

EVALUACIÓN SENSORIAL DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.) ECOTIPO COLOMBIA IMPREGNADA CON LA CEPA NATIVA *Lactobacillus plantarum* LPBM10 Y LA CEPA COMERCIAL *Lactobacillus casei* ATCC 393

SENSORY EVALUATION OF CAPE GOOSEBERRY (*Physalis peruviana* L.) COLOMBIAN
ECOTYPE IMPREGNATED WITH NATIVE STRAIN *Lactobacillus plantarum* LPBM10
AND COMMERCIAL STRAIN *Lactobacillus casei* ATCC 393

Zaira T. MARÍN A.^{1*}; Misael CORTÉS R.¹; Olga I. MONTOYA C.²

Recibido: Febrero 18 de 2009 Aceptado: Noviembre 05 de 2009

RESUMEN

La evaluación sensorial es una de las herramientas más importantes en el desarrollo de alimentos innovadores, como es el caso de frutas con microorganismos probióticos; bacterias como *L. plantarum* y *L. casei* han demostrado efectos benéficos en la salud de quien los consume. Esta investigación evalúa los atributos sensoriales de uchuvas inoculadas con las cepas *L. plantarum* y *L. casei* utilizando el proceso de impregnación a vacío como mecanismo de incorporación en el fruto. Se utiliza como líquido de impregnación solución de glucosa al 14% p/p inoculada con lactobacilos a una concentración de 5 en la escala McFarland. A las muestras se les aplicaron pruebas descriptivas escalares de 9 bloques; los jueces evaluaron la mayor o menor intensidad del atributo calificado con respecto a la muestra control, que corresponde a uchuva fresca en las mismas condiciones de almacenamiento (temperatura y tiempo) que las muestras impregnadas. En general, los miembros del panel entrenado encuentran las uchuvas impregnadas más dulces, jugosas, translúcidas, anaranjadas, menos ácidas y menos duras.

Palabras clave: alimentos funcionales, probióticos, evaluación sensorial, uchuva, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*.

ABSTRACT

Sensory evaluation is one of the most important tools in new food development, such as fruits with probiotic microorganisms. Bacteria like *L. plantarum* and *L. casei* show beneficial health effects in people consuming them. This investigation evaluates the sensory attributes of cape gooseberry inoculated with the strains *L. plantarum* and *L. casei* using the vacuum impregnation process as incorporation mechanism in the fruit. A 14% p/p glucose solution inoculated with lactobacilli in a concentration of 5 in a McFarland scale is used as the liquid of impregnation. Tests scalars descriptive of 9 blocks are applied to the samples. The judges evaluate the biggest or smallest intensity in the qualified attribute with regard to the control sample, which was fresh cape gooseberry under the same storage conditions (temperature and time) that the impregnated samples. In general, the results established by the trained panel show that impregnated cape gooseberry are sweeter, more juicy, more translucent, more orange-coloured, less acid and less harsh.

Keywords: functional foods, probiotics, sensorial, cape gooseberry, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*.

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

² Facultad de Ciencias. Escuela de Biociencias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. A.A. 568. Medellín, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ztmarina@unalmed.edu.co.

INTRODUCCIÓN

El interés cada vez mayor en el diseño de alimentos funcionales ha llevado a la incorporación de componentes fisiológicamente activos (CFA) para facilitar o aumentar el consumo de carbohidratos no digeribles (fibra y prebióticos dietéticos), probióticos (microorganismos vivos), vitaminas, minerales, fibra, ácidos grasos omega 3 y 6, metabolitos secundarios bioactivos de plantas (fenoles, esteroides) y otros (1-3).

El desarrollo de nuevos alimentos funcionales a partir de la metodología de obtención por ingeniería de matrices permite la incorporación de los CFA, utilizando los conocimientos sobre composición, estructura y propiedades de su matriz estructural, para generar cambios que mejoren sus propiedades funcionales y/o sensoriales (4). Estos cambios generan interacciones con los componentes propios del alimento, afectando su estabilidad, biodisponibilidad, características sensoriales y conversiones (*in vivo*), que se deben tener en cuenta al momento de diseñar nuevos productos (3). La ingeniería de matrices utiliza la técnica de impregnación a vacío (IV), incorporando los CFA en el alimento por medio del mecanismo hidrodinámico (MHD) como un proceso de transporte de materia en un sistema sólido poroso-líquido por medio de la diferencia de presiones (5-10).

Los probióticos se definen como preparaciones o productos que contienen microorganismos viables (*Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Saccharomyces*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, entre otros) (11-15), en forma liofilizada o en productos fermentados, capaces de resistir un pH de 2,5 y una concentración de 0,3% p/v de las sales biliares (16), adherirse a las células epiteliales humanas, producir sustancias anticancerígenas, estimular el sistema inmune (17), colonizar el intestino provocando la salida de microorganismos enteropatógenos (18-20) y estimulando el crecimiento de microorganismos benéficos (21), entre otros. En general, ejerciendo efectos beneficiosos sobre la salud del consumidor (22-25).

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una planta perenne, nativa de los Andes suramericanos, pertenece a la familia de las solanáceas y es la especie más conocida del género *Physalis* (26-28). Es una baya jugosa y carnosa con altos niveles de minerales Fe y P, vitaminas A y C, fibra, entre otros (29). La uchuva y sus extractos son utilizados en el tratamiento de varias enfermedades, gracias a sus

metabolitos, los cuales tienen más de una actividad atribuida: hepatoprotectora (26), antiinflamatoria (30), antioxidante (31, 32), anticancerígena (33, 34), antiproliferativa de células de hepatoma humano (33), entre otras.

Cuando se desarrollan nuevos productos, es de gran importancia la evaluación sensorial, porque nos permite medir o percibir ciertas características (olores, colores y sabores), las cuales se asocian a que el alimento sea aceptado, rechazado o preferido por los consumidores. El análisis sensorial profesional es una herramienta adecuada para evaluar, analizar e interpretar la presencia o ausencia de diferencias significativas en las reacciones que suscitan los alimentos al ser percibidos por los órganos de los sentidos; sin embargo, se requiere un rígido entrenamiento de los catadores, que les permita eludir subjetividades físicas y psicológicas (35, 36).

La percepción humana ha sido descrita como un proceso cíclico que comienza con una anticipación originada inicialmente en impulsos visuales, táctiles e incluso auditivos, pero favorecida también por nuestras experiencias anteriores; características tales como color, tamaño y forma, así como aspectos de estructura y transparencia, se adelantan a la interacción física con el alimento (37, 38). La sensación es la respuesta inmediata de los órganos de los sentidos y la extensión corporal frente a un estímulo; sin embargo, la percepción incluye la interpretación de esa sensación, por lo tanto implica la actividad no sólo de los órganos sensoriales, sino también del cerebro (39, 40).

Por otra parte, las pruebas descriptivas constituyen una de las metodologías más importantes y sofisticadas del análisis sensorial. En general, el objetivo primordial de dicho análisis es encontrar un mínimo número de descriptores que contengan un máximo de información sobre las características sensoriales del producto. Se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos, por grupos de catadores entrenados, quienes al dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad percibida de cada uno de los atributos evaluados, establecen la alteración del producto causada por un tratamiento o por el tiempo (41).

El interés de los consumidores por los alimentos funcionales, y en especial por los alimentos con microorganismos probióticos, nos ha llevado a plantear esta investigación, cuyo objetivo general es evaluar en el tiempo atributos sensoriales de uchuvas mínimamente procesadas, impregnadas con

soluciones inoculadas con la cepa nativa *Lactobacillus plantarum* LPBM10 y la cepa comercial *Lactobacillus casei* ATCC 393.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizaron uchuvas (*Physalis peruviana* L.) ecotipo Colombia, con pesos entre 6 y 7 g, °Brix entre 13-15; índice de madurez entre 6,5 – 7,5; % acidez entre 1,9-2,1; y pH entre 3,2-3,5 (42), procedentes del municipio de la Unión (Antioquia, Colombia), desinfectadas con solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 100 ppm.

Microorganismo y medio de cultivo

Se utilizaron la cepa nativa *Lactobacillus plantarum*, microorganismo aislado de repollo fermentado en el Laboratorio de Microbiología Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, y la cepa *Lactobacillus casei*, de la casa comercial MDM, las cuales se activaron en caldo y agar Man, Rogosa y Sharpe (MRS marca Sharlou) a 37°C, durante 72 h, en condiciones microaerófilas (43).

Solución de impregnación (SI)

Se utilizó una solución isotónica de glucosa (a_w igual a la uchuva fresca), correspondiente a una concentración del 14% p/p, que fue inoculada con cada microorganismo a una concentración de 5 en la escala de McFarland (1500 millones bacterias/mL), medida por espectrofotometría a 560 nm en un Spectronic 20 Genesys.

Proceso de impregnación a vacío (IV)

Las uchuvas frescas (UF) se pesaron y sumergieron en la SI. Posteriormente se llevaron a la cámara de impregnación a una presión de vacío de 20 kPa durante 5 minutos, luego se restableció la presión atmosférica manteniéndolas sumergidas por 5 minutos adicionales, a continuación se retiraron y se les eliminó el exceso de solución. Los porcentajes volumétricos de impregnación para las uchuvas inoculadas fueron de $5,35 \pm 1,92\%$ (*L. plantarum*) y de $6,6 \pm 0,5\%$ (*L. casei*) (42).

Almacenamiento

Las UF y las uchuvas impregnadas (UI) se almacenaron a 4°C durante los tiempos de control de 0, 5, 10 y 15 días, envasadas en condiciones

atmosféricas en bolsas plásticas con multicapa de poliamida-polietileno marca ALICO S.A., con barrera al vapor de agua, O₂, N₂ y CO₂.

Análisis sensorial

Se realizaron pruebas escalares descriptivas en las UI, cuantificando las diferencias sensoriales introducidas por la SI con respecto a una muestra de UF almacenada en las mismas condiciones de las UI. Las pruebas escalares se hicieron en 9 bloques, donde la muestra referencia (UF), con el mismo tiempo de almacenamiento, se posicionó en el bloque central. Se diseñó un gráfico radial típico para comparar el efecto del almacenamiento de las UI en la calidad de los atributos evaluados para cada microorganismo.

Las muestras se presentaron en forma aleatorizada y simultánea. Los jueces entrenados de la Fundación INTAL de Antioquia, evaluaron el grado de intensidad del atributo de las UI en comparación con las UF, mediante la calificación en los bloques a la derecha que indican mayor intensidad del atributo (1, 2, 3, 4), y a la izquierda, menor intensidad del atributo (-1, -2, -3, -4), o inclusive en la casilla de referencia cuando la calificación es igual a la de la muestra patrón (calificación: 0) (40, 44).

Las pruebas se realizaron por triplicado con 10 jueces entrenados, en los tiempos de almacenamiento 0, 5, 10 y 15 días; se evaluaron los atributos: color, sabor ácido, sabor dulce, translucidez, sensación grasa, dureza y jugosidad, de acuerdo con los cambios en los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que sufren las muestras en el tiempo.

Análisis de datos

Los resultados fueron analizados a partir del ANOVA, utilizando el método LSD (mínimas diferencias significativas) como método de comparaciones múltiples de las UI con respecto a las UF, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$). El análisis de varianza se realizó con el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS versión 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 1 y 2 presentan los valores medios con intervalos LSD (95%) de los resultados obtenidos para cada atributo sensorial evaluado en uchuvas impregnadas con *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei* en los tiempos de almacenamiento 0, 5, 10 y 15 días a 4°C.

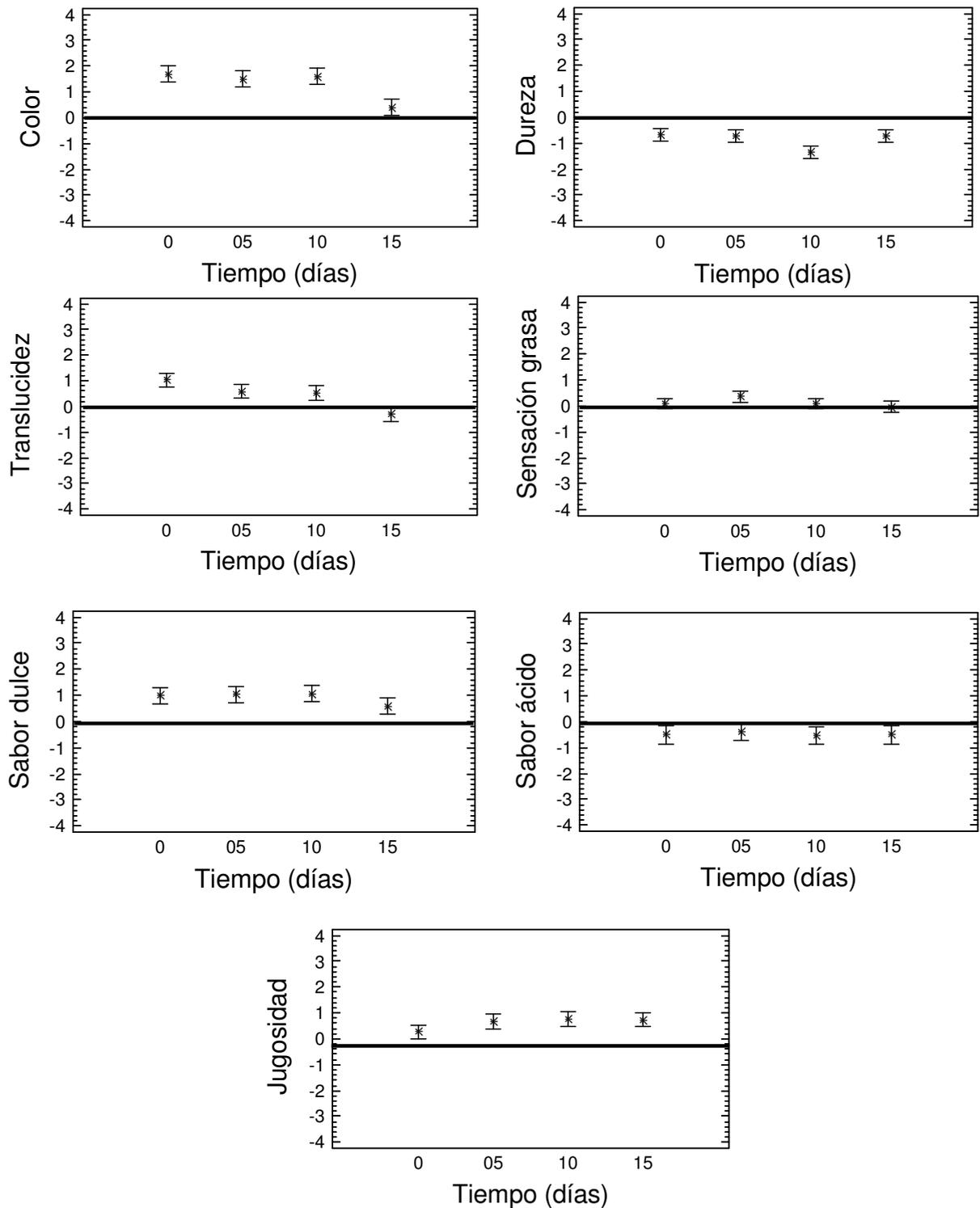


Figura 1. Valores medios con intervalos LSD (95%) de los atributos evaluados para uchuva impregnada con *Lactobacillus plantarum* durante 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento a 4°C.

Color. El ANOVA en las UI mostró diferencias significativas en la valoración del color por efecto del tiempo de almacenamiento. Las UI con ambos microorganismos presentaron 2 grupos homogéneos. Para el caso de uchuvas impregnadas con *L.*

plantarum, uno de los grupos está conformado por las muestras 0, 5 y 10 días, y el segundo por las muestras de 15 días; y para *L. casei*, uno conformado por las muestras de 0 y 5 días, y el otro por las de 10 y 15 días. En todos los casos, las muestras de los prime-

ros grupos fueron más oscuras que las del segundo y, además, las muestras UI registraron una mayor intensidad del color que las de referencia, lo que se atribuye a la presencia de SI en los espacios intercelulares, que hace que se presente mayor absorción de luz y que las muestras se vean más oscuras (45, 46, 47). Por otro lado, se pueden presentar cambios de color asociados a la madurez, porque ésta es una fruta climatérica en la que generalmente se da una pérdida

de color verde y un aumento de los colores rojo y amarillo (46, 48). En las muestras recién impregnadas, la SI se ubica principalmente en el entorno del pedúnculo y con el tiempo se difunde a través de la pulpa, permitiendo un color más homogéneo y menos oscuro en los últimos días de almacenamiento. Los anteriores resultados son similares a los obtenidos en UI con emulsiones de impregnación a base de vitaminas E (49) y con vitamina E, C y calcio (50).

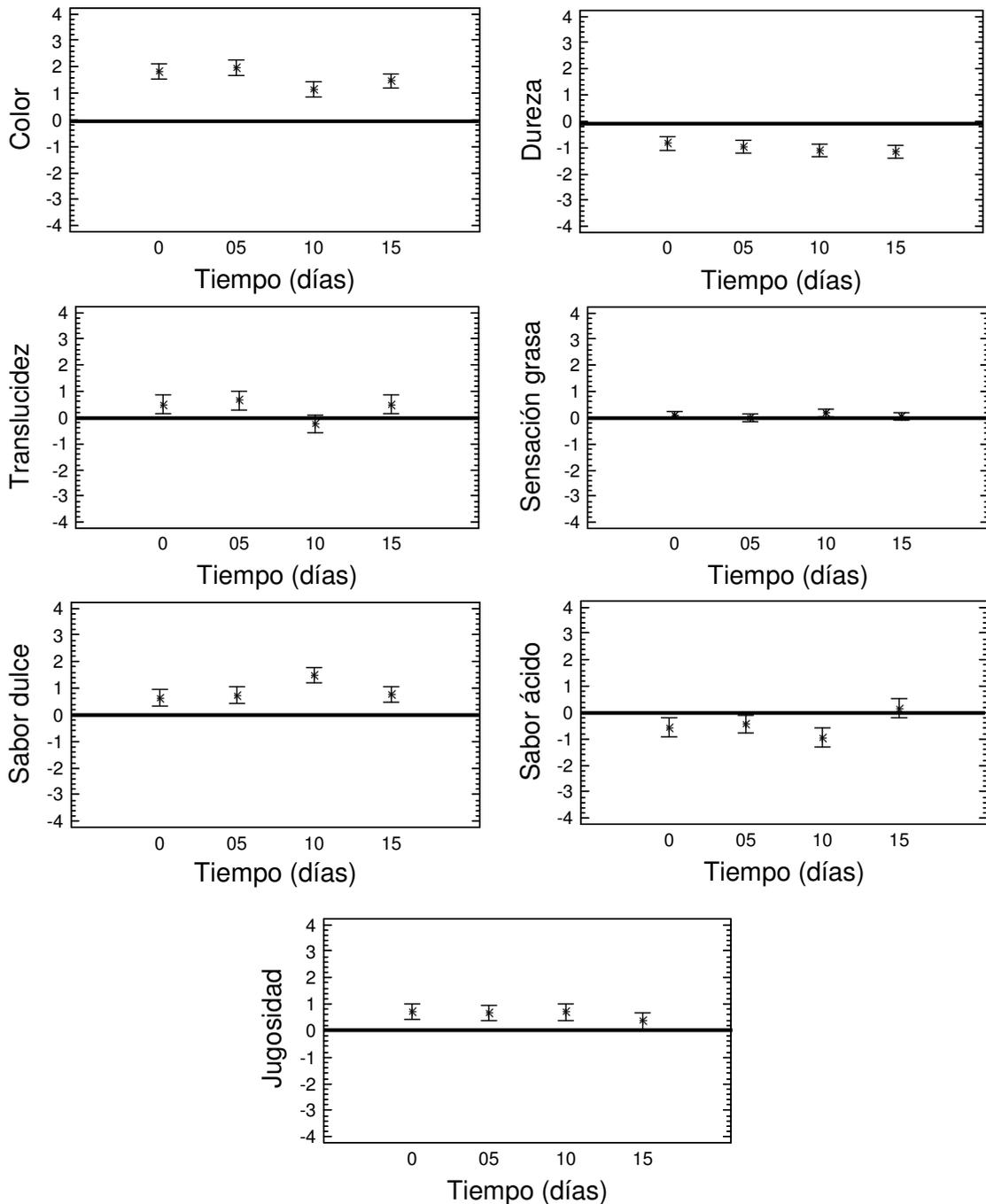


Figura 2. Valores medios con intervalos LSD (95%) de los atributos evaluados para uchuva impregnada con *Lactobacillus casei* durante 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento a 4°C.

Dureza. El ANOVA para las UI con ambos microorganismos registró diferencias significativas por efecto de la IV en este atributo. Para el factor tiempo no se observan diferencias estadísticas en las UI con *L. casei* y sí para las UI con *L. plantarum*, presentándose en estas últimas dos grupos homogéneos: el primero 0, 5 y 15 días, y el segundo 10 días. En las UI con ambos microorganismos, se produce una disminución de la dureza por efecto de la IV y el tiempo. En general, la disminución de la firmeza es un comportamiento típico en frutas impregnadas, causado por la tensión mecánica que sufre la estructura al expandirse y contraerse durante el acoplamiento del MHD y la matriz alimentaria (51). La dureza de una fruta también se ve afectada por el tiempo, a medida que avanzan los procesos de maduración, como consecuencia de una reducción del contenido de pectinas y celulosas, lo cual genera amilasas por la activación del etileno, que, a su vez, producen dextrinas y glucosa, provocando una disminución de la firmeza del fruto (52, 53).

Translucidez. En las UI, con ambos microorganismos el ANOVA registró diferencias significativas por efecto del factor IV y el tiempo en este atributo. Se presentaron dos grupos homogéneos, en *L. plantarum* un grupo conformado por las muestras almacenadas 0, 5 y 10 días, y otro grupo por las muestras de 15 días; y para *L. casei* un grupo conformado por las muestras almacenadas 0, 5 y 15 días, y otro grupo por las muestras de 10 días. En general, los primeros grupos se observan más translúcidos que los segundos y las UI más que las UF; este fenómeno se explica por la adición de la SI, la cual contiene un 86% de agua, que hace que aumente la transparencia (46). La translucidez de las muestras a los 15 días en *L. plantarum* tiende a ser similar a la de la referencia, lo cual puede obedecer a la migración de la SI hacia el centro de la fruta y, además, al efecto que ejercen las colonias de microorganismos creciendo dentro de la estructura; esto corresponde a lo observado en el atributo color, donde la absorción de la luz las hace ver similares a las UF.

Sensación grasa. El ANOVA para las UI con ambos microorganismos, no registró diferencias significativas por efecto del factor IV ni por el factor tiempo en este atributo, lo que quiere decir que las UI fueron muy similares a las UF durante el almacenamiento. Se considera que puede existir una influencia del proceso de desinfección con hipoclorito de sodio, que puede provocar la eliminación parcial

de la capa cérica que recubre la superficie del fruto (aproximadamente 95%) y que impide percibir la sensación grasa (54).

Sabor dulce. El ANOVA para las UI registró para ambos microorganismos diferencias significativas por efecto de la IV en este atributo. Para el factor tiempo, las UI con *L. plantarum* no registraron diferencias significativas, pero para *L. casei* se crearon dos grupos homogéneos: uno conformado por 0, 5 y 15 días, y el otro por 10 días. En ambas muestras se presentó un aumento del sabor dulce, aproximadamente del 25% para las muestras con *L. plantarum* y del 20% para *L. casei*, debido a la incorporación de la SI, la cual contiene glucosa al 14%. Por otro lado, la madurez produce cambios en el sabor y el aroma, volviendo la fruta más dulce a medida que las celulosas son convertidas en azúcares (48).

Sabor ácido. El ANOVA para las UI presentó diferencias significativas por efecto de la IV, debido a la dilución de los ácidos por la incorporación de la SI. Para el factor tiempo, las UI con *L. plantarum* no demostraron diferencias significativas, pero para *L. casei* se conformaron dos grupos homogéneos, uno conformado por 0, 5 y 10 días, y el otro por 5 y 15 días. En general, se observa una tendencia de las muestras a ser menos ácidas que las UF, donde el efecto de la dilución enmascara la generación de ácido láctico de los procesos metabólicos de los microorganismos (25, 43).

Jugosidad. En este atributo, el ANOVA para las UI con ambos microorganismos presentó diferencias significativas por efecto del factor IV y no por el factor tiempo. Los niveles de impregnación alcanzados en ambos microorganismos (aproximadamente 6%) (42), permiten que la SI incorporada aumente la jugosidad con respecto a las UF.

Gráfico radial de comparación. La figura 3 presenta el gráfico radial típico de comparación durante el almacenamiento de las UI.

Se observa que, en su mayoría los descriptores son afectados por el proceso IV, excepto la sensación grasa, siendo el color el de mayor cambio. Durante el almacenamiento de las UI, los atributos sufren cambios mínimos, siendo la percepción dulce el de mayor fluctuación. La incorporación de los microorganismos mejora la calidad sensorial de las UI, obteniéndose para ambas cepas los mejores resultados durante el almacenamiento a los tiempos 0 y 5 días, donde las muestras tienden a ser más jugosas, más dulces y menos ácidas que la muestra control,

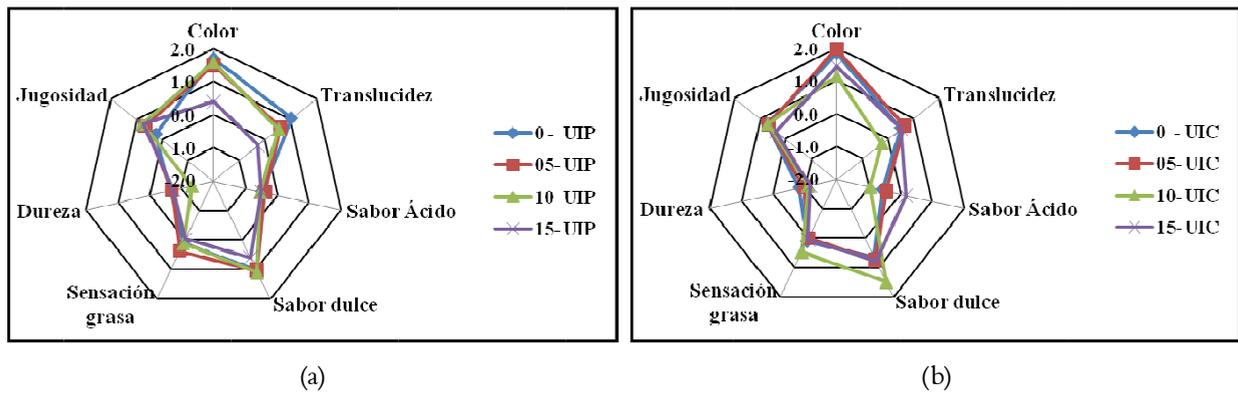


Figura 3. Gráfico radial típico de comparación durante el almacenamiento de las UI con *Lactobacillus plantarum* (UIP) (a) y *Lactobacillus casei* (UIC) (b).

obteniéndose una mejor percepción general. Para los controles a 10 y 15 días, los descriptores tienden a disminuir debido a las pérdidas de los atributos de calidad propias del fruto en sobremaduración (55), a los procesos fermentativos propios del fruto y a los efectos producidos por los microorganismos (25, 43).

CONCLUSIONES

La ingeniería de matrices, a través de la técnica IV, es una metodología efectiva para la incorporación de los microorganismos en la matriz estructural de la uchuva, a través de la SI utilizada que hace que el producto se perciba más dulce, más jugoso, menos ácido, por lo que logra una mejor aceptación del panel entrenado.

Para ambas cepas, el almacenamiento superior a los 10 días afecta la calidad general de las UI, debido a los procesos metabólicos propios de la fruta por sobremaduración, al efecto de los microorganismos en sus procesos metabólicos (homofermentativos en *L. casei* y heterofermentativos en *L. plantarum*) y de reproducción dentro de la matriz estructural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Betoret N, Puentes L, Díaz MJ, Pagán MJ, García MJ, Grass ML, et al. Development of probiotic-enriched dried fruits by vacuum impregnation. *J Food Eng.* 2003; 56 (2-3): 273-277.
- Ortiz C, Salvatori D, Alzamora S. Fortification of mushroom with calcium by vacuum impregnation. *Lat Am Appl Res.* 2003; 33 (3): 281-287.
- Puupponen-Pimiä R, Aura A, Oksman-Caldentey K, Myllärinen P, Saarela M, Mattila-Sandholm T, et al. Development of functional ingredients for good health. *Food Sci Technol.* 2002; 13 (1): 3-11.
- Chiralt A, Fito P, Andrés A, Barat J, Martínez-Monzó J, Martínez-Navarrete N. Vacuum impregnation: a tool in minimally processing of foods. En: Oliveira FAR, Oliveira JC, editors. *Processing of foods: Quality optimization and process assessment.* EEUU: CRC Press; 1999. p. 341-356.
- Cortés M, García A, Suárez H. Fortificación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) con calcio, selenio y vitamina C. *Vitae.* 2007; 14 (1): 16-24.
- Cortés M, Osorio A, García E. Manzana deshidratada fortificada con vitamina E utilizando la ingeniería de matrices. *Vitae.* 2007; 14 (2): 17-26.
- Cortés M, Guardiola L, Pacheco R. Aplicación de la ingeniería de matrices en la obtención de mango mínimamente procesado enriquecido con calcio. *DYNA.* 2007; 74 (153-2): 19-26.
- Cháfer M, Martínez-González C, Chiralt A, Fito P. Microstructure and vacuum impregnation response of citrus peels. *Food Res Int.* 2003; 36 (1): 35-41.
- Grass M, Vidal-Brotons D, Betoret N, Chiralt A, Fito P. Calcium fortification of vegetables by vacuum impregnation interactions with cellular matrix. *J Food Eng.* 2003; 56 (2-3): 279-284.
- Fito P, Chiralt A. Vacuum impregnation of plant tissues. En: Alzamora SM, Tapia MS, López-Malo, editors. *Design of minimal processing technologies for fruits and vegetables.* Maryland: Aspen; 2000. p. 189-204.
- Prado F, Parada J, Pandey A, Saccol C. Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Res Int.* 2008; 41 (2): 111-123.
- Shah N. Review functional cultures and health benefits. 2007; 17 (11): 1262-1277.
- Isolauri E, Salminen S, Ouwehand A. Probiotics. *Best practice and research clinical gastroenterology.* 2004; 18 (2): 299-313.
- Fooks L, Gibson G. In vitro investigations of the effect of probiotics and prebiotics on selected human intestinal pathogens. *FEMS Microbiol Ecol.* 2002; 39 (1): 67-75.
- Reuter G, Klein G, Goldberg M. Identification of probiotic cultures in food samples. *Food Res Int.* 2002; 35 (2-3): 117-124.
- Pennacchia C, Ercolini D, Blaiotta G, Pepe O, Mauriello G, Villani F. Selection of *Lactobacillus* strains from fermented sausages for their potential use as probiotics. *Meat Sci.* 2004; 67 (2): 309-317.
- Charalampopoulos D, Wang R, Pandiella S, Webb C. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *Int J Food Microbiol.* 2002; 79 (1-2): 131-141.
- Collado M, Meriluoto J, Salminen S. Measurement of aggregation properties between probiotics and pathogens: *in vitro* evaluation of different methods. *J Microbiol Meth.* 2007; 71(1): 71-74.
- Tuhoy MK, Probert HM, Smejkal CW, Gibson GR. Using probiotics and prebiotic to improve gut health. *Drug Discov Today.* 2003; 8 (15): 692-700.
- Zubillaga M, Weill R, Postaire E, Goldman C, Caro R, Boccio J. Effect of probiotics and functional foods and their use in different diseases. *Nutr Res.* 2001; 21 (3): 569-579.

21. Salminen S, Isolauri E. Intestinal colonization, microbiota, and probiotics. *The Journal of Pediatrics*. 2006; 149 (1): S115-S120.
22. Jenkins B, Holsten S, Bengmark S, Martindale R. Probiotics: A practical review of their role in specific clinical scenarios. *Nutrition in Clinical Practice*. 2005; 20 (2): 262-270.
23. Reid G, Jass J, Sebulsky M, McCormick J. Potential uses of probiotics in clinical practice. *Clin Microbiol Rev*. 2003; 16 (4): 658-672.
24. Hammes W, Hertel C. Research approaches for pre-and probiotics: challenges and outlook. *Food Res Int*. 2002; 35 (2-3): 165-170.
25. Holzapfel W, Schillinger U. Introduction to pre and probiotics. *Food Res Int*. 2002; 35 (2-3): 109-116.
26. Arun M, Asha V. Preliminary studies on antihepatotoxic effect of *Physalis peruviana* Linn. (Solanaceae) against carbon tetrachloride induced acute liver injury in rats. *J Ethnopharmacol*. 2007; 111 (1): 110-114.
27. Ram A, Baini P, Chopra R, Santapau H, Krishnan M. The wealth of Indian raw materials. CSIR. 2003; 8 (1): 38-40.
28. Corporación Colombia Internacional (CCI). Perfil del producto. Uchuva. *Revista Inteligencia de Mercados*. 2002; 13: 1-12.
29. Flórez V, Fisher G, Sora A. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2000. p. 175.
30. Wu S, Tsai J, Changb S, Lin D, Wang S, Huangc S, et al. Super-critical carbon dioxide extract exhibits enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis peruviana*. *J Ethnopharmacol*. 2006; 108 (3): 407-413.
31. Stangeland T, Remberg S, Lye K. Total antioxidant activity in 35 Ugandan fruits and vegetables. *Food Chem*. 2009; 113 (1): 85-91.
32. Wu S, Ng L, Huang Y, Lin D, Wang S, Huang S, et al. Antioxidant of *Physalis peruviana*. *Biol Pharm Bull*. 2005; 28 (6): 963-966.
33. Wu S, Ng L, Chen C, Lin D, Wang S, Lin C. Antihepatoma activity of *Physalis angulata* and *Physalis peruviana* extracts and their effects on apoptosis in human Hep G2 cells. *Life Sci*. 2004; 74 (16): 2061-2073.
34. Wu S, Ng L, Lin D, Huang S, Wang S, Lin C. *Physalis peruviana* extract induces apoptosis in human Hep G2 cells through CD95/CD95L system and the mitochondrial signaling transduction pathway. *Cancer Lett*. 2004; 215 (2): 199-208.
35. González M, Navarro T, Gómez G, Pérez R, de Lorenzo C. Análisis sensorial de aceituna de mesa: II. Aplicabilidad práctica y correlación con el análisis instrumental. *Grasas y Aceites*. 2007; 58 (3): 231-236.
36. Vanegas L. Medición instrumental de algunos atributos de textura en embutidos de pasta fina y su relación con la evaluación sensorial por medio de consumidores habituales. [Monografía]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2003.
37. Peñas M. Estudio del efecto de la temperatura de cocción en la calidad nutricional y la textura en un producto de V gama esterilizado a partir de judía verde, industrias agrarias y alimentarias. Barcelona: Escuela Superior de Agricultura; 2007.
38. Rosenthal AJ. Textura de los alimentos. Medida y percepción. Zaragoza, España: Acribia; 2001.
39. Vilanova M. Análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA) aplicado al estudio del aroma de los vinos gallegos. [Sitio en internet]. Disponible en: http://www.percepnet.com/cien06_08.htm#11#11. Consultado: 20 de diciembre de 2008.
40. Meilgaard M, Civille G, Carr B. Sensory evaluation techniques. 3 ed. Boca Raton, (Londres, New York, Washington): CRS Press LLC; 1999.
41. Ruiz J. Textura de músculos de cerdo y de jamón curado con distintos nivel de cloruro de sodio, pH y contenido de agua. [Tesis doctoral]. España: Universidad Autónoma de Barcelona; 2005.
42. Marín Z. Viabilidad de desarrollo de uchuva (*Physalis peruviana* L) mínimamente procesada enriquecida con microorganismos probióticos a partir de la ingeniería de matrices. [Tesis de maestría]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2009.
43. Madigan M, Martinko J, Parker J. Brock TD. Biología de los Microorganismos. 10ª ed. Madrid: Prentice Hall; 2004.
44. Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. NTC 5328. Análisis sensorial. Directrices para el uso de escalas de respuestas cuantitativas. Bogotá: ICONTEC; 2004.
45. Gilabert E. Medida del color. 3a ed. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; 2002.
46. Hutchings J. Food color and appearance. 2 ed. Gaithersburg, Maryland: Aspen; 1999.
47. Martínez-Monzó J. Cambios físico-químicos en manzanas Granny Smith asociados a la impregnación a vacío. Aplicaciones en congelación. [Tesis doctoral]. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; 1998.
48. Kays S. Postharvest physiology of perishable plant products. New York: Van Nostrand Reinhold; 1991.
49. Restrepo A. Nuevas perspectivas de consumo de frutas: uchuva (*Physalis peruviana* L.) y fresa (*Fragaria vesca* L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E. [Tesis de maestría]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2008.
50. Botero A. Aplicación de la ingeniería de matrices en el desarrollo de uchuva mínimamente procesada fortificada con calcio, vitamina C y E. [Tesis de maestría]. Medellín: Universidad de Antioquia; 2008.
51. Fito P, Chiralt A, Betoret N, Grass M, Cháfer M, Martínez-Monzo J, et al. Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering application in functional fresh food development. *J Food Eng*. 2001; 49 (2-3): 175-183.
52. Rodríguez M. Estudio de la conservación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) utilizando los métodos de atmósfera modificada, refrigeración y encerado. [Tesis de grado]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2003;
53. Seymour G, Taylor J, Tucker G. Biochemistry of fruit ripening. Londres: Chapman & Hall; 1993.
54. Alvarado P, Verdugo C, Fisher G. Efecto de un tratamiento de frío (1,5°C) y la humedad relativa sobre las características físico-químicas de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) durante el posterior transporte y almacenamiento. *Agronomía Colombiana*. 2004; 22 (2): 147-159.
55. Villamizar F. Manejo tecnológico poscosecha de frutas y hortalizas. Manual de prácticas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2001.