged to positive values between 0.52 and 0.58, so were within the area of the reds. These samples showed values of *a/b* low: 0.057.

Keywords: Characterization, flour, food, whiteness index.

INTRODUCCIÓN

La harina de trigo posee componentes que favorecen la formación de masas (proteína–gluten) que mezcladas con agua producen una masa consistente; debido al hinchamiento del gluten; ésta se caracteriza por la elasticidad, retención de gases y mantenimiento de la forma lo que facilita la elaboración del pan. Las propiedades funcionales del pan están influenciadas por las proteínas y el almidón (1). La proporción de amilosa-amilopectina y la estructura de las moléculas determinan las características reológicas y funcionales del almidón (2). La formación de geles y la retrogradación del almidón en dispersiones acuosas o soluciones son de gran relevancia para la industria alimentaria y son algunas de las causas del deterioro de los productos (3), reflejado en cambios de textura durante su elaboración.

El objetivo de este trabajo fue evaluar algunas características del color presente en la harina de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación del índice de blancura de la harina comercial se realizó con un colorímetro HunterLab Color Quest XE calibrado con un estándar blanco en forma de placa ($L = 97,79$, $a = -0,53$ y $b = +2,28$), leyendo con un iluminante de tipo C, obteniendo los factores *a*, *b* y *L* del sistema Hunter (4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de Blancura

La medición del índice de blancura utilizando el colorímetro HunterLab (5) arrojó los siguientes resultados: el parámetro *L* presentó un valor alto

¹ Programa de Química. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío.

² Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jmontoya@uniquindio.edu.co

de 92.01 unidades: las muestras tuvieron una luminosidad alta. En cuanto a la variable a , presentó una media de 0,56 unidades, valor que supera ligeramente el eje de los tonos verdes, desplazándose hacia los tonos rojos. Para el caso de la variable b , la media fue de 9,78 unidades, ubicándose en la zona de los amarillos claros, como se evidencia en la figura 1.

Tabla 1. Valores de a^*/b^* , ΔE^* , C^* y H^* del sistema Hunter.

Muestra	ΔE^*	H^*	C^*	a^*/b^*
Promedio	92,53	86,74	9,79	0,057
M1	92,41	86,63	9,81	0,059
M2	92,58	86,70	9,78	0,058
M3	92,54	86,70	9,80	0,058
M4	92,60	86,93	9,78	0,054

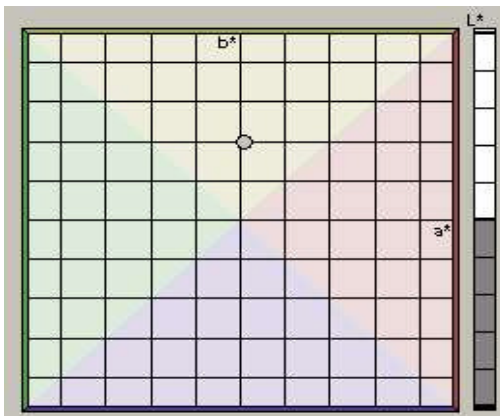


Figura 1. Factores L^* , a^* y b^* del sistema Hunter.

Las muestras presentaron uniformidad en cuanto a los tres factores obtenidos. Dado que en el color de la harina de trigo hay valores bajos para tonalidades verdes y amarillas, se calculó el cociente a^*/b^* , para obtener datos de referencia en el momento de comparar las muestras (6). En la tabla 1 se observa el valor para el cociente el cual tuvo un valor medio de 0,057 unidades, que representa el tono amarillo claro casi blanco típico de la harina de trigo.

Índice de Blancura

Ésta es una medida de amplio uso en la industria textil y del papel y se ha extendido a la de medicamentos, plásticos, cerámica y alimentos. Una superficie blanca ideal debe tener un índice de blancura (IW) igual a 100; cuando la diferencia entre el blanco ideal y el de la superficie que se evalúa se incrementa entonces IW disminuye.

El cálculo para determinar el indicador de blancura más indicado, de acuerdo a los datos obtenidos de factores L^* , a^* y b^* del sistema Hunter, son los siguientes:

$$IW = L - 3b + 3a \text{ Hunter (1960)}$$

$$IW = 92.014 - 3(9.78) + 3(0.56)$$

$$IW = 64.35 \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$IW = 100 - ((100/L)^2 + (10b^2))^{1/2} \text{ Hunter (1960)}$$

$$IW = 100 - ((100/92.014)^2 + (10 \cdot 9.78^2))^{1/2}$$

$$IW = 69.06 \quad \text{Ecuación 2.}$$

Para iluminante C. donde: L, a y b son coordenadas cromáticas del sistema CIELab.

Los valores obtenidos por medio de las ecuaciones anteriores dieron valores muy similares de 64,35 y 69,06, lo que indica que la harina de trigo no tiene un color blanco ideal, la cual indica que las harinas analizadas por ellos presentan un color blanco amarillento.

CONCLUSIONES

Las muestras de harina presentaron tonos amarillo claro, presentando valores positivos de b comprendidos entre 9,77 y 9,79; es decir, que tendieron al amarillo. Acusaron valores de a positivos, entre 0,52 y 0,58 por lo que se encontró dentro de la zona de los tonos rojizos. Éstas muestras presentaron valores de a/b bajos: 0.057; demostrándose que la harina de trigo no tiene un color blanco ideal.

Los valores de C^* y de H^* permiten interpretar que no hay diferencia cualitativa de color entre las muestras; así, en el eje del rojo-verde a^* , una muestra con mayor valor a^* no se percibe necesariamente como "más rojo", lo que ocurre con la harina de trigo, que otra con menor valor a^* . El uso de C^*_{ab} y H^*_{ab} permite entonces una representación más intuitiva del color.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bedolla SL, Rooney W. Characteristics of US and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. *Cereal foods world*. 1984; 11: 29.
2. Jane J, Chen J. Effect of amylose molecular size and branch chain length on paste properties of starch. *Cereal Starch*. 2004; 1: 69.
3. Mestres C, Colonna P, Buleon A. Gelation and crystallisation of maize starch after pasting, drum-drying and extrusion cooking. *J Cereal Sci*. 1988; 7: 123-134.
4. Dasso I. Control de color en alimentos: sistemas numéricos de expresión. *Revista La Alimentación Latinoamericana*. 1986; 41: 156, 41-46.
5. Francis FJ, Clydesdale FM. *Food colorimetry: Theory and applications*. AVI Publishing Co. 1975.
6. Billmeyer FW, Saltzman M. *Principles of color technology*. New York: John Wiley & sons; 1981.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE HARINA DE TRIGO Y PAN MEDIANTE DETERMINACIÓN DE CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO Y ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT FLOUR AND BREAD BY DETERMINATION OF DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY AND THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS

ARTÍCULO CORTO

Jairo MONTOYA-LÓPEZ^{1*}, Germán A. GIRALDO-GIRALDO², Juan C. LUCAS-AGUIRRE²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos componentes químicos en una harina de trigo comercial y pan elaborado. se realizó análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC) y análisis termogravimétrico (TGA) a las muestras. Los resultados permitieron la identificación de estructuras que son consecuencia de las condiciones de procesamiento como las generadas durante la transición vítrea, la gelatinización y la retrogradación del almidón, al igual que las modificaciones térmicas por los tratamientos combinados de calor y humedad, los cuales cambian las propiedades fisicoquímicas del almidón sin destruir su estructura granular.

Palabras clave: Caracterización, trigo, alimentos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate some chemical components in a commercial wheat flour, dough and bread made. The flour and bread were analyzed for differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetric analysis (TGA). The results allowed the identification of structures that result from the processing conditions as those generated during the glass transition, gelatinization and retrogradation of starch, as thermal changes for the combined treatments of heat and humidity, which change the physicochemical properties of starch without destroying its granular structure.

Keywords: Characterization, wheat, food.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades funcionales del pan están influenciados por las proteínas y el almidón (1). La proporción de amilosa:amilopectina y la estructura de las moléculas determinan las características reológicas y funcionales del almidón (2). La formación de geles y la retrogradación del almidón en dispersiones acuosas o soluciones, son de gran relevancia para la industria alimentaria y son algunas de las causas del deterioro de los productos (3), reflejado en cambios de textura durante su elaboración. El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos compo-

nentes físicos presentes en la harina de trigo y un producto elaborado como lo es el pan con análisis físicos como TGA y DSC.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación de la temperatura y la entalpía de Gelatinización (T_p y DH_p) de cada una de las muestras se llevó a cabo por medio de un Calorímetro Diferencial de Barrido (TA Instruments DSC-Q100), en muestras de $(10 \pm 0,5)$ mg con el contenido de humedad respectivo cada muestra, genero una velocidad de calentamiento de $5^\circ\text{C}/\text{min}$, desde temperatura

¹ Programa de Química. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío.

² Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jmontoya@uniquindio.edu.co

ambiente hasta 100°C, en atmosfera de Nitrógeno. La descomposición térmica de las muestras fue estudiada a través de la técnica de análisis termogravimétrico (TA Instruments TGA Q500), realizando experimentos en presencia de una atmosfera de Nitrógeno para un rango temperaturas desde ambiente hasta 800°C a 5°C/min y en muestras de (6 ± 0,5) mg.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calorimetría diferencial de barrido

El termograma DSC de la harina (figura 1) presenta la transición térmica de gelatinización, la cual se presenta como un suave pico endotérmico sobre la línea base del termograma. El proceso, aquí representado, empieza a 53,27°C, esta temperatura se conoce como temperatura inicial (T_0), la temperatura de pico (T_p) es la temperatura donde se registran los valores más altos de absorción de calor (4), para la harina esta temperatura es de 61,96°C, a medida que el proceso finaliza, el sistema regresa a un estado en el cual no hay cambios en la fase ni en la composición de la muestra. La energía necesaria para completar el proceso se conoce como entalpía de gelatinización (H_p) y para la harina su valor es de 1,080 J/g.

En el termograma del pan (figura 2) se detectó cambios en el calor específico (ΔC_p) en un rango de temperatura entre 30 y 40°C, rango en el cual se encuentra la temperatura de transición vítrea. La temperatura de gelatinización es donde pierde la estructura cristalina los gránulos de almidón; por la tanto, una temperatura más alta indica un arreglo cristalino más estable. El hinchamiento de los gránulos de almidón (5) que se presenta durante la gelatinización provoca que la viscosidad del medio se incremente. Este proceso es endotérmico y se requiere de aproximadamente de 10 J/g de almidón para llevarlo acabo, como lo han demostrado estudios de calorimetría diferencial de barrido DSC (6).

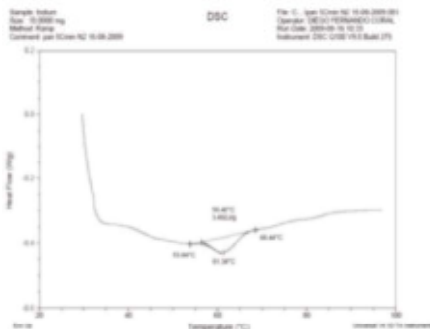


Figura 1. Termograma DSC de la Harina de trigo.

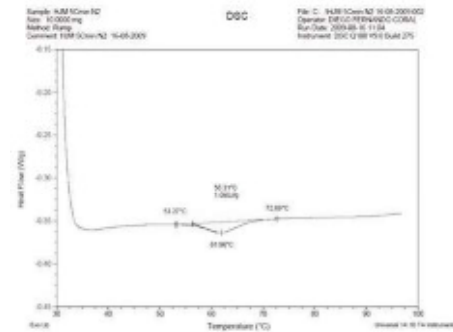


Figura 2. Termograma DSC del Pan.

Análisis termogravimétrico

Las figuras 3 y 4 han sido divididas en tres regiones, relacionadas con las pérdidas de masa más pronunciadas en las gráficas; la zona uno corresponde a la pérdida de masa por la humedad presente en la muestra donde la cantidad de agua disponible fue de 12,42%; esta disminución se presentó entre los 100 y 200 °C. La pérdida de peso más representativa se presentó en la zona 2 en un rango de temperaturas entre 200°C y 400°C, en este punto se descomponen carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y la cantidad total de almidón presente en la muestra ya que esta pérdida de peso se encuentra en el rango de temperaturas donde se da la degradación del almidón; en esta fase la pérdida de peso fue de 63,49%. En la zona 3 con un rango de temperaturas entre 400°C a 600°C se descomponen polisacáridos de alto peso molecular como proteínas, lípidos entre otros compuestos orgánicos.

En la figura 4 la zona uno corresponde a la pérdida de masa corresponde a la humedad presente en la muestra donde la cantidad de agua disponible fue de 21,03%; esta disminución se presentó entre los 100 y 200 °C. La pérdida de peso más representativa se presentó en la zona 2, que se presenta en rango de temperaturas entre 200°C y 400°C; en esta fase la pérdida de peso fue de 51,93%. La descomposición del almidón debida a la temperatura se presenta como una curva característica de una descomposición simple o de un solo paso como las presentadas en la (figura 4), esto se debe a que la muestra contiene grandes cantidades de carbohidratos totales, los cuales se descomponen a las temperaturas comprendidas en la zona 2. En la zona 3 con un rango de temperaturas entre 400°C a 550°C se descomponen polisacáridos de alto peso molecular. En este punto la muestra presentó una pérdida de peso de 23,69%.

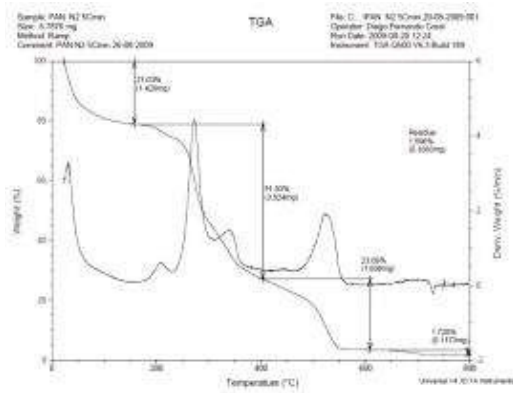


Figura 3. TGA y derivada DTG de Harina de Trigo.

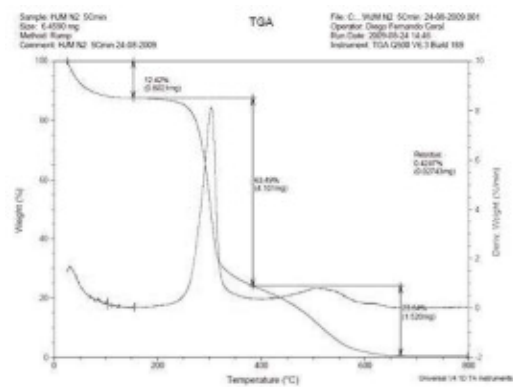


Figura 4. TGA y derivada DTG de Pan.

CONCLUSIONES

Los análisis de calorimetría diferencial de barrido y el análisis térmico mecánico dinámico de los productos de panadería han demostrado que éstos se obtienen desde materiales visco-elásticos, los cuales después del tratamiento de cocción sus estructuras son generalmente consideradas para ser formadas por una continua red macromolecular basada sobre las proteínas del gluten y enlazadas por almidones cristalinos parcialmente granulares, las propiedades funcionales de las proteínas del gluten de trigo son principalmente la determinación de la estructura de la masa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bedolla SL, Rooney W. Characteristics of US and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. *Cereal foods world*. 1984; 11: 29.
2. Jane J, Chen J. Effect of amylose molecular size and branch chain length on paste properties of starch. *Cereal Starch*. 2004; 1: 69.
3. Mestres C, Colonna P, Buleon A. Gelation and crystallisation of maize starch after pasting, drum-drying and extrusion cooking. *J Cereal Sci*. 1988; 7: 123-134.
4. Wang LZ, White PJ. Structure and properties of amylose, amylopectin and Intermediate materials of oat starches. *Cereal Chem*. 1994; 71 (5): 263-268.
5. Biliaderis CG. The structure and interactions of starch with food constituents. *Canadian J Physiol Pharmacol*. 1991.
6. Tester RF, Debon SJ. Annealing of starch: a review. En: *International journal of biological macromolecules*. 2000; 27: 1-12.

MODELADO DE LAS ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE LÁMINAS FLEXIBLES BIODEGRADABLES

MODELING OF ADSORPTION ISOTHERMS IN BIODEGRADABLE FLEXIBLE FILMS

ARTÍCULO CORTO

Diana P. NAVIA P.^{1*}, Héctor S. VILLADA C.²

RESUMEN

Los plásticos biodegradables son ampliamente investigados por sus ventajas ambientales como posibles sustitutos de los convencionales. En este contexto, su caracterización en términos de estabilidad y propiedades se hace necesaria para identificar sus aplicaciones. El presente artículo, refiere la modelación de la adsorción de vapor de agua de láminas biodegradables elaboradas de almidón de yuca, por la técnica de *casting*, a través de los modelos de GAB, Peleg, Oswin, y Smith. El modelo Peleg fue el que mejor ajustó los valores experimentales de adsorción a 25°C en las láminas flexibles objeto de estudio.

Palabras clave: adsorción, almidón, flexible, lámina.

ABSTRACT

Biodegradable plastics are widely investigated for their potential environmental benefits as substitutes for conventional ones. In this context, its characterization in terms of stability and properties is necessary to identify its applications. This article concerns the modeling of adsorption of water vapor from biodegradable films made of cassava starch by casting technique, through models of GAB, Peleg, Oswin and Smith. Peleg showed the best fit of experimental adsorption data at 25°C in the flexible films studied.

Keywords: Adsorption, starch, flexible, film.

INTRODUCCIÓN

El incremento constante del consumo de plásticos provenientes de fuente fósil, ha generado una preocupación mundial, en donde los plásticos biodegradables surgen como alternativa para mantener el desarrollo sostenible del medio ambiente (1). Las aplicaciones de los plásticos flexibles en la industria son numerosas, por ello su uso es cada vez mayor, asimismo, lo son sus desechos. Entre los recursos amigables con el ambiente que pueden ser usados para elaborar plásticos biodegradables se encuentra el almidón el cual, a pesar de su disponibilidad y economía, presenta condiciones de inestabilidad frente a la humedad, aspecto fundamental que condiciona su utilidad. En este contexto, la relación entre la actividad de agua (a_w) y el contenido de humedad en equilibrio (CHE) es un término

relevante que amerita su estudio (2). El objetivo de este trabajo fue encontrar el modelo de mayor ajuste a los datos experimentales de las isotermas de adsorción de láminas flexibles elaboradas a partir de almidón por la técnica de *casting*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron obtenidas por la técnica de *casting* (3) a partir de una suspensión gelatinizada de almidón al 6%, plastificada con 15% (del peso del almidón) de glicerol (Sigma-Aldrich®). El secado de las láminas se realizó en horno de convección (Binder®, USA) a una temperatura constante de 50 ± 1°C durante 13 h.

Las muestras fueron ubicadas en desecadores de vidrio con soluciones salinas con a_w que variaron entre 0,12 – 0,98, y fueron almacenadas durante

¹ Docente Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de San Buenaventura –Seccional Cali. Cali, Colombia.

² Departamento de Agroindustria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: dnavia@usbcali.edu.co

cinco semanas a 25°C hasta peso constante (4). Para el ajuste de los datos experimentales se usó los modelos matemáticos: GAB (5), Peleg, 1993 (6), Oswin, 1946 (7), y Smith, 1947 (8), representados con las ecuaciones 1 a 4, respectivamente, donde “m” es CHE, “m_o, C, k, k₁, k₂, n₁, n₂, A y B”, son parámetros de ajuste de cada modelo, los cuales fueron estimados con el programa Polymath® versión 6.0. El MRE (ecuación 5) fue usado para establecer el ajuste entre los modelos, donde “Me” y “Mp” corresponden a contenido de humedad experimental y predicha respectivamente, y “N” es el número de valores experimentales (9).

$$m = \frac{m_0 C k a_w}{[(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)]} \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$m = k_1(a_w)^{n_1} + k_2(a_w)^{n_2} \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$m = a \left(\frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$m = A + B \ln(1 - a_w) \quad \text{Ecuación 4.}$$

$$MRE(\%) = \frac{100}{N} \sum \left| \frac{Me - Mp}{Me} \right| \quad \text{Ecuación 5.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 representa la adsorción de vapor de agua de las láminas biodegradables, evidenciando su forma como isoterma tipo III según la clasificación Brunauer (10), la cual se presenta cuando la integración adsorbato- adsorbente es baja, característica de productos higroscópicos (11).

Las isoterma puede dividirse en tres partes: la primera (a_w entre 0,05 - 0,20), representa a las moléculas más fuertemente ligadas a los grupos hidrofílicos polares y su límite corresponde al valor de la monocapa (12); en la segunda (a_w entre 0,25

- 0,70), se aprecia una adsorción de agua gradual y lineal, las moléculas de agua completan la cobertura de la monocapa mayormente por puentes de hidrógeno con agua retenida, y por condensación se forman capas adicionales (12); en la tercera (a_w entre 0,75 - 1) la adsorción de agua es más rápida y representa mayoritariamente agua en multicapas (12). En cuanto a los valores de la monocapa, la incorporación de glicerol como plastificante, podría incrementar los sitios disponibles de sorción dada su afinidad con el agua, lo que puede relacionarse con los valores de “m_o” (monocapa) menores en otras láminas comparadas con las de este estudio, en las que se han usado plastificantes con menor higroscopicidad (13).

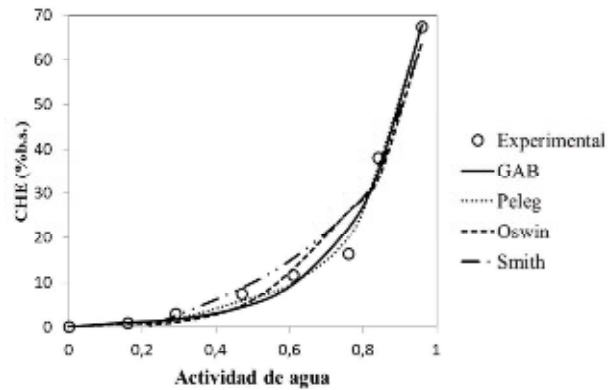


Figura 1. Modelación de las isotermas de adsorción de las láminas biodegradables.

De acuerdo con los valores más bajos de MRE (menores a 10%) y el coeficiente de correlación R² de la tabla 1, el modelo Peleg presentó el más alto ajuste de la experimentación de adsorción de vapor de agua de las láminas biodegradables valoradas a 25°C. Por otra parte, el modelo de Oswin fue el más deficiente para modelar los valores experimentales.

Tabla 1. Parámetros de ajuste de los modelos de adsorción en las láminas.

Modelo	Parámetro	25°C	Modelo	Parámetro	25°C	Modelo	Parámetro	25°C	Modelo	Parámetro	25°C
GAB	m _o	3,984	Peleg	K ₁	14,533	Oswin	A	10,923	Smith	A	4,284
	C	1,398		K ₂	31,234		B	0,573		B	-21,099
	K	0,873		n ₁	0,244		MRE	12,146		MRE	8,226
	MRE	8,912		n ₂	6,982		R ²	0,948		R ²	0,956
	R ²	0,984		MRE	7,854						
			R ²	0,986							

CONCLUSIONES

El estudio de los procesos de adsorción de vapor de agua aporta información valiosa sobre la estabilidad del producto en el almacenamiento. Las láminas biodegradables presentaron altos valores de adsorción de agua en ambientes con 60% de humedad relativa y superiores, limitando sus aplicaciones. El modelo con ajuste matemático más alto del experimento de adsorción fue Peleg, lo que indica que éste es apropiado para predecir el CHE de las láminas biodegradables a 25°C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Razza F, Fieschi M, Innocenti F, Bastioli C. Compostable cutlery and waste management: An LCA approach. *Waste Manage.* 2009 Abr; 29 (4): 1424-1433.
2. Toğrul H, Arslan N. Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of walnut kernels. *J Stored Prod Res.* 2007 Oct; 43 (3): 252-264.
3. Castañeda J, Martínez P. Evaluación de la tensión, elongación y temperatura de transición vítrea en los termoplásticos obtenidos a partir de almidones nativos de achira y cidra papa mediante el método de casting [Trabajo de pregrado]. [Popayán, Colombia]: Universidad del Cauca; 2009. 180 p.
4. Simatos D, Multon JL., editors. *Properties of Water in Foods.* Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers; 1985. Wolf W, Spiess W, Jung G. Standardization of Isotherm Measurements. COST-project 90 and 90 BIS. p. 661-679.
5. Rockland LB, Stewart F., editors. *Water Activity: Influence on Food Quality* New York: Academic Press; 1981. Van den Berg C, Bruin S. Water activity and its estimation in food systems. p. 147-177.
6. Peleg M. Assessment of a semi-empirical four parameter general model for sigmoid moisture sorption isotherms. *J Food Process Eng.* 1993 Feb; 16 (1): 21-37.
7. Oswin C. The kinetics of package life III. The Isotherm. *J Soc Chem Ind.* 1946 Dec; 65 (12): 419-421.
8. Smith S. The sorption of water vapour by high polymers. *J Am Chem Soc.* 1947 Mar; 69 (3): 646-651.
9. Samapundo S, Devlieghere F, De Meulenaer B, Atukwase A, Lamboni Y, Debevere J. Sorption isotherms and isosteric heats of sorption of whole yellow dent corn. *J Food Eng.* 2007 March; 79 (1): 168-175.
10. Bart, H. Adsorption. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.* 2005; DOI: 10.1002/14356007.b03_09.pub2.
11. Iguedjal T, Louka N, Allaf K. Sorption isotherms of potato slices dried and texturized by controlled sudden decompression. *J Food Eng.* 2008 Mar; 85 (2): 180-190.
12. Chenoll M. Relaciones agua-solutos-matriz insoluble en algunos sistemas alimentarios [disertación]. [Valencia, España]: Universidad Politécnica de Valencia; 2008. 468 p.
13. Galdeano M, Mali S, Grossmann M, Yamashita F, Garcia M. Effects of plasticizer on the properties of oat Starch Films. *Mater Sci Eng C.* 2009 Mar; 29 (2): 532-538.

MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LAS ISOTERMAS DE ADSORCIÓN EN MATERIALES BIOPLÁSTICOS DE HARINA DE YUCA

MATHEMATICAL MODELING OF ADSORPTION ISOTHERMS IN BIOPLASTIC MATERIALS OF CASSAVA FLOUR

ARTÍCULO CORTO

Diana P. NAVIA P.^{1*}, Alfredo A. AYALA A.², Héctor S. VILLADA C.³

RESUMEN

Los materiales bioplásticos son ampliamente investigados con interés de sustituir a los plásticos provenientes de fuentes fósiles, siendo el conocimiento de su comportamiento y estabilidad frente a la humedad un factor relevante para su aplicación en la industria. Se determinó las isotermas de adsorción de humedad de materiales bioplásticos elaborados de harina de yuca por la técnica de termo-compresión a 15, 25 y 35°C. Los valores experimentales fueron ajustados mediante las ecuaciones de GAB, Henderson, Oswin y Smith. La temperatura no influyó significativamente sobre el contenido de humedad de equilibrio hasta 0,9 de actividad de agua. El modelo de GAB fue el que mejor ajustó los valores experimentales con un MRE < al 10%.

Palabras clave: adsorción, biopolímeros, humedad, modelación.

ABSTRACT

Bioplastic materials are widely investigated with interest to replace fossil plastics, with the knowledge of their behavior and stability against moisture an important factor for application in industry. Moisture adsorption isotherms were determined in bioplastic materials made from cassava flour by thermo-compression technique to 15, 25 and 35°C. The experimental values were fitted by the GAB, Henderson, Oswin and Smith equations. The temperature did not significantly influence on the equilibrium moisture content up to 0.9 water activity. The GAB model showed the best fit of experimental data with an MRE <10%.

Keywords: Adsorption, biopolymers, humidity, modeling.

INTRODUCCIÓN

La acumulación en los rellenos como consecuencia de la disposición final de residuos sólidos de baja degradación ha generado un creciente interés mundial en el uso de recursos renovables como alternativa para la elaboración de plásticos biodegradables (1). Entre las utilidades de los plásticos convencionales, los empaques alimentarios representan un alto porcentaje (2), haciendo necesaria la búsqueda de posibles sustitutos ambiental-

amigables. En este contexto, la harina de yuca es una materia prima accesible que puede usarse para la obtención de bioplásticos. No obstante, la característica hidrófila de estos biopolímeros limita sus posibles aplicaciones industriales; por consiguiente el conocimiento de la relación entre la actividad de agua (a_w) y el contenido de humedad de equilibrio (CHE) es trascendente para las interacciones agua-bioplástico. El objetivo de este trabajo fue determinar experimentalmente las isotermas de adsorción

¹ Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de San Buenaventura –Seccional Cali. Cali, Colombia.

² Escuela de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

³ Departamento de Agroindustria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: dnavia@usbcali.edu.co

de vapor de agua a diferentes temperaturas en muestras de bioplásticos de harina de yuca.

MATERIALES Y MÉTODOS

La harina de yuca, el polvillo de fique y el glicerol (Sigma-Aldrich®) fueron mezclados en proporción 60:25:15, en una mezcladora industrial (KitchenAid®, USA) durante 30 min. La mezcla (con adición de agua 65% p/p) fue sometida a termo-compresión durante 3 min en una prensa neumática (Plasmega®, Colombia) previamente acondicionada a 200°C.

Las muestras termo-comprimidas fueron ubicadas en recipientes con soluciones salinas con a_w que variaron entre 0,12 – 0,98, y fueron almacenadas a 15, 25, y 35°C hasta peso constante (3). Para el ajuste de los valores experimentales se usó los modelos matemáticos: GAB (4), Henderson, 1952 (5), Oswin, 1946 (6), y Smith, 1947 (7), representados con las ecuaciones 1 a 4, respectivamente, donde “m” es CHE, “ m_0 ”, “C”, “k”, “A” y “B” son parámetros de ajuste de cada modelo, los cuales fueron estimados con el programa Polymath® versión 6.0. El MRE (ecuación 5), fue usado para establecer el grado de ajuste (MRE < 10 % se considera buen ajuste), donde “Me” y “Mp” corresponden a contenido de humedad experimental y predicha respectivamente, y “N” es el número de valores experimentales (8).

$$m = \frac{m_0 C k a_w}{[(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)]} \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$m = \left(-\frac{\ln(1 - a_w)}{A} \right)^{1/B} \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$m = a \left(\frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$m = A + B \ln(1 - a_w) \quad \text{Ecuación 4.}$$

$$MRE(\%) = \frac{100}{N} \sum \left| \frac{Me - Mp}{Me} \right| \quad \text{Ecuación 5.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 representa la adsorción de humedad de los bioplásticos, que ocurre principalmente entre

los puentes de hidrógeno de las moléculas de agua y los grupos hidroxilo de las moléculas de almidón (9), los cuales se comportan como centros activos de sorción por su condición polar.

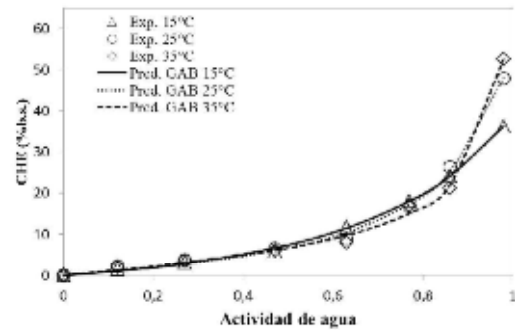


Figura 1. Isotermas de adsorción experimentales y predichas con el modelo GAB, de los bioplásticos.

Los bioplásticos presentaron alta capacidad de retención de agua para valores superiores de 0,3 de a_w . Este comportamiento se debe posiblemente a los cambios estructurales ocurridos durante la termo-compresión, ocasionando un incremento de los puntos activos de sorción de agua en la fase sólida del material. La temperatura no influyó significativamente ($p > 0,05$) sobre el CHE hasta 0,9 de a_w . La tabla 1 muestra los parámetros de los modelos de sorción de los bioplásticos. El modelo GAB fue el que presentó el mejor ajuste de los valores experimentales (menor valor de MRE) a 15, 25 y 35°C, mientras que el modelo de Oswin fue el más deficiente. El valor de m_0 (humedad de la monocapa) representa la disponibilidad de sitios activos para la adsorción de agua en el material (10); puede notarse que disminuye con el aumento de la temperatura, posiblemente por daños en los puntos activos de unión entre el agua y la fase sólida del material al incrementarse la temperatura. Este comportamiento se ha reportado en estudios similares (11). Además, estos valores concuerdan con los reportados en la literatura para materiales amiláceos (12, 13). Con respecto a “C” (tabla 1), cuanto mayor es su valor mayor es la fuerza de enlace del agua en la monocapa (agua fuertemente ligada) (10), indicando que a menor temperatura la fuerza de los enlaces de agua de las muestras fue mayor.

Tabla 1. Parámetros de ajuste de los modelos de adsorción en los bioplásticos.

Modelo	Parámetro	15°C	25°C	35°C	Modelo	Parámetro	15°C	25°C	35°C	Modelo	Parámetro	15°C	25°C	35°C
GAB	m_o	5,15	4,52	4,02	Oswin	A	9,71	9,27	7,95	Smith	MRE	19,88	15,32	26,88
	C	2,01	1,65	1,39		B	0,35	0,42	0,48		R ²	0,96	0,99	0,98
	K	0,68	0,84	0,9		MRE	53,41	31,36	21,86	A	0,09	0,08	0,08	
	MRE	7,71	9,22	6,76		R ²	0,92	0,92	0,92	B	1,044	0,95	0,94	
	R ²	0,99	0,99	0,99	Smith	A	1,19	-0,62	-1,81	Hender-son	MRE	10,89	12,66	18,48
				B	-9,67	-12,42	-13,23	R ²	0,96		0,99	0,97		

CONCLUSIONES

El modelo de GAB fue el que mejor ajustó los valores experimentales adsorción en bioplásticos de harina de yuca, lo que indica que es apropiado para predecir el CHE entre 15 y 35°C. La temperatura no influyó significativamente sobre el CHE hasta 0.9 de a_w .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Saiah R, Sreekumar P, Gopalakrishnan P, Leblanc N, Gattin R, Saiter J. Fabrication and Characterization of 100% green composite: Thermoplastic based on wheat flour reinforced by flax fibers. *Polym Composite*. 2009 Nov; 30 (11): 1595-1600.
- Chiellini E. *Environmentally compatible food packaging*. 1^a ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing; 2008. 573 p.
- Simatos D, Multon JL., editors. *Properties of Water in Foods*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers; 1985. Wolf W, Spiess W, Jung G. Standardization of isotherm measurements. COST-project 90 and 90 BIS. p. 661-679.
- Rockland LB, Stewart F., editors. *Water Activity: Influence on Food Quality* New York: Academic Press; 1981. Van den Berg C, Bruin S. Water activity and its estimation in food systems. p. 147-177.
- Henderson S. A basic concept of equilibrium moisture. *Agr Eng*. 1952; 33: 29-32.
- Oswin C. The kinetics of package life III. The isotherm. *J Soc Chem Ind*. 1946 Dec; 65 (12): 419-421.
- Smith S. The sorption of water vapour by high polymers. *J Am Chem Soc*. 1947 Mar; 69 (3): 646-651.
- Samapundo S, Devlieghere F, De Meulenaer B, Atukwase A, Lamboni Y, Debevere J. Sorption isotherms and isosteric heats of sorption of whole yellow dent corn. *J Food Eng*. 2007 Mar; 79 (1): 168-175.
- Cladera-Olivera F, Ferreira L, Zapata C, Pettermann A. Modeling water adsorption isotherms of pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds) flour and thermodynamic analysis of the adsorption process. *J Food Process Eng*. 2011 Jun; 34 (3): 826-843.
- Quirijns E, Boxtel A, Loon W, Straten G. Sorption isotherms, GAB parameters and isosteric heat of sorption. *J Sci Food Agr*. 2005 Aug; 85 (11): 1805-1814.
- Al-Muhtaseb A, McMinn W, Magee R. Water sorption isotherm of starch powders Part 1: Mathematical description of experimental data. *J Food Eng*. 2004 Feb; 61 (3): 297-307.
- Perdomo J, Cova A, Sandoval A, García L, Laredo E, Müller A. Glass transition temperatures and water sorption isotherms of cassava starch. *Carbohydr Polym*. 2009 Mar; 76 (2): 305-313.
- Cova A, Sandoval A, Balsamo V, Müller A. The effect of hydrophobic modifications on the adsorption isotherms of cassava starch. *Carbohydr Polym*. 2010 Jul; 81 (3): 660-667.

ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta*) VARIEDAD ICA CULTIVADA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF CASSAVA STARCH FILMS (*Manihot esculenta*) ICA VARIETY GROWN ON THE DEPARTMENT OF QUINDIO

ARTÍCULO CORTO

Tatiana SÁNCHEZ¹, Omar GARCÍA¹, Magda PINZÓN^{2*}

RESUMEN

Se preparó películas a base de almidón de yuca. Utilizando suspensiones de almidón de 3 y 4% p/p, se adicionó glicerol como plastificante en concentraciones de 0,5, 1 y 1,5% p/p y quitosano al 1% p/v como recubrimiento. Se estudió las propiedades mecánicas y de barrera de las películas obtenidas. La adición de glicerol produjo un aumento en la permeabilidad al vapor de agua y en la deformación de las películas que fue compensado con la adición del quitosano. La tensión hasta ruptura disminuyó al incrementar la concentración de glicerol, aunque la presencia del quitosano moderó esta propiedad. Según los resultados de este estudio, se seleccionó la formulación más apropiada para ser utilizada como recubrimiento en la industria de alimentos.

Palabras clave: almidón, glicerol, quitosano, permeabilidad al vapor de agua, esfuerzo de tensión.

ABSTRACT

Cassava starch-based films were prepared. Using starch suspensions of 3 and 4% w/w, glycerol as plasticizer at concentrations of 0.5, 1, 1.5% w/w and 1% w/v chitosan as coating were added. Mechanical properties and barrier properties of the obtained films were studied. The addition of glycerol resulted in an increase in the Water Vapor Permeability and deformation of the films which was compensated with the addition of chitosan. Tensile at break decreased with increasing concentration of glycerol, although the presence of chitosan improved this property. Based on results of this study, the most suitable formulation was selected to use as coating in food industry.

Keywords: Starch, glycerol, chitosan, water vapor permeability, tensile strength.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se investiga alternativas para minimizar el impacto medioambiental de los polímeros tradicionales. Por su abundancia, bajo costo y biodegradabilidad, el almidón de yuca puede usarse en la producción de películas. Sin embargo, su aplicación requiere del mejoramiento de sus propiedades mecánicas y de barrera. Estos problemas pueden resolverse con la adición de plastificantes como el glicerol, pese a su hidrofilia y permeabilidad a los gases (1). Este inconveniente puede ser superado

con la adición de quitosano, que provee propiedades de barrera y antimicrobianas (2). El objetivo de este estudio fue elaborar películas de almidón de yuca y evaluar sus propiedades mecánicas y de barrera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Almidón, extraído a partir de las raíces de yuca. Glicerol grado alimenticio, obtenido en el mercado local. Quitosano con un GDA de 87,16%.

¹ Universidad del Quindío. Calle 12 N Carrera 15. Armenia, Quindío, Colombia.

² Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos –CYTA. Laboratorio de Investigaciones en Postcosecha (LIP).

* Auto a quien se debe dirigir la correspondencia: mipinzo@uniquindio.edu.co

Preparación de las películas

Dispersiones de almidón (3 y 4% p/p) con glicerol como plastificante (0,5, 1 y 1,5% p/p) fueron calentadas hasta 85°C con agitación constante hasta gelatinización completa. La mezcla homogénea fue dispersada en cajas de petriplásticas, en volúmenes de 15 mL. Las soluciones fueron secadas a 35 ± 2°C durante 15 h. Una vez secas las películas almidón-glicerol, se adicionó 7 mL de quitosano al 1% p/v en ácido acético 1% v/v y secadas por 9 h (35°C).

Espesor y permeabilidad al vapor de agua (PVA)

El espesor fue medido en cinco puntos de la película y se utilizó el valor medio para los cálculos de PVA y Esfuerzo de Tensión. La PVA fue determinada siguiendo la norma ASTM E96-05 (3), considerando algunas modificaciones para películas hidrofílicas (4). Las películas (previamente acondicionadas a 50 ± 5% HR durante 48 h) se colocaron en celdas de permeabilidad conteniendo agua destilada, y fueron llevadas a una cabina desecadora provista de una solución de NaCl que provee 75% HR. Se registró el peso de las celdas cada hora y se calculó:

$$VTVA = \frac{n}{tA} \tag{Ecuación 1.}$$

$$P = \frac{(1.157 \times 10^{-5}) \times VTVA \times L}{(P_{w1} - P_{w2})} \tag{Ecuación 2.}$$

donde, **VTVA**: velocidad de transferencia al vapor de agua (g/m²·día); **n/t**: pendiente curva de pérdida de peso (g/día); **A**: área expuesta de la película (m²); **P**: permeabilidad (g/m·s·Pa); **1.157x10⁻⁵**: constante para la conversión de unidades; **L**: espesor de la película (m).

Propiedades mecánicas

El esfuerzo de tensión (ET) y el porcentaje de elongación (% E) de las películas fueron medidas siguiendo el método ASTM D882-09 (5). Las películas (previamente acondicionadas a 25 ± 2°C y 50 ± 5% HR por 48 h), cortadas en tiras de 2x7 cm fueron sometidas a tensión con separación de 50 mm entre las mordazas y una velocidad de operación de 1 mm/s. ET (MPa) se calculó como el cociente entre la fuerza hasta ruptura y el área transversal. El porcentaje de elongación se determinó como el cociente porcentual entre el alargamiento y la longitud inicial de la película.

$$ET = \frac{F_{MAX}}{A \text{ transversal}} \tag{Ecuación 3.}$$

$$\%E = \frac{(L_f - L_i)}{L_i} \times 100 \% \tag{Ecuación 4.}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Permeabilidad al vapor de agua (PVA)

Según la figura 1 los valores de PVA presentaron diferencias significativas (p < 0,05) al modificar las concentraciones de los componentes.

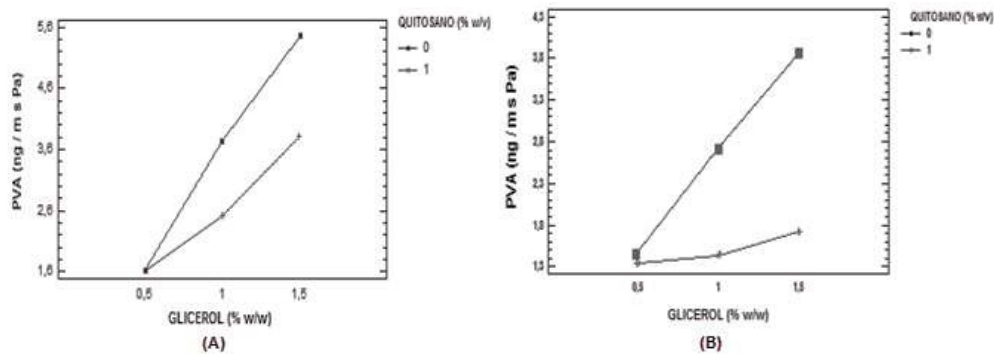


Figura 1. Valores de PVA de las películas almidón-glicerol-quitosano con (A) 3% almidón y (B) 4% almidón.

La PVA en las películas almidón-glicerol aumentó con la concentración de glicerol. Esto, debido a las modificaciones estructurales de la red de almidón producido por el plastificante y a su carácter hidrofílico, favoreciendo la absorción y desorción de agua (6). La adición de quitosano disminuyó la PVA, ya que las interacciones tipo enlaces de hidrogeno almidón-quitosano disminuyen la disponibilidad de grupos hidrofílicos, reduciendo las interacciones entre las moléculas de agua y por consiguiente la PVA. En contraste con lo reportado por Chillo *et. al.*,

2008 (7) y Cholwasa *et. al.*, 2003 (1), se observó un comportamiento similar de la PVA dada la adición de glicerol y quitosano, aunque se redujo moderadamente la Velocidad de Transmisión de Vapor de Agua, en este caso por pérdida de peso.

Propiedades mecánicas

Los valores de ET y %E de las películas compuestas almidón-glicerol y almidón-glicerol-quitosano, que presentaron variaciones significativas ($p < 0,05$) se muestran en las figuras 2 y 3.

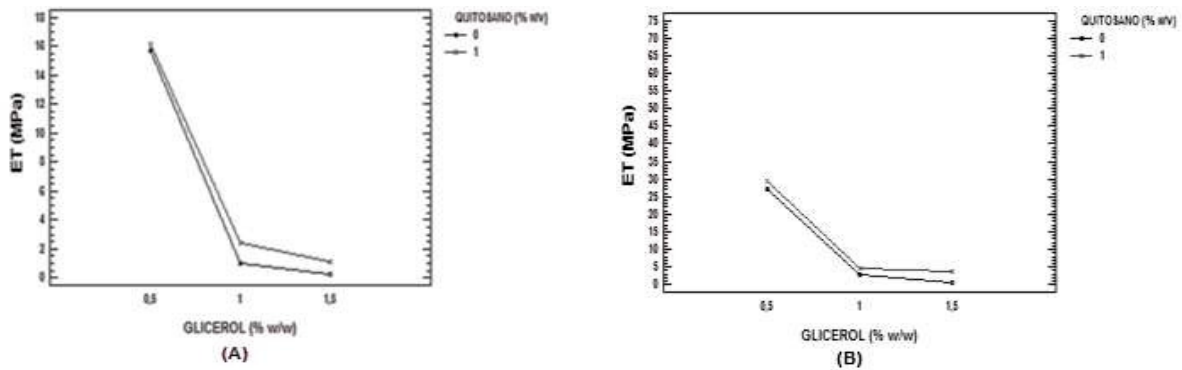


Figura 2. Valores de ET (MPa) de las películas almidón-glicerol-quitosano con (A) 3% almidón y (B) 4% almidón.

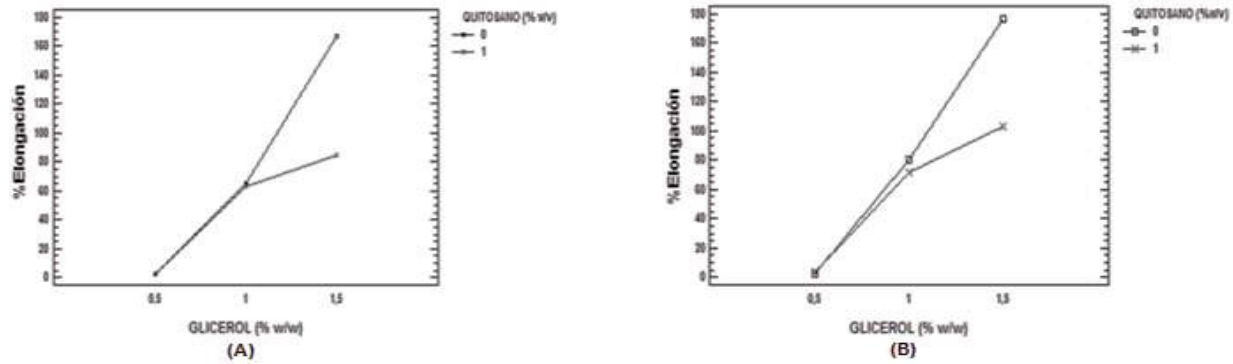


Figura 3. Valores de %E de las películas almidón-glicerol-quitosano con (A) 3% almidón y (B) 4% almidón.

Se observó que en las películas almidón-glicerol un aumento en la concentración del plastificante produce una disminución en el ET, es decir, que se requiere una fuerza menor para romper la película. Al aumentar la concentración del almidón, también se incrementa la fuerza hasta ruptura. No obstante, el incremento en los valores de %E implica una mayor deformación de la película, debido a que el glicerol disminuye la atracción intermolecular entre las cadenas poliméricas adyacentes incrementando así la flexibilidad de las películas (8). El quitosano mejora levemente la tensión hasta ruptura de las

películas almidón-glicerol, aunque disminuye la flexibilidad de las mismas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el comportamiento mecánico y de barrera al vapor de agua que presentaron las películas analizadas, aquellas que contienen 4% almidón-1,5% glicerol-1% quitosano constituyen una formulación adecuada para el recubrimiento de alimentos, debido a que presentaron una baja PVA y un ET y %E aptos para su manipulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cholwasa B, Duangdao A, Kawee S. Preparation and properties evaluation of chitosan-coated cassava starch films. *Carbohydr Polym.* 2003; 63 (1): 61-71.
2. Devlieghere F, Vermeulen A, Debevere J. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Food Microbiol.* 2004; 21 (6): 703-714.
3. American Society for Testing and Materials. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. ASTM E96-05. Philadelphia, USA: ASTM; 2009.
4. Gennadios A, Weller C, Gooding C. Measurement errors in water vapor permeability of highly permeable, hydrophilic edible films. *J Food Eng.* 1994; 21 (4): 395-409.
5. American Society for Testing and Materials. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. ASTM D882-09. Philadelphia, USA: ASTM; 2009.
6. Mali S, et. al. Microstructural characterization of yam starch films. *Carbohydr Polym.* 2002; 50 (4): 379-386.
7. Chillo S, et. al. Influence of glycerol and chitosan on tapioca starch-based edible films properties. *J Food Eng.* 2008; 88 (2): 159-168.
8. Chang LJ. Reactive blending of biodegradable polymers: PLA and Starch. *J Polymers Environ.* 2000; 8 (1): 33-37.

MICROESTRUCTURA Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE HARINAS DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa W*) Y CHACHAFRUTO (*Erythrina edulis*): POTENCIALES EXTENSORES CÁRNICOS

MICROSTRUCTURE AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF QUINOA (*Chenopodium Quinoa W*) AND CHACHAFRUTO FLOURS (*Erythrina edulis*): POTENTIALS MEAT EXTENDERS

ARTÍCULO CORTO

Natalia DELGADO C.^{1,2}, William ALBARRACÍN H.^{1*}

RESUMEN

Las harinas de quinua y de chachafruto son materias prima potenciales debido a su buen contenido de proteína, almidón y otros componentes. Las propiedades funcionales fueron determinadas para estas harinas, y comparadas con las de las harinas de trigo y de soya. También, se realizó la caracterización morfológica de las harinas mediante microscopía electrónica de barrido. Para estas harinas, la capacidad de retención de agua se encontró entre 3,67 y 5,19; los índices de absorción de agua fueron desde 0,78 hasta 2,54 y los valores de pH fueron de 6,2 a 6,8. Las harinas de chachafruto presentaron estructura laminar mientras que la harina de quinua presentó arreglos esféricos.

Palabras clave: harina, tecnología de alimentos, emulsión, propiedades funcionales.

ABSTRACT

Quinoa and Chachafruto flours are potential raw materials due to their good content of protein, starch and other components. The functional properties were determined for quinoa and chachafruto flour, and compared with the properties of wheat flour and soy flour. For these flours, water holding capacity was between 3.67 and 5.19, the water absorption index was between 0.78 to 2.54 and pH values were 6.2 to 6.8. Chachafruto flour showed lamellar structure while quinoa flour had spherical arrangements.

Keywords: Flour, food technology, emulsion, functional properties.

INTRODUCCIÓN

Los extensores cárnicos son ingredientes con un buen contenido de proteína, obtenida de fuentes de origen animal y vegetal (1), que además de reducir los costos en la producción de derivados de la carne (debido a que reemplaza parte de la carne), ofrecen beneficios tecnológicos y nutricionales, los cuales dependen de la cantidad, composición, conformación, propiedades físicas y funcionales de las proteínas y de los factores propios del sistema cárnico, siendo estos: el pH, la fuerza iónica, la concentración de sal, el nivel de agua adicionada,

temperatura y tiempo de mezcla entre otros (2). Los extensores cárnicos, en determinados niveles de adición, pueden generar efectos tecnológicos positivos en productos cárnicos para reducir las pérdidas por cocción, así como mejorar la capacidad y estabilidad emulsificante, la capacidad para retener agua, valor nutritivo y características sensoriales (3). El alcance de este trabajo es evaluar algunas de las propiedades funcionales de las harinas de quinua y chachafruto y compararlas con extensores cárnicos comerciales como lo son las harinas de trigo y de soya.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

² Programa de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 No. 45-03. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: walbarracin@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de harinas

La harina de quinua, junto con la harina de soya y trigo fueron adquiridas con un proveedor local. La harina de chachafruto fue preparada de acuerdo con el procedimiento de Acero, 2002 (4), a partir de semillas frescas provenientes de Jamundí, Valle. Todas las harinas fueron liberadas de impurezas empleando un juego de tamices Serie Tyler No. 18, 35, 60, 70, 80 y 100.

Distribución de tamaño de partícula y microestructura

Se tomó una muestra mediante el método del cuarteo manual, 200 g de cada una de las harinas, para su posterior tamizado durante 10 min en el equipo Ro Tap Tyler através de un juego de tamices. La morfología y estructura superficial de las harinas fue observada en un microscopio electrónico de barrido FEI Quanta 200 (Operado a 20 kV). Las muestras fueron metalizadas con oro-paladio 8:2.

Análisis proximal

El contenido de humedad, cenizas, proteína, grasa y pH fueron determinados de acuerdo a los métodos de AOAC (5).

Propiedades funcionales

Capacidad de retención de agua (CRA)

Se pesó y se dispersó 1 g de harina en 30 mL de solución de NaCl al 2,0%. El pH se ajustó a 7,0. Luego, se agitó durante 10 min y se calentó a 85°C por 15 min. Se dejó enfriar las muestras y fueron centrifugadas a 5000 rpm a 25°C por 15 min. El sobrenadante fue eliminado y se pesó la muestra (2).

Determinación del índice de absorción de agua (I.A.A.) y el índice de solubilidad en agua (I.S.A.)

Se pesó 2,5 g de harina, se adicionó 50 mL de agua destilada y se agitó. Se tomó una alícuota de 10 g de la suspensión y se centrifugó a 3000 rpm por 15 min. El sobrenadante se decantó, se secó a 100°C durante 24 h y el sedimento se pesó.

Actividad emulsificante (AE)

Se pesó 2,5 g de harina y fueron suspendidos en 50 ml de agua destilada; el pH se ajustó a 7,0. La suspensión se pasó a un vaso de licuadora donde se adicionó 50 ml de aceite de maíz para ser emulsionada durante 3 min a máxima velocidad. La emulsión se dividió en 2 tubos Falcón de 50 ml, se centrifugó a 2900 rpm por 5 min.

Capacidad emulsificante (CE)

Se dispersaron 6,7 g de harina en 100 mL de solución de NaCl al 2,0%, se mezcló por 10 min. El pH fue ajustado entre 6,5 - 7,0. Se adicionó aceite de maíz (previamente se le colocó colorante liposoluble) con agitación a máxima velocidad a una rata de 1 mL de aceite/s (2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la curva de distribución de partículas (figura 1) y las micrografías obtenidas (figura 2) se encontró que el tamaño promedio de las partículas que conforman las harinas está entre $14 < \mu\text{m} < 250$. A nivel morfológico (figura 2), se observó en las partículas de harina chachafruto estructuras laminares mientras que las partículas de las demás harinas presentan arreglos esféricos correspondientes a los gránulos de almidón principalmente.

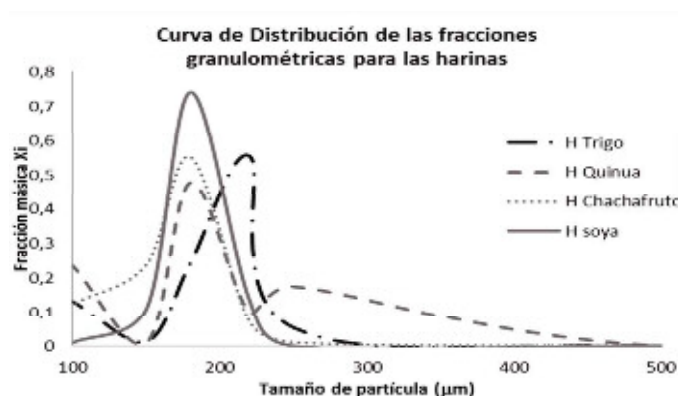


Figura 1. Distribución granulométrica de las harinas.

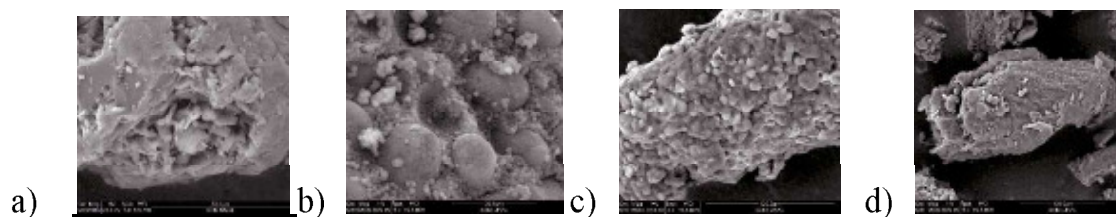


Figura 2. Micrografías de las muestras de harinas: a) Harina de chachafruto. b) Harina de quinua. c) Harina de Soya. d) Harina de Trigo.

Las harinas provenientes de leguminosas (soya y chachafruto) presentaron el mayor contenido de proteína (tabla 1). Estos resultados están de acuerdo con lo reportado por Smith *et al.*, 1973 (2) y Acero, 2002 (4).

Tabla 1. Composición proximal*.

Extensor cárnico	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteínas (%)	Grasa (%)	pH
Harina de Chachafruto	9,00 ± 0,60	5,35 ± 0,52	22,81 ± 0,28	0,70 ± 0,01	6,77 ± 0,18
Harina de Quinua	11,74 ± 0,01	1,74 ± 0,05	11,84 ± 0,64	2,05 ± 0,01	6,59 ± 0,11
Harina de Soya	5,05 ± 0,59	4,68 ± 0,23	34,81 ± 0,39	10,47 ± 0,07	6,83 ± 0,23
Harina de Trigo	12,90 ± 0,29	0,80 ± 0,02	14,33 ± 0,34	0,41 ± 0,08	6,24 ± 0,09

*Valores expresados en base seca.

La capacidad de retención de agua para las harinas de quinua y trigo fue mayor respecto a las demás harinas (tabla 2). Sin embargo, la harina de trigo presentó la menor capacidad emulsificante.

Tabla 2. Propiedades funcionales.

Extensor cárnico	CRA	AE (%)	CE**	IAA	ISA (%)
Harina de Chachafruto	3,67 ± 0,33	43,81 ± 1,90	13,40 ± 0,007	2,54 ± 0,58	18,35 ± 1,55
Harina de Quinua	5,01 ± 0,01	52,86 ± 3,53	14,16 ± 0,02	0,87 ± 0,09	12,50 ± 1,65
Harina de Soya	3,92 ± 0,14	55,90 ± 2,64	15,35 ± 0,0005	0,81 ± 0,16	26,27 ± 0,26
Harina de Trigo	5,19 ± 0,15	49,76 ± 0,48	7,46 ± 0,006	0,78 ± 0,11	6,77 ± 0,18

**CE: expresado como (mL aceite/g harina).

CONCLUSIONES

La harina de trigo presentó los menores IAA, ISA y CE en comparación con las harinas de quinua, soya y chachafruto. Mientras que las harinas de quinua y chachafruto presentaron los valores de AE, CE e IAA más parecidos a los de la harina de soya.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Desrosier NW. Meat extender and process of making the same. United States patent US 3,952, 111. 1976 Apr 20.
- Smith GC, Carpenter ZL, Mattil KF, Cater CM. Efficacy of Protein additives as emulsion stabilizers in Frankfurters. *J Food Sci.* 1973; 38: 849-855
- Correia LR, Mittal GS. Functional properties of some meat emulsion extenders. *Int J Food Prop.* 2000; 3 (3): 353-361.
- Acero-Duarte LE. Guía para el cultivo y aprovechamiento del Chachafruto o Balú: *Erythrina edulis* [Internet]. Bogotá: Convenio Andrés Bello; 2002. 46 p. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/faunayflora/balu/42.pdf>
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. 17th ed. Edition Sidney Williams. Arlington, VA, USA; 2000. Hevíá F, Wilckens R. Berti M. Badilla R. Características del almidón y contenido de proteína de quinoa (*chenopodium quinoa* w.) Cultivada bajo diferentes niveles de nitrógeno en Chillán. *Agro sur* [Internet]. 2001 Ene; 29 (1). Disponible en: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S030488022001000100006&script=sci_arttext

CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE DOS SALSAS ALIMENTICIAS

RHEOLOGY CHARACTERIZATION OF TWO FOOD SAUCES

ARTÍCULO CORTO

Heidy GALLEGO^{1*}, Cristina ÁLVAREZ¹, Carlos VÉLEZ¹, Alejandro FERNÁNDEZ¹

RESUMEN

Se caracterizó reológicamente dos salsas utilizadas como aderezos para alimentos, lo que permitió definir las como fluidos pseudoplásticos utilizando el modelo de Herschel-Bulkley. Posteriormente, se evaluó la dependencia de la viscosidad con el tiempo y se caracterizó como fluidos tixotrópicos mediante la aplicación del modelo estructural de Tiu & Boger. En cuanto a los parámetros del modelo estructural y su relación con la velocidad de corte empleada a_1 aumentó en forma lineal, mientras que k_1 no presentó una aparente relación con la velocidad de corte.

Palabras clave: reología; fluidos pseudoplásticos, viscosidad, tixotropía.

ABSTRACT

Two food sauces were rheologically characterized, which were defined as pseudoplastic fluids according to the Herschel-Bulkley model. Additionally, the apparent viscosity of the sauces was evaluated with time and analyzed according to the Tiu & Boger structural model, exhibiting a thixotropic behaviour. As for the parameters of the structural model and their relation to the shear rate used, a_1 increased linearly, while k_1 did not present a trend with the shear rate.

Keywords: Rheology, pseudoplastic fluids, viscosity, thixotropy.

INTRODUCCIÓN

La reología, ciencia de la deformación y flujo de la materia, estudia la forma como los materiales responden a esfuerzos o deformaciones aplicados en un tiempo determinado (1). Según Tiu & Boger, la mayoría de los productos alimenticios son de naturaleza reológica compleja y su viscosidad depende de la temperatura, composición, esfuerzo, velocidad de corte, tiempo de aplicación del esfuerzo de corte, condiciones de obtención y preparación de la muestra (2). Este trabajo tuvo como propósito realizar un estudio del comportamiento reológico de dos salsas alimenticias considerando aspectos de composición, mediante la aplicación de un modelo estructural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó dos tipos de salsas: mayonesa y salsa rosada, de una misma marca comercial. El análisis de las muestras se hizo a temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) en un viscosímetro Brookfield DV-III ULTRA, utilizando la aguja SC4-29. La caracterización del tipo de fluido se hizo estableciendo la relación entre esfuerzo de corte y velocidad de corte, definiendo su comportamiento con base en el modelo reológico de Herschel-Bulkley (1) expresado como $\sigma = \sigma_0 + k \dot{\gamma}^n$; siendo σ : esfuerzo de corte, σ_0 : esfuerzo de fluencia, k : coeficiente de consistencia, n : índice de comportamiento de flujo, y $\dot{\gamma}$: velocidad de corte. Este análisis se realizó a partir de ensayos hechos por cuadruplicado. Adi-

¹ Escuela Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: heidy.gallego@correounivalle.edu.co

cionalmente, se analizó la variación de la viscosidad del fluido con respecto al tiempo, empleando seis velocidades de corte (1,25, 2,5, 5, 12,5, 15 y 17,5 s⁻¹) para un tiempo total de observación de 600 s. La dependencia de la viscosidad con el tiempo se analizó de acuerdo al modelo de Tiu y Boger (2)

que se expresa como $\frac{1}{\eta_a - \eta_e} = \frac{1}{\eta_0 - \eta_e} + a_1 t$, donde: η_a : viscosidad aparente en el tiempo t , η_0 : viscosidad aparente en el tiempo 0, η_e : viscosidad aparente en el equilibrio (viscosidad final independiente del tiempo). Para una velocidad de corte dada se realizó el trazo de $\frac{1}{\eta_a - \eta_e}$ vs t obteniéndose una línea recta cuya pendiente fue a_1 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras analizadas exhibieron un comportamiento pseudoplástico, ajustándose muy bien al modelo de Herschel-Bulkley como se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros del modelo Herschel-Bulkley para las salsas.

Tipo de salsa	σ_0 (Pa)	k (Pa·s ⁿ)	n	R^2
Mayonesa	59,38 ± 0,26	31,36 ± 0,3	0,33 ± 0,01	0,9996
Salsa Rosada	21,80 ± 0,21	19,61 ± 0,27	0,26 ± 0,03	0,9995

El ajuste de los datos experimentales de esfuerzo de corte (σ) y velocidad de corte ($\dot{\gamma}$) al modelo resultó muy apropiado ($R^2 > 0,90$). Los valores del coeficiente de consistencia (k) e índice de comportamiento de flujo (n) de la mayonesa difirieron de los reportados por otros autores (3, 4), indicándose valores para k de 100,13 Pa·sⁿ y n de 0,131 (1). La diferencia en los valores hallados y reportados en la literatura, puede deberse a aspectos composicionales como el contenido de grasa, la utilización de sucedáneos de grasa, diferencias en el tipo de estabilizante y su concentración (4-6). Por ejemplo, el incremento de la goma xanthan en la formulación de mayonesa incide en el aumento de los valores de k y n (4). La disminución en la viscosidad aparente de la mayo-

nesa con el aumento de la velocidad de corte probablemente es debido a la floculación-desfloculación de las gotas de aceite, y al rompimiento estructural de los componentes mezclados en la emulsión (7), debido a las fuerzas hidrodinámicas generadas y al incremento en las alineaciones de las moléculas constituyentes, como los polisacáridos, las proteínas y las microgotas de aceite (8).

Tanto la mayonesa como la salsa rosada presentaron comportamiento tixotrópico en las seis velocidades de corte analizadas, como se puede observar a velocidades de corte de 15 y 17,5 s⁻¹ (figura 1). Los valores más bajos de viscosidad aparente se obtuvieron a altas velocidades de corte.

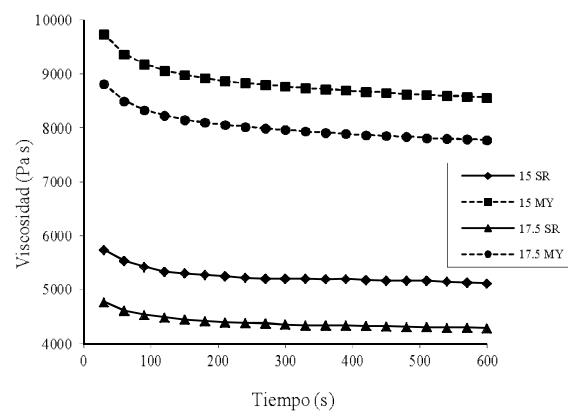


Figura 1. Variación de la viscosidad con respecto al tiempo para la salsa rosada y la mayonesa, analizadas a velocidades de corte de 15 y 17,5 s⁻¹ (SR: Salsa Rosada, MY: Mayonesa).

Los parámetros del modelo estructural (a_1 y k_1) se presentan en la tabla 2. El parámetro a_1 aumentó en forma lineal con la velocidad de corte, mientras que los valores de k_1 cambiaron según el tipo de salsa analizada y la velocidad empleada. Al presentar la salsa rosada los valores más altos de k_1 , se puede ver que ésta es más susceptible a un rompimiento estructural, situación que puede deberse a una diferencia en su composición con respecto a la mayonesa, ya que ésta contiene fragmentos de la pared celular de tomate presentes en el concentrado de tomate que hace parte de su formulación.

Tabla 2. Parámetros del modelo estructural de Tiu & Boger.

Muestra	Parámetro	Velocidad de corte $\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)					
		1,25	2,5	5	12,5	15	17,5
Mayonesa	a_1	1,06E-06	2,81E-06	4,79E-06	1,24E-05	1,45E-05	1,58E-05
	k_1	7,89E-01	1,14E+00	1,07E+00	1,29E+00	1,3E-3	1,25E+00
Salsa rosada	a_1	3,69E-06	4,78E-06	1,22E-05	2,93E-05	3,89E-05	3,77E-05
	k_1	1,29E+00	9,51E-01	1,39E+00	1,65E+00	1,90E+00	1,64E+00

CONCLUSIONES

Si se considera el esfuerzo de fluencia (σ_0) como un indicador de la resistencia de redes estructurales en los sistemas alimentarios, podría decirse que la mayonesa presenta una organización estructural más fuerte que la salsa rosada.

Con el modelo estructural empleado pudo evidenciarse el comportamiento tixotrópico de las muestras analizadas. Los valores de los parámetros estructurales permiten inferir la incidencia que tiene la composición de cada una de las salsas y la velocidad de corte sobre el daño estructural.

REFERENCIAS

1. Steffe JF. Rheological methods in food process engineering. Freeman Press; 1996. 418 p.
2. Abu-Jdayil, B. Modelling the time-dependent rheological behavior of semisolid foodstuffs. *J Food Eng.* 2003; 57 (1): 97-102.
3. Juszcak L, Fortuna T, Kośla A. Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise. *Nahrung Food.* 2003; 47 (4): 232-235.
4. Ma L, Barbosa-Cánovas GV. Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. *J Food Eng.* 1995; 25 (3): 409-425.
5. Dolz M, Hernández MJ, Cabeza C, Casanovas A, Delegido J. Analysis of stability of food emulsions by Eyring's theory: Influence of different biopolymers. *J Applied Polymer Sci.* 2004; 92 (4): 2653-2657.
6. Mandala IG, Savvas TP, Kostaropoulos AE. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. *J Food Eng.* 2004; 64 (3): 335-342.
7. Figoni PI, Shoemaker CF. Characterization of time dependent flow properties of mayonnaise under steady shear. *J Texture Stud.* 1983; 14: 431-442.
8. Arslan E, Yener ME, Esin A. Rheological characterization of tahin/pekmez (sesame paste/concentrated grape juice) blends. *J Food Eng.* 2005; 69:167-172.w

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS METANÓLICOS DE GRANOS DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum*)

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF METHANOLIC EXTRACTS OF CUPUASSU SEEDS (*Theobroma grandiflorum*)

ARTÍCULO CORTO

Paula GALEANO G.^{1*}, Magally PALADINES B.¹

RESUMEN

El cacao silvestre o copoazú (*Theobroma grandiflorum*), es una fruta exótica de los trópicos de la región amazónica; en las diferentes partes de la planta se ha reportado compuestos polifenólicos y actividad antioxidante. En este trabajo se evaluó la actividad antioxidante y el contenido de fenoles totales de extractos metanólicos de granos de copoazú, sometidos a procesos de desengrasado por prensado y Soxhlet. Los resultados demostraron que el extracto metanólico sometido al prensado presentó mayor capacidad atrapadora de radicales DPPH ($3080,6 \pm 0,004 \mu\text{mol Tx/g}$ muestra seca) y capacidad reductora ($2780,1 \pm 0,006 \mu\text{mol AA/g}$ muestra seca); mientras que el extracto total mostró mayor contenido de fenoles totales ($525,1 \pm 0,003 \text{ mg GA/g}$ muestra seca). Los extractos metanólicos de copoazú fueron más activos que el BHT.

Palabras clave: antioxidantes, radicales libres, fenoles, desengrasado, *Theobroma grandiflorum*.

ABSTRACT

The wild cocoa or cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) is an exotic fruit from the tropics of the Amazon region; in different parts of the plant have been reported polyphenolic compounds and antioxidant activity. This study evaluated the antioxidant activity and the total phenol content of methanolic extracts of cupuassu beans, subjected to degreasing processes by pressing and Soxhlet. The results showed that the methanolic extract, subjected to the degreasing by pressing, showed a higher DPPH radical scavenging capacity ($3080.6 \pm 0.004 \mu\text{mol Tx/g}$ dry sample) and a reducing capacity ($2780.1 \pm 0.006 \mu\text{mol AA/g}$ dry sample); while the total extract showed a higher total phenolic content ($525.1 \pm 0.003 \text{ mg GA/g}$ dry sample). The methanolic extracts of cupuassu were more active than BHT.

Keywords: Antioxidants, free radicals, phenols, degreasing, *Theobroma grandiflorum*.

INTRODUCCIÓN

Theobroma grandiflorum es una especie de familia Malvaceae, considerada en términos económicos, como el segundo cacao más importante. Se le atribuyen diferentes usos: la pulpa por su agradable sabor y olor se consume fresca, y sirve para la elaboración de dulces, yogures, compotas, etc. El grano, por su alto contenido de proteína y grasa se emplea en la preparación del *cupulate*, y en la fabricación

de cosméticos y cremas para la piel. Por último, la cáscara se aprovecha como abono orgánico (1).

En la pulpa se ha identificado 56 compuestos volátiles por GC-FID y GC-MS, principalmente butanoato de etilo, hexanoato de etilo y el linalol (2). En la manteca se encontró xantina, cafeína y teobromina (3). En granos se reporta buena actividad antioxidante (4); y flavonoides como (+)-catequina, (-)-epicatequina, quercetina y kaempferol (5); y la theograndina I y II (6).

¹ Grupo de Investigación Bioprospección de los Productos Naturales Amazónicos. Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Química. Universidad de la Amazonia –Sede Principal. Cra 17, Cl 17, Diagonal 3F, Barrio el Porvenir. A.A. 192. Florencia, Caquetá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: paulalg@uniamazonia.edu.co

El objetivo del estudio se centra en evaluar la actividad antioxidante y el contenido fenólico de *Theobroma grandiflorum* sometido a diferentes procesos de extracción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la muestra

Los frutos se recolectaron en Macagual-CI-MAZ. Se evaluó las propiedades fisicoquímicas de la pulpa: pH, acidez, °Brix y humedad (7). Los granos fueron fermentados, secados y tostados a 70°C, descascarados y molidos. Se obtuvo tres extractos: percolación con metanol (**CP**); prensado y posterior percolación metanólica (**CPP**); y desengrasado con Soxhlet/CH₂Cl₂ y posterior percolación metanólica (**CSP**).

Cuantificación de fenoles totales

50µl de extracto, 425µl de agua, 125µl de Folin-Ciocalteu y 400µl de NaHCO₃ al 7.1%; incubación por 1 h, lectura a 760 nm (8). Los resultados fueron expresados en equivalentes de ácido gálico (GA).

Método del DPPH

10mL de extracto y 990mL de DPPH•/MeOH, 30 min de incubación, lectura a 517nm (9). Los resultados fueron expresados en equivalentes TEAC.

Ensayo FRAP

900µL de solución FRAP, 50µL de extracto y 50µL de agua, incubación 30 min y lectura a 593 nm. Los resultados fueron expresados en equivalentes de Ácido ascórbico (AA).

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza ANOVA con el programa Statgraphics Centurion.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las propiedades fisicoquímicas de la pulpa se reportan en la tabla 1, y son acordes a los encontrados por Galeano, 2011 (4).

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de la pulpa de copoazú.

pH	AT (% de Ácido cítrico)	% Humedad	°Brix	Índice de madurez
3,4 ± 0,02	0,23 ± 0,17	83,9 ± 0,59	8,00 ± 0,01	34,8

* Valor medio ± desviación estándar; n = 3.

Los extractos metanólicos de *Theobroma grandiflorum* mostraron alto contenido de fenoles y mejor actividad antioxidante que el BHT (tabla 2). Resulta muy promisorio el extracto **CPP** en cuanto a los ensayos DPPH y FRAP, lo que indica que los compuestos de baja polaridad presentes en los extractos metanólicos no contribuyen representativamente a la actividad antioxidante total.

Tabla 2. Actividad antioxidante de los extractos de granos de copoazú.

EXTRACTO	ENSAYO		
	FENOLES	DPPH	FRAP
	[mg GA/g muestra seca]	[µmol Tx/g muestra seca]	[µmol AA/g muestra seca]
CP	525,1 ± 0,7	2003,1 ± 16	2292,8 ± 7,3
CPP	436,8 ± 0,5	3080,7 ± 21	2780,1 ± 15
CSP	217,7 ± 2	1741,3 ± 15	1985,8 ± 4,8
BHT	---	800,2 ± 30	819,1 ± 12

*Valor medio ± desviación estándar; n = 3. P < 00,5

Por su parte, el extracto **CP** registra mayor contenido de fenoles totales, 1,1 y 2,4 veces mayor que **CPP** y **CSP**; sin embargo, la actividad antioxidante es 1,5 y 1,2 veces menor en DPPH y FRAP que en **CPP**; esto puede relacionarse con las interacciones sinérgicas o antagonistas entre compuestos fenólicos y no fenólicos, haciendo variar el potencial antioxidante.

El contenido de fenoles y la actividad antioxidante disminuyen después del desengrasado con

Soxhlet (**CSP**), demostrando que esta extracción no es apropiada para evaluaciones del potencial biológico de extractos vegetales, puesto que propicia la descomposición de ciertos compuestos de naturaleza fenólica durante el calentamiento.

La correlación de Pearson muestra una relación positiva entre la actividad atrapadora de radicales DPPH y la capacidad reductora (R = 0,9726; r² = 94,6 %; P < 00,5), de tal manera, que las sustancias presentes en granos de copoazú son agentes

reductores que reaccionan fundamentalmente mediante un mecanismo de transferencia de electrones.

CONCLUSIONES

Los extractos metanólicos de granos de copoazú presentan mayor actividad antioxidante que el compuesto sintético BHT. Adicionalmente, los resultados dan un soporte del potencial antioxidante de la especie *Theobroma grandiflorum* cultivado tradicionalmente en regiones subtropicales de Colombia, permitiendo proponerla como una fuente natural con gran potencial en la industria farmacéutica y de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de la Amazonia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hernández M, Barrera J. Theobroma. 1^{era} ed. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –SINCHI. Bogotá, Colombia: Scripo; 2004. 1-7p.
2. Quijano C, Pino J. Volatile compounds of copoazú (*Theobroma grandiflorum* Schumann) fruit. Food Chem. 2007 Enc 3; 104: 1123-1126.
3. Lima MN, Leao de Silva M, Soares JG, Gottlieb OR. Estudo químico das sementes do copuaçu. Acta Amazonica. 1975 Jul-Sept; 5: 293-295.
4. Galeano P. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos de diferentes clones de copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Momentos de ciencia. 2011 Dic; 8 (2): 118-125.
5. Böhm H, Boeing H, Hempel J, Raab B, Kroke A. Flavonols, flavone and anthocyanins as natural antioxidants of food and their possible role in the prevention of chronic diseases. Z Ernährungswiss. 1998 Jun; 37 (2): 147-163.
6. Yang H, Protiva P, Cui B, Ma C, Baggett S, Hequet V, et al., New Bioactive Polyphenols from *Theobroma grandiflorum* ("Cupuacu"). J Nat Prod. 2003 Nov; 66: 1501-1504.
7. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of Analysis (15th ed). Arlington, VA: Association of Analytical Chemists; 1990. 319p.
8. Forrest GI, Bendall DS. The distribution of polyphenols in the tea plant (*Camellia sinensis* L.). J Biochem. 1969 Dic; 113: 741-755.
9. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT. 1995 Mar; 28: 25-30.

EVALUACION DE PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS, FITOQUÍMICOS Y FUNCIONALIDAD ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE *BROMELIA KARATAS* (BROMELIACEAE)

BROMATOLOGICAL AND PHYTOCHEMICAL PARAMETERS EVALUATION AND ANTIOXIDANT FUNCTIONALITY OF *BROMELIA KARATAS* (BROMELIACEAE) FRUITS

ARTÍCULO CORTO

Diego MOYANO D.¹, María OSORIO R.², Elizabeth MURILLO P.^{1,3*}, Walter MURILLO A.^{1,3}, José SOLANILLA D.^{2,4}, Jonh MÉNDEZ A.^{1,3}, Juan ARISTIZABAL S.¹

RESUMEN

Bromelia karatas L. (piñuela) es una planta distribuida desde México hasta Brasil, pero en Colombia sólo se le utiliza como cerca viva. En este trabajo se evaluó los parámetros bromatológicos, fitoquímicos y la funcionalidad antioxidante de los frutos de *B. karatas* en dos estados de maduración. El alto contenido de proteína de los frutos verdes ($13,30 \pm 0,2$) y la presencia de abundantes compuestos fenólicos como flavonoides, fenilpropanoides, terpenos y cumarinas en los maduros, proveen una destacada capacidad antioxidante y uso agroindustrial promisorio para los frutos de piñuela.

Palabras clave: *Bromelia karatas*, bromatología, funcionalidad antioxidante.

ABSTRACT

Bromelia karatas L. (piñuela) is a plant distributed from Mexico to Brasil, but in Colombia it is used only as a living fence. This work seeks to evaluate the bromatological and phytochemical parameters as well as antioxidant functionality of *B. karatas* fruits in two maturation stages. The high protein content in unripe fruits (13.30 ± 0.2) and the presence of abundant phenolic compounds such as flavonoids, phenylpropanoids, terpenes and coumarins in the ripe fruits, may provide an outstanding antioxidant capacity and promising agro-industrial use of piñuela fruits.

Keywords: *Bromelia karatas*, bromatology, antioxidant functionality.

INTRODUCCIÓN

Bromelia karatas L. (Bromeliaceae), es una planta nativa del bosque seco tropical, expuesta a déficit de agua, alta temperatura y alto flujo de fotones fotosintéticos; es una monocotiledónea con variedad y diversidad de metabolitos antioxidantes (1); del género podría derivar actividad, antidiabética y proteasa, entre otras (2); sin embargo, se encuentra muy poco relacionado, hasta el momento, con las variedades colombianas. Este trabajo evaluó algunos parámetros bromatológicos, fitoquímicos y la

funcionalidad antioxidante de frutos de *B. karatas* L. en dos estadios de maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección del material vegetal y preparación de extractos

Frutos verdes y maduros (COL10120 Herbario Toli-UT) colectados en la vereda Chorrillo –municipio de Ambalema– departamento del Tolima ($4^{\circ}49'11''$ N, $74^{\circ}48'30''$ O, 241 msnm, 28°C) se

¹ GIPRONUT. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Tolima. AA 546, B/Santa Elena, Ibagué, Colombia.

² CEDAGRITOL. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad del Tolima. AA 546, B/Santa Elena, Ibagué, Colombia.

³ Departamento de Química, Universidad del Tolima, AA 546, B/Santa Elena, Ibagué, Colombia.

⁴ Departamento de Producción y Sanidad Vegetal, Universidad del Tolima, AA 546, B/Santa Elena, Ibagué, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: emurillo8@hotmail.com

secaron (45°C, 48h), trituraron y maceraron con etanol del 90% (relación 1:10, vegetal/solvente).

Análisis bromatológico y fitoquímico

El valor nutricional se determinó siguiendo los procedimientos recomendados por la AOAC (3), la presencia de algunos núcleos de metabolitos secundarios se evidenció mediante ensayos a la gota y cromatografía de capa delgada (4).

Funcionalidad antioxidante

Se cuantificó el contenido de fenoles totales (5). Para evaluar la capacidad inhibitoria del anión superóxido: en un volumen final de 3 mL, el medio reaccionante contenía Tampón Tris-HCl (pH 8,2, 50 mM, 50 µL), EDTA (50 µL, 1mM), muestra (100 µL) y solución de Pirogalol (50 µL, 0,124 mM), la densidad óptica se leyó a los 20 min de reacción a 420 nm (6). El poder reductor férrico se midió mezclando extracto (1 mL), PBS (2,5 mL, 0,2M, pH 6,6) y K₃[Fe(CN)₆] (2,5 mL, 1%), la mezcla se

incubó (50°C, 20 min), se adicionó ácido tricloroacético (2,5 mL, 10%), se centrifugó (548 x g, 10 min), a 2,5 mL de la mezcla se adicionó H₂O y FeCl₃ (0,5 mL, 0,1%), la absorbancia se midió a 700 nm, cuyo valor es proporcional a la actividad antioxidante (7). Para la capacidad total hidrosoluble se mezcló zumo (0,3 ml) con 3 ml del reactivo, se incubó (95°C, 90 min), la absorbancia fue medida a 695 nm (8) y se interpoló en una curva preparada con ácido ascórbico (15-500 µg/mL).

Todos los ensayos se realizaron con reactivos Sigma-Aldrich-Alemania; las absorbancias se midieron en un espectrofotómetro UV Helyos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los frutos verdes mostraron un contenido de proteína considerablemente mayor que el fruto maduro (tabla 1), probablemente relacionados con el nivel de proteasas, característica de la familia Bromeliaceae (9).

Tabla 1. Parámetros Bromatológicos de *B. karatas*.

Parámetro Bromatológico	Cáscara		Pulpa	
	Madura	Verde	Madura	Verde
% Materia Seca	24,88 ± 0,16	18,52 ± 0,09	23,41 ± 0,96	13,15 ± 0,13
% Cenizas	4,45 ± 0,22	6,40 ± 0,01	4,22 ± 0,05	12,0 ± 0,01
% Ext. Etéreo	0,28 ± 0,00	0,55 ± 0,03	2,65 ± 0,01	1,2 ± 0,06
% Proteína	1,60 ± 0,1	5,20 ± 0,01	3,13 ± 0,2	13,3 ± 0,2
% Fibra Bruta	18,9 ± 2,65	20,9 ± 0,15	0,61 ± 0,04	9,2 ± 0,01
Carbohidratos reductores	321,2 ± 1,01	18,3 ± 0,34	541,4 ± 0,49	20,3 ± 0,32
Carbohidratos totales	378,7 ± 0,96	34,7 ± 0,25	725,9 ± 0,84	72,3 ± 0,65
Vitamina C ¹	0,12 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,01 ± 0,00
Vitamina E ²	----	----	0,34 ± 0,05	0,12 ± 0,01
% Ca	0,19 ± 0,0	0,52 ± 0,0	0,29 ± 0,0	1,65 ± 0,0
% K	0,65 ± 0,0	0,47 ± 0,0	0,67 ± 0,0	0,63 ± 0,0
% Mg	1,22 ± 0,0	0,02 ± 0,0	0,47 ± 0,0	0,39 ± 0,0
% P	0,34 ± 0,0	0,37 ± 0,0	0,22 ± 0,0	1,14 ± 0,0
ppm Na	602 ± 0,0	207 ± 0,0	294 ± 0,0	579 ± 0,0
ppm Fe	295 ± 10,3	32 ± 2,1	56 ± 3,2	92 ± 3,8

¹ (mg/mL extracto).

² (mg/100 g fruta fresca).

El análisis fitoquímico, en todos los extractos evidenció la presencia de flavonoides (Shinoda), terpenos (Liebermann-Burchard y Salkowski) y cumarinas (fluorescencia e hidroxamato férrico). En los frutos maduros se detectó, además de los anteriores, taninos (cloruro férrico, gelatina-sal) y abundancia de fenilpropanoides (Arnou). No se encontró, bajo las condiciones del ensayo, alcaloides (Dragendorff, Mayer, Wagner, Erhlich, Reineckato de amonio, Valser), antraquinonas (Bornträger),

cardiotónicos (Kedde, Baljet, Raymond), iridoides (vainillina) y saponinas (espuma, Rosenthaler, hemólisis).

Los compuestos fenólicos, Vitamina C y Vitamina E, conocidos por su actividad antioxidante (10), superaron en un 70% lo presente en el fruto verde, lo que parcialmente explica la mayor capacidad antioxidante (PRF, CATH e inhibitoria del anión superóxido) del fruto maduro (tabla 2).

Tabla 2. Capacidad Antioxidante de los zumos de pulpa de *B. karatas*.

Estadio	Contenido fenólico total ¹	CATH ²	PRF ³	Inhibición del O ₂ ⁻⁴
Zumo Verde	290,3 ± 0,03	91,8 ± 0,67	2,48 ± 0,00	4,0 ± 0,00
Zumo Maduro	407,9 ± 0,01	169,7 ± 2,03	2,74 ± 0,00	35,3 ± 0,00
BHT		-----	1,66 ± 0,00	15,1 ± 0,01
Ácido ascórbico (500 µg/ml)		511,37 ± 0,19	0,353 ± 0,20	95,8 ± 0,00

* (mg EAG/100g): miligramo equivalente de ácido gálico por 100 gramos de fruta; ²(mg EAA/100g): miligramo equivalente de ácido ascórbico por 100 gramos de fruta; ³Abs 700 nm; ⁴(%) porcentaje.

CONCLUSIONES

B. karatas es una planta con uso potencial industrial y alimenticio; sus frutos verdes podrían utilizarse en la industria alimentaria. Se espera un futuro promisorio para los frutos maduros por ser una buena fuente de metabolitos antioxidantes, esta funcionalidad biológica podría ser comparable a la de antioxidantes universalmente reconocidos como el BHT o el ácido ascórbico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el soporte financiero de la "Oficina de Investigaciones-Universidad del Tolima". El apoyo logístico del Departamento de Química es altamente apreciado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gonzalez-Salvatierra C, et al., Antioxidant content in two CAM bromeliad species as a response to seasonal light changes in a tropical dry deciduous forest. *J Plant Physiol.* 2010; 167: 792-799.
- Duke J. Duke's handbook of medicinal plants of Latin America. Boca Raton, U.S.: Taylor & Francis Group; 2009. 118 p.
- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 1997; 16 (1).
- Murillo E, Méndez J. Guía metodológica para la detección rápida de algunos núcleos secundarios y caracterización de una droga cruda. Departamento de química. Facultad de ciencias. Universidad del Tolima. 2010.
- Singleton V, Rossi JA. Colorimetry of total phenols with phosphor molybdenic phosphotungstic acid reagents, citado por Mathew, Sindhu & Abraham, E. In vitro antioxidant activity and scavenging effects of *Cinnamomum verum* leaf extract assayed by different methodologies. *Food Chem Toxicol.* 2006; 44: 198-206.
- Bermúdez I, Reyes I, León O. Evaluación de la actividad antioxidante del propóleo de la región de Manzanillo. Provincia Granma. Cuba. *Bioquímica.* 2000; 25 (3): 69-74.
- Oyaizu M. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Japan J Nutrition.* 1986; 44: 307-315.
- Prieto P, Pineda M, Aguilar M, Spectrophotometric quantification of antioxidant capacity through the formation of a phosphor molybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal Biochem.* 1999; 269: 337-341.
- Payrol J, et al., Purification and Characterization of Four New Cystein Endopeptidases from Fruits of *Bromelia pinguin* L. Grown in Cuba. *Protein J.* 2008; 27: 88-96.
- Soobrattee NA, Neerghen VS, Luximan- Ramma AO, Auroma C, Bahorum T. Phenolics as potential antioxidants therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research.* 2005; 579: 200-213.

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE, CONTENIDO DE VITAMINA C Y FENOLES TOTALES EN EL BOROJÓ (*Borojoa patinoi* Cuatrec)

ANTIOXIDANT ACTIVITY, VITAMIN C CONTENT AND TOTAL PHENOLIC CONTENT OF BOROJO (*Borojoa patinoi* Cuatrec)

ARTÍCULO CORTO

Javier RINCON-VELANDIA¹, Astrid GARZÓN^{1*}

RESUMEN

El fruto de Borojo (*Borojoa patinoi* Cuatrec) es utilizado en la medicina tradicional por sus anunciadas propiedades funcionales; sin embargo, dichas propiedades no han sido sustentadas científicamente. Se determinó el contenido de vitamina C, fenoles totales y la actividad antioxidante del este fruto. El exocarpio presentó los valores más altos en todos los parámetros analizados. Los valores encontrados están por debajo de los promedios reportados para frutas con actividad antioxidante alta e intermedia. Se concluye que el Borojón tiene bajo potencial como alimento funcional.

Palabras clave: antioxidante, borojón, alimento funcional.

ABSTRACT

Borojón fruit (*Borojoa patinoi* Cuatrec) is used in traditional medicine due to its known functional properties, which have not been supported scientifically. Vitamin C content, antioxidant activity and total phenolics content was analyzed in the fruit. The exocarp contained the highest levels for all analyzed parameters. Overall values are below the average reported for fruits with intermediate and high antioxidant activity. Thus, Borojón fruit has low potential as a functional food product.

Keywords: Antioxidant, borojón, functional food.

INTRODUCCIÓN

El estrés oxidativo, producido por los radicales libres generados durante el metabolismo humano, es responsable de diferentes tipos de daño celular relacionado con enfermedades crónicas y degenerativas como el cáncer, patologías coronarias y el deterioro neuronal (1-3).

Estudios epidemiológicos demuestran que el consumo de frutas ofrece protección contra el daño celular producido por el estrés oxidativo. Tal mecanismo se atribuye a la presencia de antioxidantes capaces de atrapar radicales libres, como compuestos fenólicos, y la vitamina C (4).

El fruto de Borojón (*Borojoa patinoi* Cuatrec) crece en forma silvestre en la costa Pacífica colombiana y es fuente promisoría de antioxidantes naturales. Se ha reportado que el fruto de Borojón maduro, pre-

senta condiciones excepcionales para la farmacopea y la alimentación, pues se utiliza en la medicina tradicional por sus propiedades afrodisiacas, de control de la hipertensión y propiedades curativas (5). Debido a sus anunciadas propiedades nutricionales, el Borojón está abriéndole mercados en otras culturas a nivel nacional e internacional.

No existe evidencia científica que soporte las propiedades bioactivas del fruto de Borojón pues faltan estudios respaldados por el diseño experimental y el método científico que determinen contenido de vitamina C y de fenoles totales; sustancias bioactivas responsables de la actividad antioxidante del fruto.

En este trabajo se determinó el contenido de vitamina C, fenoles totales y la actividad antioxidante del fruto de Borojón como punto de partida para sustentar científicamente los usos etno-botánicos del fruto en la medicina tradicional.

¹ Grupo de Investigación de Alimentos y Nutraceuticos. Universidad Nacional de Colombia. AA 14490 Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: agarzonmo@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Los frutos maduros fueron recolectados en el área de Nuquí, Chocó. Cada fruto se separó manualmente en cuatro partes (exocarpio, mesocarpio, endocarpio y semillas), las cuales se liofilizaron, para su posterior extracción con metanol al 80%. El metanol se removió mediante rotoevaporación a 40°C y los análisis se realizaron sobre los extractos obtenidos.

Determinación del contenido de vitamina C

Se determinó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), según la técnica descrita por Andre *et al.*, 2007 (6).

Determinación del contenido de fenoles totales

Se determinó como equivalentes de ácido gálico (EAG /100 g de peso fresco) (7).

Determinación de la actividad antioxidante

Se determinó en μmol equivalentes de Trolox/100 g peso fresco por los ensayos ABTS (8) y DPPH (9).

Análisis estadístico

El experimento se realizó por triplicado. Para determinar si hubo diferencia significativa en los promedios, se aplicó un análisis de varianza multifactorial. Las diferencias significativas entre promedios ($P < 0,05$) se identificaron usando el test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto el contenido de vitamina C como el contenido de fenoles totales fue significativamente mayor en el exocarpio que en el resto de la fruta ($p < 0,05$), mientras que el mesocarpio y el endocarpio presentaron valores similares para los dos parámetros (tabla 1).

Tabla 1. Contenido de fenoles totales y vitamina C del fruto de Borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec)^{1,2}.

	Semillas	Endocarpio	Mesocarpio	Exocarpio
Fenoles Totales³	12,6 \pm 2,0 ^a	38,7 \pm 5,8 ^b	37,4 \pm 8,7 ^b	88,3 \pm 7,7 ^c
Vitamina C⁴	0,44 \pm 0,05 ^a	0,31 \pm 0,12 ^a	0,35 \pm 0,07 ^a	0,68 \pm 0,11 ^b

¹ Resultados expresados como promedio \pm SD (n = 3).

² Los valores de las filas con superíndice diferente son significativamente diferentes con un nivel de 95% de confianza ($p < 0,05$).

³ mg EAG/100 g fruta fresca.

⁴ mg/100 g fruta fresca.

El exocarpio del fruto presentó una capacidad atrapadora de radicales ABTS⁺ de 1065,3 \pm 99,9 μm equivalentes trolox/100 g fruta fresca y una capacidad de donación de hidrógeno a los radicales DPPH de 266,8 \pm 52,0 μm equivalentes trolox/100 g fruta fresca. Los dos valores fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) que los del resto de componentes del fruto (gráfica 1).

La mayor actividad antioxidante del exocarpio se atribuye a la mayor concentración de vitamina C y fenoles totales en esta parte del fruto. Dicho comportamiento se ha reportado en la guayaba (10), 28 frutos de alto consumo (11), y en plantas medicinales (12) y se ha atribuido al papel que juegan los antioxidantes en la defensa del fruto contra los factores externos para asegurar la evolución y las demandas biológicas de la planta.

En comparación con otras frutas tropicales, el contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante de la parte comestible del fruto de Borojó son más bajos (13).

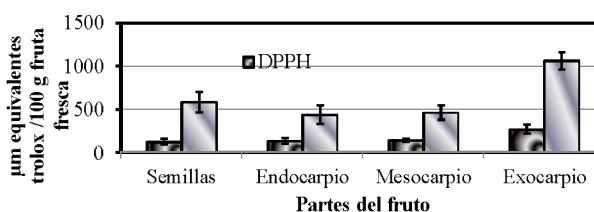


Figura 1. Actividad antioxidante del fruto de Borojó.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y sabiendo que el exocarpio representa un porcentaje muy bajo de la fruta, se concluye que el Borojó no representa una buena fuente de compuestos fenólicos ni de vitamina C, y no se encuentra dentro del grupo de frutos con actividad antioxidante alta o media. Por tanto, su potencial como alimento funcional es bajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM. Oxidants, antioxidants, and degenerative diseases of aging. Proc Natl Acad Sci. USA. 1993; 90: 7915-7922.
- Diaz MN, Frei B, Keaney JF. Antioxidants and atherosclerotic heart disease. N Engl J Med. 1997; 337: 408-416.
- Christen Y. Oxidative stress and Alzheimer's disease. Am J Clin Nutr. 2000; 71: 621S-629S.
- Schieber FC, Stintzing R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent development. Trends Food Sci Technol. 2001; 12: 401-413.

5. Cannello JA. Borojó, energía natural [Internet]. Boletín Alimentación Sana. 2004. [citado el 2010 Oct 27]. Disponible en: www.alimentacion-sana.com.ar.
6. Christelle MA, Ghislain M, Bertin P, Oufi RM, Herrera M, Hoffmann L, *et al.*, Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *J Agric Food Chem*. 2007; 55: 366-378.
7. Waterhouse L. Determination of total phenolics. *Handbook of food analytical chemistry*. New Jersey: John Wiley; 2001. p. 463-470.
8. Re R, Pellegrinni N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*. 1999; 26: 1231-1237.
9. Hsu B, Coupar IM, Ng K. Antioxidant activity of hot water extract from the fruit of the Doum palm, *Hyphaene thebaica*. *Food Chem*. 2006; 98: 317-328.
10. Jiménez-Escrig A, Rincón, M, Pulido R, Saura-Calixto F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. *J Agric Food Chem* 2001; 49: 5489-5493.
11. Guo C, Jijun Yang J, Weia J, Lia Y, Xu, J, Jiang Y. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutr Res*. 2003, 23 (12): 1719-1726.
12. Huang WY, Cai YZ, Corke H. Survey of antioxidant capacity and nutritional quality of selected edible and medicinal fruit plants in Hong Kong. *J Food Comp Anal*. 2010; 23:510-517.
13. Vasco C, Ruales J, Kamal-Eldin A, Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chem*. 2008; 11: 816-823.

LEVADURAS NATIVAS AISLADAS DURANTE LA FERMENTACIÓN ESPONTÁNEA DE UVA BLANCA cv. MALVASÍA

NATIVES YEASTS ISOLATED DURING SPONTANEOUS FERMENTATION OF WHITE
GRAPE cv. MALVASÍA

ARTÍCULO CORTO

María BERRADRE^{1*}, Betzabé SULBARÁN¹, Graciela OJEDA¹, Viluzca FERNÁNDEZ¹, Laura SOTO¹, Janett MARTÍNEZ¹, Braulio ESTEVE-ZARZOSO²

RESUMEN

Empleando técnicas moleculares se identificó levaduras nativas aisladas de mosto de uva de cv Malvasía, cultivadas en la Región Zuliana. Para la identificación, se hizo extracción del ADN y amplificación por PCR del gen ribosomal 5,8S y las regiones internas transcritas adyacentes (ITS1 e ITS2), los productos amplificados se sometieron al análisis de restricción con las enzimas *Hinf*I, *Hae* III, *Cfo*I y *Dde*I. Para la caracterización de las cepas de levaduras del género *Saccharomyces* se realizó análisis de restricción del ADN mitocondrial utilizando el enzima *Hinf*I. Se aisló cuatro especies de levaduras *Hanseniaspora uvarum*, *H. guilliermondii*, *Rhodotorula mucilaginosa* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Palabras clave: levaduras, fermentación, PCR.

ABSTRACT

Molecular techniques were used to identify natives yeasts isolated from grape cv Malvasia, cultivated in the Zulia Region. For the identification, the DNA were extracted and PCR amplification of the ribosomal gene 5.8S and intergenic transcribed spacers adjacent (ITS1 and ITS2), the amplified products were analyzed by restriction enzymes *Hinf* I, *Hae* III, *Cfo*I and *Dde*I. *Saccharomyces* yeast characterization was done by restriction analysis of the mitochondrial DNA using the enzyme *Hinf*I. Four yeast species were isolated *Hanseniaspora uvarum*, *H. guilliermondii*, *Rhodotorula mucilaginosa* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Keywords: yeasts, fermentation, PCR.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha reportado que las levaduras apiculadas son las especies predominantes sobre las superficies de los granos de uvas, *Hanseniaspora uvarum* representan el 50 - 75% de la población total de levaduras aisladas, aunque en menor población se han encontrado especies de levaduras presentes de los géneros *Candida*, *Cryptococcus*, *Hansenula*, *Kluyveromyces*, *Metschnikowia*, *Pichia* y *Rhodotorula*. Las especies fermentativas *Saccharomyces cerevisiae* han sido aislado en muy baja población sobre uvas sanas y han sido extrañamente aisladas de granos de uva intactos y de suelos de viñedos, comprobándose

que estas especies fermentativas están asociadas con el área de la bodega y que son incorporadas dentro del mosto durante el tratamiento mecánico de la uva y el proceso de fermentación (1-7). En este trabajo se identificó y caracterizó levaduras en mosto de uvas procedentes de la región zuliana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

El mosto de la variedad Malvasía se obtuvo en el Centro de Desarrollo Vitícola Tropical del estado

¹ Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias.

² Departament de Bioquímica i Biotecnologia, Facultat d'Enologia, Universitat Rovira i Virgili. Tarragona, España.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: marinaty@gmail.com

Zulia, Venezuela. El muestreo se realizó cada dos días hasta culminar fermentación alcohólica.

Identificación y caracterización de las levaduras aisladas

Se realizó mediante la amplificación y restricción de una región del rADN de acuerdo a lo señalado por Guillamón *et al.*, 1998 (8) y Esteve-Zarzoso *et al.*, 1999 (9).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de levaduras aisladas

Se aisló e identificó 134 colonias. Las especies del género *Hanseniaspora* fueron sometidas a la restricción con la enzima *DdeI* para diferenciar entre las especies de *H. uvarum* y *H. guilliermondii*. La figura 1 muestra los cuatro patrones de restricción diferentes identificados como *H. uvarum*, *H. guilliermondii*, *R. mucilaginosa* y *S. cerevisiae* (9).

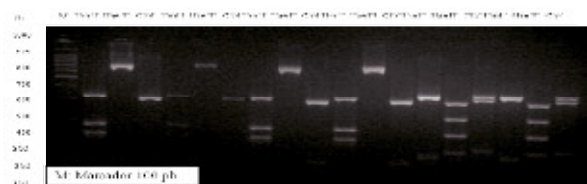


Figura 1. Fragmentos de restricción de enzimas *Hinf I*, *Hae III* y *Cfo I*.

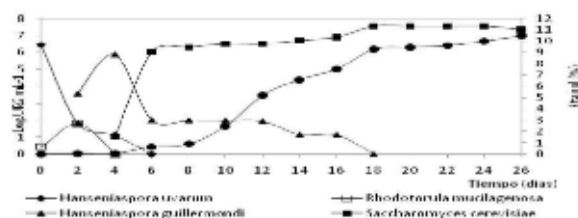


Figura 2. Crecimiento de las principales especies de levaduras vs. etanol durante la fermentación.

La cinética de las principales especies de levaduras (figura 2) indica que diferentes especies de levaduras coexistieron durante los primeros 4 días de fermentación. Estudios realizados indican que en las primeras fases de la fermentación existe elevada presencia de *H. uvarum* (2, 5, 7, 12-16). El comportamiento de las poblaciones de *H. uvarum* revelaron un rápido declive y desaparición durante la primera semana de la fermentación. *H. guilliermondii* fue una de las especies de levaduras que proliferó de poblaciones entre 10^3 - 10^6 durante los días dos a cuatro

y experimentó un declive a partir del día seis. La especie *Saccharomyces cerevisiae* se impuso durante toda la fermentación (2, 5, 7, 10-15).

La diferenciación de cepas del mismo género se realizó con un análisis de restricción del ADN mitocondrial con la enzima *Hinf I*. La figura 2 muestra diferentes cepas de *S. cerevisiae* aisladas de inicio (día 4), mitad (día 16) y final (días 22 y 24) de la fermentación, todas las colonias analizadas presentan el mismo patrón, lo cual indica que se trata de la misma cepa de levadura la que apareció a principio de fermentación y ha sido capaz de acabar los azúcares presentes.

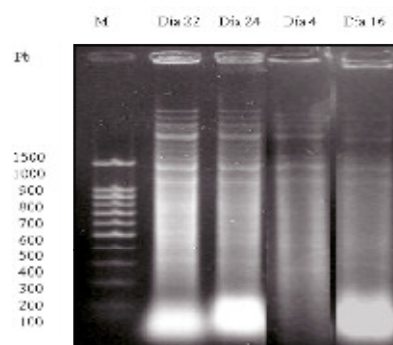


Figura 3. Patrón de restricción con la enzima *Hinf I* del ADN mitocondrial de cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* desarrolladas durante días de fermentación inicial (día 4), intermedio (día 16) y final (días 22 y 24) para la variedad de uva Malvasía. M: marcador de 100 pb.

CONCLUSIONES

Las levaduras identificadas fueron *H. uvarum*, *R. mucilaginosa*, *H. guilliermondii* y *S. cerevisiae*. La especie *S. cerevisiae* se impuso totalmente siendo responsable de la finalización de la fermentación alcohólica.

Se impuso una única cepa de *S. cerevisiae* durante la fermentación alcohólica espontánea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Naumov G, Naumova E, Gaillardin C. Genetic and Karyotypic identification of wine *Saccharomyces bayanus* yeasts isolated in France and Italy. *Syst Appl Microbiol.* 1993 Jul; 16 (2): 274-279.
2. Beltran G, Torija M, Novo M, Ferrer N, Poblet M, Guillamón J, Rozès N, Mas, A. Analysis of yeast populations during alcoholic fermentation: A six year follow-up study. *Syst Appl Microbiol.* 2002; 25 (2): 287-293.
3. Sábate J, Cano J, Esteve-Zarzoso B, Guillamón J. Isolation and identification of yeasts associated with vineyard and winery by RFLP analysis of ribosomal genes and mitochondrial DNA. *Microbiol Res.* 2002; 157 (4): 267-274.
4. Raspor P, Milek D, Polanc J, Možina S, Čadež N. Yeasts isolated from three varieties of grapes cultivated in different locations of

- the Dolenjska vine-growing region, Slovenia. *Int J Food Microbiol.* 2006 May; 109 (1-2): 97-102.
5. Barrajón N, Arévalo-Villena M, Rodríguez-Aragón L, Briones A. Ecological study of wine yeast in inoculated vats from La Mancha region. *Food Control.* 2009 Sep; 2 (9): 778-783.
 6. Sun H, Ma H, Hao M, Pretorius I, Chen S. Identification of yeast population dynamics of spontaneous fermentation in Beijing wine region, China. *Ann Microbiol.* 2009 Enc; 59 (1): 69-76.
 7. Combina M, Elía A, Mercado L, Catania C, Ganga A, Martínez C. Dynamics of indigenous yeast populations during spontaneous fermentation of wines from Mendoza, Argentina. *Int J Food Microbiol.* 2005 Abr; 99 (3): 237-243.
 8. Guillamón J, Sábate J, Barrio E, Cano J, Querol A. Rapid identification of wine yeast species base on RFLP analysis of the ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region. *Arch Microbiol.* 1998 Enc; 169 (5): 387-392.
 9. Esteve-Zarzoso B, Belloch C, Uruburu F, Querol A. Identification of yeast by RFLP analysis of the 5.8S rRNA gene and the two ribosomal internal transcribed spacers. *Int J Syst Bacteriol.* 1999; 49: 329-337.
 10. Fernández M, Ubeda J, Briones A. Comparative study of non-*Saccharomyces* microflora of musts in fermentation, by physiological and molecular methods. *Fems Microbiol Lett.* 1999 Abr; 173 (1): 223-229.
 11. Povhe K, Cadez N, Zagorc T, Bubic V, Zupec A, Raspor P. Yeast populations dynamics in five spontaneous fermentations of Malvasia must. *Food Microbiol.* 2001 Jun; 18 (3): 247-259.
 12. Clemente J, Mingorance L, Martínez S, Las Heras F, Rodríguez F. Molecular characterization and oenological properties of wine yeasts isolated during spontaneous fermentation of six varieties of grape must. *Food Microbiol.* 2004 Abr; 21 (2): 149-155.
 13. Di Maro E, Ercolini D, Coppola S. Yeast dynamics during spontaneous fermentation of the Catalanesca grape. *Int J Food Microbiol.* 2007 Jun; 117 (2): 201-210.
 14. Zott K, Miot-Sertier C, Claisse O, Lonvaud-Funel A, Masneuf-Pomarede I. Dynamics and diversity of non-*Saccharomyces* yeasts during the early stages in Winemaking. *Int J Food Microbiol.* 2008 Jul; 125 (2): 197-203.
 15. Chavan P, Mane S, Kulkarni G, Shaikh S, Ghormade V, Nerkar D.P, Shouche Y, Deshpande M.V. Natural yeast flora of different varieties of grapes used for wine making in India. *Food Microbiol.* 2009 Dic; 26 (8): 801-808.
 16. Domizio P, Manazzu I, Ciani M. Impact of mother sediment on yeast growth, biodiversity, and ethanol production during fermentation of Vinsanto wine. *Int J Food Microbiol.* 2009 Enc; 129 (1): 83-87.

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE CHOCOLATES COMERCIALES VENEZOLANOS

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COMERCIAL VENEZUELAN CHOCOLATE

ARTÍCULO CORTO

Fernández VILUZCA^{1*}, Amen YEE², Betzabé SULBARÁN¹, María N. BERRADRE¹

RESUMEN

Los chocolates son una importante fuente de antioxidantes en la dieta; en los últimos años, estudios indican que los antioxidantes tienen efectos beneficiosos para el control de enfermedades cardiovasculares, inflamatorias y relacionadas con el estrés oxidativo, particularmente algunos tipos de cáncer. En esta investigación se determinó el contenido de polifenoles y actividad antioxidante de muestras de chocolate blanco, leche y oscuro (45% y 70% de cacao) de origen venezolano. La actividad antioxidante de los chocolates fue mayor a medida que se incrementó el contenido de sólidos de cacao presente en el mismo indicativo de las importantes propiedades funcionales de este constituyente en el chocolate.

Palabras claves: chocolates, polifenoles, antioxidantes.

ABSTRACT

The chocolates are an important source of antioxidant in the diet, in recent years numbers studies have indicated that antioxidants have beneficial properties for the control of cardiovascular, inflammatory and cell stress-related, particularly some types of cancer. In this investigation was determined the antioxidant activity of samples of white chocolate, milk and dark (45 and 70% cocoa) from Venezuela. The antioxidant activity of the chocolates was higher as you increase the content of cocoa solids present indicative of the important functional properties of this constituent in chocolate.

Keywords: chocolate, polyphenols, antioxidants.

INTRODUCCIÓN

El chocolate es consumido en todo el mundo e investigaciones recientes han demostrado que el consumo de productos de cacao y sus derivados contribuyen a la salud humana ya que constituyen una importante fuente de compuestos antioxidantes. (1-3). Los polifenoles son los principales antioxidantes en el chocolate y determinan importantes propiedades organolépticas del chocolate como el amargor final y el sabor a miel y nuez (4) y tienen efectos protectores y analgésicos contra diversas enfermedades (5-7). El consumo de chocolate se ha convertido en un importante medio para reducir el riesgo de padecimiento de enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer debido principalmente a su capacidad de controlar reaccio-

nes de oxidación que puedan ocasionar daño a nivel celular (8, 9), incluso algunos autores han reportado que esta actividad antioxidante en los chocolates es igual o mayor a la de algunas frutas y vegetales (10).

En el presente estudio se evaluó la actividad antioxidante de diferentes chocolates comerciales venezolanos a fin de establecer el posible efecto funcional de estos productos, los cuales forman parte importante de la dieta de la población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de chocolate

Se analizó cuatro diferentes tipos de chocolates: Chocolate Blanco (CB) (34% de manteca de cacao); chocolate con leche (CL) (41% de cacao); chocolate

¹ Departamento de Química. Laboratorio de Alimentos. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. 4012.

² Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: fvilu12@gmail.com

oscuro 45% de cacao (CO_{45%}) y chocolate oscuro 70% de cacao (CO_{70%}) correspondientes a una misma empresa chocolatera venezolana de amplia distribución.

Preparación de la muestra

La preparación de las muestras de chocolate se realizó de acuerdo a lo descrito por Belščak *et al.*, 2009 (3). El extracto se almacenó en un congelador a -5°C hasta su análisis y fueron empleados para determinar la actividad antioxidante y contenido de polifenoles en las muestras.

Determinación de la actividad antioxidante

La actividad antioxidante total de las muestras se evaluó por el método ABTS reportado por Miller *et al.*, 1996 (11) y Riece- Evans *et al.*, 2000 (12) empleando TROLOX (Sigma Aldrich, St. Louis, Mi, USA) como patrón de referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los chocolates

Los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante para los chocolates analizados se muestran en la tabla 1. El chocolate C_{70%} presentó la mayor actividad antioxidante y el chocolate CB la menor.

Tabla 1. Actividad antioxidante de los chocolates.

Tipo de Chocolate	Actividad antioxidante	
	mm Trolox. L ⁻¹	μmol Trolox. g ⁻¹ *
CB	0,62 ^d	0,023 ± 1,62 ^d
CL	57,36 ^c	1,93 ± 0,51 ^c
CO _{45%}	98,00 ^b	3,06 ± 2,25 ^b
CO _{70%}	111,35 ^a	3,95 ± 2,80 ^a

^{a, b, c, d} Índices de Duncan. (p < 0,05). Análisis aplicados por separado a cada uno de las variables estudiadas y a cada tipo de chocolate analizado.

* Valores obtenidos a partir de la masa original de chocolate.

Belščak *et al.*, 2009 (3), reportaron valores de actividad antioxidante (mmTrolox.L⁻¹) para diferentes tipos de chocolates: 20,40 (88% de cacao); 17,73 (80% de cacao); 18,01 (72% de cacao) y 3,85 (chocolate de leche), inferiores a los determinados en este estudio, lo cual puede atribuirse a las diferencias relacionadas con la composición y variedad de

los granos de cacao empleados para la manufactura del producto, los cuales varían entre un tipo y otro de chocolate (13). Adamson *et al.*, 1999 (14), indica que las diferencias en la composición y cantidad de polifenoles, puede explicarse por las diferencias en los métodos de manufactura que pueden causar alteraciones químicas en el contenido de antioxidantes.

Los chocolates blancos presentaron actividad antioxidante inferior al resto de los chocolates analizados a pesar de que los mismos no contienen cacao en su formulación; se ha reportado que la manteca de cacao con el resto de los ingredientes durante la manufactura pudiera contribuir a la actividad antioxidante en este tipo de chocolates. Serafini *et al.*, 2003 (15), señalan que la formación de enlaces secundarios entre los flavonoides del chocolate y las proteínas (péptidos) de la leche durante la elaboración del producto podría ser una de las razones por la cual se puede presentar actividad antioxidante en el chocolate blanco.

CONCLUSIÓN

Los chocolates venezolanos constituyen una importante fuente de antioxidantes a la dieta.

El chocolate oscuro presentó la mayor actividad antioxidante la cual se incrementa mayor conforme el contenido de sólidos de cacao presentes en el mismo aumenta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shaidi F, Wanasundra U, Amarowich, A. Natural antioxidant from low pungency mustard flour. *Food Res Int.* 1994; 27: 489-493.
2. Waterhouse A, Sirley A, Donovan J. Antioxidants in chocolate. *Lancet.* 1996; 34: 834.
3. Belščak A, Komes D, Horzic D, Kovacevic K, Karlovic D. Comparative study of commercially available cocoa products in terms of their bioactive composition. *Food Res Int.* 2009; 42: 707-716.
4. Jeanjean, N. Influence du genotype, de la fermentation et de la torrefactionsur le developpement de l'arôme cacao [dSSERTATION]. [Montpellier- France]: Universite Montpellier; 1995. 202 p.
5. Keen C, HoltR, OteizaP, Fraga C y SchmitzH. Cocoa antioxidants and cardiovascular health. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81: 298-303.
6. Kris- Etherton P, Keen L. Evidence that the antioxidant flavonoids in tea and cocoa are beneficial for cardiovascular health. *Lipido.* 2002; 13: 41-49.
7. Steinberg F, Bearde M, Keen C. Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health. *J Am Diet Assoc.* 2003; 103: 215-223.
8. Heiss C, Deja A, Kleinbongardd P, Schewer T, Sies H, Klem H. Vascular effects of cocoa rich in flavan-3-ols. *JAMA.* 2003; 290: 1030-1031.
9. Murphy K, Chronopoulos A, Singh I. Dietary flavanols and procyanidin oligomers from cocoa (*Theobroma cacao*) inhibit platelet function. *Am J Clinical Nutr.* 2003; 77: 1466-1473.

10. Lee K, Kim Y, Lee, H, Lee C. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *J Agric Food Chem.* 2003; 51: 7292-7295.
11. Miller N, Rice- Evans C, Davies M, Gopinathan V, Milner. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci.* 1996; 84: 407-412.
12. Rice- Evans C, Miller N Papaganda G. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med.* 1996; 26: 933-956.
13. Wollgast J, Anklam, E. Polyphenols in chocolate: is there a contribution to human health?. *Food Res Int.* 2000; 33: 449-459.
14. Adamson G, Lazarus S, Mitchell L, Prior G, Cao C, Jacobs P. HPLC method for quantification of procyanidins in cocoa and chocolate samples and correlation to total antioxidant capacity. *J. Agric. Food Chem.* 1999; 47: 4184-4188.
15. Serafini M, Bugianesi R, Maiani G, Valtuena S, De Santis S, Croizer A. Plasma antioxidants from chocolate. *Nature.* 2003; 424: 1013.

CUANTIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA DE POLIMORFISMO DE LA CALPAÍNA EN CARNES DE BOVINO

QUANTIFICATION OF THE FREQUENCY OF POLYMORPHISM OF THE CALPAIN IN MEAT OF BEEF

Sandra M. VÁSQUEZ-MEJÍA¹, Francisco J. VALENCIA-ALAIX², Manuela OROZCO-GAVIRIA³

RESUMEN

La ternera en carne está relacionada con la presencia de calpaínas que tienen actividad proteolítica sobre las proteínas miofibrilares. El análisis de la frecuencia de un alelo relacionado con ternera presente en el gen de la calpaína, se usó como predictor de su capacidad para mejorar su suavidad durante el proceso de maduración. El presente estudio pudo evidenciar la frecuencia de un SNP, Calpaína 530, relacionado con mayor resistencia al corte después de los procesos de maduración. Se propone esta técnica de detección molecular para predecir cortes con potencial de incrementar su ternera.

Palabras clave: calpaína, SNP's, polimorfismos, ternera.

ABSTRACT

Tenderness in beef is linked to the presence of calpains have on myofibrillar protein proteolytic activity. The analysis of the frequency of an allele associated with tenderness present in the gene of the calpain, was used as a predictor of their capacity to enhance its softness during the maturation process. The present study could show the frequency of a SNP, Calpain 530, associated with greater resistance to the Court after the processes of maturation. Proposed molecular detection technique to predict cuts with potential to increase its tenderness.

Keywords: Calpain, SNP's, polymorphisms, tenderness.

INTRODUCCIÓN

La gran variación de las canales que llegan a las plantas de faenado en Colombia, como consecuencia de variaciones fisiológicas, de manejo y selección genética provocan gran heterogeneidad en términos de calidad final de la carne.

La ternera se considera uno de los factores fundamentales para la comercialización en la industria ganadera, especialmente por el consumidor final (1). Las normas establecidas para el manejo de las carnes en las plantas de desposte se dedican a mejorar la inocuidad del producto, las especificaciones de empaque y cortes, entre otras (2). Por su parte, la genética molecular permite asociar el genoma con el fenotipo y disminuir la incertidumbre en relación al producto final de los animales criados

en cautiverio. Su aplicación en la valoración de la calidad de carnes *posmortem*, se realiza por la identificación de polimorfismos genéticos entre los que se encuentran la proteasa calpaína que actúa sobre las proteínas miofibrilares (3). Este gen ubicado en el cromosoma bovino 29 exón 14 (4), posee hasta el momento los polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs) C316, C4751 y C530 (4) (5), este último responsable de cambios en los nucleótidos G a A, provocando la sustitución aminoacídica de isoleucina a valina (5).

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la frecuencia del SNP calpaína 530 (CAPN530) en canales de bovino que ingresan a desposte en Antioquia teniendo en cuenta su información disponible para verificar condiciones de calidad.

¹ Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas - Antioquia.

² Corporación Universitaria Lasallista. Programa de genética molecular empresa Geneq.

³ Industrias Pecuarias. Corporación Universitaria Lasallista.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: savasquez@lasallista.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de canales

Se valoró la información de las canales como descripción de lote, sexo, peso promedio, planta de sacrificio, fecha de sacrificio, temperatura de recibo, tiempo de transporte y en cavas de refrigeración.

Toma de muestras

Se recolectó 99 muestras de tejidos musculares en forma aleatoria, siguiendo las normas de bioseguridad y se transportaron en refrigeraron a 4°C al laboratorio para su procesamiento.

Aislamiento del material genético y genotipado

El ADN se extrajo, amplificó y digirió (PCR-RFLP) con los productos GeneJET Genomic DNA Purification kit (#K0722), DreamTaq Green PCR MASTER MIX (2x) #K1081 y la enzima de restricción *AvaII* de la casa comercial Fermentas siguiendo las recomendaciones de sus fabricantes.

Procesamiento de los datos y análisis estadístico

Se estableció en las muestras procesadas las frecuencias alélicas, genotípicas y fueron analizadas con estadística descriptiva los datos que caracterizan las canales evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de canales

Todas las canales fueron de hembras con edad promedio de 40 meses, peso promedio de 395,1 Kg, procedentes de Girardota y Marinilla, temperatura promedio de 7,14°C y 1,5 días entre el sacrificio y su arribo a la planta de desposte donde se codifican, pesan y refrigeran en cavas a 5,6°C. El tiempo promedio de las canales en refrigeración es de 0 a 24 horas antes del desposte.

Frecuencias alélicas y genotípicas del SNP 530

Se genotipó CAPN530 en 80 muestras y se encontró en todas ellas el alelo G, la frecuencia genotípica fue GG para toda la población.

La planta donde se realiza la investigación, cumple la norma vigente (2), las canales mostraron muy bajos rendimientos (29,6%), en comparación con lo

reportado por Álvarez *et al.*, 2005 (6) lo que sugiere gran variación en las condiciones fisiológicas y de manejo entre otras características productivas.

La homocigocidad encontrada no permite asegurar que las poblaciones de origen de las muestras también sean homocigóticas ya que fueron tomadas al azar. El polimorfismo encontrado de acuerdo a Corvin *et al.*, 2007 (3), supone una asociación con mayor resistencia al corte que los genotipos GA y AA. Esto es indeseable en términos de calidad considerando que la terneza es las características mejor aceptada por el consumidor (7, 8), en consecuencia las carnes evaluadas tendrán una limitada predisposición genética para lograr suavidad durante su procesamiento en cavas de maduración.

En términos productivos, dado que los resultados de la selección genética serán evidentes sólo al final del proceso de maduración (1, 9), es necesario adelantar programas de mejoramiento genético basados en marcadores genéticos para reducir la incertidumbre en este aspecto.

CONCLUSIONES

Las herramientas moleculares son útiles, factibles y necesarias para la identificación de animales con predisposición genética relacionada con calidad de carnes como la terneza.

Es necesario explorar y adecuar el uso de análisis genéticos relacionados con calidad de carnes en Colombia y determinar la mejor opción de animales para faenado, incrementado las utilidades en el procesamiento *postmortem*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ariza M, Castro S, Rios M, Leal J, García N, Bedoya M, *et al.*, Evaluación de marcadores moleculares asociados a las características de calidad de la carne Bovina. Rev. Facultad Nacional de Agronomía. 2011; 64 (1): 48-58.
2. Colombia, Ministerio de Protección Social. Decreto número 1500 de 2007. (Diario Oficial 46.618, mayo 04 de 2007).
3. Geesin GH, Koohmaraie M, Effect of calpastatin on degradation of myofibrillar proteins by μ -calpain under post-mortem conditions. J Anim Sci. 1999; 77 (10): 2685-2692.
4. Corva P, Soria L, Schor A, Villarreal E, Pérez M, Motter M, *et al.*, Association of CAPN1 and CAST gene polymorphisms with meat tenderness in Bos taurus beef cattle from. Genetics and Molecular Biology. Argentina. 2007; 30 (4): 1064-1069.
5. Page BT, Casas E, Heaton MP, Cullen NG, Hyndman DL, Morris CA, *et al.*, Evaluation of single-nucleotide polymorphism in CAPN1 for association with meat tenderness in cattle. J Anim Sci. 2002; 80 (12): 3077-3085.
6. Álvarez J, Benitez J. Rendimiento en carne de bovinos, influenciado por la condición sexual. 2004. [citado 2012 Mar 1]. Disponible en: <http://azoosubol.galeon.com/cvitae275734.html>

7. Iñiguez. Efecto del período de espera previo a la refrigeración de la canal de res, sobre sus características postmortem. 2006. [citado 2011 Dec 1]. Disponible en: http://zamo-oti-zode02.zamorano.edu/tesis_infolib/2006/T2254.pdf
8. Sawyer JT, RT JK, Baublits JF, Apple M, Johnson ZB, Alpers TK. Lateral and longitudinal characterization of color stability, instrumental tenderness, and sensory characteristics in the beef semimembranosus. *Meat Sci.* 2007; 75: 575-584.
9. Asenjo B, Ciria J, Miguel JA, Calvo JL. Factores que influyen en la calidad de la carne. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA: Serie Ganadera N°3. Bogotá D.C., Colombia: Editorial Madrid; 2005. 46 p.

DETERMINACIÓN DE FIBRA DIETARIA EN POLEN APÍCOLA COLOMBIANO

DETERMINATION OF DIETARY FIBER IN COLOMBIAN HONEY-BEE POLLEN

ARTÍCULO CORTO

Consuelo DÍAZ M.^{1*}, Carlos ZULUAGA², Christian MORALES³, Martha QUICAZÁN¹

RESUMEN

Cincuenta muestras de polen apícola deshidratado proveniente de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca fueron colectadas y se analizó el contenido de fibra dietaria total, insoluble y soluble por el método gravimétrico – enzimático. El polen apícola tiene un contenido de fibra dietaria total (FDT) promedio de $12,84 \pm 2,71\%$, de los cuales $10,63 \pm 2,47\%$ es fibra dietaria insoluble (FDI) y $2,21 \pm 0,94\%$ de fibra dietaria soluble (FDS) constituye un factor de funcionalidad en polen apícola, tiene valores comparables con polen de otras regiones geográficas y se destaca por su contenido comparable con cereales y alimentos hortofrutícolas.

Palabras clave: polen, fibras en la dieta, alimento funcional.

ABSTRACT

Fifty samples of dried honey-bee pollen from the Colombian regions of Boyacá and Cundinamarca were collected and analyzed by the methods of total dietary fiber and insoluble and soluble dietary fiber by an enzymatic - gravimetric technique - previously validated. The honey-bee pollen had an average total dietary fiber (TDF) of $2.71\% \pm 12.84$, of which $10.63 \pm 2.47\%$ was insoluble dietary fiber (IDF) and $2.21 \pm 0.94\%$ was soluble dietary fiber (SDF) indicating a factor of functionality in honey-bee pollen. The fiber content values obtained in analyzed honey-bee pollen were comparable with those from other geographic regions, as well as several cereals, fruits and vegetables.

Keywords: Honey-bee pollen, dietary fiber, functional food.

INTRODUCCIÓN

El polen apícola es un producto de la colmena conformado por partículas de tamaño heterogéneo y por pequeñas unidades de reproducción masculina o microgametofitos, formados en las anteras de las plantas espermatofitas. Estos granos tienen un diámetro que varía entre 6 y $200 \mu\text{m}$, existen de diferentes colores, formas y estructuras superficiales y están contenidos originalmente en el saco polínico de las flores (1). Para conservar sus propiedades nutricionales y características bioactivas influyen factores de recolección y manejo postcosecha (2).

Aproximadamente el 90% de la producción total de polen apícola en Colombia se concentra en la región del Altiplano Cundiboyacense, localizada a una altitud superior a los 2500 msnm y con una temperatura medioambiental que varía entre 0 y 24°C , condiciones medioambientales adecuadas para la actividad apícola. El polen apícola colombiano deshidratado tiene una composición de 3 – 12% de agua, 19 – 27% de proteína, 3,5 – 10% de grasas, 2 – 2,7% de cenizas y entre 30 – 60% de carbohidratos (3). El objetivo de este estudio fue cuantificar por el método gravimétrico–enzimático el contenido de fibra dietaria soluble e insoluble en polen apícola.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos –ICTA. Universidad Nacional de Colombia.

² Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia.

³ Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: amcdiazmo@unal.edu.co

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó 50 muestras comerciales de polen apícola producidas en las zonas del altiplano cundiboyacense y región del medio chicamocha en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. Se realizó análisis por duplicado muestras de polen apícola deshidratado y desengrasado, posteriormente fueron tratadas con la enzima α -amilasa térmicamente estable, capaz de digerir el glucógeno y el almidón para formar azúcares simples. A continuación, las muestras fueron tratadas con las enzimas proteasa y amiloglucosidasa para digerir y remover residuos de proteína y almidón. La fibra dietaria soluble que ha permanecido inalterada a la digestión enzimática fue precipitada por la adición de etanol y el residuo total fue filtrado, lavado, secado y pesado. Finalmente, al residuo sólido fue determinada proteína y cenizas según el método AOAC 985,29 con modificaciones en la preparación de la muestra (4-5). La fibra fue determinada utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Fibra dietaria insoluble (FDI)} = \frac{RI1 - P - A}{m1} \times 100 \quad \text{Ecuación 1.}$$

donde, **RI1**: Residuo de fibra dietaria insoluble; **m1**: masa inicial de la muestra; **P**: proteína obtenida del residuo; **A**: cenizas obtenidas del residuo.

$$\% \text{ Fibra dietaria soluble (FDS)} = \frac{RS1 - P - A}{m1} \times 100 \quad \text{Ecuación 2.}$$

donde, **RS1**: Residuo de fibra dietaria soluble; **m1**: masa inicial de la muestra; **P**: proteína obtenida del residuo; **A**: cenizas obtenidas del residuo.

Tabla 1. Contenido de fibra dietaria en alimentos.

Alimento	Fibra Dietaria Total (%)	Fibra Dietaria Insoluble (%)	Fibra Dietaria Soluble (%)	Referencia
Polen	12,84 ± 2,71	10,63 ± 2,47	2,21 ± 0,94	Resultados experimentales
Trigo	11,6 – 17	10,2 – 14,7	1,4 – 2,3	(7)
Maíz	13,1 – 19,6	11,6 – 16	1,5 – 3,6	(7)
Avena	11,5 – 37,7	8,6 – 33,9	2,9 – 3,8	(7)
Tomate	18,8 – 20,5	11,4 – 14	7,4 – 8	(8)
Manzana	13,3 – 15	7,5 – 9	5,8 – 7	(8)

El requerimiento diario de fibra dietaria en una dieta de 2000 Kcal es de 25 g (9), si una porción de consumo de polen es de 7 gramos aproximadamente, por tener un contenido de fibra dietaria entre 10 y 19%, se puede considerar como un alimento buena fuente de fibra (9). Si se compara

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el diagrama de tendencia central y dispersión de los resultados experimentales obtenidos del porcentaje de fibra soluble, insoluble y total para muestras de polen apícola colombiano.

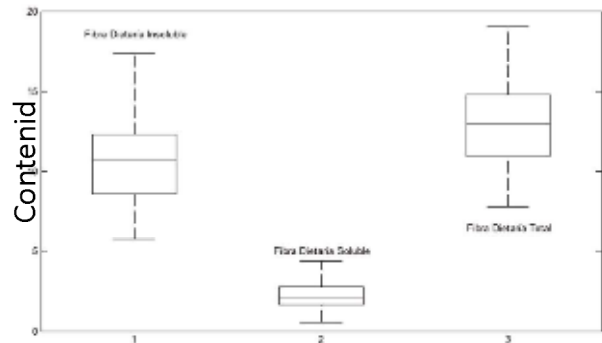


Figura 1. Contenido de fibra dietaria en polen apícola.

El polen apícola tiene un contenido de fibra dietaria total (FDT) promedio de 12,84 ± 2,71%, de los cuales 10,63 ± 2,47% es fibra dietaria insoluble (FDI) y 2,21 ± 0,94% de fibra dietaria soluble (FDS) constituye un factor de funcionalidad en polen apícola. El contenido de FDT de polen español (6) es de 13,7 ± 1,3% , el de FDI es 11,3 ± 1% y el de FDS es de 2,42 ± 0,51%, valores comparables con los valores obtenidos para el polen de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. En la tabla 1 se hace una comparación del contenido de fibra en alimentos que son buena fuente de este nutriente.

el contenido de fibra dietaria soluble e insoluble en polen con alimentos como los cereales como se observa en la tabla 1, los valores con trigo, maíz y avena son similares. Al comparar el contenido de fibra en polen con productos hortofrutícolas como el tomate y la manzana el contenido de fibra

dietaría total es similar, sin embargo, el contenido de fibra dietaría soluble en polen es ligeramente inferior (7, 8).

Entre los alimentos funcionales más tradicionalmente usados se encuentran los productos apícolas, es decir, los productos derivados del cultivo de las abejas, los cuales han estado presente por siglos en la dieta humana así como en la medicina tradicional, debido a sus propiedades nutricionales y fisiológicas (10, 4).

CONCLUSION

El contenido encontrado en fibra dietaría en polen apícola, es similar al reportado en alimentos tradicionalmente reconocidos como fuente de fibra dietaría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fuenmayor C. Aplicación de Bioprocesos en Polen de Abejas para el Desarrollo de un Suplemento Nutricional Proteico. Universidad Nacional de Colombia. 2009.
2. Serra-Bonvehí J, Escolà-Jordà R. Nutrient composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. *J Agr Food Chem.* 1997; 45: 752-32.
3. Díaz-Moreno C, Zuluaga-Domínguez C, Fuenmayor CA, Martínez T. Special features of bee pollen production in Colombia. 41st World Congress of Apiculture - Apimondia Montpellier, France; 2009.
4. AOAC. Official Methods of Analysis. Washington, USA: AOAC International; 1998.
5. ICTA. Procedimiento para determinación de fibra dietaría en polen apícola. Bogotá 2010.
6. Serra-Bonvehí J., Escolà-Jordà R. Nutrient Composition and Microbiological Quality of honeybee-Collected Pollen in Spain. *J Agr Food Chem.* 1997; 45: 725-32.
7. Vitaglione P, Napolitano A, Fogliano V. Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. *Trends Food Sci Tech.* [doi: 10.1016/j.tifs.2008.02.005]. 2008; 19 (9): 451-463.
8. Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chem.* [doi: 10.1016/j.foodchem.2010.06.077]. 2011; 124 (2): 411-421.
9. Instituto de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 512-2. Rotulado Nutricional. Bogotá D.C.: INCONTEC; 2004.
10. Kroyer G, Hegedus N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Inn Food Sci Emergin Technol.* 2001; 2:1 71-174.

VERIFICACIÓN DE LA FORTIFICACIÓN CON HIERRO EN PRODUCTOS DE TRIGO EN BOGOTÁ

VERIFICATION OF FORTIFICATION WITH IRON IN PRODUCTS OF FLOUR IN BOGOTÁ

ARTÍCULO CORTO

Jorge BUITRAGO S.^{1*}, Martha HURTADO L.², Claudia SALAZAR G.³

RESUMEN

La fortificación de harina de trigo en Colombia, se establece como una estrategia para suplir la carencia de micronutrientes, como el hierro, por medio de un alimento de alto consumo entre la población. En el presente trabajo, mediante espectrofotometría de absorción atómica, se examinó el contenido de hierro en harina de trigo y derivados, para establecer una comparación con la cantidad declarada en la etiqueta.

Palabras clave: espectrometría, hierro, derivados de trigo, nutriente.

ABSTRACT

Fortification of wheat flour in Colombia is established as a strategy to address the lack of micronutrients such as iron, by high food consumption among the population. In this paper, using atomic absorption spectrophotometry, was examined the iron content in wheat flour and his derivatives, for comparison with the amount declared on the packaging.

Keywords: Spectrometry, iron, nutrient, derived from wheat.

INTRODUCCIÓN

La fortificación de alimentos se define como la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, ya sea que estén o no contenidos en el alimento, con el propósito de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de población (1). La harina de trigo es el principal producto obtenido de la molienda y cernido, del endospermo y capas internas del pericarpio de granos de trigo común *Triticumaestivum L.*, o trigo ramificado, *Triticumcompactum Host*, o mezcla de ellos (2). En Colombia se realiza la fortificación en la harina de trigo por ser materia prima de preparaciones típicas en la dieta de los colombianos. Aplica tanto para la harina de venta directa al consumidor como para la fabricación de productos de panadería, pastelería, galletería, pastas alimenticias, y otros (1). El Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF)

establece el requerimiento de hierro para niños mayores de 4 años y adultos de 15 mg /día (3). La fortificación de las harinas provoca reacciones químicas de deterioro y cambios en la textura, así como el pardeamiento no enzimático de los aminoácidos contenidos en la harina (4).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Para el análisis de hierro se tomó 6 productos diferentes: dos harinas de uso domestico fortificadas (H1 y H2), galleta de trigo corriente (G1), galleta de trigo integral (G2), pan blanco (P1) y pan integral (P2). De cada uno de los productos se tomó una muestra de aproximadamente $3,0 \pm 0,005$ g, a temperatura ambiente, previamente molido. Las pruebas para cada producto fueron realizados por triplicado.

¹ Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

² Departamento de Nutrición Humana. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

³ Ingeniera Química. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimento –ICTA. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá. Bogotá, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: jcbuitragos@unal.edu.co

Preparación y determinación de minerales

El contenido de minerales (cenizas) se determinó usando la metodología 923,03 de la AOAC de 2008 (5), realizando una pre calcinación en Plancha SCHOT[®], hasta la eliminación de vapores. Se pasó las muestras a una mufla BOEKEL[®], en donde se dejó por 16 h a 600 °C y posteriormente las cenizas fueron pesadas. La digestión se hizo conforme a la metodología 944,02 y 945,40 de la AOAC de 2008, se usó ácido clorhídrico y ácido nítrico.

Se calentó nuevamente esta solución y se filtro con papel de 125 mm y luego transvasada a matraz aforado con agua HPLC. Esta solución fue diluida nuevamente y adicionada con el supresor de ionización, K⁺. La espectrometría se hizo en el equipo VARIAN AA 240[®], con la lámpara de cátodo hueco específica para hierro. Se hizo la lectura de absorbancia durante 20 segundos para las diluciones de curva de calibración y las muestras de estudio. Los resultados obtenidos se expresaban en ppm (mg/L).

Determinación de Humedad

Se realizó de acuerdo a la metodología 925,09 de la AOAC de 2008, se tomó muestras por duplicado de aproximadamente 3,0 ± 0,005 g, a temperatura ambiente, previamente molidas. Se dispuso en caja de Petri a deshidratar en una estufa Heraeus[®], durante 3 horas a 105°C. Al terminar el secado, fueron trasladadas a un desecador, para realizar su posterior pesaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo los valores de absorbancia de hierro en cada una de las muestras, estos valores fueron corregidos con los blancos, fueron interpolados en una curva de calibración calculada con concentraciones conocidas (ecuación 1), tiene un coeficiente de correlación (R²) del 99,96 %.

$$[\text{Fe}](\text{ppm}) = -9,157 \cdot \text{Abs}^2 + 50,887 \cdot \text{Abs} + 0,0027 \quad \text{Ecuación 1.}$$

Para determinar la cantidad de hierro presente en la muestra se tuvo en cuenta las diluciones y la masa inicial de la muestra aplicando el factor de corrección (ecuación 2).

$$[\text{ppm}(\text{mg/L})] = \left[\text{Curva} \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] * \frac{\text{volumen sin madre (ml)} * \frac{1000 \text{g}}{1 \text{Kg}} * \frac{1 \text{L}}{1000 \text{ml}}}{\text{peso muestra (g)}} \quad \text{Ecuación 2.}$$

Para determinar el aporte al valor diario de hierro por porción se realizó un promedio de los datos de hierro de cada muestra, con este promedio y tomando el valor diario recomendado por el ICBF de hierro y el porcentaje de humedad se obtuvo el porcentaje de valor diario en base seca.

Los valores hallados fueron comparados con los presentados en los empaques de los productos (tabla 1) y de esta manera determinar si la información suministrada es verídica. En los empaques, no declaran contenido de Hierro en mg, se declara en el aporte al % Valor Diario y el porcentaje de error (ecuación 3).

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Valor Teorico} - \text{Valor Real}}{\text{Valor Teorico}} \right| * 100\% \quad \text{Ecuación 3.}$$

Tabla 1. Contenido de hierro en las muestras por porción y comparación de % valor diario.

Muestra y Porción	Promedio Humedad	Hierro por porción (ppm)	% Valor Diario Empaque	% Valor Diario	% de Error
G1-25,83g	0,65%	1,36	6	9,1	50,8
G2-25,45g	2,13%	1,54	6	10,3	71,6
H1-27,23g	9,23%	1,66	15	11,1	25,9
H2-51,07g	7,15%	3,57	10	23,8	138,2
P1-33,06g	32,52%	1,53	10	10,2	2,55
P2-33,79g	40,73%	1,85	15	12,4	17,4

La harina H2 presentó el mayor contenido de hierro y a su vez fue el dato con mayor porcentaje de error con respecto al dato suministrado, mientras que la galleta G1 presentó el menor contenido de hierro por porción recomendada, los panes obtuvieron la mejor concordancia con los datos provistos en el empaque con errores relativamente bajos en

comparación con los demás datos, mientras que las harinas obtuvieron poca relación con los datos reportados en las tablas nutricionales del alimento, alcanzando errores en el contenido de hierro que superan el doble en la harina H2. La mayoría de las muestras reportan un valor menor de hierro al valor real, exceptuando la harina H1 y el pan inte-

gral P2, en las cuales el valor diario real es menor. Estas diferencias en los datos pueden ser causados por una mezcla no homogénea de los ingredientes y/o por tener malas prácticas de manejo en el procesamiento de las mismas.

Durante el almacenamiento pudo ocurrir reacciones físico-químicas de deterioro y/o microbiológicas, afectando el hierro presente en los productos (4).

CONCLUSIONES

Las diferencias encontradas en el contenido de hierro en productos de trigo en Bogotá, demuestran que la cantidad de hierro adicionado a las harinas, panes y galletas no son los porcentajes declarados en sus respectivos empaques, afectando la calidad nutricional de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Salud. Decreto 1944 de 1996. Por el cual se reglamenta la fortificación de la harina de trigo. Bogotá-Colombia. 1996, Artículo 3. 2 p.
2. Instituto de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 267. Harina de Trigo. Séptima Actualización. Bogotá-Colombia: INCONTEC; 2007. 2 p.
3. ICBF. Guías alimentarias para la población colombiana [PDF], Bogotá-Colombia: 1999. [2012 Mar 20], Disponible en: <https://www.icbf.gov.co/icbf/directorio/portel/lireria/pdf/BASESTECNICASGUIAALIMENTARIAPOBLACIONMAYORDE2A%C3%91OS.pdf>
4. SaeedAkhart F, Anjum M, Salim-Ur R. Effect of fortification on physic-chemical and microbiological stability of whole wheat flour, Food Chem. 2008; 110: 113-119.
5. AOAC, Official Methods of Analysis [Internet]. Aitherstburg, United States of America: AOAC 2008 [Citado 2012 Mar 26]. Disponible en: http://www.aoac.org/News/OMA_18_rev_4.htm

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Acta 016 de agosto 26 de 2010

ALCANCE Y POLÍTICA DE REVISIÓN

La Revista VITAE es una publicación oficial de la Facultad de Química Farmacéutica, de periodicidad cuatrimestral, y tiene como misión la divulgación del pensamiento científico y el quehacer a nivel investigativo en los diversos campos de las ciencias farmacéuticas, alimentarias y afines. Publica artículos originales e inéditos, los cuales son seleccionados por el Comité Editorial y evaluados por pares nacionales e internacionales. La opinión de la Facultad frente a los diversos temas de interés se consigna a través de sus páginas editoriales. La responsabilidad por los juicios, opiniones y puntos de vista expresados en los artículos publicados corresponde exclusivamente a sus autores.

RESERVA DE DERECHOS

El estudio y la selección de los artículos enviados por los colaboradores están a cargo del Comité Editorial. La recepción de un trabajo no implica la aceptación ni publicación del mismo, ni el compromiso por parte de la revista con respecto a su fecha de aparición. Así mismo, se reserva el derecho de realizar modificaciones editoriales necesarias para la publicación de la revista.

CLASIFICACIÓN DE LOS ARTÍCULOS

La revista VITAE publicará las siguientes clases de artículos:

- Artículos Completos
- Artículos Cortos
- Revisiones (expertos en el tema, seleccionados por el Comité Editorial)

Todos los artículos serán clasificados en alguna de las siguientes secciones:

- Alimentos: Ciencia, Tecnología e Ingeniería
- Atención Farmacéutica
- Biotecnología
- Farmacología y Toxicología
- Industrial Farmacéutica
- Productos Naturales

PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS

Se aceptarán manuscritos en español y/o inglés. Debe presentarse una copia impresa, a doble espacio, con tipo de

letra Times New Roman de 12 puntos, en hojas de papel tamaño carta, con márgenes simétricas de 3cm. A continuación, se incluirá una copia electrónica en Word®, acompañado de los formatos de información del artículo, de los autores y la licencia de acceso abierto. Los artículos sometidos a la revista VITAE deberán tener una extensión máxima de 25 páginas, incluyendo tablas y figuras.

PRIMERA PÁGINA

Información del título

En la primera página de todos los artículos debe aparecer: Título en español e inglés. Nombres completos de los autores y afiliaciones institucionales, incluyendo ciudad y país. El autor principal debe indicar el correo electrónico al cual se debe dirigir la correspondencia (véase último número de la revista).

Resumen

Se debe incluir un resumen en español e inglés, con una longitud máxima de 200 palabras, redactado en tiempo pasado, en un solo párrafo. No se deben incluir siglas, acrónimos y/o referencias bibliográficas. Debe contener:

- Presentación del tema
- Una hipótesis
- Uno o dos argumentos
- Resultados
- Conclusiones

Palabras clave

Se incluyen hasta cinco palabras clave, tanto en español como en inglés; al menos dos deben estar incluidas en los Descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS), en la dirección web: <http://decs.bvs.br/>

REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS

Son documentos donde se analizan, sistematizan e integran resultados de investigaciones sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y tendencias de desarrollo. Son realizados por invitados seleccionados por el Comité Editorial de acuerdo a su experiencia en el tema, los cuales presentan una descripción general del campo de interés, con una evaluación crítica de su desarrollo.

La estructura y encabezamiento de las revisiones queda a criterio del autor,

si bien el comité editorial puede sugerir cambios que mejoren la edición. La revisión bibliográfica debe referirse a un periodo no inferior a un año, y ser, como mínimo, de 50 referencias.

ARTÍCULOS COMPLETOS

Presentan, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación, que no hayan sido publicados previamente. Cuando se trata de estandarización de métodos analíticos, éstos deben ser validados bajo normas internacionales. El artículo completo debe presentar los siguientes apartados:

Introducción: expone un contexto o transfondo del estudio, haciendo referencia a todo trabajo anteriormente publicado por los mismos autores o por otros. En este apartado se especificarán los fines y objetivos del artículo.

Materiales y métodos: debe incluir la información y procedimientos necesarios para la reproducibilidad de los experimentos, indicando los métodos establecidos en la literatura y las modificaciones sustanciales de los mismos.

Resultados y discusión: se deben presentar los resultados en una secuencia lógica, utilizando tablas y gráficos para sintetizar la información.

Conclusiones: deben ligarse a los objetivos del trabajo, omitiendo aquellas que no son soportadas por los resultados. Se deben evitar conclusiones de materia económica, excepto cuando el artículo incluya dichos análisis.

ARTÍCULOS CORTOS

Estos presentan los resultados originales preliminares o parciales de una investigación científica o tecnológica, que requieren de una pronta difusión, sobre trabajos relacionados con las ciencias farmacéuticas, alimentarias y afines, cuyo interés justifique que se tenga información sobre el tema. Tienen una extensión máxima de 15 páginas, conservando la estructura de los artículos completos.

NORMAS DE ESTILO DE LOS ARTÍCULOS

Tablas y figuras: Cada artículo debe ser complementado con tablas y figuras, previamente referidas en el texto (Ej: En la tabla 1, etc.), con un consecutivo diferente para cada categoría, en números arábigos,

en las cuales se especifica información que no debe ser duplicada en el texto, y deben ser ubicadas inmediatamente después del párrafo en que son citadas por primera vez. Para su realización se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En las tablas se incluyen cuadros, con resultados o no, utilizados para sintetizar u organizar la información, trazadas con bordes completos.
- Las figuras incluyen gráficos, ilustraciones, fotografías, dibujos, mapas y estructuras, limitándose en número y procurando yuxtaponer aquellas que, sin perjuicio de la claridad, pueden referirse al mismo sistema de coordenadas.
- El uso de colores en las gráficas está condicionado a los costos adicionales de publicación que se generen en el proceso editorial.
- Se debe indicar la fuente de donde han sido tomadas aquellas tablas y figuras que no son creación del autor, utilizando referencias bibliográficas de manera similar al texto.
- En las figuras y en las tablas se debe utilizar el tipo de letra Times New Roman.
- El título de las figuras se digita como un párrafo fuera de la misma, en la parte inferior, y el de las tablas en la parte superior.

Símbolos y unidades: el autor debe utilizar las normas del Sistema Internacional de Magnitudes (ISO/IEC 80000), en lo referente a unidades, símbolos y abreviaturas.

Nombres comerciales: se evitará el empleo de nombres comerciales; en su lugar se utilizarán los nombres genéricos; pero si es inevitable, se indicará con el símbolo ®.

Nombres de equipos, instrumentos y reactivos: debe indicarse los valores precisos para la replicación del experimento, describiendo detalles específicos que faciliten su identificación; para reactivos y medios de cultivo se debe indicar la marca y el país de procedencia entre paréntesis.

Nombres científicos: los nombres científicos deberán indicarse en cursiva, con mayúscula inicial, complementándose opcionalmente con la "autoridad". Deben indicarse las cepas y las variaciones de la especie, si es relevante para el trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Deben indicarse en el texto mediante un número arábigo entre paréntesis según el orden de aparición. Las referencias bibliográficas completas deben colocarse

al final del artículo, bajo el título de Referencias Bibliográficas, de acuerdo con las normas del ICMJE (Vancouver), las cuales pueden ser consultadas en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=citmed>.

Los modelos para algunas referencias se incluyen a continuación:

Artículos científicos: Autores. Título del artículo. Abreviatura ISI del nombre de la Revista. Fecha; Volumen (Número): Páginas.

Restrepo A, Cortés M, Márquez CJ. Uchuvas (*Physalis peruviana* L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E. *Vitae*. 2009 May-Aug; 16 (2): 19-30.

Keyzers R, Daoust J, Davies-Coleman M, Van R, Balgi A, Donohue E, *et al.* Autophagy-modulating aminosteroids isolated from the sponge *Cliona celata*. *Org Lett*. 2008 Jul 17; 10 (14): 2959-2962.

Libros y monografías impresas: Autores. Título. Edición. Lugar de Publicación: Editor; Año. Páginas.

Gibaldi M, Perrier D. Farmacocinética. Barcelona, España: Reverte; 2008. 352 p.

Tesis y trabajos de grado: Autores. Título. [Tipo de documento]. [Lugar de Publicación]: Editor. Fecha. Páginas.

Monsalve AF, Morales SP. Aumento de capacidad del recurso restricción en la empresa Laproff S.A. [Trabajo de pregrado]. [Medellín, Colombia]: Universidad de Antioquia; 2009. 39 p.

Material electrónico: Autores. Título. [Tipo de Medio]. Lugar de Publicación: Editor: Fecha.

ASME. Aseptic Fill & Finish for Biopharmaceuticals. [CD-ROM]. San Diego (CA): ASME; 2007.

Sitio de Internet: Autores. Título. [Tipo de medio]. Lugar de Publicación: Editor. Fecha de Publicación. [Fecha de Citación]. Disponible en: dirección URL.

Habib MAB, Parvin M, Huntington TC, Hasan MR. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish. [Internet]. Roma, Italia: FAO. 2008 [Actualizado 8 de Enero de 2008; citado 18 de Agosto de 2009]. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0424e/i0424e00.pdf>

REVISIÓN DE ORIGINALES

El Comité Editorial revisará los originales, se asesorará, cuando lo requiera,

de personal adecuadamente calificado y devolverá a los autores aquellos cuyo contenido no se ajuste a las presentes normas, solicitando, en todo caso, las modificaciones que estime oportunas.

Selección. El Comité Editorial remitirá todos los artículos que cumplan las normas editoriales como mínimo a dos árbitros, quienes deben emitir su concepto por escrito en el formato establecido para ello. Si los árbitros sugieren correcciones, los autores deberán enviar la nueva versión acompañada del medio magnético en un plazo máximo de doce días a partir de la fecha de envío, pasado el cual perderá su turno de publicación. En la corrección de pruebas de impresión final, que deberá realizarse con gran atención, no se admitirán modificaciones al texto original.

Por último, serán enviados tres ejemplares del número publicado, al autor principal, como retribución de nuestro proceso.

COSTOS DE PUBLICACIÓN

Se establece un valor a pagar de \$350.000 (trescientos cincuenta mil pesos) o US\$ 180 (ciento ochenta dólares) por artículo. Este valor se pagará tan pronto como se informe al autor principal sobre el volumen y el número en que se publicará la versión definitiva del manuscrito. El uso de gráficos, figuras o fotografías en color tiene un costo adicional de acuerdo al número de páginas.

LICENCIAMIENTO DE LA OBRA

Una vez son publicados en la Revista *Vitae*, los artículos científicos y revisiones se encontrarán disponibles de manera libre para consulta de todo el público, tanto en el sitio web como en los diferentes sistemas de indexación y bases de datos a los que está suscrita la revista, bajo la Licencia Creative Commons, en el modo Attribution-Noncommercial-No Derivative Works aprobada en Colombia.

Así mismo, los autores ceden, sin derecho a retribuciones económicas, a la Universidad de Antioquia, Revista *Vitae*, los Derechos Patrimoniales sobre la publicación y sus diferentes medios de difusión por el tiempo que establezca la normatividad vigente, mediante el formato de Licencia de Acceso Abierto a la Publicación propuesto para tal fin.

La documentación requerida para presentar los artículos, los formatos y una copia de estas instrucciones pueden ser descargados del sitio web: <http://www.udea.edu.co/vitae>

LABORATORIO ESPECIALIZADO DE ANÁLISIS (LEA)

FACULTAD DE QUÍMICA FARMACEÚTICA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

La Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia por medio del Laboratorio Especializado de Análisis (LEA), ofrece propuestas o soluciones a problemas y situaciones que se le presentan a la Industria Farmacéutica, Cosmética y afines con el objeto de aplicar el conocimiento y posibilitar el desarrollo científico y tecnológico del sector; cuenta con el conocimiento y la tecnología necesaria para respaldar el desarrollo de la industria farmacéutica, las entidades de salud y entes regulatorios del país.

PRUEBAS ACREDITADAS

- 1. Contenido de principio activo por HPLC para los siguientes productos:** Lovastatina materia prima y tabletas, Dicloxacilina materia prima, cápsulas y polvo para suspensión, Captopril tabletas, Famotidina Tabletadas, Acetaminofen tabletas, Cápsulas, solución oral y suspensión, Ampicilina materia prima para productos estériles.
- 2. Contenido de principio activo por método Yodimétrico** para: Ampicilina tabletas, cápsulas y polvo para suspensión.
- 3. Uniformidad de dosis por uniformidad de contenido por HPLC** para los productos: Lovastatina tabletas, Famotidina tabletas, Acetaminofen tabletas y cápsulas, Dicloxacilina cápsulas, Captopril tabletas.
- 4. Uniformidad de dosis por variación de peso** para los productos: Lovastatina tabletas, Famotidina tabletas, Acetaminofen tabletas y cápsulas, Dicloxacilina cápsulas, Ampicilina tabletas y cápsulas y Captopril tabletas.
- 5. Prueba de disolución por HPLC** para: Lovastatina tabletas, Famotidina tabletas.
- 6. Prueba de disolución por U.V.** para: Acetaminofen tabletas y cápsulas, Dicloxacilina cápsulas.
- 7. Límite de captopril disulfuro por HPLC.**
- 8. Ensayo de residuo de ignición**
- 9. Ensayo de metales pesados Método II**
- 10. Ensayo de pérdida por secado al vacío** para las siguientes materias primas: Lovastatina, Famotidina, Ampicilina, Captopril.
- 11. Análisis Microbiológicos:**
Ausencia de microorganismos patógenos: *Escherichia coli*, especies de *Salmonellas* y *Staphylococcus aureus*
Recuento de Mohos y Levaduras
Recuento de microorganismos mesófilos
- 12. Pruebas Biológicas**
Ensayos de esterilidad
Ensayo de endotoxinas bacterianas por el método de LAL.

Otros Servicios:

- 1. Análisis fisicoquímico de materias primas, medicamentos, productos cosméticos, y afines:**
 - 1.1. Valoración del principio activo por técnicas analíticas como: HPLC, U.V., Potenciometría y Titrimetría.
 - 1.2. Determinación de humedad por Karl - Fischer o estufa.
 - 1.3. Identificación por U.V., HPLC, I.R., colorimetría.
 - 1.4. Determinación de pH.
 - 1.5. Uniformidad de dosis por uniformidad de contenido y variación de peso.
 - 1.6. Pruebas de disolución.
 - 1.7. Perfiles de disolución.
 - 1.8. Equivalencia farmacéutica.
 - 1.9. Dureza.
 - 1.10. Friabilidad.
 - 1.11. Peso promedio.
 - 1.12. Dimensiones.
 - 1.13. Volumen de llenado.
 - 1.14. Material particulado por inspección visual y microscopio.
 - 1.15. Ensayo de Viscosidad.
 - 1.16. Ensayo de metales pesados.
- 2. Pruebas Biológicas:**
 - 2.1. Determinación de la potencia de antibióticos.
- 3. Análisis Microbiológicos:**
 - 3.1. Ausencia de microorganismos patógenos: *Pseudomonas aeruginosa*.
- 4. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), para agentes desinfectantes.**
- 5. Control de calidad a material médico quirúrgico como gasa, algodón, jeringas, equipo de venocisis, entre otros, de acuerdo a normas ICONTEC y la regulación farmacopeica vigente.**

**CON LA NORMA NTC – ISO/ IEC 17025
POR LA SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
MEDIANTE RESOLUCIÓN 11026 DE 2005**



INFORMES: Laboratorio Especializado de Análisis (LEA)
Directora: Cielo Patricia Guzmán C.
DIRECCIÓN: Calle 67 No. 53 – 108 Bloque 1 -110
TELEFAX: 219 54 58 219 54 54
E-mail: lea.farmacia@gmail.com lea@farmacia.udea.edu.co

PROYECTO EN DESARROLLO:

Análisis y control de calidad de productos biológicos y biotecnológicos

ENSAYOS PARA COSMÉTICOS

SUSTANCIA	PRODUCTO COSMETICO
Hidróxido de potasio o de sodio	Solventes para cutículas de uñas
	Alisadores cabello
	Productos depilatorios
Determinación del cloroformo	Pastas dentífricas
Identificación y determinación del peróxido de hidrógeno	Productos para el cuidado del cabello
	Endurecedores de uñas
	Productos para higiene oral
Determinación de formaldehído	Endurecedores para las uñas
Identificación y determinación del ácido tioglicólico	Productos para ondular o alisar el cabello
	Productos depilatorios
	Acondicionadores de cabello
Identificación y determinación de hidroquinona	Productos para tinturas del cabello
Determinación de fluor	Productos aclarantes de la piel
Determinación de ketoconazol	Pastas dentífricas
Contenido de tensoactivo aniónico	Shampoo
Contenido de sustancias anticápsas (4 analitos)	Shampoo
Determinación de clorhidróxido de aluminio y zirconio	Shampoo
	Desodorantes

LABORATORIO DE ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS

FACULTAD DE QUÍMICA FARMACEÚTICA - ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

El análisis sensorial es una ciencia que apoya los Sistemas de Gestión de Calidad BPM, HACCP e ISO en las industrias del sector agroalimentario y otros sectores productivos.

En el laboratorio de análisis sensorial de alimentos se realizan estudios de control de calidad de los alimentos a través de un grupo de jueces entrenados.

Servicios que ofrece el laboratorio bajo el sistema de calidad NTC-ISO/IEC 17025 y NTC Específica para ensayos sensoriales:

En investigación:

- Apoya y asesora grupos interdisciplinarios de investigación en la aplicación del análisis sensorial en campos específicos.
- Lidera investigaciones con el Grupo de Investigación en Análisis Sensorial

En extensión:

- Asesora y direcciona el proceso de formación de jueces para análisis sensorial en diferentes industrias con las siguientes:
 - o Programa de capacitación básico análisis sensorial de alimentos.
 - o Programa de capacitación avanzado según necesidad de la industria.
 - o Diploma en Análisis Sensorial de Alimentos
- Realiza estudios técnicos en alimentos, bebidas para consumo humano y otros a través de los siguientes ensayos:
 - o Pruebas discriminativas: dúo trío, comparación pareada, ordenamiento.
 - o Pruebas descriptivas: perfil sensorial por aproximación multidimensional, perfil de textura
 - o Pruebas con consumidores: aceptación, par preferencia y ordenación preferencia
- Correlación de resultados sensoriales e instrumentales
- Valida la información sensorial a través de prácticas interlaboratorios.
- Estudios de vida útil sensorial

Carrera 75 No. 65-87 Bloque 44 aula 209 Teléfono: 219 92 33 Fax: 230 50 07 Medellín - Colombia
labsensorial@pijaos.udea.edu.co - extfacqf@farmacia.udea.edu.co





FACULTAD QUÍMICA FARMACÉUTICA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Medellín, abril de 2012

- Señores Profesores, estudiantes, empleados, egresados, AMIGOS y Asociaciones Facultad Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia
- Señores empresarios de los sectores farmacéutico y alimentario

Asunto: Banco Donantes Sede Alterna Facultad de Química Farmacéutica.

En el marco de su empeño de alcanzar el liderazgo necesario para contribuir con el desarrollo los **sectores farmacéutico y alimentario en Colombia, al igual que a satisfacer las necesidades de la comunidad**, la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia tiene el reto y la meta de contar con **una sede alterna, en predios cercanos a la Ciudad Universitaria, similar a como lo tienen otras Facultades del área de la Salud.**

Con esta iniciativa se pretende contar con aulas y oficinas para profesores, acordes con las necesidades actuales de la Facultad, superando las limitaciones significativas que se viven en el momento; además de disponer del espacio para el funcionamiento del **futuro Instituto de Investigación e Innovación en Productos Farmacéuticos y Alimentarios.**

El logro de este reto requiere, en primer lugar, de la adquisición del terreno. Para ello, se ha creado el **Fondo Banco de Donantes con destinación específica a la adquisición del terreno de la Sede Alterna de la Facultad de Química Farmacéutica (Unidad Ejecutora especial 8903 en la Universidad de Antioquia).** La meta es recaudar **TRES MIL MILLONES DE PESOS**, vía aporte de los egresados, empleados, profesores y amigos de la Facultad, al igual que de las empresas del sector farmacéutico y alimentario, complementado con ingresos por otras alternativas, tales como cursos, congresos, etc.

En este sentido, los invito a ser parte de este Banco de donantes, **haciendo sus aportes, mediante consignación en la Cuenta de Ahorros de BANCOLOMBIA No 10537229522, a nombre de la Universidad de Antioquia, indicando el nombre del donante y el centro de costo 8903.**

La copia de la consignación debe enviarse por fax (4-2195459) o por correo electrónico (decfaf@farmacia.udea.edu.co), o hacerse llegar a la Decanatura de la Facultad (oficina 2-124, Ciudad Universitaria – Universidad de Antioquia). En los casos requeridos, la Universidad de Antioquia entregará el respectivo certificado de donación.

Les agradezco su atención, al tiempo que los invito a que sean parte activa de la finalidad de alcanzar **“una facultad con una imagen social de referente y líder en el análisis, discusión y generación de propuestas para la solución de problemas prioritarios de los sectores farmacéutico y alimentario”.**

Prof. PEDRO AMARILES MUÑOZ
Decano

BANCO DE DONANTES

Adquisición del terreno

Sede Complementaria Facultad de Química Farmacéutica



BANCO DE DONANTES PARA ADQUISICIÓN DEL TERRENO SEDE COMPLEMENTARIA DE LA FACULTAD

- Monto de donaciones legalizadas a diciembre de 2011: \$170 millones.
- Entidades - personas jurídicas: \$ 146.5 millones (73 del Primer Congreso Colombiano de Atención Farmacéutica).
- Personas naturales: \$21 millones.
- Rendimientos financieros: \$ 2.5 millones.

CONTEO

Millones

3000
2700
2500
2300
2000
1700
1500
1300
1000
700
500
300
100
50



¡ Con tu contribución alcanzaremos la meta !

Cuenta de Ahorros Bancolombia
N° 10537229522

0001

¡Con tu contribución alcanzaremos la meta!

0002

Rifa de espectacular CAMIONETA DUSTER

Pro-sede Complementaria de la Facultad de Química Farmacéutica

Donación: \$100.000

TENES 2
POSIBILIDADES
DE GANAR

28 de septiembre 2012

Por la Lotería de Medellín



Informes: Universidad de Antioquia - Facultad de Química Farmacéutica
Teléfono: 2195455. Correo electrónico: comunicadoraqf@gmail.com
AQUIFAR: Diagonal 74C Transversal 32EE - 82 (Belén Alameda)
Teléfono 413 66 83 - Telefax 411 40 58 - Celular 312 833 60 45

<http://farmacia.udea.edu.co>



El valor de la donación (\$100.000), se registrará en el Banco de Donantes Pro-sede Complementaria FQF a nombre de la persona que adquiere el bono.





La connaissance doit être universelle
Wissen muss sein universell
El coneixement ha de ser
Conoscenza deve essere
Conhecimento deve ser
El conocimiento debe ser

Knowledge must be **UNIVERSAL**

Our Journal is ready to make universal the results of your research. From 2012 all the manuscript can be submitted in English or Spanish, or both (bilingual edition). The process will be done with international peer reviewers using english forms.

vitae
REVISTA DE LA FACULTAD
DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
MEDELLÍN, COLOMBIA

more info:

<http://www.udea.edu.co/vitae/>
vitae@udea.edu.co

Index in:





CUPÓN DE SUSCRIPCIÓN / SUBSCRIPTION COUPON

Nombres y apellidos
(Name and surname)

Cédula o Nit.
(I.D.)

Dirección
(Address)

Correo electrónico
(e-mail) Teléfono
(Phone N°)

Ciudad
(City) País
(Country)

Fecha
(Date) Firma
(Signature)

Forma de Pago

Banco
(Bank) Ciudad
(City)

Giro postal o bancario N°
(Money or banker's order N°)

Valor de la suscripción anual -tres números-

Colombia..... \$110.000

Estudiantes (Anexar constancia)..... \$55.000

Exterior (Incluye transferencia bancaria)..... US\$ 60

Todo pago debe hacerse a nombre de la Universidad de Antioquia – Revista VITAE.

Para su comodidad usted puede consignar el valor de la suscripción en las cuentas nacionales No. 180-01077-9 del Banco Popular o No. 1053-7037272 de Bancolombia, en cualquier oficina del país, a nombre de la UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA centro de costos 8516. Si paga por este sistema, sugerimos tomar una fotocopia del recibo y enviarnos el original, adjuntando este cupón diligenciado.

Precio publicación por artículo: Colombia \$350.000; Exterior US\$ 180

Correspondencia, canje y suscripciones: Revista VITAE, Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, Edificio de Extensión, Calle 70 No. 52-62 Piso 3 oficina 303. Teléfono: 57(4) 219 84 70. Apartado Aéreo 1226, Medellín, Colombia. Telefax (574) 219 54 59.

Dirección electrónica: vitae@udea.edu.co / revistavitae@gmail.com

Internet: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae>



Esta revista se imprimió en:
L. Vieco e Hijas Ltda.
PBX: (574) 448 9610
lviecoehijasltda@une.net.co
Medellín - Colombia