

ISSN 0124-4108

CATEGORÍA A2 EN EL ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO NACIONAL PUBLINDEX, COLCIENCIAS

INDEXADA EN:

SCIELO

LILACS

CAB ABSTRACTS: NUTRITION ABSTRACTS AND REVIEWS SERIES A

CLASE: ÍNDICE DE REVISTAS LATINOAMERICANAS EN CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS

DOAJ: DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNAL

LATINDEX

EBSCOHOST (ACADEMIC SEARCH COMPLETE)

ELECTRONIC JOURNALS LIBRARY

Perspectivas  
en  
**Nutrición Humana**



Escuela de Nutrición y Dietética  
de la Universidad de Antioquia  
Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Este número contó con el aporte del Fondo de apoyo para la publicación de las revistas indexadas y el Fondo de las revistas especializadas, de la Universidad de Antioquia.

# Perspectivas en Nutrición Humana



## Significado del logo

El nombre de la Revista sugiere los elementos compositivos del logo: la NUTRICIÓN, se representa por medio de la espiga de trigo, que adquiere una expresión diferente, gracias al manejo que se le da, sacándola de su contexto, continuando la línea que forma la mano hasta crear una espiral que invita a la interioridad y al movimiento. El segundo elemento, se compromete con el concepto de lo HUMANO. La mano, con toda su carga semántica, representa al ser, sin llegar a literalidades tales como el sexo, la edad, su contextura. Finalmente, para acentuar el concepto de PERSPECTIVA, se usa la línea punteada que sugiere más dinamismo que la línea continua. Las líneas parten de las puntas de los dedos como si fueran sus proyecciones. Lo humano que se expande en diferentes direcciones, abierto a diferentes visiones.



RECTOR  
**Mauricio Alviar Ramírez**

DIRECTOR DE LA ESCUELA  
**Gildardo Uribe Gil**

JEFE DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES  
**Gloria Marcela Hoyos Gómez**

DIRECTORA Y EDITORA DE LA REVISTA  
**Rosa Magdalena Uscátegui Peñuela**  
MSc en Nutrición Humana, Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana,  
Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia

COMITÉ EDITORIAL  
**Diego Alejandro Gaitán Charry**, PhD Nutrición y Alimentos.  
Profesor Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia  
**Daniza María Ivanovic Marincovich**, MSc Nutrición, Profesora INTA, Universidad de Chile  
**Teresita Alzate Yepes**, PhD en Educación  
Profesora Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia  
**Odilia I. Bermúdez**, PhD Nutrición. Profesora Tufts University, USA  
**María del Rocío Ortiz-Moncada**, PhD Salud Pública.  
Profesora Universidad de Alicante, España

COMITÉ CIENTÍFICO  
**Alicia Calleja Fernández**  
Complejo Asistencial Universitario de León, España  
**Carlos Alfonso Valenzuela Bonomo**  
Universidad de Chile  
**Eduardo Atalah Samur**  
Universidad de Chile  
**Francisco José Mardones Santander**  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
**Helena Pachón**  
Emory University, USA  
**Homero Martínez**  
RAND Corporation, USA  
**Hugo Melgar-Quiñónez**  
McGill Institute for Global Food Security, Canadá  
**Isabel Cristina Garcés Palacio**  
Universidad de Antioquia, Colombia  
**Jordi Salas-Salvadó**  
Universitat Rovira i Virgili, España

APOYO EDITORIAL  
**Ofelia Tobón M.** Bibliotecóloga

AUXILIAR ADMINISTRATIVA  
**Yenifer Yuliana González Vásquez.** Estudiante Nutrición y Dietética,  
Universidad de Antioquia

TÍTULO  
Perspectivas en Nutrición Humana  
ISSN: 0124-4108  
Vol 17, N° 2  
Julio-diciembre de 2015  
PERIODICIDAD  
Semestral



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1803

Publicación dirigida a  
Nutricionistas Dietistas y  
profesionales de áreas relacionadas  
con la alimentación y nutrición

TIRAJE  
100 ejemplares

FORMATO  
20,5 X 27 cm

IMPRESIÓN Y ACABADO  
Imprenta Universidad de Antioquia  
Teléfono: (574) 219 53 30. Telefax: (574) 219 50 13  
Correo electrónico: imprenta@udea.edu.co

CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES  
PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA  
Escuela de Nutrición y Dietética  
Universidad de Antioquia  
Carrera 75 N° 65-87  
Medellín, Colombia  
Teléfono: (57) (4) 219 92 30  
Fax: (57) (4) 230 50 07  
Correo electrónico: revistanutricion@udea.edu.co  
http://revinut.udea.edu.co

CANJE  
Sistema de Bibliotecas  
Biblioteca Robledo  
Apartado aéreo 1226 - Teléfono: (57) (4) 219 91 52  
Correo electrónico: ferney.jaramillo@udea.edu.co

La Revista se encuentra en versión electrónica disponible en la plataforma  
Open Journal System (OJS) en: <http://revinut.udea.edu.co>.

Los artículos publicados podrán reproducirse total o parcialmente  
siempre y cuando se cite la fuente.



# CONTENIDO

Tabla de contenido

## Perspectivas en Nutrición Humana



Escuela de Nutrición y Dietética  
de la Universidad de Antioquia  
Vol 17, N° 2, julio-diciembre de 2015

### EDITORIAL 111

### INVESTIGACIONES-RESEARCH

Evaluación de propiedades fisicoquímicas de aceite de girasol (*Helianthus annuus*) adicionado con extracto de achiote (*Bixa orellana*) durante calentamiento en horno microondas / Evaluation of physicochemical properties of sunflower oil (*Helianthus annuus*) blended with achiote (*Bixa orellana*) extract during microwave heating  
*Julie Naranjo, Yenny Dueñas, Obradith Caicedo, Arjuna Castrillón* 115

Factores socioeconómicos, demográficos, institucionales y familiares asociados con exceso de peso en niños de 2 a 5 años asistentes a los jardines infantiles de Envigado-Colombia, 2014-2015 / Socioeconomic, demographic, institutional and familial factors associated with excess weight in children 2 to 5 years of age attending daycares in Envigado-Colombia, 2014-2015  
*Mary Johanna Guzmán-Loaiza, Candelaria Isabel Pérez-Salgado* 125

Comparación de la composición corporal obtenida por bioimpedancia e hidrodensitometría en mujeres de 38 a 60 años de Medellín-Colombia / Comparison of bioimpedance with hydrodensitometry for assessment of body composition in women 38 to 60 years old, Medellín-Colombia  
*Juan C. Aristizábal, Sara M. Olaya-Ramírez, Argenis Giraldo* 141

Desarrollo de un refresco a partir de la mezcla de fresa (*Fragaria ananassa*), mora (*Rubus glaucus*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificado con hierro dirigido a niños en edad preescolar / Development of an iron-fortified drink from strawberry (*Fragaria ananassa*), blackberry (*Rubus glaucus*), purple passion fruit (*Passiflora edulis Sims*) and gooseberry (*Physalis peruviana L.*) for preschoolers  
*Angélica María Serpa-Guerra, Jaime Alejandro Barajas-Gamboa, Jorge Andrés Velásquez-Cock, Lina María Vélez-Acosta, Robin Zuluaga-Gallego* 151

<b>REVISIONES-REVIEWS</b>	
Síndrome metabólico en niños: problemática, componentes y criterios diagnósticos / Metabolic syndrome in children: issues, components and diagnostic criteria <i>Catalina Marín-Echeverri, Andrés A. Arias, Natalia Gallego-Lopera, Jacqueline Barona-Acevedo</i>	167
-----	
La cuestión de las sensaciones gustativas básicas / The question of basic taste sensations <i>Norma Constanza López-Ortiz</i>	185
-----	
<b>RESEÑA</b>	
Administración de servicios de alimentación y nutrición	195
-----	
<b>ÍNDICE Vol. 17, 2015</b>	197

# EDITORIAL

## Perspectivas en Nutrición Humana



Escuela de Nutrición y Dietética  
de la Universidad de Antioquia  
Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015

**Rosa Magdalena Uscátegui Peñuela**

Directora Perspectivas en Nutrición Humana

La situación nutricional de una población refleja el estado de salud de sus habitantes y su nivel de vida; frecuentemente se utiliza como indicador del grado de bienestar y para identificar inequidades que podrían afectar la productividad. Colombia es un país en transición epidemiológica y al igual que en otros de América Latina, coexisten los problemas de la desnutrición asociados con las enfermedades relacionadas con el exceso de peso.

La doble carga de la malnutrición constituye un problema desarrollado en diversas etapas de la vida. En muchos países de ingresos medios o bajos, los lactantes con crecimiento insuficiente padecen desnutrición durante la niñez; si posteriormente, en algún momento de su vida aumentan el consumo de alimentos con alta densidad energética, podrían sufrir sobrepeso u obesidad, por tanto, no es raro encontrar en un mismo hogar, niños desnutridos conviviendo con adultos con sobrepeso.

El déficit crónico de calorías y nutrientes durante los primeros periodos de la vida, afecta negativamente los mecanismos inmunológicos, incrementando la susceptibilidad y gravedad de las enfermedades infecciosas, responsable de la mayor parte de la mortalidad evitable en la niñez. Sus efectos son profundos durante el período comprendido entre la

DOI:10.17533/udea.penh.v17n2a01

concepción y el segundo año de vida, cuando ocurren daños irreversibles en el desarrollo físico, mental y social del individuo. Por otro lado, la obesidad antes considerada un problema únicamente de los países industrializados, ha incrementado dramáticamente su prevalencia durante los últimos 20 años en países en desarrollo, con el agravante de que la desnutrición sufrida durante la gestación puede llevar a la predisposición de las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión, y la diabetes durante la vida adulta.

Las acciones sobre el cuidado de la salud, la nutrición y aquellas relacionadas con hábitos de vida saludable en los niños, son importantes no solo para favorecer su adecuado crecimiento y desarrollo, sino para instaurar hábitos adecuados en la alimentación y en el estilo de vida del individuo. El sobrepeso y la obesidad son problemas multifactoriales, en la que están involucrados aspectos socioculturales, metabólicos, psicológicos y genéticos, el estudio de los mismos permitirá definir las estrategias para su prevención.

Sobre esta importante temática, en este número se incluyen varios artículos, de alguna manera, relacionadas con la nutrición de los niños: sensaciones gustativas básicas, exceso de peso en niños de 2 a 5 años, síndrome metabólico en niños y refresco de frutas fortificado con hierro.



**INVESTIGACIÓN**  
**RESEARCH**



# INVESTIGACION

## Evaluación de propiedades fisicoquímicas de aceite de girasol (*Helianthus annuus*) adicionado con extracto de achiote (*Bixa orellana*) durante calentamiento en horno microondas

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA  
ISSN 0124-4108  
Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia  
Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015, p. 115-124

Artículo recibido: 2 de agosto de 2015  
Aprobado: 5 de noviembre de 2015

Julie Naranjo<sup>1</sup>; Yenny Dueñas<sup>1</sup>; Obradith Caicedo<sup>2</sup>; Arjuna Castrillón<sup>3</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** la cocción de alimentos en horno microondas es una tendencia en aumento en la población en general, sin que se tenga en cuenta el efecto sobre su calidad. **Objetivo:** evaluar el efecto del extracto de *Bixa orellana* sobre aceite de girasol durante el calentamiento en microondas. **Materiales y métodos:** aceite de girasol, con y sin la adición de extracto de *Bixa orellana* 100 ppm, se sometió a calentamiento durante 12 minutos en horno microondas evaluándose sus propiedades fisicoquímicas a distintos intervalos de tiempo. **Resultados:** la adición de *Bixa orellana* contribuye a conservar la calidad del aceite de girasol sometido al microondas durante los tres primeros minutos de calentamiento. A tiempos mayores, dadas las temperaturas alcanzadas, no se observa efecto protector. **Conclusión:** la adición de 100 ppm de extracto de *Bixa orellana* en aceite de girasol permite contrarrestar la oxidación durante tres minutos de calentamiento en microondas.

**Palabras clave:** aceite de girasol, grasas, calidad de los alimentos, microondas, *Bixa orellana*, *Helianthus annuus*.

<sup>1</sup> Departamento de Nutrición y Bioquímica, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.  
obradithcaicedo@usantotomas.edu.co

<sup>3</sup> Departamento de Física e Ingeniería Nuclear, EUETIB, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Como citar este artículo: Naranjo J, Dueñas Y, Caicedo O, Castrillón A. Evaluación de propiedades fisicoquímicas de aceite de girasol (*Helianthus annuus*) adicionado con extracto de *Bixa orellana* durante calentamiento en horno microondas. *Perspect Nutr Humana*. 2015;17: 115-124.

DOI:10.17533/udea.penh.v17n2a02

## Evaluation of physicochemical properties of sunflower oil (*Helianthus annuus*) blended with achiote (*Bixa orellana*) extract during microwave heating

### Abstract

**Background:** Microwave cooking is a growing trend in the general population, which does not take into account the effect on food quality. **Objective:** To evaluate the effect of the extract of *Bixa orellana* on sunflower oil during microwave heating. **Materials and methods:** Sunflower oil was heated during 12 minutes in a microwave, with and without the addition of 100 mg extract of *Bixa orellana*, and physicochemical properties were evaluated at different time intervals. **Results:** The addition of *Bixa orellana* extract contributes to preserve the quality of the sunflower oil during the first three minutes of heating. For longer periods, no protective effect is observed. **Conclusion:** The addition of 100 mg of extract of *Bixa orellana* on sunflower oil was capable to avoid the oxidation during microwave heating for three minutes.

**Key words:** sunflower oil, fats, food quality, microwave, *Bixa orellana*, *Helianthus annuus*.

### INTRODUCCIÓN

Los aceites son constituyentes vitales de la dieta diaria, dado que proporcionan energía, ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles; constituyen uno de los principales componentes de la dieta utilizados para fines de fritura (1).

El calentamiento por microondas es un procedimiento que ha tenido auge en el proceso de la preparación y manufactura de alimentos, tanto en operaciones domésticas como en restaurantes, por su alta velocidad y comodidad en comparación con los tratamientos convencionales de calentamiento (2). Los componentes lipídicos de los alimentos son particularmente sensibles a este tipo de tratamientos, debido a que el calor específico de los lípidos es bajo, de modo que su calentamiento es rápido (3-4), dando lugar a la generación de productos de oxidación en forma más acelerada que el calentamiento en un horno convencional y en fritura profunda (5-6).

En los aceites vegetales se observa que el incremento en la formación de los productos de oxidación

primarios y secundarios depende del grado de saturación de sus ácidos grasos. También se ha observado un aumento moderado de los ácidos grasos libres por hidrólisis de los triglicéridos, disminución de tocoferoles, así como la formación de dímeros y polímeros (6). Los productos radicalarios formados generan pérdida de la calidad de los alimentos y podrían ser potencialmente peligrosos para la salud humana (7).

El bajo costo y gran efectividad de los antioxidantes sintéticos propilgalato, butilhidroxitolueno (BHT), butilhidroxianisol (BHA) y terbutilhidroquinona (TBQH) permiten su utilización para retardar la oxidación de los ácidos grasos. Pese a su amplio uso en la industria alimentaria han sido cuestionados por el potencial riesgo para la salud (8). No obstante, son muy efectivos durante el almacenamiento y transporte de las materias grasas, pero son menos efectivos a temperaturas de cocción (9). Algunas sustancias antioxidantes naturales de las plantas, tales como los polifenoles, podrían ser más seguros y proveer beneficios

adicionales a la salud, comparados con los antioxidantes sintéticos (10). En consecuencia, esta es un área que vale la pena investigar debido a las preocupaciones de los consumidores sobre la salud.

Los compuestos fenólicos actúan como antioxidantes debido a sus propiedades óxido-reductoras, actuando como agentes reductores, donadores de hidrógeno, atrapadores de radicales libres y quelantes de metales (11). Diversas especias retardan la oxidación de los lípidos durante la fritura (8,12-13). El pericarpio de semillas de *Bixa orellana* se usa en la preparación de alimentos por conferirles coloración rojo naranja, gracias a la presencia de carotenos. Adicionalmente, su polvillo se caracteriza por presentar actividad antioxidante y ser liposoluble, lo que facilita su uso en aceites (14).

El presente trabajo evaluó la calidad del aceite de girasol con y sin extracto de *Bixa orellana*, sometido a calentamiento en horno microondas convencional en intervalos hasta 12 minutos, mediante parámetros fisicoquímicos tales como índice de saponificación, índice de acidez e índice de peróxido.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Materiales

Para el estudio se empleó aceite de girasol refinado libre de antioxidantes, por ser de alto consumo en la región y porque dado el alto contenido en ácidos grasos insaturados es susceptible de oxidarse. Se utilizaron también semillas de *Bixa orellana* en estado maduro, caracterizado por presentar actividad antioxidante. Ambos obtenidos en un mercado local de la ciudad de Bogotá.

#### Obtención de extracto de *Bixa orellana*

Las semillas de *Bixa orellana* fueron maceradas en agua, para la formación de una pasta, posteriormente se llevó a secado en horno a 50°C y se

sometieron a molienda en un mortero para obtener las semillas pulverizadas. El polvillo obtenido (extracto) se almacenó protegido de la luz.

#### Preparación del aceite con extracto

Con el fin de simular condiciones cotidianas de calentamiento en horno microondas convencional y evaluar las consecuencias sobre algunos parámetros de calidad del aceite, así como el potencial efecto protector que pudiera tener la adición del extracto de *Bixa orellana*, a 200 mL de aceite de girasol se agregaron 100 ppm de extracto, dejando una muestra sin extracto como control. Las muestras se sometieron a calentamiento en microondas doméstico Haceb HM-0.7 durante 0; 1,5; 3,0; 6,0; 9,0 y 12,0 min con una potencia de 1.050 watts. Luego se almacenaron a 18°C, protegidas de la luz, para posteriormente evaluar sus propiedades fisicoquímicas.

#### Pruebas fisicoquímicas

Los índices de saponificación, acidez y peróxidos se evaluaron a cada una de las muestras y su testigo en cada tiempo de calentamiento; dichos análisis se realizaron en duplicado.

#### Índice de saponificación

A 2 g de muestra se agregaron 25 mL de KOH etanólico 0,5 N y se llevó a calentamiento usando un sistema de reflujo durante 60 min. Posteriormente se dejó enfriar el sistema y se tituló con HCl 0,5 N hasta la desaparición del color rosa del indicador de fenoltaleína (15).

#### Índice de acidez

Se agregaron 25 mL de alcohol neutralizado y tres gotas de fenoltaleína a 2 g de muestra. La muestra se calentó por reflujo durante 10 min, se dejó enfriar y posteriormente se llevó a cabo la titulación utilizando KOH 0,5 N hasta aparición de color rosa tenue permanente (15).

### Índice de peróxidos

Se tomó 1 g de muestra, se agregaron 10 mL de ácido acético-cloroformo, 0,5 mL de yoduro de potasio, se protegió de la luz con agitación ocasional durante 1 min. Posteriormente se agregaron 30 mL de agua destilada. La titulación se realizó con tiosulfato de sodio 0,01 N, poco antes de la desaparición del color se agregaron 0,5 mL de almidón, se continuó con la titulación hasta la desaparición del color (15).

### Temperatura

Al finalizar el tiempo de calentamiento, cada una de las muestras se retiró del horno microondas e inmediatamente con un termómetro se registró su temperatura.

### Espectro infrarrojo

La identificación de grupos funcionales en el aceite se llevó a cabo a través de espectros FTIR en un espectrofotómetro Shimadzu Model I-R Prestige 21, antes y después de someter las muestras a calentamiento.

### Análisis estadístico

Los experimentos se realizaron en duplicado, los datos obtenidos se evaluaron usando un análisis de varianza y prueba de Tukey utilizando el programa Statgraphics plus 5.1<sup>®</sup>. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando el valor de p fue <0,05.

Se aplicó un análisis de componentes principales (PCA) mediante el método R (correlaciones) para reducir el número de variables en las muestras control y adicionada con *Bixa orellana*. Se consideraron tres parámetros de calidad: índice de saponificación, índice de acidez e índice de peróxido y tiempo como parámetro independiente, en total cuatro parámetros. El análisis PCA fue realizado usando Minitab, versión 16.2.3 (LEADTOOLS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos al evaluar las propiedades fisicoquímicas del aceite de girasol sometido a calentamiento en horno microondas con y sin adición de extracto de *Bixa orellana* se muestran en la tabla 1.

### Índice de saponificación (IS)

La disminución en el IS en una muestra de aceite representa la degradación de los triglicéridos, los cuales por reacciones de hidrólisis liberan ácidos grasos, que en comparación con la molécula inicial presentan menor masa molecular (16). Los valores de índice de saponificación obtenidos en las muestras analizadas son mucho mayores a los reportados en otros estudios para aceite de girasol, incluso superan los reportados en la Norma Técnica Colombiana, NTC 264 (17) lo que indica que por tratarse de un aceite libre de antioxidantes ya presenta algún grado de degradación, posiblemente como consecuencia del tiempo prolongado de almacenamiento del aceite en el anaquel.

En lo que al comportamiento del aceite adicionado con *Bixa orellana* sometido a calentamiento en horno microondas se refiere, los resultados que se muestran en la tabla 1, indican que la muestra control presenta un descenso rápido en el IS durante los primeros 6 min, mientras que la muestra con extracto de *Bixa orellana*, aunque también descende, lo hace en menor proporción durante el mismo tiempo. A partir de los 6 min, las muestras presentan una tendencia similar. Este resultado se puede contrastar con la temperatura obtenida durante el experimento: en los primeros minutos de calentamiento, ésta aumenta drásticamente y a partir de los 6 min, presenta una tendencia a permanecer. Esta conducta permite afirmar que la adición del colorante natural impide el descenso rápido en el IS en los primeros minutos, el resto del tiempo no presenta efecto protector, posiblemente porque a

esa temperatura no solo se degradan los triglicéridos, sino también los componentes del extracto, generando como consecuencia un aumento en el contenido de materia saponificable (18).

### Índice de acidez (IA)

El porcentaje de acidez libre en el aceite analizado se encuentra por encima del establecido para consumo humano según la norma técnica NTC 264 (17). Esta situación se puede contrastar con el valor del IS, lo que ratifica el tiempo prolongado de almacenamiento en el anaquel. Se observa también que, a la vez que aumentan el tiempo y la temperatura de calentamiento, el contenido de ácidos grasos se incrementa. Sin embargo, no se observan diferencias estadísticamente significati-

vas entre el control y en la muestra con *Bixa orellana* durante todo el tratamiento (Tabla 1).

Vale la pena resaltar que tanto el aceite, como el extracto empleado estaban exentos de agua, dado que no se usó ningún alimento que la adicionara al medio, lo que podría explicar el comportamiento del IA observado, similar a lo reportado en otras investigaciones relacionados con la estabilidad del aceite de oliva bajo condiciones de calentamiento en microondas (5, 13), donde la hidrólisis fue insignificante. Contrario al comportamiento anterior, se han reportado resultados de variaciones importantes en el índice de acidez en muestras de aceites usadas en frituras de alimentos como papas, las cuales tienen un contenido de humedad relevante. La humedad presente en el alimento es

**Tabla 1.** Propiedades fisicoquímicas de aceite de girasol con y sin extracto de *Bixa orellana* 100 ppm durante calentamiento en horno microondas

	Tiempo (min)				
	0	1,5	6	9	12
<b>Saponificación</b> (mg KOH/g)					
Control	773,8 ± 2,0 a	450,5 ± 3,0 a	501,4 ± 0,5	491,9 ± 2,3 a	387,0 ± 2,8
Con <i>B. orellana</i>	753,5 ± 4,3 b	751,0 ± 1,7 b	503,7 ± 3,0	446,4 ± 1,3 b	387,0 ± 2,8
<b>Índice de acidez (%)</b>					
Control	0,181 ± 0,18	0,196 ± 0,20	0,223 ± 0,22	0,252 ± 0,00 a	0,293 ± 0,02
Con <i>B. orellana</i>	0,195 ± 0,00	0,181 ± 0,02	0,237 ± 0,02	0,296 ± 0,02 b	0,294 ± 0,02
<b>Índice de peróxido</b> (meq O <sub>2</sub> /g)					
Control	10,14 ± 0,44	15,60 ± 1,57	18,17 ± 1,10 a	10,89 ± 0,00 a	6,26 ± 0,57 a
Con <i>B. orellana</i>	10,39 ± 0,52	14,29 ± 0,55	14,89 ± 1,03 b	8,22 ± 1,16 b	23,10 ± 0,64 b
<b>Temperatura (°C)</b>					
Control	22	122	218	246	236
Con <i>B. orellana</i>	22	126	248	254	236

Los valores son promedio de duplicados  
Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) entre la misma muestra sin/con extracto de *B. orellana*.

un factor a tener en cuenta en la estabilidad del aceite durante la fritura o calentamiento (19).

### Índice de peróxidos (IP)

El IP se utiliza como una medida del grado en que se han producido peróxidos durante las reacciones de deterioro y es un determinante de la calidad y estabilidad de las materias grasas (20). En los primeros minutos de calentamiento el IP es menor en la muestra que contiene el extracto vegetal, lo que indica que éste contribuye a retardar la oxidación de la muestra. A partir de los 6 min se registra la mayor temperatura lo que coincide con la disminución del IP, comportamiento que se puede atribuir a la formación de productos secundarios de oxidación (2) como aldehídos, cetonas, ácidos, dímeros, trímeros, polímeros y compuestos cíclicos (21). Estas observaciones concuerdan con las de Malheiro y colaboradores (13) en diferentes aceites de oliva de origen portugués que fueron sometidos a calentamiento por microondas.

Como la *Bixa orellana*, otros extractos vegetales también han mostrado tener efecto favorable en la conservación de los parámetros de calidad de aceites sometidos a calentamiento (9,12,22) mostrando incluso ventajas frente a antioxidantes sintéticos (12).

### Temperatura durante el calentamiento

El comportamiento de la temperatura según tiempo de exposición de las muestras de aceite de girasol, control y adicionada con *Bixa orellana* 100 ppm, se puede observar en la figura 1. Se aprecia que la temperatura aumenta rápidamente hasta los 6 min y, a partir de allí el incremento por unidad de tiempo es menos acelerado. Los valores obtenidos a partir de los 6 min sobrepasan la denominada temperatura de formación de humos o punto de humo, que para el caso del aceite de girasol es de 232 °C. Esta situación permite aducir la existencia de compuestos de descomposición, generando como consecuencia

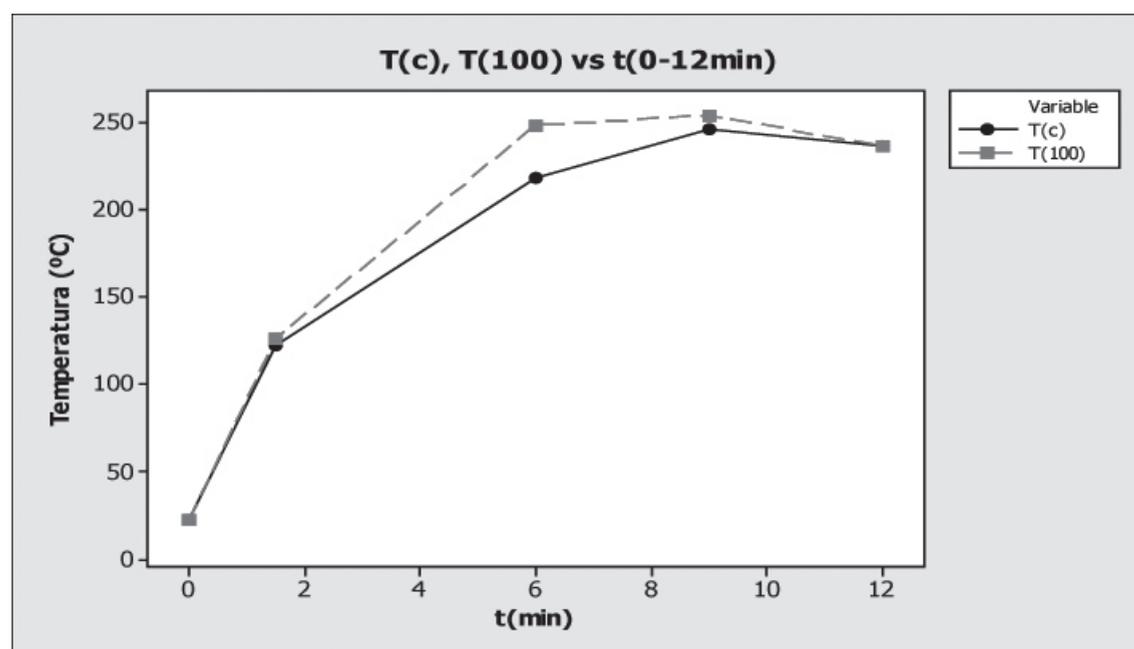


Figura 1. Comportamiento de la temperatura según tiempo de exposición, de las muestras de aceite de girasol (Tc) y adicionada con *Bixa orellana* (T100) durante el calentamiento en horno microondas

olores y sabores indeseables, un aumento en la acidez e incremento en la formación de peróxidos, comportamientos que concuerdan con los cambios observados.

Se ha reportado que la exposición a energía de microondas favorece la formación de radicales libres, de manera que todos los parámetros de calidad estudiados en el aceite se correlacionaron con el aumento del tiempo de calentamiento,

sobre todo a partir de los 6 min, reportando una menor susceptibilidad al proceso de oxidación luego de la adición en concentración de 100 ppm de *Bixa orellana* (6, 23).

### Análisis de espectros infrarrojos (FTIR)

El espectro infrarrojo aporta información importante respecto a la presencia y comportamiento de grupos funcionales. En la figura 2 se muestra el espectro IR

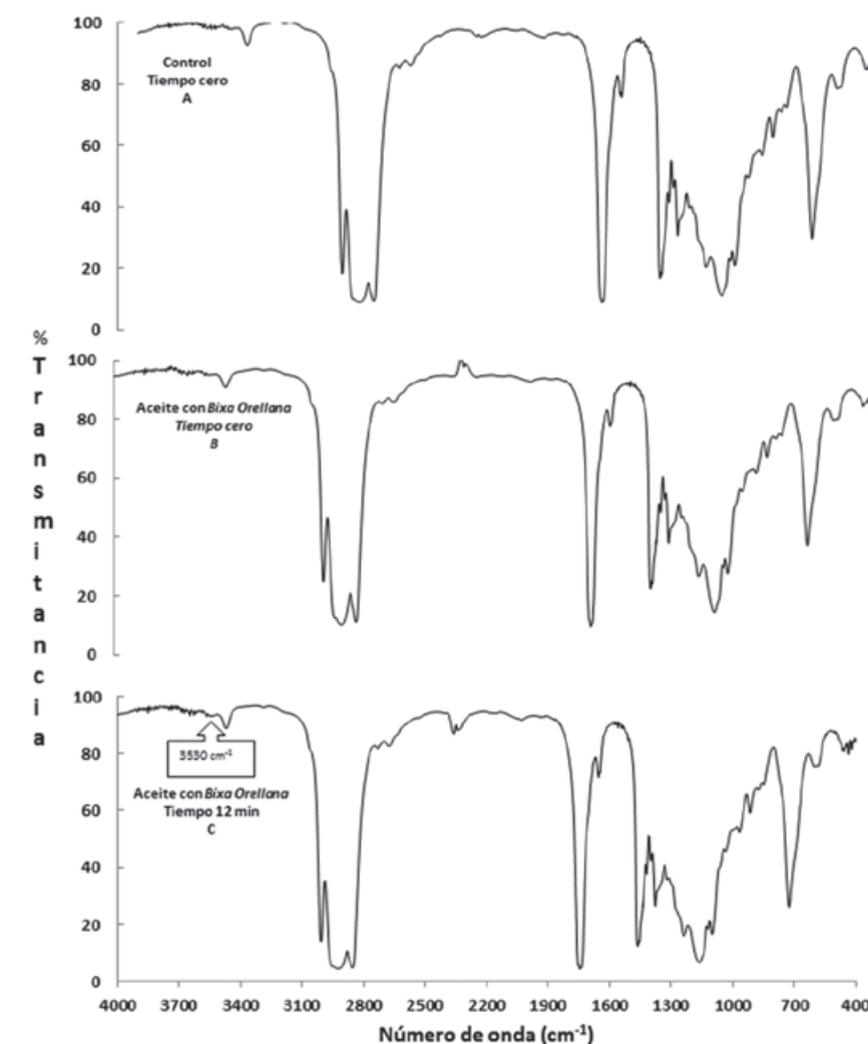


Figura 2. Espectros infrarrojos del aceite de girasol antes de calentamiento (control). B. adicionado con 100 ppm *Bixa orellana* antes de calentamiento y C. después de 12 min de calentamiento en horno microondas

de las muestras de aceite de girasol, control y con extracto de *Bixa orellana* 100 ppm antes y después de 12 min de calentamiento en horno microondas. El perfil obtenido coincide con el reportado para aceite de girasol en otros estudios (24-25).

En todos los espectros se observa una banda entre 3.600 y 3.250  $\text{cm}^{-1}$  la cual evidencia la presencia de hidroperóxidos (21), este resultado está acorde con los valores de los IA e IS, los cuales confirman que éste no cumplía con los parámetros de calidad, seguramente por el tiempo prolongado de almacenamiento en el anaquel.

En el espectro del aceite con *Bixa orellana* 100 ppm después de 12 min de calentamiento (figu-

ra 2C) aparece una pequeña banda en aproximadamente 3.530  $\text{cm}^{-1}$ , la cual se puede atribuir a alcoholes como productos secundarios de oxidación, a causa del tiempo y la temperatura de cocción en el microondas, lo que coincide con los resultados obtenidos para el índice de peróxido.

En los demás espectros no se perciben cambios apreciables entre las distintas muestras, resultados que están acorde con los obtenidos para el IA, donde la variación fue mínima.

#### Análisis de componentes principales

Con el fin de visualizar el efecto del calentamiento sobre los parámetros de calidad evaluados, se

aplicó el análisis de componente principal (PCA) obteniendo una explicación en cada caso de 93,7 y 97,9% de la variabilidad total para las muestras control y de 100 ppm, respectivamente. La representación biplot de la figura 3 para los resultados del control y muestra adicionada con *Bixa orellana* 100 ppm permite inferir que el calentamiento por microondas induce cambios diferenciales en las muestras.

El IA tanto en el control como en la muestra presenta un incremento mínimo, dado que se encuentran en el mismo cuadrante formando un ángulo muy pequeño entre ellos, indicando que tienen una alta correlación (0,99). Por tanto, la adición de *Bixa orellana* no tiene un efecto de protección frente a esta propiedad.

En el caso del IS, al comparar el control con la muestra, se observan diferencias en el comportamiento de esta propiedad, basado en la correlación observada (0,93), sugiriendo que la saponificación aumenta a un ritmo menor en la muestra que en el control.

Para el índice de peróxidos, teniendo en cuenta que tanto la muestra como el control presentan ejes perpendiculares entre sí, existe correlación muy baja (0,67) y se evidencia que la propiedad aumenta con mayor rapidez en el control.

En conclusión, a partir de los resultados obtenidos se puede afirmar que el calentamiento del aceite en horno microondas disminuye la calidad del aceite, lo que se traduce en pérdida de su calidad. El extracto de *Bixa orellana* en concentración de 100 ppm tiene efecto protector, evidenciado a través de saponificación, acidez y peróxidos, en los primeros minutos de calentamiento, cuando la temperatura es menor. A tiempos prolongados y a mayor temperatura, el efecto protector se pierde.

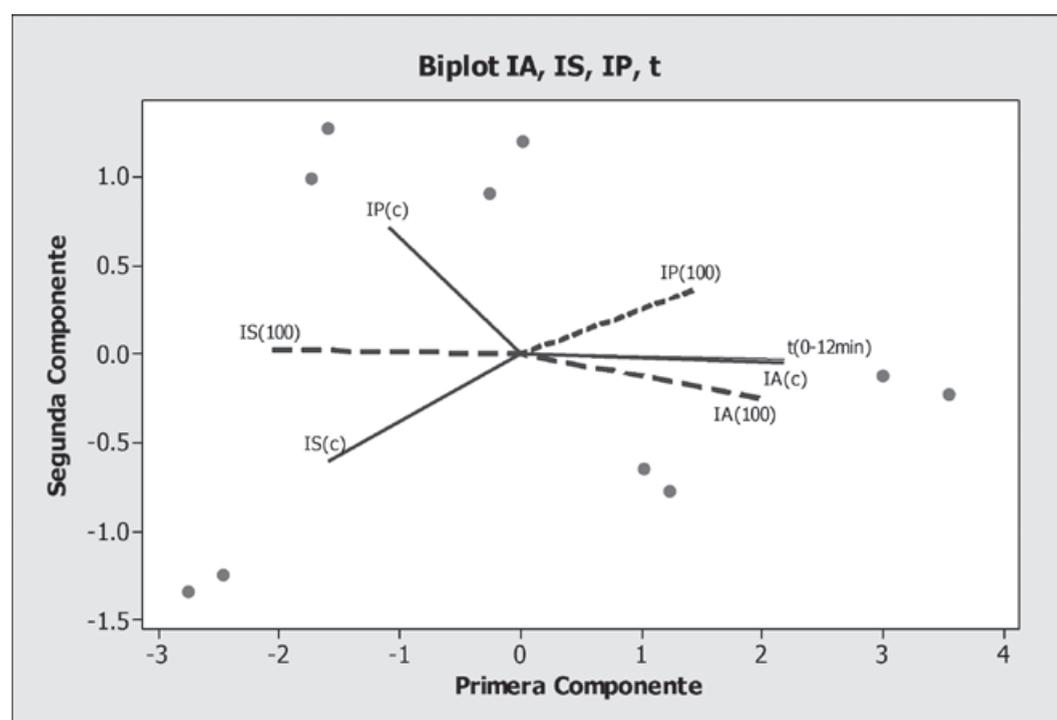
Bajo las condiciones del presente estudio se puede establecer que el calentamiento en horno microondas del aceite de girasol afecta mayoritariamente al IP y al IS y no afecta significativamente la acidez. Sin embargo, se sugiere realizar estudios posteriores para establecer si hay efecto protector de *Bixa orellana* en el aceite durante el calentamiento en presencia de alimentos con humedad apreciable.

#### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan no tener conflictos de interés.

#### FINANCIACIÓN

Pontificia Universidad Javeriana y Universidad Santo Tomás.



**Figura 3.** Representación biplot de PCA del control y muestra adicionada con *Bixa orellana* 100 ppm, de la evaluación de índice de saponificación (IS), índice de peróxidos (IP) e índice de acidez (IA) durante el calentamiento en microondas

En la figura se ilustran los resultados de los análisis PCA para el control (línea continua) y para la muestra (línea discontinua).

#### Referencias

1. FAO. Grasas y ácidos grasos en nutrición humana: consulta de expertos. Granada: Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT); 2012. Estudios FAO de alimentación y nutrición; N° 91.
2. Chiavaro E, Rodriguez-Estrada M, Vittadini E, Pellegrini N. Microwave heating of different vegetable oils: Relation between chemical and thermal parameters. LWT Food Sci Technol. 2010;43:1104-12.
3. Burfoot D, James S, Foster A, Self K, Wilkins T, Philips I. Temperature uniformity after reheating in microwave ovens. In: Field RW, Howell JA, eds. Processing engineering in the food industry. New York: Elsevier Applied Science; 1990. vol. 2:1-14.
4. Vieira T, Regitano-D'Arce M. Stability of oils heated by microwave: UV-spectrophometric evaluation. Ciên Tecnol Alimentos. 1998;18:433-7.

5. Albi T, Lanzón A, Guinda A, León M, Pérez-Camino M. Microwave and conventional heating effects on thermooxidative degradation of edible fats. *J Agric Food Chem.* 1997; 45:3795-8.
6. Zahir E, Saeed R, Hameed A, Yousuf A. Study of physicochemical properties of edible oil and evaluation of frying oil quality by Fourier Transform-Infrared (FT-IR) Spectroscopy. *Arabian J Chem.*2014; <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.05.025>
7. Ng C-Y, Leong X-F, Masbah N, Adam S, Kamisah Y, Jaarin K. Reprint of Heated vegetable oils and cardiovascular disease risk factors. *Vasc Pharmacol.* 2014; 62:38-46.
8. Yeh C, Chung JG, Wu HC, Li YC, Lee YM, Hung CF. Effects of butylatedhydroxyanisole and butylated hydroxytoluene on DNA adduct formation and arylamines N-acetyltransferase activity in PC-3 cells (human prostate tumor) in vitro. *Food Chem Toxicol.* 2000;38:977-83.
9. Wang H, Yang L, Zu Y-G, Liu FL, T-T. Comparative effect of carnosic acid, BHT and  $\alpha$ -tocopherol on the stability of squalene under heating and UV irradiation. *Food Res Intern.* 2011;44:2730-4.
10. Krishnaiah D, Sarbatly R, Nithyanandam R. A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food Bioprod Process.* 2011;89:217-33.
11. Maestro R, Borja R. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grasas y Aceites.* 1993;44:101-6.
12. Rodríguez N, Malheiro R, Casal S, Manzanera C, Bento A, Pereira J. Influence of spike lavender (*Lavandula latifolia* Med.) essential oil in the quality, stability and composition of soybean oil during microwave heating. *Food Chem Toxicol.* 2012;50:2894-01.
13. Malheiro R, Casal S, Lamas H, Bento A, Pereira A. Can tea extracts protect extra virgin olive oil from oxidation during microwave heating?. *Food Res Intern.* 2012;48:814-54.
14. Prabhakara P, Jyothirmayi T, Balaswamy K, Satyanarayana A, Rao D. Effect of processing conditions on the stability of annatto (*Bixa orellana* L.) dye incorporated into some foods. *LWT Food Sci Technol.* 2005;38:779-84.
15. Matissek R, Schnepel F-M, Steiner G. Análisis de los alimentos: fundamentos, métodos, aplicaciones. 2 ed. Zaragoza: Acribia; 1992. p.44-53.
16. Badui S. Química de los alimentos. 4 ed. México: Pearson; 2006. p.262.
17. Icontec. Grasas y aceites comestibles vegetales y animales. Aceite de Girasol. norma técnica colombiana NTC 264. Sexta actualización. Bogotá; 2013. [citado enero de 2014]. Disponible en <http://tienda.icontec.org/brief/NTC264.pdf>
18. Ho C, Chow M. The Effect of the refining process on the interfacial properties of palm oil. *J Am Oil Chem Soc.* 2000;77:191-9.
19. Casal S, Malheiro R, Sendas A, Oliveira B, Pereira J. Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food Chem Toxicol.* 2010;48:2972-9.
20. Sulieman A, Makhzangy E, Ramadan F. Antiradical performance and physicochemical characteristics of vegetable oils upon frying of french fries: A preliminary comparative. *J Food Lipids.* 2006;13:259-76.
21. Laguerre M, Lecomte J, Villeneuve P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. *Progress Lipid Res.* 2007;46:244-82.
22. Ramadan M, Wahdan K. Blending of corn oil with black cumin (*Nigella sativa*) and coriander (*Coriandrum sativum*) seed oils: Impact on functionality, stability and radical scavenging activity. *Food Chem.* 2012;132:873-9.
23. Cerretani L, Bendini A, Rodríguez-Estrada M, Vittadini E, Chiavaro E. Microwave heating of different commercial categories of olive oil: Part I. Effect on chemical oxidative stability indices and phenolic compounds. *Food Chem.* 2009;115:1381-8.
24. Sherazi S, Talpur Y, Mahesar S, Aftab A, Kandhro A, Arain S. Main fatty acid classes in vegetable oils by SB-ATR-Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. *Talanta.* 2009;80:600-6.
25. Guillén M, Cabo N. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. *Food Chem.* 2002;77:503-10.

# INVESTIGACION

## Factores socioeconómicos, demográficos, institucionales y familiares asociados con exceso de peso en niños de 2 a 5 años asistentes a los jardines infantiles de Envigado-Colombia, 2014-2015

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA  
ISSN 0124-4108  
Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia  
Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015, p. 125-140

Artículo recibido: 2 de agosto de 2015  
Aprobado: 5 de noviembre de 2015

Mary Johanna Guzmán-Loaiza<sup>1</sup>; Candelaria Isabel Pérez-Salgado<sup>2</sup>

### Resumen

**Introducción:** el sobrepeso y la obesidad afectan la salud pública a nivel mundial y su aumento responde a múltiples factores. **Objetivo:** determinar factores socioeconómicos, demográficos, familiares e institucionales asociados a exceso de peso en niños de 2 a 5 años escolarizados en Envigado-Antioquia durante 2014-2015, para fortalecer estrategias de prevención de sobrepeso y obesidad infantil. **Materiales y métodos:** estudio observacional, descriptivo transversal, con una muestra de 278 menores seleccionados mediante muestreo probabilístico. Se hizo evaluación antropométrica y se aplicaron encuestas a padres y docentes. Se realizó análisis estadístico bivariado y multivariado en SPSS. **Resultados:** el 28,8% presentó exceso de peso (9,7% obesidad y 19,1% sobrepeso); 48,6% correspondía a niños de 5 años y 47,8% eran mujeres. Los factores asociados con exceso de peso fueron: no asistencia al programa de crecimiento y desarrollo (RP 4,1; IC:1,2-14,1) preferencia por ver televisión y uso de videojuegos en tiempo libre (RP 4,4; IC:1,10-17,7), no consumir cereales y tubérculos en la lonchera (RP 5,5; IC:1,2-26,1), y antecedente de obesidad o sobrepeso en familiar o cuidador (RP 3,8; IC:1,1-13,3). **Conclusión:** los factores que mejor explican el exceso de peso infantil corresponden a antecedentes familiares y las prácticas de cuidado en el hogar.

**Palabras clave:** obesidad infantil, sobrepeso, peso corporal, crecimiento y desarrollo, nutrición del niño, servicios de alimentación, alimentación escolar, guarderías infantiles.

<sup>1</sup> Universidad Adventista de Colombia, Medellín, Colombia.  
[hannaguzman85@gmail.com](mailto:hannaguzman85@gmail.com)

<sup>2</sup> Práctica particular

Como citar este artículo: Guzmán-Loaiza MJ, Pérez-Salgado CI. Factores socioeconómicos, demográficos, institucionales y familiares asociados con exceso de peso en niños de 2 a 5 años asistentes a los jardines infantiles de Envigado-Colombia, 2014-2015. *Perspect Nutr Humana.* 2015;17: 125-140

DOI:10.17533/udea.penh.v17n2a03

## Socioeconomic, demographic, institutional and familial factors associated with excess weight in children 2 to 5 years of age attending daycares in Envigado-Colombia, 2014-2015

### Abstract

**Introduction:** Overweight and obesity affect public health on a global level and its increase is due to multiple factors. **Objective:** To determine socioeconomic, demographic, familial, and institutional factors associated with excess weight in daycare children aged 2-5 years in Envigado, Colombia from 2014-2015 in order to strengthen childhood overweight and obesity prevention strategies. **Materials and methods:** An observational, descriptive, cross-sectional study with a sample of 278 children, selected by probability sampling. Anthropometric evaluation was conducted along with parental and teacher surveys. Bi-variate and multi-variate statistical analyses were completed using SPSS. **Results:** 28.8% presented with excess weight (9.7% obesity and 19.1% overweight); 48.6% were aged 5 years, and 47.8% were female. Factors associated with excess weight included: not attending the growth and development program (OR 4.1; CI:1.2-14.1), preference for television watching and use of video games during free time (OR 4.4; CI:1.10-17.7), not eating whole grains and root vegetables for snack (OR 5.5; CI:1.2-26.1), and incidence of overweight or obesity in the family or direct caregiver (OR 3.8; CI:1.1-13.3). **Conclusion:** Factors that most influence excess weight in children are familiar factors such as incidence of overweight and obesity and caregiving practices in the family.

**Key words:** child obesity, body weight, overweight, growth and development, child nutrition, food services, school feeding.

### INTRODUCCIÓN

La obesidad se define como un exceso del contenido de grasa corporal en relación con la talla, porque de los componentes de la masa corporal, el exceso de grasa es considerado perjudicial para la salud (1-2) y se asocia a múltiples complicaciones médicas y quirúrgicas, las personas con exceso de peso, relacionado con mayor grasa corporal, tienen el doble de riesgo de muerte en comparación con aquellas de peso normal (3).

El sobrepeso y la obesidad son el sexto factor de riesgo de defunción en el mundo. Cada año fallecen alrededor 3,4 millones de personas adultas como consecuencia del sobrepeso o la obesidad. Además, el 44% de la carga de diabetes, el 23% de la carga de cardiopatías isquémicas y entre el 7% y el 41% de la carga de algunos cánceres son atribuibles a estas dos patologías (4). En el

siglo XXI, los datos muestran un incremento alarmante de su prevalencia, no sólo en la población adulta, sino también en la población infantil (2), lo cual se asocia a un alto riesgo de complicaciones en la infancia y aumento de morbilidad y mortalidad a lo largo de toda la vida adulta (5). Por ello se ha considerado como un grave problema de salud pública en el siglo XXI; de acuerdo a informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (6-7), para el año 2013, de los 7.137 millones de habitantes del mundo, 42 millones de niños menores de 5 años presentaban sobrepeso.

En el ámbito nacional, la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) en Colombia, para el año 2010, reportó para los menores de 5 años una prevalencia de sobrepeso de 5,2% y de obesidad de 1,0%. En otros grupos etarios, como es el caso de la población de 18 a 64 años, con prevalencia para 2010 de 51,2%, se evidencia un

incremento de 5,3% comparado con el reporte del 2005 (45,9%) (8-9).

El aumento mundial del sobrepeso y la obesidad infantil son atribuibles a varios factores dentro de los que se destaca: el cambio globalizado en la dieta, lo que ha aumentado la ingesta de alimentos hipercalóricos con abundantes grasas y azúcares, pero con escasas vitaminas, minerales y otros micronutrientes saludables; inapropiada práctica de lactancia materna e inadecuada introducción de la alimentación complementaria por parte de los padres y/o cuidadores; los horarios de comidas no establecidos; el aumento en el consumo de alimentos industrializados; los antecedentes familiares de obesidad o sobrepeso; el desarrollo social y económico y las políticas en materia de agricultura, transporte, planificación urbana, medio ambiente, educación, procesamiento, distribución y comercialización de los alimentos (2); la vida laboral de los padres cuando ambos trabajan, lo cual condiciona el tipo de alimentación que reciben las familias, y el sedentarismo y la disminución de tiempo para la actividad física y su reemplazo por tiempo dedicado a la televisión, videojuegos, computador, entre otros (10). De acuerdo con lo anterior, además de la alimentación, son diversos los factores que se asocian al desarrollo del sobrepeso y la obesidad infantil y que, al ser identificados, se pueden derivar en intervenciones para lograr un impacto positivo en las condiciones nutricionales de los menores y futuros adultos.

Por otra parte, el comedor escolar es uno de los escenarios óptimos para complementar los conocimientos teóricos sobre nutrición y asegurar dietas equilibradas. Sin embargo, en ocasiones, el menú escolar presenta algunos defectos relacionados con la poca oferta de alimentos saludables; lo cual influye en el patrón de consumo infantil de alimentos y una cierta tendencia a adaptarse a las preferencias infantiles. Además, existe escaso control sobre otras ofertas de alimentos en el entorno escolar (11-12).

En el municipio de Envigado se observa el aumento en la prevalencia de obesidad infantil, en los años 2010 a 2013, donde pasa de un 3,2% en 2010 a un 4,1% en 2013, y los porcentajes de sobrepeso de un 8,8% en 2010 a 11% en 2013 (13-14). Por lo anterior, se hace necesario conocer cuales factores pueden estar asociados a dicha problemática, que sirva de insumo para desarrollar intervenciones que impacten positivamente en la disminución de la carga de la enfermedad. Debido a que la evaluación precoz de la obesidad infantil es el mejor momento para intentar evitar la progresión de la enfermedad y la morbilidad asociada a la misma, al ser una etapa crucial para la configuración de hábitos alimentarios y otros estilos de vida que persistirán en etapas posteriores (15).

El objetivo de la presente investigación fue determinar los factores socioeconómicos, demográficos, familiares e institucionales, asociados con sobrepeso y obesidad en los niños de 2 a 5 años de jardines infantiles del municipio de Envigado en los años 2014-2015, con el fin de proporcionar elementos con los cuales el municipio pueda fortalecer estrategias de intervención orientadas a promover prácticas de cuidado a la salud y prevención del sobrepeso y obesidad infantil.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio observacional, descriptivo transversal, en el cual no hubo grupos de comparación, se estudiaron los factores asociados al exceso de peso infantil como se presentaron, sin intervenir en ellos, en un mismo momento. Los datos se recolectaron durante el período 2014-2015. El enfoque fue cuantitativo, previamente se había hecho una sistematización cuyos resultados orientaron la selección de factores socioeconómicos, demográficos, familiares e institucionales, de los que se buscaría la asociación con el exceso de peso.

## Exceso de peso en niños de 2 a 5 años

En Colombia la educación preescolar dirigida a niños 2-5 años se ofrece en instituciones públicas o privadas denominadas jardines infantiles, donde los niños ingieren una comida principal y algunos refrigerios, alimentación que puede ser suministrada por el jardín infantil, los padres de familia o los dos. En los jardines infantiles del municipio colombiano de Envigado-Antioquia, los niños permanecen seis horas en la institución. La población de referencia y estudio fueron los menores de 2 a 5 años matriculados en 43 jardines infantiles del municipio en mención, aparentemente sanos y sin discapacidad física o mental, información obtenida de las hojas de vida institucionales de cada menor.

Se trabajó a partir de una población de 4.797 menores de 2 a 5 años de edad. La selección de la muestra se realizó por medio un muestreo probabilístico, aleatorio estratificado, teniendo en cuenta el porcentaje de representación de cada institución educativa en el total de niños de 2 a 5 años matriculados; obtenida mediante el paquete estadístico EPIDAT, el cual arrojó un tamaño muestral de 278 menores para aplicación del instrumento, con un nivel de confianza del 95%, un error máximo permitido de 4% y una prevalencia esperada de 14,3% en sobrepeso y obesidad a partir de datos del Programa de Seguridad Alimentaria y Nutricional (MANÁ) para el 2012.

La recolección de la información, se realizó utilizando dos encuestas, con preguntas de selección múltiple; la primera dirigida a los padres de familia orientada a la obtención de información sobre los factores socioeconómicos, demográficos y familiares. La segunda, se aplicó a docentes o directivos de los jardines infantiles, para obtener información sobre los factores institucionales (Tabla 1). Adicionalmente, a los niños se les realizó una evaluación antropométrica como se describe a continuación. Se tomó el peso y la talla por una nutricionista dietista capacitada en toma de medidas antropométricas,

con equipos y técnicas de uso internacional, de acuerdo con la recomendación del Ministerio de la Protección Social de Colombia. Para la medición del peso se utilizó una báscula digital (Tanita) con una capacidad de 150 kg y 0,1 kg de sensibilidad. Los niños fueron pesados sin zapatos, con ropa liviana y la mínima cantidad de accesorios. La estatura se midió con un metro portátil marca Seca con cinta métrica metálica, cuerpo en pasta, pieza fija y escuadra móvil, con una longitud de 200 cm y una sensibilidad de 0,1 cm.

Con el peso y la talla se construyó el indicador Índice de Masa Corporal (IMC), tomando como referencia los patrones de la OMS (16), y para definir sobrepeso y obesidad se utilizaron los puntos de corte recomendados por el Ministerio de la Protección Social (17) así: se consideraron con sobrepeso a los niños con IMC entre más una y más dos desviaciones estándar y con obesidad aquellos ubicados por encima de dos desviaciones estándar. Para efecto de esta investigación se consideró el exceso de peso, que agrupa en una sola categoría el sobrepeso y la obesidad. Previa a la recolección de los datos se sensibilizó y capacitó a las personas encargadas de la aplicación de los instrumentos.

### Análisis estadístico

La evaluación del estado nutricional se realizó en el programa Who Anthro versión 3.1.0 para computadoras personales avalado por la OMS. El análisis de la información se realizó por medio del paquete estadístico SPSS versión 21, con licencia de la Universidad CES. Para dar respuesta a los objetivos de caracterización poblacional e identificación de factores asociados con el exceso de peso en los niños asistentes a los jardines infantiles del municipio de Envigado, se realizó análisis univariado para describir las características socioeconómicas, demográficas, familiares e institucionales a las cuales se les calculó proporción y

**Tabla 1.** Descripción de variables exploradas en la muestra de los menores matriculados en los jardines infantiles en el municipio de Envigado 2014-2015

Factores explorados	Variables relacionadas
Socioeconómicos y demográficos	Sexo, ingresos familiares mensuales, régimen de afiliación al sistema de seguridad social y estrato socioeconómico (En Colombia se determina de acuerdo a la ubicación y las condiciones físicas de la vivienda, en una escala de 1 a 6; donde 1 es el estrato más bajo).
Familiares y personales	Asistencia a controles de crecimiento y desarrollo, práctica y frecuencia deportiva del menor, preferencia por videojuegos y televisión en el tiempo libre, asistencia a los controles de crecimiento y desarrollo, además del antecedente familiar de sobrepeso u obesidad, la práctica de la lactancia materna exclusiva y el peso al nacer.
Institucionales	Tipo de institución (pública o privada), oferta de alimentos, presencia de guía nutricional, persona que elabora la minuta, alimentación en el jardín, Proveedor de alimentos que consume el menor en la institución, Gaseosas y refrescos en la lonchera por parte de los padres, golosinas en la lonchera por parte de los padres, fritos en la lonchera por parte de los padres, alimentos de paquetes en la lonchera por parte de los padres, cereales y tubérculos en la lonchera por parte de los padres.

razón, representadas en tablas, gráficos de barras simples y gráficos circulares.

Luego se realizó un análisis bivariado, con el fin de establecer la relación entre los factores socioeconómicos, demográficos, familiares e institucionales con la prevalencia de exceso de peso en la infancia, aplicando prueba Chi cuadrado de Pearson para las variables dicotómicas con frecuencias esperadas superiores a 5 y para variables políómicas; y Chi cuadrado de Fisher para las variables dicotómicas con frecuencias esperadas inferiores a 5.

Con el fin de determinar los factores que mejor explican la prevalencia de exceso de peso en los menores, se construyó un modelo de regresión logística, teniendo en cuenta las asociaciones encontradas en el análisis bivariado, y el criterio de Hosmer Lemeshow, por presentar valores de  $p < 0,25$ . Con este modelo cada una de las variables es ajustada por las otras incluidas en el mismo. Cabe mencionar que, para el análisis de los datos no se tuvieron en cuenta los datos perdidos de cada variable.

### Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad CES. Además, contó con los permisos por parte de las Secretarías de Salud y de Educación y de los directivos de los jardines infantiles en donde se desarrolló la investigación. Los padres y cuidadores de los niños, al igual que los docentes y directivos de los jardines infantiles, recibieron información sobre el estudio, se garantizó la conservación del derecho a la autodeterminación, intimidad y confidencialidad, resaltando la participación voluntaria. Los padres y docentes, que estuvieron de acuerdo firmaron el consentimiento informado.

### RESULTADOS

Para el análisis de los factores asociados con el exceso de peso, se analizaron variables demográficas, socioeconómicas, personales, familiares e institucionales y se relacionaron con la prevalencia de exceso de peso encontrada, la cual fue de 28,8%.

**Factores socioeconómicos y demográficos**

En el estudio participaron 278 menores, de los cuales un poco menos de la mitad tenían 5 años de edad (48,6%); la distribución por sexo fue similar, el 52,2% eran hombres y el 47,8% mujeres. El 28,8% de los niños estudiados tenían exceso de peso, sin diferencia importante por sexo. La mayor proporción de la población estaba afiliada al régimen contributivo (87,1%) e igualmente, la mayoría (84,5%) pertenecían a los estratos 2 al 4. En cuanto a los ingresos mensuales familiares,

un poco más de un tercio de las familias (35,7%) tenían ingresos por debajo de un salario mínimo legal vigente (SMLV), mientras que únicamente el 16% tenía ingresos superiores a cinco SMLV. Al relacionar los factores anteriormente descritos, con la prevalencia de exceso de peso, no se encontró asociación estadísticamente significativa (Tabla 2).

**Factores personales y antecedentes familiares**

Se encontró inasistencia periódica a los controles de crecimiento y desarrollo en aproximadamente

**Tabla 2.** Relación entre exceso de peso en los niños con factores socioeconómicos y demográficos

Variable	Total n	Exceso de peso		X <sup>2</sup> ; Valor p	RP	IC
		Si n	No %			
<b>Sexo</b>						
Femenino	133	37	27,8	96	72,2	0,11; p=0,736
Masculino	145	43	29,7	102	70,3	
<b>Régimen de afiliación</b>						
Pobre no asegurado	1	1	100,0	0	0,0	
Subsidiado	34	7	20,6	27	79,4	4,10; p=0,250
Contributivo	242	72	29,8	170	70,2	
Especial	1	0	0,0	1	100,0	
<b>Estrato socioeconómico</b>						
1	5	0	0,0	5	100,0	
2	78	23	29,5	55	70,5	
3	109	33	30,3	76	69,7	3,89; p=0,564
4	47	16	34,0	31	66,0	
5	28	6	21,4	22	78,6	
6	10	2	20,0	8	80,0	
Sin dato	1					
<b>Ingresos familiares</b>						
< 1 SMLV	96	23	24,0	73	76,0	
1 y 2 SMLV	40	12	30,0	28	70,0	
>2 y 3 SMLV	48	17	35,4	31	64,6	1,43; p=0,29
>3 y <5 SMLV	42	10	23,8	32	76,2	
>5 SMLV	43	17	39,5	26	60,5	
Sin dato	9					

la cuarta parte de los niños (24,1%). El 51,3% practicaba algún deporte de manera recreativa como natación, fútbol o patinaje, al menos una vez a la semana. De quienes practicaban alguna de las actividades en mención, 49,3% lo hacía diariamente y el resto, tres veces o menos a la semana (Tabla 3). Sin embargo, 51,3% de los niños prefería ver televisión, usar videojuegos u otros aparatos electrónicos en su tiempo libre, en lugar de realizar otro tipo de actividades con mayor esfuerzo físico. Se encontró asociación estadística, entre la preferencia por la televisión y los videojuegos con el exceso de peso (p=0,011). La RP fue 1,9 (IC:1,1-3,4) entre quienes tenían dicha preferencia (Tabla 3).

Respecto a los antecedentes personales y familiares, el 45,5% de los niños no recibió lactancia materna exclusiva y el 3,1% presentó peso al nacer superior a 4.000 g. La prevalencia de exceso de peso fue mayor entre quienes tenían antecedentes familiares del mismo (38,5%) en comparación con quienes no tenían este antecedente (20,4%) (p=0,001). La razón de prevalencia (RP) fue 2,3 (IC:1,3-4,0) entre quienes dicho antecedente (Tabla 3).

**Factores institucionales**

El 69,8% de los jardines infantiles pertenecía al sector privado y 91,4% del total, ofrecía servicio de alimentación basados en una guía nutricional, elaborada en su mayoría por profesional en nutrición y dietética. Sin embargo, el 38% de los padres prefería suministrar los alimentos desde la casa en la lonchera.

En cuanto a la actividad física dentro de la institución, todos los menores la realizaban, en su mayoría dirigida por personal capacitado (60%), pero solo el 5% lo hacía diariamente. Al relacionar los factores institucionales estudiados, con la prevalencia de exceso de peso, no se

encontró asociación estadísticamente significativa (Tabla 4).

**Composición de la lonchera suministrada por los padres**

Un total de 105 niños llevaban lonchera suministrada por los padres, de ellos 54,3 incluía gaseosas y refrescos, 48,6% golosinas, 10% alimentos fritos y 31,4% alimentos de paquete. Aunque la prevalencia de exceso de peso fue mayor entre los niños que incluían tales alimentos en su lonchera con relación a quienes no los incluían, las diferencias estadísticas no fueron significativas. Por el contrario, únicamente 31,4% de los niños que llevaba la lonchera, incluía en la misma cereales y tubérculos; la prevalencia de obesidad entre quienes tenían esta práctica fue inferior (18,3%) a la de aquellos que no la tenían (33,3%) (Tabla 5).

**Regresión logística según el criterio de Hosmer Lemeshow**

Finalmente, para determinar los factores que mejor explican la presencia de exceso de peso en los menores de 2 a 5 años participantes en el estudio, se construyó un modelo de regresión logística ingresando variables socioeconómicas, demográficas, familiares e institucionales, teniendo en cuenta el criterio de Hosmer Lemeshow (ingresan al modelo aquellas variables con valores de p inferior a 0,25), para determinar su tendencia mediante la comparación de las RP crudas y ajustadas para cada variable, por las otras incluidas en el modelo.

El modelo de regresión logística reafirmó que es más probable desarrollar exceso de peso, entre los niños que preferían dedicar su tiempo libre a ver televisión o practicar videojuegos. Lo mismo que, entre quienes tenían antecedentes de obesidad entre sus familiares o cuidadores (Tabla 6). Al analizar las RP crudas y ajustadas de las variables ingresadas en el modelo de regresión logística; se

**Exceso de peso en niños de 2 a 5 años**

**Tabla 3.** Relación entre exceso de peso de los niños con factores personales y antecedentes familiares

Variable	Total n	Exceso de peso				X <sup>2</sup> ; valor de p	RP	IC		
		Si		No						
		n	%	n	%					
<b>Asistencia a control de crecimiento y desarrollo</b>										
Si	208	54	26,0	154	74,0	3,46; p=0,063	0,5	0,3-1,0		
No	66	25	37,9	41	62,1					
Sin dato	4									
<b>Preferencia por televisión y videojuegos en el tiempo libre</b>										
Si	140	50	35,7	90	64,3	6,41; p=0,011	1,9	1,1-3,4		
No	133	29	21,8	104	78,2					
Sin dato	5									
<b>Práctica deportiva</b>										
Si	142	38	26,8	104	73,2	0,44; p=0,506	1	1-1		
No	135	41	30,4	94	69,6					
Sin dato	1									
<b>Frecuencia de práctica deportiva*</b>										
Diario	69	20	29,0	49	71,0	3,63; p=0,303	1,4	0,2-9,8		
3 veces/semana	48	9	18,8	39	81,3					
2 veces/semana	17	7	41,2	10	58,8					
1 vez/semana	6	2	33,3	4	66,7	0,8	0,1-4,8			
Sin dato	2									
<b>Antecedente de exceso de peso en familiar o cuidador</b>										
Si	129	49	38,0	80	62,0	10,3; p=0,001	2,3	1,3-4,0		
No	147	30	20,4	117	79,6					
Sin dato 2										
<b>Peso al nacer</b>										
Bajo	33	8	24,2	25	75,8	1,02; p=0,598	1,2	0,5-3,0		
Adecuado	188	55	29,3	133	70,7					
Macrosómico	7	1	14,3	6	85,7					
Sin dato	50					0,5	0,1-5,0			
<b>Lactancia materna exclusiva</b>										
Menos de 6 meses	109	31	28,4	78	71,6			0,027; p=869	1	1-1
Hasta 6 meses	131	36	27,5	95	72,5					
Sin dato	38									

\*Respuestas de 142 niños quienes realizaban algún deporte

**Tabla 4.** Relación entre exceso de peso de los niños con factores institucionales

Variable	Total n	Exceso de peso				Prueba (Valor P)	RP	IC
		Si		No				
		n	%	n	%			
<b>Tipo de institución</b>								
Oficial	90	27	30	63	70,0	X <sup>2</sup> : 0,097; p= 0,755	1	1-1
No oficial	188	53	28,2	135	71,8			
<b>Ofrecen alimentos en la institución</b>								
Si	267	77	28,8	190	71,2	X <sup>2</sup> : 0,013; p= 1,000	1	1-1
No	11	3	27,3	8	72,7			
<b>Persona que elabora la minuta</b>								
Secretaría	10	2	20,0	8	80,0		0,6	0,1-3,1
Docente	3	1	33,3	2	66,7			
Director de la institución	7	3	42,9	4	57,1	X <sup>2</sup> : 8,59; p= 0,072	1,9	0,4-8,9
Manipulador de alimentos	3	3	100,0	0	0,0			
Nutricionista	244	68	27,9	176	72,1		1	1-1
Sin dato	11							
<b>Nutricionista en el jardín</b>								
Si	151	49	32,5	102	67,5	X <sup>2</sup> : 2,16; p= 0,140	0,6	0,3-1,1
No	127	31	24,4	96	75,6			
<b>Alimentación en el jardín</b>								
Si	252	69	27,4	183	72,6	X <sup>2</sup> : 1,7; p:0,18	0,5	0,2-1,3
No	25	10	40,0	15	60,0			
Sin dato	1							
<b>Proveedor de los alimentos consumidos en el jardín</b>								
El jardín	169	48	28,4	121	71,6	X <sup>2</sup> :4,057; p=0,131	1	1-1
Los padres	66	23	34,8	43	65,2			
Ambos	37	6	16,2	31	15,9	0,4	0,1-1,2	
Sin dato	6							

## Exceso de peso en niños de 2 a 5 años

**Tabla 5.** Relación entre el exceso de peso de los niños que llevaban lonchera y alimentos en ella

Alimentos que los padres incluyen en la lonchera	Exceso de peso				X <sup>2</sup> : valor de p	RP	IC	
	Si		No					
	n	%	n	%				
<b>Gaseosas y refrescos</b>								
Si	57	19	33,3	38	66,7	1,3; p=0,23	1,6	0,7-4,0
No	48	11	22,9	37	77,1			
<b>Golosinas</b>								
Si	51	15	29,4	36	70,6	0,03; p=0,85	1	1-1
No	54	15	27,8	39	72,2			
<b>Fritos</b>								
Si	11	5	45,5	6	54,5	1,8; p=0,16	2,3	0,6-8,5
No	93	24	25,8	69	74,2			
Sin dato	1							
<b>Alimentos de paquetes</b>								
Si	63	20	31,7	43	68,3	1,10; p=0,27	1	1-1
No	41	9	22,0	32	78,0			
Sin dato	1							
<b>Cereales y tubérculos</b>								
Si	33	6	18,2	27	81,8	2,5; p=0,11	0,4	0,1-1,2
No	72	24	33,3	48	66,7			

observó un incremento en la RP ajustada respecto al análisis bivariado, de 2,5 si el menor prefería ver televisión en su tiempo libre y de 1,5 para la probabilidad de presentar exceso de peso cuando se tenía este antecedente en la familia o cuidador (Tabla 6).

Cabe anotar, que, aunque en el análisis bivariado no se encontró asociación entre el exceso de peso con inasistencia a los controles de crecimiento y desarrollo; ni con la no inclusión de cereales y tubérculos en la lonchera, en el modelo regresión logística al ser ajustado por las otras variables incluidas en el modelo, si se observó. Los niños

que no asistieron al programa de crecimiento y desarrollo presentaron 3,1 más probabilidades de tener exceso de peso, con relación a quienes si asistían al programa en mención. Así mismo, los niños que no incluían cereales ni tubérculos en su lonchera, tenían una probabilidad de 5,5 de padecer exceso de peso, frente a aquellos que si los incluían (Tabla 6)

### DISCUSIÓN

Los principales hallazgos del presente estudio son: la alta prevalencia de exceso de peso encontrada en los niños asistentes a los jardines infan-

**Tabla 6.** Factores relacionados con exceso de peso incluidos en el modelo de regresión logística

Variable	RP Crudo	IC 95%	RP Ajustado	IC 95%	
Asistencia a control de crecimiento y desarrollo	Si	1,0	1,0-1,0	1,0	1-1
	No	0,5	0,3-1,0	4,1	1,2 -14,1
Preferencia por ver televisión y videojuegos en el tiempo libre	Si	1,9	1,1-3,4	4,4	1,1- 17,7
	No	1,0	1,0-1,0	1,0	1,0-1,0
Antecedente de exceso de peso en familiares o cuidador	Si	2,3	1,3-4,0	3,8	1,1-13,3
	No	1,0	1,0-1,0	1,0	1,0-1,0
Cereales y tubérculos en la lonchera	Si	1,0	1,0-1,0	1,0	1,0-1,0
	No	0,4	0,1-1,2	5,5	1,2-26,1

tiles de Envigado (28,8%) y que los factores asociados con el mismo son la inasistencia a los controles de crecimiento y desarrollo, la preferencia del menor por ver televisión o los videojuegos, los antecedentes familiares de exceso de peso y la no inclusión de cereales o tubérculos en la lonchera.

El exceso de peso encontrado en el presente estudio, se encuentra por encima de algunas prevalencias reportadas a nivel local, nacional e internacional. En el municipio de Envigado, por ejemplo, para el año 2013 en los niños menores de 5 años pertenecientes al programa de complementación alimentaria para niños, niñas y adolescentes se reportó una prevalencia de 20,1% (14); a nivel de Colombia, la ENSIN, para el año 2010, reportó para los menores de 5 años una prevalencia de sobrepeso de 5,2% y de obesidad de 1,0% (8). La prevalencia encontrada es concordante con el aumento a un ritmo alarmante a nivel mundial de estas patologías, pues en el año 2013, de los 7.137 millones de habitantes del mundo, 42 millones de niños y niñas menores de 5 años, presentaron sobrepeso (7).

En cuanto a los factores asociados con el exceso de peso, de los niños estudiados se encontró que, un alto porcentaje de quienes lo presentan, tiene antecedentes familiares del mismo, hallazgo concordante con los otros investigadores de Cuba y Brasil (20-21); en especial cuando ambos progenitores presentan esta condición, e incluso mayor cuando es la madre quien la padece (5, 22-23); debido a que esta situación, se ha asociado con el incremento de tejido adiposo durante la vida fetal; aumentando el riesgo de peso elevado en el recién nacido (24).

Así mismo, se ha determinado que la probabilidad en la descendencia de la presencia de exceso de peso es del 80%, cuando ambos progenitores son obesos, del 40% cuando uno solo lo es, y de 3 a 7%, cuando ninguno de los progenitores presenta la enfermedad (25). Por otra parte, algunos estudios demográficos, con diferentes diseños de datos familiares han determinado que hay parte de la masa o grasa corporal que puede ser heredada, o sea, que por transmisión genética puede encontrarse que entre el 24% y 70% de los casos con

exceso de peso se presenta por esa transmisión hereditaria (26).

Para minimizar tal riesgo, se propone implementar un sistema de vigilancia epidemiológica intersectorial, gestionado desde la Dirección Local de Salud, para abordar el sobrepeso y la obesidad, con un enfoque de prevención y control, orientada a minimizar los indicadores de morbilidad y mortalidad por causa de enfermedades crónicas no transmisibles, que hoy están presentes en población cada vez más joven y disminuir el riesgo de padecerla en la población infantil.

La preferencia de los menores por ver televisión y el uso de videojuegos para ocupar el tiempo libre, constituye un factor de riesgo para el exceso de peso, hallazgo similar ha sido reportado en otros estudios, en los cuales lo relacionan con el sedentarismo al que se exponen, al disminuir el tiempo dedicado a la práctica de actividades al aire libre, pérdida del interés por su realización y el reemplazo de la misma, por ver televisión y por el uso de tabletas y demás aparatos electrónicos (10-11, 27). Varios autores confirman la relación evidente entre la exposición del niño a los diversos medios electrónicos y el desarrollo de la obesidad, además, cuanto más tiempo se dedique a los mismos, más notorias son las posibilidades de desarrollar esta enfermedad (20, 25, 28). Es importante tener en cuenta, que esta decisión no solo compete al niño, gran parte de la responsabilidad recae en los padres y cuidadores, frente a la elección de ver televisión o practicar un deporte por parte de los niños. Es prioritario fomentar, desde las instituciones educativas, en conjunto con las Secretarías de Salud y Educación, programas que incentiven la práctica del ejercicio físico y promuevan la alimentación balanceada del grupo familiar.

Por otra parte, es notoria la asociación encontrada entre el exceso de peso y la falta de asistencia a controles de crecimiento y desarrollo. En este pun-

to vale la pena resaltar la importancia que tiene este programa en la detección de alteraciones en los menores de 10 años, mediante el cual se garantiza la atención periódica y sistemática, a fin de detectar enfermedades oportunamente, facilitar su diagnóstico y tratamiento, reducir la duración de la misma, evitar secuelas, disminuir la incapacidad y prevenir la muerte, con objetivos entre los que se destaca la vigilancia y control de la buena nutrición y la educación a padres y/o cuidadores en estos referentes y que se encuentra normatizado para Colombia (29). Además, con dicho programa se garantiza la atención integrada de enfermedades prevalentes de la infancia, entre las que la obesidad y el sobrepeso cobran vital importancia, con definiciones operativas y enfoques de tratamiento específicos (30). Por ello se ha considerado el control de crecimiento y desarrollo como una medida de prevención, pues en él, se desarrolla el monitoreo del peso, de acuerdo con la dinámica de cambio esperada, principalmente durante los primeros cinco años de vida (24). Sin embargo, ante los hallazgos del presente estudio, se hace necesario mencionar que todos los niños participantes, se encuentran afiliados a un régimen de seguridad social, en el cual se debe garantizar, desde las instituciones de salud, la demanda inducida y asistencia al programa de crecimiento y desarrollo.

Puesto que a los jardines infantiles los niños asisten seis horas, se espera que ingieran allí al menos una comida principal, en la cual incluyan tubérculos y cereales, alimentos que además de calorías suministradas en forma de almidón, contienen algo de fibra y algunos micronutrientes. La no inclusión de estos alimentos en la lonchera aumenta la probabilidad de presentar exceso de peso, esto podría ser el reflejo de que los alimentos escogidos para reemplazar los tubérculos y cereales, fueran aquellos ultraprocesados (golosinas, dulces o los alimentos de paquetes) de

alta densidad energética y favorecedores de la ingestión de excesos energéticos contribuyendo al exceso de peso.

En esta investigación se indagó por la práctica de un deporte y la frecuencia de su realización. Aunque no se encontró asociación estadísticamente significativa, entre la ausencia en la práctica de un deporte y el exceso de peso; llama la atención la baja proporción de sujetos que tienen este hábito (51,2%), y de ellos la mayoría, la realice solo una vez por semana. Igualmente, la baja frecuencia de prácticas deportivas en las instituciones educativas, a pesar que todas incluyen esta práctica, la mayoría de los niños solo la realizan una a dos veces por semana. El sedentarismo en las instituciones forma parte de las condiciones obesogénicas, en muchos casos el recreo se utiliza mayormente para comprar y consumir alimentos, y la clase de educación física es la única oportunidad para realizar actividad física, la cual a su vez, se brinda una vez a la semana con poco interés y valor curricular (31). Esto deja de lado las recomendaciones de la OMS (32) que plantea que los niños y jóvenes de 5 a 17 años inviertan como mínimo 60 minutos diarios en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa, en el contexto de la familia, la escuela o las actividades comunitarias.

Por otra parte, se evidencia que no todas las instituciones educativas cuentan con personal capacitado para dirigir la actividad física en los jardines, hecho concordante con algunas escuelas de México, donde existen limitaciones de recurso humano, espacios y materiales para la práctica de actividad física (31). Sin tener en cuenta la recomendación de la Unesco (33), que establece que todo el personal que asuma la responsabilidad profesional de la educación física y el deporte debe tener la competencia y la formación apropiadas, deben ser en número suficiente, con perfeccionamiento continuo que garantice niveles de especialización adecuados.

Otro factor que se ha referenciado por algunos autores, relacionado con el exceso de peso en los niños, es la práctica de la lactancia materna, se ha encontrado que existe un riesgo nueve veces mayor de padecer obesidad en los niños lactados artificialmente, pues la leche materna es superior a las fórmulas derivadas de la leche de vaca y de otras fuentes, porque los nutrientes que contiene (proteínas, grasas, hidratos de carbono, minerales, vitaminas y agua) están en cantidad y proporción adecuadas para lograr una máxima biodisponibilidad en el niño menor de un año (22, 34). Se propone entonces, a la Secretaría de Salud y a la Dirección de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Envigado, fortalecer las acciones realizadas por la red de apoyo a la lactancia materna, con el fin de promover la práctica exclusiva de lactancia hasta los seis meses y complementaria hasta los dos años o más e insistir en la introducción de la alimentación complementaria en los menores, después de los seis meses de edad.

Por otra parte, el hecho de recibir alimentos en el jardín se ha asociado con el exceso de peso. En algunos estudios se destaca como un factor de riesgo enmarcado dentro de ambientes obesogénicos, porque los escolares tienen hasta cinco oportunidades de comer en cuatro horas y media de asistencia a la escuela, con poca disponibilidad de frutas y verduras. Adicionalmente, estas instituciones carecen de sistemas de control, evaluación y supervisión directa y continua, de manera que se sigue encontrando que en los kioscos "saludables" predominan la venta de alimentos de alta densidad energética, escaso valor nutricional y muy bajo costo, lo cual permite a los niños acceder fácilmente a ellos (31).

En otros países el suministro de alimentos en la institución se considera un factor protector de la alimentación del niño, tal es el caso de Chile específicamente, donde la oferta de alimentos en los

## Exceso de peso en niños de 2 a 5 años

establecimientos es fija, conocida y responde a las bases técnicas definidas por la Junta Nacional de Jardines Infantiles (11).

Proteger la alimentación de los niños es el mismo objetivo perseguido por la mayoría de los jardines infantiles participantes en el presente estudio, en los que la minuta es elaborada por un nutricionista, para garantizar la oferta de una alimentación balanceada. El problema encontrado es que algunos padres de familia prefieren proveer ellos mismos los alimentos consumidos por el niño en el jardín, en lugar de los ofrecidos en la institución o adicional a ellos. Incluso en algunas instituciones hay expendio de alimentos independientemente de los ofrecidos en la minuta, desconociendo los planteamientos de la ley de obesidad y sus competencias frente al tema (36).

Aunque en la muestra de niños asistentes a los jardines infantiles de Envigado no se encontró asociación entre exceso de peso e inclusión de gaseosas y golosinas en la lonchera, en otras investigaciones, entre ellas una realizada en Chile, han reportado una correlación positiva entre el consumo de alimentos azucarados (postres) y bebidas con la incidencia de sobrepeso y obesidad en preescolares y niños mayores (35), evidenciándose además que el exceso en la ingesta energética proviene del hogar, debido a la mayor oferta de alimentos de menor calidad, lo que empeora más aún durante el fin de semana, en todos los preescolares (11), lo cual se relaciona con lo encontrado en la presente investigación, donde la mayoría de los niños incluyen dentro de la alimentación en casa, alimentos endulzados, comidas rápidas, grasas, alimentos fritos, gaseosas y alimentos de paquete, que para esta población se pueden tomar como conductas de riesgo que podrían llevar a los niños, que hoy gozan de un adecuado estado nutricional, a presentar sobrepeso u obesidad más adelante, aun consideran-

do que en la etapa escolar es poco el control que se puede ejercer en la calidad de los alimentos que el menor puede consumir, en especial en la institución cuando son autónomos de manejar su mesada a preferencia. Por tanto, se sugiere a las instituciones educativas implementar y fortalecer programas de educación continua dirigida a padres de familia y cuidadores, así como al personal de la institución en temas relacionados con nutrición infantil y la importancia de la actividad física. Además, por parte de la Secretaría de Salud, la formulación de estrategias sectoriales y políticas públicas sostenibles y operativas, encaminadas a dar cumplimiento a lo estipulado en la ley 1355 de prevención de obesidad (36).

En conclusión, en los niños asistentes a los jardines infantiles de Envigado, se comprobó que los antecedentes familiares de obesidad y el sedentarismo, reflejado por la preferencia por la televisión y los videojuegos, están asociados con el exceso de peso. Igualmente, se encontró que la inasistencia a los controles del programa de crecimiento y desarrollo es un factor de riesgo de exceso de peso, lo mismo que la no inclusión en la lonchera de tubérculos, ni cereales.

## CONFLICTO DE INTERESES

Certificamos que el manuscrito no contiene material protegido por derechos de reproducción, ni genera conflicto de intereses.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Salud del municipio de Envigado-Antioquia por su apoyo financiero, logístico y técnico. A la Secretaría de Educación por el apoyo logístico brindado en las instituciones educativas. A las instituciones educativas por su apoyo, colaboración y participación durante la investigación. A la Facultad de Fisioterapia y a

los estudiantes de 5° semestre por el apoyo en la recolección de datos. A la Nutricionista Dietista Ana Lucía Correal Arango por su apoyo y colaboración en el desarrollo de la investigación. Al

equipo de la Dirección de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Secretaría de Salud de Envigado por sus aportes técnicos y apoyo a la investigación realizada.

## Referencias

1. Paris E, Sánchez I, Beltramino D, Copto A, Meneghello. *Pediatra*. 6 ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2013. vol. 1 p. 234.
2. OMS. *Sobrepeso y obesidad infantiles: estrategia mundial sobre régimen alimentario actividad física y salud*. Ginebra; 2012. [citado mayo de 2013]. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>
3. Kaplan HI, Sadock B. *Sinopsis de psiquiatría: ciencias de la conducta*. 10 ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2009. p. 739-40.
4. Conferencia Internacional sobre Nutrición (2.: Roma: 19-21 de noviembre de 2014). *Memorias*. Roma: FAO; 2014. [citado julio de 2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/about/meetings/icn2/preparations/document-detail/es/c/253843/>
5. García E, Vázquez M, Galera R, Alias, Gómez S. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Rev Endocrinol Nutr*. 2013;121-6.
6. Population Reference Bureau. *Cuadro de datos de la población mundial 2013*. Washington; 2013. [citado marzo de 2015]. Disponible en: [http://www.prb.org/pdf14/2013-population-data-sheet\\_spanish.pdf](http://www.prb.org/pdf14/2013-population-data-sheet_spanish.pdf)
7. OMS. *Obesidad y sobrepeso. Datos y cifras*. Ginebra; 2015. [citado marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
8. ICBF, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de la Protección Social, Encuesta nutricional de situación nutricional en Colombia (ENSIN) 2010: resumen ejecutivo. Bogotá; 2011. p. 8.
9. ICBF, Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Profamilia, Universidad de Antioquia. Encuesta nutricional de situación nutricional en Colombia (ENSIN) 2005. Bogotá; 2005. p. 76-80.
10. Martínez K. *Obesidad infantil y sus factores de riesgo*. Veracruz: Universidad Veracruzana; 2011.
11. Cancino R, Soto V. *Obesidad infantil un problema de salud pública. Módulo I: Tendencias en salud pública: salud familiar y comunitaria y promoción*. Programa de diplomado en salud pública y salud familiar. Santiago: Universidad Austral de Chile; 2007.
12. México. Comisión Federal de Mejora Regulatoria. *El problema de obesidad en México: diagnóstico y acciones regulatorias para enfrentarlo*. México: Secretaría de Gobierno; 2012.
13. Envigado. Secretaría de Salud. *Situación de salud 2010*. Envigado: Alcaldía; 2011. p. 52.
14. Envigado. Secretaría de Salud. *Situación de salud 2013*. Envigado: Alcaldía; 2014. p. 68.
15. Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Ribas Barba L, Serra Majem L. Epidemiología y factores determinantes de la obesidad infantil y juvenil en España. *Rev Ped Aten Primaria*. 2005;17(supl 1):13-20.
16. WHO Anthro. *Software para evaluar el crecimiento y desarrollo de los niños del mundo*. Geneva; 2009. [citado marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.OMS.int/childgrowth/software/en/>
17. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 2121 de 2010 de junio 9, por la cual se adoptan los patrones de crecimiento publicados por la OMS, en el 2006 y 2007 para los niños, niñas y adolescentes de 0 a 18 años de edad y se dictan otras disposiciones. Bogotá; 2010.

## Exceso de peso en niños de 2 a 5 años

18. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Helsinki; 1964. [citado marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>
19. Tribunal Internacional de Núremberg. Código de Núremberg: normas éticas sobre experimentación en seres humanos: 1946. [citado marzo de 2015]. Disponible en: <http://www.bioeticanet.info/documentos/Nuremberg.pdf>
20. Puente M, Ricardo T, Fernández R. Factores de riesgo relacionados con la obesidad en niñas y niños menores de 5 años. Santiago de Cuba, 2009. *Medisan*. 2013;17:1065.
21. Nobre L, Silva K, Castro S, Lopes L. Early determinants of overweight and obesity at 5 years old in preschoolers from inner of Minas Gerais, Brazil. *Nutr Hosp*. 2013;28:764-71.
22. Suárez N, Céspedes E, Cabrera B, Rodríguez K, Agüero E, Castro E, et al. Factores determinantes de sobrepeso y obesidad en infantes de un círculo infantil. *CorSalud*. 2012;4:185-90.
23. Cordero M, Sánchez A, Madrid N, Mur N, Expósito M, Hermoso E. Lactancia materna como prevención del sobrepeso y la obesidad en el niño y el adolescente. Revisión sistemática. *Nutr Hosp*. 2015;31:606-20.
24. Guerra Cabrera C, Cabrera Romero A, Santana Carballosa I, González HA, Almaguer Sabina P, Urra Coba T. Manejo práctico del sobrepeso y la obesidad en la infancia: ¿Una nueva batalla? *MediSur*. 2009;7:61-9.
25. Rodríguez R. La obesidad infantil y los efectos de los medios electrónicos de comunicación. *Invest Salud*. 2006; 8:95-8.
26. OPS. La obesidad, un nuevo reto para las comunidades. Washington; 2000. [citado febrero de 2015]. Disponible en: [http://publications.paho.org/spanish/Informaci%25f3n\\_sobre\\_obesidad.pdf](http://publications.paho.org/spanish/Informaci%25f3n_sobre_obesidad.pdf)
27. Calzada R. Prevención, diagnóstico y tratamiento de la obesidad en niños y en adolescentes. *Rev Endocrinol Nutr*. 2004;12(supl 3):143-7.
28. Vasconcellos M Barros, Anjos LA dos, Vasconcellos MTR. Estado nutricional e tempo de tela de escolares da Rede Pública de Ensino Fundamental de Niterói, Rio de Janeiro. *Cad Saúde Pública*. 2013;29:713-22.
29. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Norma técnica para la detección temprana de las alteraciones del crecimiento y desarrollo en el menor de 10 años. Bogotá; 2000.
30. García D, Borda C, Tovar S, Luque R, Arciniegas L, Ocampo J, et al. Atención integrada a las enfermedades prevalentes de la infancia. 2 ed. Bogotá; 2012.
31. Barquera S, Rivera J, Campos I, Hernández L, Santos-Burgoa C. Acuerdo nacional para la salud alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. México: Secretaría de Salud; 2010.
32. OMS. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Ginebra; 2010. [citado febrero de 2015]. Disponible en: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/es/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/)
33. Unesco. Carta Internacional de la educación física y el deporte. París; 1978. [citado febrero de 2015]. Disponible en: <http://goo.gl/CRNQzJ>
34. Saavedra JM, Dattilo AM. Factores alimentarios y dietéticos asociados a la obesidad infantil: recomendaciones para su prevención antes de los dos años de vida. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 2012;29: 379-85.
35. Vásquez F, Salazar G, Rodríguez M, Andrade M. Comparación entre la ingesta alimentaria de preescolares obesos y eutróficos asistentes a jardines infantiles de Junji de la zona Oriente de Santiago. *ALAN*. 2007; 57:343-8.
36. Colombia. Congreso de la República. Ley 1355 de 2009 (octubre 14). Por medio de la cual se define la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a ésta como una prioridad de salud pública y se adoptan medidas para su control, atención y prevención. Bogotá: 2009.

# INVESTIGACION

## Comparación de la composición corporal obtenida por bioimpedancia e hidrodensitometría en mujeres de 38 a 60 años de Medellín-Colombia

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA  
ISSN 0124-4108  
Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia  
Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015, p. 141-150

Artículo recibido: 10 de mayo de 2015  
Aprobado: 6 de agosto de 2015

Juan C. Aristizábal<sup>1,2</sup>; Sara M. Olaya-Ramírez<sup>2</sup>; Argenis Giraldo<sup>2</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** la bioimpedancia es un método de estimación de la composición corporal rápido, económico y portátil. **Objetivo:** comparar la composición corporal obtenida por bioimpedancia e hidrodensitometría en mujeres de Medellín-Colombia. **Materiales y métodos:** se evaluó el porcentaje de grasa corporal de 50 voluntarias. Se utilizó como método de referencia la hidrodensitometría con medición simultánea del volumen residual pulmonar. Se midió la bioimpedancia mano-pie y se estimó el porcentaje de grasa corporal con las ecuaciones de Kotler y Sun. La bioimpedancia pie-pie se midió con báscula Tanita. El análisis estadístico empleó t-student pareada, error estándar del estimado y prueba Bland-Altman. **Resultados:** el porcentaje de grasa corporal obtenido por hidrodensitometría fue (33,3±5,6). Sun y Kotler estimaron porcentajes de grasa similares ( $p > 0,05$ ) a la hidrodensitometría (34,0±4,8 y 34,4±6,0, respectivamente). Tanita estimó un porcentaje de grasa diferente al método de referencia (30,1±5,8,  $p = 0,000$ ). La bioimpedancia presentó un bajo grado de acuerdo con la hidrodensitometría: Sun (Bland-Altman: -0,73 IC95%: -9,9; 8,4), Kotler (Bland-Altman: -1,1 IC95%: -10,7; 8,5) y Tanita (Bland-Altman: 3,2 IC95%: -5,8; 12,2). **Conclusiones:** las ecuaciones de Sun y Kotler estiman de forma adecuada el porcentaje de grasa corporal grupal, pero presentan poca concordancia con la hidrodensitometría en la estimación de la composición corporal individual. La báscula Tanita presentó las mayores diferencias con la hidrodensitometría en la estimación del porcentaje de grasa corporal grupal e individual.

**Palabras clave:** composición corporal, antropometría, grasa corporal, impedancia eléctrica, hidrodensitometría.

1 Grupo de Investigación en Fisiología y Bioquímica (PHYSIS), Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia UdeA. Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

[juan.aristizabal@udea.edu.co](mailto:juan.aristizabal@udea.edu.co)

2 Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad de Antioquia UdeA. Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

Como citar este artículo: Aristizábal JC, Olaya SM, Giraldo A. Comparación de la composición corporal obtenida por bioimpedancia e hidrodensitometría en mujeres de 38 a 60 años de Medellín-Colombia. *Perspect Nutr Humana*. 2015;17: 141-150.

DOI:10.17533/udea.penh.v17n2a04

## Comparison of body composition assessment by bioimpedance versus hydrodensitometry in women 38 to 60 years old from Medellín-Colombia

### Abstract

**Background:** Body composition assessment by bioimpedance is non-invasive, inexpensive and portable. **Objective:** To assess the validity of bioimpedance to estimate fat mass percentage (%FM) in women. **Materials and methods:** This is a cross-sectional study with a sample of 50 women, 38 to 60 years old. Hydrodensitometry with simultaneous measurement of the lung residual volume was used as the reference method. The %FM was assessed by the bioimpedance hand-to-foot technique using the equations of Sun and Kotler. A Tanita body composition scale was used to estimate the %FM with the bioimpedance feet-to-feet technique. **Results:** The %FM estimated by Sun (34,0±4,8) and Kotler (34,4±6,0) were not different ( $p > 0,05$ ) from the %FM obtained by hydrodensitometry (33,3±5,6). The %FM estimated by Tanita differed from the reference method (30,1±5,8,  $p = 0,000$ ). BIA equations and Tanita showed low agreement with hydrodensitometry: Sun (Bland-Altman: -0,73 CI95%: -9,9; 8,4), Kotler (Bland-Altman: -1,1 CI95%: -10,7; 8,5) and Tanita (Bland-Altman: 3,2 CI95%: -5,8; 12,2). **Conclusions:** In this specific population of women, hand-to-foot bioimpedance with Sun and Kotler equations accurately estimated the %FM of the whole group, but these equations lacked validity to assess the individual %FM. The Tanita body composition scale lacked validity to assess both; individual and group %FM.

**Key words:** body composition, anthropometry, fat body, hydrodensitometry, bioelectrical impedance.

### INTRODUCCIÓN

La obesidad se define como una acumulación excesiva de grasa corporal que incrementa el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (1). En Colombia, la prevalencia de obesidad evaluada por el índice de masa corporal ( $IMC \geq 30 \text{ Kg/m}^2$ ) en mujeres adultas pasó de 16,6% en 2005 a 20,1% en 2010 (2-3). Para una adecuada prevención, monitoreo y tratamiento de la obesidad, se requieren métodos de evaluación de la composición corporal fáciles de transportar, rápidos y económicos. La aplicación de la bioimpedancia (BIA) permite estimar el contenido de grasa corporal de forma práctica y segura (4-5). Sin embargo, existe escasa información de la validez de este método en mujeres adultas colombianas.

La BIA es la oposición que ofrecen los tejidos corporales al paso de la corriente eléctrica, la cual es alta en la masa grasa y baja en la masa libre

de grasa (MLG) (6-7). Para la medición de la BIA se utilizan técnicas como la mano-pie y la pie-pie; en la técnica mano-pie se colocan dos electrodos de gel en la mano derecha y dos electrodos en el pie derecho; en la técnica pie-pie se emplean dos electrodos metálicos en cada pie (4-5). En general, los valores de BIA se emplean en ecuaciones de predicción del contenido de agua corporal total o de la MLG. Luego, se estima la masa grasa al restar del peso corporal total la MLG (5).

Existen múltiples ecuaciones de BIA que utilizan la medición mano-pie para estimar la composición corporal. La ecuación de Kotler y colaboradores (8) viene incluida en el software del equipo BIA Quantum II de RJL Systems®. Esta ecuación fue diseñada en hombres y mujeres de diversos grupos étnicos (blanco, negro e hispano). La ecuación de Sun y colaboradores (7) se diseñó para la tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de los Es-

tados Unidos (NHANES III), con una muestra de hombres y mujeres, blancos y negros. Las ecuaciones de Kotler y Sun no incluyen ajuste por grupo étnico, dado que los autores encontraron que la etnia tenía poco efecto en la estimación de la composición corporal por BIA, y que el objetivo de los investigadores era generar ecuaciones que se utilizaran en diferentes grupos de población (7-8).

A diferencia de las ecuaciones que emplean la técnica BIA mano-pie para estimar la composición corporal, existe poca información acerca de las ecuaciones de BIA que emplean la técnica pie-pie. Generalmente, los diseñadores de equipos de BIA pie-pie no publican las ecuaciones, lo cual dificulta el análisis de los resultados (4). Sin embargo, por su fácil aplicación, bajo costo y practicidad, la técnica pie-pie es utilizada por diversos equipos de BIA que se encuentran en el mercado, entre los más utilizados en Colombia se encuentra las básculas Tanita.

En Colombia, algunos estudios realizados en mujeres jóvenes (18 a 40 años) con la técnica BIA pie-pie y la técnica BIA mano-pie (aplicando diversas ecuaciones) reportan poca validez de éste método en la estimación de la composición corporal (9-10). Sin embargo, existe escasa información acerca de la validez de la BIA para estimar la composición corporal en mujeres adultas de edad media. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar los valores de la composición corporal obtenidos por hidrodensitometría con los resultados de la báscula Tanita y las ecuaciones de BIA de Sun y Kotler en mujeres de 38 a 60 años de Medellín-Colombia.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Tipo de estudio y participantes.** Se realizó un estudio descriptivo transversal con una muestra a conveniencia de 50 mujeres voluntarias entre 38 y 60 años de Medellín-Colombia. Los criterios

de exclusión fueron: tener implantes de silicona, prótesis o marcapasos; estar en embarazo; presentar enfermedades pulmonares u otra condición fisiológica que interfiriera con la realización de las pruebas o alterara los resultados. Adicionalmente, se verificó que las voluntarias cumplieran con los siguientes criterios antes de realizar las pruebas: no estar en los cinco días anteriores o posteriores al período menstrual; no haber realizado actividad física intensa o haber consumido alimentos productores de gases intestinales en las últimas 24 horas; no haber fumado y consumido alimentos por lo menos cuatro horas antes de la prueba, al momento de la misma no portar joyas, accesorios o maquillaje. Las evaluaciones se realizaron entre las 7:00 am y 9:30 am en el Laboratorio de Antropometría y Composición Corporal de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia en Medellín-Colombia.

**Hidrodensitometría.** La hidrodensitometría se utilizó como método de referencia para estimar el porcentaje de grasa corporal (%GC) (11). Fuera del agua, se midió el peso corporal (báscula Detecto de 0,1 kg de precisión) y la estatura (antropómetro GPM de 0,1 centímetro de precisión) siguiendo las técnicas descritas por Lohman (12). Dentro del agua, las voluntarias fueron pesadas al final de una espiración forzada (báscula Chatillon de 0,02 kg de precisión; tanque fibra de vidrio), con la medición simultánea del volumen residual pulmonar (espirómetro VMAX 22, Sensor Medics), por la técnica de barrido de nitrógeno (13). El volumen corporal ( $V_c$ ) se obtuvo por la diferencia entre el peso fuera del agua ( $P_{fa}$ ) y el peso dentro de esta ( $P_{ea}$ ), corregido por la densidad del agua ( $D_a$ ), así:  $V_c = (P_{fa} - P_{ea}) / D_a$ . Al  $V_c$  se le restaron el volumen pulmonar residual y el volumen del gas intestinal, del cual se acepta un promedio de 0,1 L en adultos (13). La densidad corporal ( $D_c$ ) se obtuvo de dividir el  $P_{fa}$  por el  $V_c$ , y se calculó el %GC con la ecuación de Siri:  $\%GC = 4,95 / D_c - 4,50$  (13).

## Composición corporal estimada por bioimpedancia

**Bioimpedancia.** Se aplicaron dos técnicas de medición de BIA, mano-pie y pie-pie. La BIA mano-pie se realizó con un equipo tetrapolar (RJL Systems Quantum II). Diez minutos antes de la medición de la BIA, las voluntarias se acostaron en decúbito supino sobre una mesa de madera alejada de fuentes eléctricas. A las voluntarias se les colocaron cuatro electrodos en el hemicuerpo derecho; dos en la mano y dos en el pie, según las instrucciones del fabricante (14). Los valores de resistencia (R) y bioimpedancia (Z) se emplearon para estimar la MLG con las ecuaciones de Kotler (8):  $MLG = 0,88 [(Estatura^{1,97} / Z^{0,49}) \times (1,0 / 22,22)] + (0,081 \times Peso) + 0,07$  y de Sun (7):  $MLG = -9,53 + (0,69 \times Estatura^2 / R) + (0,17 \times Peso) + (0,02 \times R)$ .

La BIA pie-pie se realizó con una báscula Tanita (TBF-300) de acuerdo con las instrucciones del fabricante (15). Este equipo estima la composición corporal por medio de ecuaciones que utilizan los valores de la bioimpedancia, el peso corporal, la estatura, la edad y el sexo (15). Según el conocimiento de los autores, las ecuaciones que utiliza el equipo Tanita TBF-300 no han sido publicadas.

Cada una de las pruebas se realizó un mínimo de dos veces o hasta obtener resultados que estuvieran dentro de la variabilidad permitida del 1% para la bioimpedancia; 0,002 g/mL para la densidad corporal; 0,1 kg para el peso corporal y 0,5 cm para la estatura (12-13).

El IMC se utilizó para clasificar el peso de las voluntarias, utilizando los puntos de corte de la Organización Mundial de la Salud (16); peso adecuado ( $IMC \geq 18,5$ ;  $<25,0$ ), sobrepeso ( $IMC \geq 25,0$ ;  $<30,0$ ), obesidad ( $IMC \geq 30,0$ ).

### Análisis estadístico

Los resultados se presentan como promedio  $\pm$  una desviación estándar. Se determinó la normalidad de los datos por la prueba de Kolmogorov-

Smirnov y la homocedasticidad por la prueba de Levene. Los %GC obtenidos por bioimpedancia mano-pie y pie-pie se compararon con la hidrodensitometría mediante la prueba t-student pareada. Se utilizó el error estándar del estimado (EEE) para calcular el error de predicción del %GC de las ecuaciones de BIA y de la báscula Tanita. Se aplicó la prueba de Bland-Altman para establecer los grados de acuerdo entre los métodos (17). Se consideraron diferencias significativas los valores de  $p \leq 0,05$ .

### Consideraciones éticas

La investigación contó con la aprobación del Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia. A las participantes se les informó el objetivo del estudio y las pruebas a realizar y se obtuvo el consentimiento informado de cada una.

## RESULTADOS

Las características generales de la muestra se observan en la tabla 1. Se evaluaron 50 mujeres adultas; 56% (n=28) de las voluntarias estaba entre los 38 y 50 años, y 44% (n=22) entre los 50 y 60 años. El valor promedio del IMC ( $25,1 \pm 3,1$ ) clasificó este grupo de mujeres con sobrepeso. Sin embargo, 48% (n=24) presentó un peso corporal adecuado, 46% (n=23) sobrepeso y 5% (n=3) obesidad.

**Tabla 1.** Características generales de los participantes

Variables (n=50)	Promedio (DE)	Rango
Edad (años)	49,3 $\pm$ 6,8	38-60
Peso (Kg)	59,9 $\pm$ 7,4	44,5-81,7
Estatura (cm)	154,7 $\pm$ 5,8	142,7-173,5
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	25,1 $\pm$ 3,1	19,2-32,9
Densidad corporal (g/mL)	1,024 $\pm$ 0,012	1,003-1,057

Los resultados de composición corporal obtenidos por las ecuaciones de Sun y Kotler fueron similares a la hidrodensitometría, pero los resultados de la báscula Tanita difirieron del método de referencia (Tabla 2). Por hidrodensitometría se obtuvieron valores promedio de MLG (39,8 $\pm$ 4,2 kg), masa grasa (20,2 $\pm$ 5,2 kg) y %GC (33,3 $\pm$ 5,6%), los cuales no difirieron significativamente ( $p > 0,05$ ) de los estimados por las ecuaciones de Sun y Kotler (Tabla 2). Por el contrario, los resultados de la báscula Tanita comparados con la hidrodensitometría sobreestimaron la MLG (+1,8kg;  $p < 0,001$ ) y subestimaron ( $p < 0,001$ ) la masa grasa y el %GC (-1,8 kg y -3,2%, respectivamente).

Los EEE y los límites de acuerdo del %GC entre la hidrodensitometría y la bioimpedancia se presen-

tan en la tabla 3. Los EEE del %GC obtenido con la báscula Tanita y las ecuaciones de Sun y Kotler oscilaron entre 4,1 y 4,4. La báscula Tanita y las ecuaciones de Sun y Kotler presentaron un bajo grado de acuerdo con la hidrodensitometría en la estimación del %GC individual (Tabla 3, Figuras 1-3). En la prueba de Bland-Altman los límites superiores para la ecuación de Sun (8,4%); Kotler (8,5%) y el obtenido con la báscula Tanita (12,2%) indican que la ecuación de Sun, Kotler y la báscula Tanita pueden subestimar el %GC individual en un 8,4; 8,5 y 12,2%, respectivamente. Así mismo, los límites inferiores de la prueba de Bland-Altman indican las posibles sobrestimaciones del %GC individual que fueron para la ecuación de Sun -9,9%; Kotler -10,7% y la báscula Tanita -5,8% (Tabla 3, Figuras 1-3).

**Tabla 2.** Composición corporal obtenida por hidrodensitometría y bioimpedancia

	Hidrodensitometría Promedio (DE)	Kotler Promedio (DE)	Sun Promedio (DE)	Tanita Promedio (DE)
Masa libre de grasa (kg)	39,8 $\pm$ 4,2	39,0 $\pm$ 3,2	39,4 $\pm$ 3,7	41,6 $\pm$ 2,7*
Masa grasa (kg)	20,2 $\pm$ 5,2	21,0 $\pm$ 5,8	20,6 $\pm$ 4,9	18,4 $\pm$ 5,5*
Porcentaje de grasa (%)	33,3 $\pm$ 5,6	34,4 $\pm$ 6,0	34,0 $\pm$ 4,8	30,1 $\pm$ 5,8*

\* Diferencia significativa de Hidrodensitometría ( $p < 0,001$ ).

**Tabla 3.** Error estándar del estimado, amplitud del límite de acuerdo y límites de acuerdo del porcentaje de grasa, obtenido por hidrodensitometría y bioimpedancia

Métodos	Error estándar del estimado	Amplitud límite de acuerdo*	Límites de acuerdo†	
			Inferior	Superior
Hidrodensitometría-Sun	4,44	18,3	-9,9	8,4
Hidrodensitometría-Kotler	4,26	19,2	-10,7	8,5
Hidrodensitometría-Tanita	4,11	18,0	-5,8	12,2

\* Método de Bland y Altman: la amplitud del límite de acuerdo es la distancia entre el intervalo superior e inferior de los límites de acuerdo. †Límites de acuerdo: son los límites calculados como la diferencia promedio entre los métodos  $\pm$  dos desviaciones estándar de las diferencias.

## DISCUSIÓN

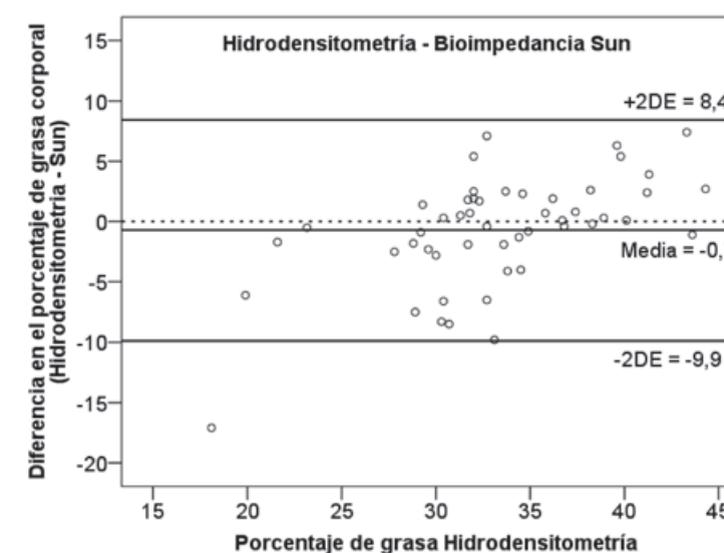
El objetivo del presente estudio fue comparar los resultados de la composición corporal obtenidos por hidrodensitometría y bioimpedancia, en mujeres adultas de edad media de Medellín-Colombia. La BIA mano-pie con las ecuaciones de Sun y Kotler, estimó de forma acertada la composición corporal grupal, sin embargo, éstas ecuaciones presentaron un bajo grado de acuerdo con la hidrodensitometría en la estimación del %GC individual. La BIA pie-pie, con la báscula Tanita, presentó diferencias significativas con la hidrodensitometría en la estimación del %GC grupal y baja concordancia con éste método en la evaluación individual. Resultados similares han sido reportados (18-21) y sugieren que la BIA mano-pie puede ser de utilidad en estudios epidemiológicos para evaluar grupos de individuos, pero ésta técnica presenta una exactitud baja en la estimación de la composición corporal individual (4,18).

Las ecuaciones de Sun y Kotler estimaron valores promedio del %GC similares a la hidrodensitometría y, presentaron EEE aceptables (<4,5%) de acuerdo con los criterios de Lohman (22). Sin embargo, éstas ecuaciones mostraron una baja concordancia con el método de referencia según la prueba Bland-Altman; el límite inferior de acuerdo para la ecuación de Sun fue de -9,9% y para la ecuación de Kotler fue de -10,7% (Figuras 1 y 2). Esto indica que la ecuación de Sun puede sobrestimar el %GC individual en un 9,9% y la de Kotler en un 10,7%. Resultados similares se han reportado en mujeres jóvenes colombianas y en otras poblaciones (9-10, 23). La baja concordancia de las ecuaciones de Sun y Kotler puede obedecer a que fueron diseñadas en grupos étnicos con características físicas diferentes a las mujeres del presente estudio (24-25). Por ejemplo, la estatura promedio en el estudio de Sun ( $163,0 \pm 0,72$  cm) y de Kotler ( $163,9 \pm 1,90$  cm) fue superior a la de

las mujeres evaluadas en el estudio de Medellín ( $154,7 \pm 5,8$  cm;  $p < 0,001$ ). Estas diferencias en estatura modifican los valores de la BIA y de la composición corporal, dado que las extremidades superiores e inferiores aportan hasta el 90% de la oposición al paso de la corriente eléctrica en la técnica mano-pie (26). Así mismo, se ha reportado que diferencias entre grupos étnicos en la densidad corporal, la distribución de la grasa y la proporcionalidad de los segmentos corporales, afectan la precisión y exactitud de la BIA (24-25).

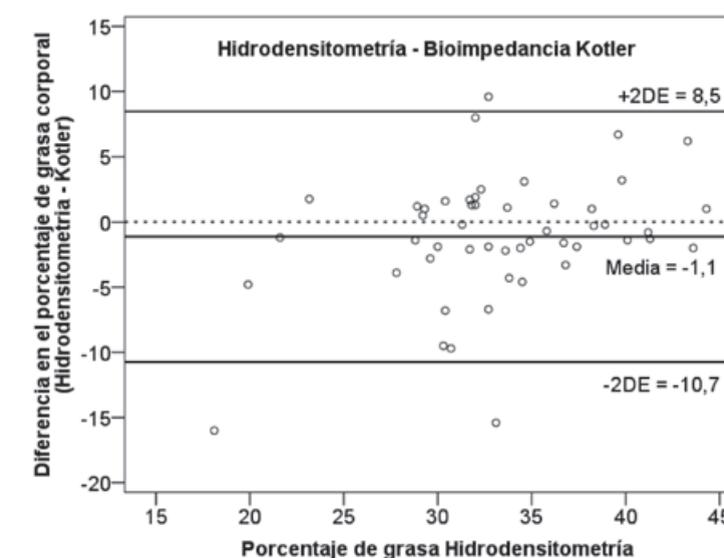
La BIA pie-pie con la báscula Tanita subestimó la masa grasa (-1,8 kg;  $p < 0,001$ ) y el %GC (-3,2%;  $p < 0,001$ ) resultados similares han sido reportados previamente (10,21,25). En la BIA pie-pie, además del sesgo que puede generar la aplicación de ecuaciones sin previa validación, existen otras posibles fuentes de error que alteran los resultados del método. Se ha sugerido que la BIA pie-pie tiene limitaciones para estimar la grasa corporal total, especialmente la que se encuentra en el segmento superior del cuerpo, dado que la corriente eléctrica atraviesa principalmente el segmento inferior (27-28). Así mismo, se ha indicado que la posición de pie puede afectar la distribución de los líquidos corporales; una mayor acumulación de agua en el segmento inferior del cuerpo podría alterar los valores de la BIA (4). Dadas las limitaciones que tiene la técnica BIA pie-pie, fabricantes de equipos como Tanita han modificado sus instrumentos para incluir dos electrodos en cada mano y en cada pie (29), dando origen a los equipos de BIA de ocho electrodos que se encuentran recientemente en el mercado.

Éste estudio presenta algunas fortalezas como la evaluación de la composición corporal con un método referencia como la hidrodensitometría. La determinación de la densidad corporal mediante el peso bajo el agua con la medición simultánea del volumen residual pulmonar, minimiza el grado de



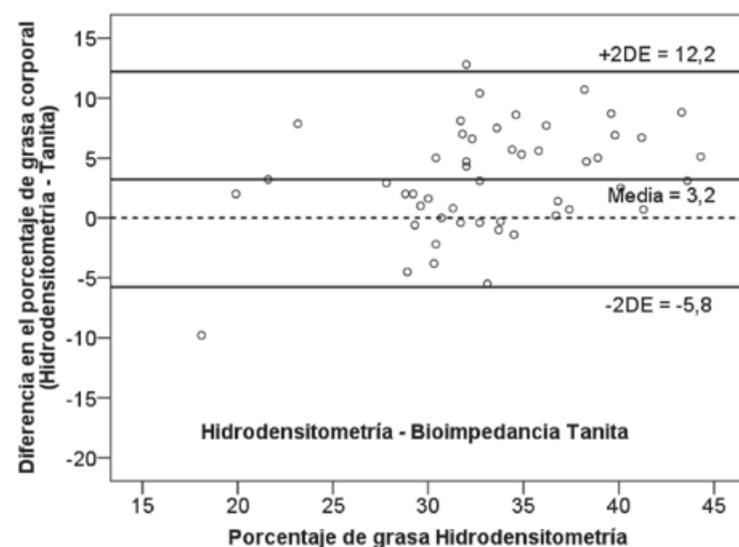
**Figura 1.** Concordancia del porcentaje de grasa corporal obtenido por hidrodensitometría y bioimpedancia mano-pie con la ecuación de Sun.

La línea discontinua representa la diferencia nula entre los métodos (cero). Las líneas continuas representan las diferencias promedio (MD) entre los métodos y los límites de acuerdo, superior e inferior, calculados como la diferencia promedio más o menos dos desviaciones estándar de las diferencias ( $MD \pm 2DE$ ).



**Figura 2.** Concordancia del porcentaje de grasa corporal obtenido por hidrodensitometría y bioimpedancia mano-pie con la ecuación de Kotler.

La línea discontinua representa la diferencia nula entre los métodos (cero). Las líneas continuas representan las diferencias promedio (MD) entre los métodos y los límites de acuerdo, superior e inferior, calculados como la diferencia promedio más o menos dos desviaciones estándar de las diferencias ( $MD \pm 2DE$ ).



**Figura 3.** Concordancia del porcentaje de grasa corporal obtenido por hidrodensitometría y bioimpedancia pie-pie con la báscula Tanita.

La línea discontinua representa la diferencia nula entre los métodos (cero). Las líneas continuas representan las diferencias promedio (MD) entre los métodos y los límites de acuerdo, superior e inferior, calculados como la diferencia promedio más o menos dos desviaciones estándar de las diferencias ( $MD \pm 2DE$ ).

error de este método en la estimación de la composición corporal (13). Sin embargo, la aplicación de la hidrodensitometría demanda gran colaboración de los sujetos y el uso de un vestido de baño; condiciones que pueden limitar la participación de los individuos. Debido a estas circunstancias los participantes de la investigación representan una muestra a conveniencia, dado que solo se analizaron los resultados de las mujeres que completaron exitosamente todas las pruebas. Por lo anterior, los resultados del estudio no se pueden generalizar a una población en particular y deben ser interpretados con cautela cuando se analiza la validez de la BIA.

En conclusión, la BIA mano-pie con las ecuaciones de Sun y Kotler estimaron de forma adecuada el %GC grupal, pero presentaron un bajo grado

de acuerdo con la hidrodensitometría en la estimación del %GC individual. La BIA pie-pie, con la báscula Tanita, presentó diferencias significativas y baja concordancia con la hidrodensitometría en la estimación del %GC grupal e individual. Se requieren estudios similares en otros grupos de la población, que además incluyan los nuevos desarrollos de la BIA como son las técnicas de ocho electrodos y la aplicación de múltiples frecuencias de corriente eléctrica, para valorar si estos avances en la tecnología BIA mejoran la exactitud del método en la estimación de la composición corporal individual.

### CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores manifiestan no tener conflicto de interés.

## Referencias

- Huxley R, Mendis S, Zheleznyakov E, Reddy S, Chan J. Body mass index, waist circumference and waist: hip ratio as predictors of cardiovascular risk: a review of the literature. *Eur J Clin Nutr.* 2010;64:16-22. doi: 10.1038/ejcn.2009.68.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Profamilia, Instituto Nacional de salud, Universidad de Antioquia. Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia: 2005. Bogotá: ICBF; 2006.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Profamilia. Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2010. Bogotá: ICBF; 2011. 512 p
- Mulasi U, Kuchnia AJ, Cole AJ, Earthman CP. Bioimpedance at the bedside: current applications, limitations, and opportunities. *Nutr Clin Pract.* 2015;30:180-93. doi: 10.1177/0884533614568155.
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD. Bioelectrical impedance analysis, part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23:1226-43. doi: 10.1016/j.clnu.2004.06.004.
- Lukaski HC. Evolution of bioimpedance: a circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(Suppl 1):S2-9. doi: 10.1038/ejcn.2012.149.
- Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr.* 2003;77:331-40.
- Kotler DP, Burastero S, Wang J, Pierson RN. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr.* 1996;64(Suppl 3):489S-97S.
- Caicedo-Eraso J, González-Correa C, González-Correa C. Bioelectrical impedance analysis (BIA) equations validation against hydrodensitometry in a Colombian population. *J Phys Conf Ser.* 2013;(434):1-4. doi:10.1088/1742-6596/434/1/012065.
- Aristizabal J, Restrepo M. Validez de la bioimpedancia para estimar la composición corporal de mujeres entre los 18 y 40 años. *Perspect Nutr Humana.* 2014;16:52-60.
- Cornier MA, Després JP, Davis N. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2011;124:1996-2019. doi: 10.1161/CIR.0b013e318233bc6a.
- Lohman T, Roche A, Martorell R. Antropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics; 1988. p. 2-80.
- Going S. Densitometry In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Human body composition. Champaign: Human Kinetics; 1996. p. 3-22.
- Cyprus body composition analysis: Appendix B: Testing your BIA instrument. Clinton Township: RJL Systems R; 2012.
- Tanita. Understanding BIA technology: Tanita body composition analyser. Arlington Heights. Technical notes N°5.
- WHO. Obesity and overweight. Geneva; 2015. [citado agosto de 2015] Fact sheet N°311. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1:307-10.
- Lizzer S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Evaluation of two foot-to-foot bioelectrical impedance analysers to assess body composition in overweight and obese adolescents. *Br J Nutr.* 2003;90:987-92.
- Aglago KE, Menchawy IE, Kari KE. Development and validation of bioelectrical impedance analysis equations for predicting total body water and fat-free mass in North-African adults. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:1081-6. doi: 10.1038/ejcn.2013.125.

## Composición corporal estimada por bioimpedancia

20. Pateyjohns I, Brinkworth G, Buckley J, Noakes M, Clifton P. Comparison of three bioelectrical impedance methods with DXA in overweight and obese men. *Obesity* 2006;14:2064-70.
21. Thomson R, Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM. Good agreement between bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating changes in body composition during weight loss in overweight young women. *Clin Nutr.* 2007;26:771-7. doi: 10.1016/j.clnu.2007.08.003.
22. Lohman TG. *Advances in body composition assessment.* Champaign: Human Kinetics; 1992. p. 1-5.
23. Aleman-Mateo H, Rush E, Esparza-Romero J. Prediction of fat-free mass by bioelectrical impedance analysis in older adults from developing countries: a cross-validation study using the deuterium dilution method. *J Nutr Health Aging.* 2010;14:418-26.
24. Deurenberg P, Deurenberg-Yap M, Schouten FJ. Validity of total and segmental impedance measurements for prediction of body composition across ethnic population groups. *Eur J Clin Nutr.* 2002;56:214-20. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601303.
25. Haroun D, Taylor SJ, Viner RM. Validation of bioelectrical impedance analysis in adolescents across different ethnic groups. *Obesity.* 2010;18:1252-9. doi: 10.1038/oby.2009.344.
26. Elia M. Body composition by whole-body bioelectrical impedance and prediction of clinically relevant outcomes: overvalued or underused? *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(Suppl 1):S60-70. doi: 10.1038/ejcn.2012.166.
27. Ellis KJ. Selected body composition methods can be used in field studies. *J Nutr.* 2001;131:1589S-95S.
28. Marrodán SM, Mesa MS, Cabañas MD, Gonzalez Montero M, Pacheco JL. Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. *Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar.* *Nutr Clin Diet Hosp.* 2007;27:11-9.
29. Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge MP, Heymsfield SB. New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58:1479-84. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601993.

# INVESTIGACION

## Desarrollo de un refresco a partir de la mezcla de fresa (*Fragaria ananassa*), mora (*Rubus glaucus*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificado con hierro dirigido a niños en edad preescolar

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015, p. 151-163

Artículo recibido: 12 de agosto de 2015

Aprobado: 16 de octubre de 2015

Angélica María Serpa Guerra<sup>1</sup>; Jaime Alejandro Barajas Gamboa<sup>1</sup>; Jorge Andrés Velásquez Cock<sup>1</sup>; Lina María Vélez Acosta<sup>1</sup>; R. Zuluaga<sup>1,2</sup>

## Resumen

**Antecedentes:** la deficiencia de hierro, es reconocida a nivel mundial como uno de los principales problemas de salud pública asociados a la nutrición. En Colombia es necesario mejorar las estrategias nutricionales encaminadas a la población infantil, con el fin de incrementar su calidad de vida.

**Objetivo:** desarrollar un refresco a partir de la mezcla de fresa, mora, gulupa y uchuva fortificado con hierro para niños en edad preescolar. **Materiales y métodos:** para el desarrollo del producto, se seleccionaron cuatro frutas y se caracterizaron fisicoquímicamente. Para establecer la formulación del refresco, se realizó un diseño experimental ortogonal  $L_8^{2^5}$ , evaluando la aceptación sensorial como variable respuesta. Finalmente, se caracterizó el producto desarrollado, determinando el contenido de hierro y vitamina C. **Resultados:** los ocho prototipos evaluados durante el desarrollo de la formulación, cumplieron con los requisitos establecidos en la normativa colombiana para los refrescos de fruta. El prototipo final presentó un contenido de 36,7% de fruta y el 40% del valor diario recomendado de hierro, en una porción de 250 ml. **Conclusiones:** las cuatro frutas estudiadas pueden ser utilizadas en el desarrollo de refrescos con un importante aporte de vitamina C y fortificados con hierro, como estrategia nutricional para prevenir la deficiencia de este mineral en niños.

**Palabras clave:** jugos de frutas y vegetales, bebidas, frutas, alimentos fortificados, requerimientos nutricionales, deficiencia de hierro, preescolares.

<sup>1</sup> Grupo de Investigaciones Agroindustriales (GRAIN), Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> robin.zuluaga@upb.edu.co

Como citar este artículo: Serpa A, Baraja JA, Velásquez JA, Vélez LM, Zuluaga R. Desarrollo de un refresco a partir de la mezcla de fresa (*Fragaria ananassa*), mora (*Rubus glaucus*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificado con hierro dirigido a niños en edad preescolar. *Perspect Nutr Humana.* 2015;17: 151-163.

DOI:10.17533/udea.penh.v17n2a05

## Development of an iron-fortified drink from strawberry (*Fragaria ananassa*), blackberry (*Rubus glaucus*), purple passion fruit (*Passiflora edulis sims*) and gooseberry (*Physalis peruviana L.*) for preschoolers

### Abstract

**Background:** Iron deficiency is recognized worldwide as a major public health concern, related to nutrition. In Colombia, the improvement of the nutritional strategies for children are required to increase their life quality. **Objective:** To develop a mixed fruit beverage from strawberry, blackberry, gooseberry and purple passion fruit, fortified with iron for preschoolers. **Materials and methods:** For the product development, four fruits were selected and characterized. To establish the beverage formulation, an orthogonal experimental design L825 was performed, evaluating the sensory acceptance as the response variable. Finally, the selected product was characterized by determining the content of iron and vitamin C. **Results:** The eight prototypes obtained during the development of the beverage formulation accomplished the requirements of the Colombian law. The final prototype had a fruit content of 36.7 wt% and an iron intake value of 40 wt%, in a portion of 250 ml. **Conclusions:** the four fruits studied can be used for the development of iron-fortified beverages, with an important contribution of vitamin C, as a nutritional strategy to prevent the deficiencies of this mineral in children.

**Key words:** fruit and vegetable juices, beverages, fruits, food fortified, nutritional requirements, fruit based drink, iron deficiency, child preschool.

### INTRODUCCIÓN

Colombia cuenta con una ubicación geográfica que permite el cultivo de variadas especies vegetales, incluyendo frutas como la uchuva, la mora, la fresa y la gulupa, las cuales hacen parte de los productos con potencial “de exportación”, gracias a la mejora de sus procesos productivos y a los estándares de calidad implementados. Sin embargo, en el país las pérdidas en poscosecha de frutas y verduras representan alrededor del 25 al 30% de la producción nacional (1), por lo que se hace necesario plantear alternativas para su aprovechamiento, en especial el de las frutas que no cumplen en su totalidad con los parámetros de exportación, y que aún son aptas para el consumo humano y pueden ser fuente alternativa de vitaminas y minerales en la dieta, siendo estos micronutrientes esenciales para el adecuado funcionamiento del organismo.

Por otro lado, teniendo en cuenta el marcado interés de encontrar las principales falencias nutricionales presentes en la alimentación humana, se ha considerado la deficiencia de hierro como la más común a nivel mundial (2), la cual se presenta por la ausencia de ciertos alimentos en la dieta o debido a una baja disponibilidad del hierro en los alimentos consumidos. Sin embargo, es importante establecer que los dos factores mencionados anteriormente, se encuentran asociados a las características socioeconómicas de la población.

En Colombia, según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) del año 2010 (3), la prevalencia de anemia por deficiencia de hierro es un problema que aún se presenta en gran parte de la población colombiana, afectando a un tercio de los niños entre 6 y 59 meses (edad preescolar), con mayor prevalencia en población rural y en la población perteneciente a los niveles 1 y 2 del

Sistema de Identificación y Clasificación de Potenciales Beneficiarios para los Programas Sociales (SISBEN).

Las consecuencias de la deficiencia de hierro en las personas generan manifestaciones propias de la anemia y otras causadas directamente por la mala función de las enzimas hierro-dependientes, traduciéndose en alteraciones de la actividad física y motora, disminución en la velocidad de conducción de los sistemas auditivo y visual, alteraciones en la respuesta inmunológica, en la conducta y en el desarrollo mental. Lo anterior, muestra la necesidad de generar programas de intervención que incluyan la fortificación de alimentos con hierro para disminuir estos trastornos y mejorar la calidad de vida de los habitantes, principalmente de los niños en edad preescolar, utilizando compuestos de hierro como el bisglicinato ferroso, que ha mostrado mayor efectividad que el sulfato ferroso (4-5).

Entre los productos a fortificar con hierro, se encuentran las bebidas, las cuales representan una buena alternativa para el aprovechamiento de los excedentes de cosecha de frutas cultivadas en la región y la generación de productos fortificados con hierro, dirigidos a una población especial, encaminadas a la prevención y tratamiento de la deficiencia de hierro y de la prevalencia de anemia asociada con esta condición nutricional. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un refresco a partir de la mezcla de fresa (*Fragaria ananassa*), mora (*Rubus glaucus*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificado con hierro para ser dirigido a niños en edad preescolar, como alternativa de aprovechamiento de las cuatro frutas trabajadas y de generación de productos fortificados con hierro. Para esto, se realizó la caracterización inicial de las frutas, determinando humedad, pH, sólidos solubles, acidez titulable, color, contenido de hierro y de vitamina C. Posteriormente, se seleccionó la formulación

final, por medio de un diseño experimental ortogonal, en el cual la variable respuesta fue la aceptación del producto, determinado por medio de un panel sensorial de expertos. Finalmente se realizó la caracterización de los prototipos evaluados y se determinó el contenido de hierro y vitamina C presentes en el producto desarrollado.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Materiales

Las cuatro frutas trabajadas: fresa, mora, gulupa y uchuva, provenientes del oriente del departamento de Antioquia, se adquirieron en la Central Mayorista de la ciudad de Medellín, Colombia. La selección de las frutas se realizó mediante el método visual, empleando las tablas de color de acuerdo con sus dos últimos estados de madurez (6-9). Finalmente, las frutas seleccionadas se sometieron al proceso de obtención de pulpas, siguiendo las actividades que se presentan en la Figura 1.

Para la formulación de los refrescos se utilizó agua potable, azúcar comercial y bisglicinato ferroso, como el compuesto para la fortificación con hierro. Este último fue adquirido en la empresa *Bell Chem International S.A.* el cual aporta 0,17 g de hierro por g de bisglicinato.

#### Métodos

##### Caracterización de las cuatro frutas

Seleccionadas las cuatro frutas, se procedió a la caracterización por triplicado de las mismas, determinando su contenido de humedad, pH, sólidos solubles, acidez titulable, color, contenido de hierro y vitamina C.

##### Humedad, pH y sólidos solubles

La humedad se estableció utilizando el método gravimétrico oficial AOAC 934.01/05 (10). El pH

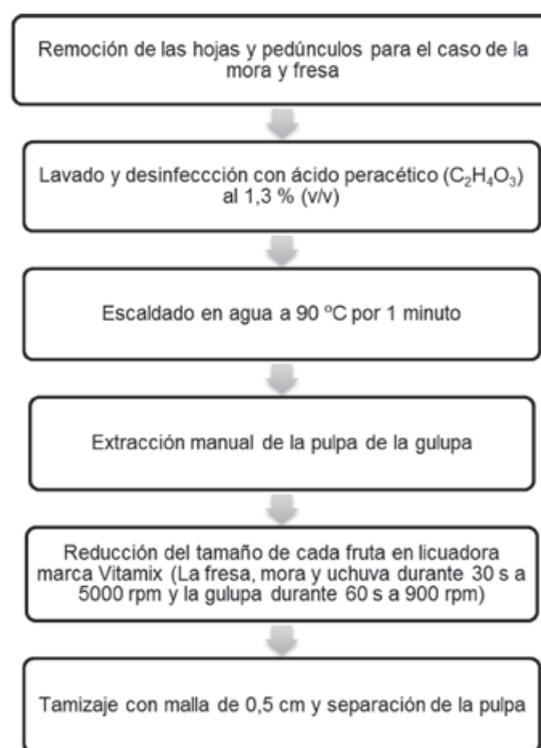


Figura 1. Diagrama de elaboración de pulpas

se determinó para cada fruta previamente licuada (zumo), utilizando un potenciómetro marca *Schott Instruments* modelo Lab 850 (10), y los sólidos solubles se obtuvieron a través de lectura refractométrica a temperatura ambiente según el método oficial AOAC 932.12 (11), utilizando un refractómetro digital marca *Atago* modelo pal-1, previamente calibrado con agua, en el cual se dispuso una gota del zumo extraído de la fruta.

#### Acidez titulable

La acidez titulable de las cuatro frutas se estableció en términos de ácido cítrico, por el método de titulación potenciométrica con una solución 0,1 N de NaOH (grado analítico), previamente estandarizada.

#### Color

El color se determinó por coordenadas CIELAB (12), utilizando un espectrofotómetro de esfera marca *X-RITE* serie SP60, midiendo los parámetros ( $L^*$ ), ( $a^*$ ) y ( $b^*$ ), para cada una de las frutas en tres puntos de la línea ecuatorial y se expresaron como promedio aritmético. Finalmente, se calcularon el tono angular ( $h$ ) como atributo cualitativo del color y el croma ( $C^*$ ) como atributo cuantitativo de color, siguiendo las ecuaciones 1 y 2 (9).

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

$$h = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{(Ecuación 2)}$$

#### Contenido de hierro

Se cuantificó el hierro presente en las cuatro frutas por medio de espectroscopia de absorción atómica, previa digestión ácida de las muestras (13). La lectura de la absorbancia se realizó por triplicado para cada fruta empleando un espectrofotómetro de llama *Thermo Scientific* serie 3000, a una longitud de onda de 248 nm (13-14).

#### Contenido de vitamina C

Se determinó el contenido de vitamina C por método cromatográfico, empleando un UHPLC *Thermo scientific* modelo *Ultimate* 3000 acoplado a un detector UV-Vis *Thermo Dionex UltiMate* 3000, un automuestreador *Dionex Ultimate* WPS-3000 RS y un porta columnas *Thermo Dionex Ultimate* TCC-3000 RS dotado con un sistema de calentamiento y una columna C-18 *Hypersil Gold* de 50 mm de largo por 2,1 mm de diámetro (15). En este caso, la extracción del ácido ascórbico se realizó en una solución de ácido metafosfórico (16-17) mezclando 10 g de pulpa de fruta con 50 ml de ácido, seguido de agitación durante cinco minutos y centrifugación a 9000 rpm por 20 minutos, para finalmente, filtrar la solución resultante con

membranas de 0,25  $\mu\text{m}$ . La muestra se inyecta en el equipo, con buffer de fosfatos como fase móvil. La lectura se realizó a una longitud de onda de 245 nm, y los resultados se obtuvieron teniendo en cuenta la curva de calibración realizada a partir de una solución patrón de ácido ascórbico en ácido metafosfórico.

#### Formulación del refresco mixto fortificado con hierro

##### Diseño experimental

El desarrollo del refresco se realizó por medio de un diseño ortogonal matricial  $L_8 2^5$  donde el subíndice 8 corresponde a las corridas experimentales, el superíndice 5 representa las variables independientes y el 2 indica que se evaluaron dos niveles por cada factor (Tabla 1).

Para definir los niveles de los factores A, B, C y D (Tabla 2), se realizaron ensayos preliminares, teniendo en cuenta la caracterización de las frutas y la normativa vigente colombiana para jugos, bebidas y refrescos, con el objetivo de adicionar mínimo un 8% de fruta en el producto final (18),

Tabla 1. Matriz de diseño experimental

A	B	C	D	E
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	+1	+1
-1	+1	+1	-1	-1
-1	+1	+1	+1	+1
+1	-1	+1	-1	+1
+1	-1	+1	+1	+1
+1	+1	-1	-1	+1
+1	+1	-1	+1	-1

-1: nivel inferior; +1: nivel superior  
A: % gulupa; B: % uchuva; C: % mora; D: % fresa; E: % del VDR de hierro

mientras que los niveles del factor E (Tabla 2), se establecieron gracias a la información reportada en la bibliografía y por el valor diario recomendado (VDR) para este mineral en Colombia, que es de 12 mg para niños mayores de 6 meses y menores de 4 años (19).

Obtenidas las pulpas de cada fruta se procedió a la mezcla con los demás ingredientes según las formulaciones planteadas durante el diseño experimental, para luego realizar la pasteurización lenta de los refrescos a una temperatura de 72 °C por 90 segundos utilizando una marmita marca *Termaltec*, seguido por el envasado en caliente utilizando bolsas flexibles y un enfriamiento rápido en un baño de agua a una temperatura entre 5 a 8 °C. Finalmente, las muestras fueron almacenadas bajo refrigeración a 4 °C.

La variable respuesta del diseño experimental fue la aceptación del refresco, determinado por medio de análisis sensorial.

#### Análisis sensorial

La aceptación de los refrescos fue evaluada por medio de un análisis sensorial descriptivo-cuantitativo, llevado a cabo por triplicado. Para esto, el panel de expertos conformado por seis personas,

Tabla 2. Niveles evaluados para cada variable independiente

Factor	Niveles	
	Inferior	Superior
% gulupa	6,7	10
% uchuva	6,7	10
% mora	6,7	10
% fresa	6,7	10
% del VDR de hierro	30	40

El % se refiere a g por 100 g de producto

seleccionó 11 descriptores: color, olor/aroma característico, olor objetable, sabor ácido, sabor dulce, sabor a mora, sabor a fresa, sabor a gulupa, sabor a uchuva, sensación astringente y sensación picante, siguiendo la metodología establecida en la normativa colombiana (20) y la cual permite establecer la descripción completa de los atributos sensoriales de un producto. Seleccionados los descriptores, fueron evaluados en una escala de 0 (ausente) a 7 (intenso), para finalmente establecer la aceptación de los refrescos, por medio del test de Karlsruhe (21), basado en la determinación de la calidad general de cada producto.

#### Caracterización de los refrescos

Las formulaciones obtenidas fueron caracterizadas, determinando sólidos solubles, acidez titulable y pH, con el fin de comparar los valores con los establecidos en la normativa colombiana.

#### Cuantificación del contenido de hierro y vitamina C en el prototipo seleccionado

Elegida la formulación final, se realizó la determinación del aporte de hierro y vitamina C presentes en el producto, siguiendo las metodologías mencionadas anteriormente durante la caracterización de las cuatro frutas.

#### Caracterización microbiológica en el prototipo seleccionado

Los análisis microbiológicos del refresco seleccionado, se realizaron teniendo en cuenta las normativas colombianas para aerobios mesófilos (22), mohos y levaduras (23) y *Escherichia coli* (24).

#### Análisis estadístico

Los diseños experimentales se obtuvieron por medio del software Minitab, siendo la aceptación de cada refresco la respuesta buscada correspondiente a "mayor es mejor" en la metodología *Taguchi*. Finalmente, los análisis de varianza se

realizaron utilizando el software *Statgraphics Centurion* Versión XVII. Para esto, una vez obtenidos los resultados sobre la acidez, sólidos solubles y pH de los prototipos desarrollados, se aplicó el análisis de varianza ANOVA utilizando la prueba de Fisher.

### RESULTADOS

#### Caracterización físico-química de las cuatro frutas pequeñas

En la Tabla 3, se presentan los resultados de los análisis físicoquímicos, siendo la fresa, la fruta con mayor contenido de humedad, seguida por la mora, la uchuva y la gulupa respectivamente. En cuanto a los sólidos solubles, la gulupa y la uchuva se caracterizaron por presentar los valores más altos, mientras que para la acidez titulable, cabe destacar que los mayores valores se presentaron en la mora y la gulupa, quienes a su vez, presentaron los menores valores de pH. Por otro lado, en cuanto al análisis de color, todas las frutas presentaron valores positivos de a y b, mientras que la mora fue la fruta que presentó el menor valor de luminosidad.

Finalmente, la gulupa se caracterizó por presentar un mayor contenido de hierro, seguido por la uchuva y la mora, siendo la fresa, la fruta con el menor aporte de este mineral, no obstante, presenta el mayor aporte de vitamina C, seguido por la gulupa, la uchuva y la mora.

#### Formulación del refresco mixto fortificado con hierro

En la Tabla 4, se presentan los 8 prototipos evaluados a partir del diseño experimental ortogonal, presentando los porcentajes de fruta correspondientes a cada formulación al igual que el porcentaje de bisglicinato ferroso adicionado. En este caso, el contenido de azúcar adicionado en la

Tabla 3. Resultados del análisis físico-químico de las cuatro frutas pequeñas

	Parámetro	Fresa	Mora	Gulupa	Uchuva
Humedad	(%)	91,6 ± 0,90	87,8 ± 0,81	73,7 ± 1,55	83,0 ± 1,09
Acidez	(g ácido cítrico/100ml)	0,7 ± 0,70	2,3 ± 0,05	3,5 ± 0,18	1,4 ± 0,01
°Brix		7,5 ± 0,72	8,1 ± 1,32	15,0 ± 0,88	14,6 ± 0,52
pH		3,4 ± 0,10	2,9 ± 0,06	2,9 ± 0,09	3,4 ± 0,31
Color	L	32,3 ± 1,54	18,4 ± 0,99	31,7 ± 1,79	62,4 ± 1,69
	a	27,1 ± 1,96	5,5 ± 1,14	6,2 ± 1,53	22,8 ± 1,46
	b	15,7 ± 2,13	1,0 ± 0,30	3,3 ± 0,82	50,8 ± 0,79
	h <sub>ab</sub>	30,0 ± 3,24	10,0 ± 1,10	28,5 ± 6,32	65,9 ± 0,95
	C <sup>ab</sup>	31,4 ± 2,28	5,6 ± 1,18	7,1 ± 1,55	55,7 ± 1,23
Hierro	(mg/100 g de pulpa)	0,3 ± 0,08	0,5 ± 0,15	0,6 ± 0,07	0,5 ± 0,03
Vitamina C	(mg/100 g de pulpa)	28,0 ± 7,12	10,4 ± 1,71	22,9 ± 3,63	10,6 ± 3,45

Tabla 4. Formulaciones de los ocho prototipos evaluados

Prototipo	% gulupa	% uchuva	% mora	% fresa	% azúcar	% bisglicinato ferroso	% agua
517	6,7	6,7	6,7	6,7	4,0	0,02	68,9
264	6,7	6,7	6,7	10	4,9	0,03	64,8
844	6,7	10	10	6,5	5,9	0,02	60,6
527	6,7	10	10	10	6,9	0,03	56,3
190	10	6,7	10	6,5	5,9	0,03	60,6
273	10	6,7	10	10	6,9	0,02	56,3
944	10	10	6,7	6,5	5,9	0,03	60,6
593	10	10	6,7	10	6,9	0,02	56,3

Los datos son referidos a g por 100 g de producto

formulación no se incluyó dentro del diseño, pues estudios preliminares realizados durante la presente investigación establecieron una relación entre el contenido de frutas y el azúcar por adicionar.

Obtenidos los prototipos, se realizó la caracterización de los mismos, cuyos resultados se presentan

en la Tabla 5, que incluyen el análisis estadístico correspondiente, donde no se observa una tendencia definida asociada a los porcentajes de cada fruta.

Los resultados permitieron establecer que existen grupos homogéneos, como los observados durante la determinación de sólidos solubles, en los que

**Tabla 5.** Resultados de la caracterización química

Prototipo	Acidez (g ácido cítrico/100ml)	°Brix	pH
517	0,5 ± 0,006 <i>a</i>	7,0 ± 0,052 <i>a</i>	3,2 ± 0,006 <i>a</i>
264	0,6 ± 0,079 <i>a,b</i>	8,3 ± 0,122 <i>b</i>	3,2 ± 0,006 <i>b</i>
844	0,6 ± 0,006 <i>a,b</i>	10,0 ± 0,052 <i>c</i>	3,2 ± 0,006 <i>c</i>
527	0,6 ± 0,012 <i>a</i>	11,6 ± 0,842 <i>d</i>	3,2 ± 0,001 <i>a,c</i>
190	0,6 ± 0,027 <i>c</i>	10,0 ± 0,075 <i>c</i>	3,1 ± 0,006 <i>d</i>
273	0,6 ± 0,009 <i>b</i>	10,9 ± 0,472 <i>e</i>	3,1 ± 0,006 <i>d</i>
944	0,6 ± 0,033 <i>a,b</i>	9,8 ± 0,207 <i>c</i>	3,1 ± 0,006 <i>e</i>
593	0,6 ± 0,017 <i>a</i>	11,0 ± 0,082 <i>e</i>	3,3 ± 0,006 <i>a</i>

Para cada columna no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores que comparten una misma letra (prueba de Fisher con 95% de confianza).

se refleja claramente la dependencia que tiene esta variable con los contenidos de fruta. De esta forma, los mayores valores de sólidos solubles fueron alcanzados por las formulaciones con mayor aporte de fruta, 36,7% (527, 273 y 593), seguidos por los prototipos con 33,5% (944, 190, 844) y 30,2% de fruta (264). Finalmente el prototipo 517 arrojó el menor contenido de sólidos solubles, al ser la formulación con el menor contenido de fruta (27%), permitiendo establecer que existe una tendencia directa entre el contenido de fruta adicionado en el refresco y los sólidos solubles finales. No obstante, en cada una de las variables determinadas, existieron diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, asociadas a los diferentes porcentajes de fruta evaluados. De igual manera, los 8 prototipos fueron evaluados sensorialmente, y en la Tabla 6, se presentan los resultados de dicha caracterización.

La calidad general de los prototipos estuvo entre 76,67 y 100%, lo que generó por parte de los panelistas una aceptación del 100%, comportamiento que no permitió realizar el análisis experimental correspondiente a la metodología *Taguchi*. Dicha

**Tabla 6.** Resultados de la caracterización sensorial

Prototipo	Calidad general %	Aceptación %
517	81,0	100
264	86,7	100
844	100,0	100
527	100,0	100
190	100,0	100
273	100,0	100
944	76,7	100
593	86,7	100

situación hizo necesario la selección del prototipo final teniendo en cuenta aquel que permitiera un mayor aporte de fruta (36,7%) y de hierro (40% del VDR), resultando seleccionado el prototipo 527.

**Cuantificación del contenido de hierro y vitamina C en el prototipo seleccionado**

Una porción de 250 ml del refresco desarrollado, aporta 4,1 mg ± 0,042 de hierro y 23,1 mg ± 2,707 de vitamina C.

Los resultados observados, permiten establecer que la fortificación realizada con el bisglicinato ferroso, se realizó de manera adecuada, ya que una porción de 250 ml del refresco, aporta el 40% del valor diario recomendado para niños entre seis meses y cuatro años. Además el producto desarrollado, contiene 71,9% del VDR de vitamina C para la población de estudio, lo que hace que este producto pueda ser demarcado como “Alta fuente” de vitamina C.

**Caracterización microbiológica en el prototipo seleccionado**

Finalmente, en la Tabla 7, se presentan los resultados obtenidos durante la determinación de la calidad microbiológica del producto desarrollado. Al comparar los resultados anteriores con lo establecido en la norma, se puede observar que el producto cumple con las especificaciones microbiológicas establecidas en la normativa colombiana, y la cual establece entre 100 y 300 UFC/ ml de mesófilos, 10 y 100 UFC/ ml de mohos y levaduras y menos de 10 UFC/ ml de *E. Coli*, como valores aceptados para los refrescos de frutas pasteurizados (18).

**Tabla 7.** Caracterización microbiológica del prototipo 527

Parámetro	Resultado
Recuento de mesófilos aerobios (UFC/ml)	<10
Recuento de mohos y levaduras (UFC/ml)	<10 de mohos <10 de levaduras
Recuento de <i>E.coli</i> (UFC/ml)	<10

**DISCUSIÓN**

Si bien los productos hortofrutícolas se caracterizan por presentar grandes diferencias en su composición, de manera general las frutas, se destacan por presentar altos contenidos de agua. En el caso de la gulupa, los valores consultados de

82,1% y 88,9% (9,25), son mayores a los obtenidos experimentalmente, lo anterior debido a que la gulupa al igual que otras pasifloras como el maracuyá y la granadilla, son altamente susceptibles a la deshidratación (25), relacionada con los procesos de transporte y almacenamiento poscosecha. Por otro lado, es importante destacar también, que durante los últimos estados de madurez se genera una disminución de los ácidos orgánicos como resultado de la maduración (26) y un aumento de los sólidos solubles, debido a la transformación de las reservas de almidón en azúcares, lo que explica los resultados obtenidos durante la caracterización de las frutas. De igual manera, el contenido de hierro en las cuatro frutas es otro ejemplo claro de su heterogeneidad, ya que al comparar los resultados obtenidos experimentalmente con los presentados en la base de datos de *United States Department of Agriculture* (USDA), se establece que los reportados para la fresa (0,4 mg/100 g), y la gulupa (1,6 mg/100 g) (27), son mayores a los establecidos en la presente investigación, situación similar a la presentada con la uchuva (1,2 mg/100 g) (29), lo que permite establecer la viabilidad del uso de estas frutas en la preparación de refrescos para niños en edad preescolar.

Para el análisis del color, los valores positivos de *a* y *b*, permiten establecer que las cuatro frutas pequeñas presentan tonalidades entre rojo y amarillo, colores característicos en frutas con alto contenido de carotenoides, sustancias responsables de dicha coloración (29). Por otro lado, los valores de *L* en las cuatro frutas, se relacionan con luminosidades claras (blancas), mientras que los obtenidos para el chroma o *C<sub>ab</sub>*, asocian la uchuva y la fresa con mayores intensidades de color (>*C<sub>ab</sub>*), que los obtenidos para la gulupa y la mora. Por otro lado, el valor obtenido para el tono angular o *h<sub>ab</sub>*, de las cuatro frutas, las ubican en el rango establecido para el color naranja (30). Los resultados anteriores son importantes, si se tiene en cuenta que en la edad

preescolar, los niños adquieren sus preferencias, influidas por aspectos sensoriales, como sabor, olor y aspecto (31), haciendo que las cuatro frutas pequeñas y sus derivados sean atractivos para esta población. En conclusión, los resultados de la caracterización, permiten establecer que las cuatro frutas pequeñas sirven como materia prima para la elaboración de productos alimenticios y pueden ser consideradas potenciales para el desarrollo de alimentos dirigidos a niños en edad preescolar. Además, es importante resaltar que esta etapa, se caracteriza por un crecimiento lento y estable y una disminución del apetito, relacionado con los caprichos del niño, es decir, en este período él adquiere sus preferencias, influidas por aspectos sensoriales, como sabor, olor y aspecto (31). Es en esta etapa, donde se deben enseñar hábitos para una alimentación saludables, que incluyan también el consumo de frutas y verduras, que constituyen la principal fuente de vitaminas y minerales en la dieta. Sin embargo, a pesar de esta importancia, se ha encontrado que solo el 5,2% de los niños consumen tres o más raciones de fruta al día en España (32), mientras que en Venezuela, las frutas no se encuentran entre los alimentos más consumidos por esta población (33). No obstante, en México se encontró que los niños en edad preescolar tienen preferencia por los jugos o bebidas de fruta y los asocian con estilos de vida saludables (34). La situación anterior, es un ejemplo clave de la importancia del desarrollo de productos alimenticios dirigidos a la edad preescolar, a partir de frutas, que actúen como precursores de hábitos alimentarios saludables y contribuyan al mantenimiento de los niveles nutricionales normales.

Si bien las ocho formulaciones obtenidas, cumplen con los requisitos establecidos para los niveles de acidez (mínimo 0,2), sólidos solubles (máximo 13) y pH (máximo 4), descritos en la normativa colombiana para los refrescos (18), los resultados de la caracterización son nuevamen-

te un ejemplo claro de la heterogeneidad de las frutas y del efecto variable que esta característica genera en los productos finales, de allí, que en la industria de alimentos se utilicen aditivos durante el procesamiento, para estandarizar los productos y asegurar la homogeneidad de los mismos. Sin embargo, a pesar de las variaciones obtenidas durante la caracterización físico-química, el análisis sensorial, permitió establecer una calidad general alta del 100 % en los ocho prototipos, comportamiento relacionado con el alto contenido de mora, fruta asociada con sabores florales (35) y aromas a miel y caramelo (36). Situación que refleja el potencial de las cuatro frutas para el desarrollo de nuevos productos y la utilización del bisglicinato ferroso como compuesto para fortificar, dado que no generó alteraciones sensoriales perceptibles.

El refresco desarrollado durante la presente investigación, representa una buena alternativa como producto a base de frutas, fortificado con hierro, no solo por el aporte que hace de este mineral, sino también por el contenido de vitamina C que presenta, gracias a su contenido de fruta del 36,7 %, que a su vez, si se compara con los contenidos de fruta que presentan los refrescos disponibles actualmente en el mercado, representa una mejor alternativa para la alimentación de los niños en edad preescolar. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el compuesto de hierro utilizado durante la fortificación, contribuye al aumento de la biodisponibilidad del hierro (37), gracias a su capacidad de reducir el ion férrico a su forma ferrosa (soluble), a su acción para formar quelatos solubles y absorbibles a pH alcalino (duodeno) y a su capacidad antioxidante (38). Estas características permiten que el refresco desarrollado, sea una buena alternativa a incluir en los programas de intervención que buscan prevenir o disminuir la prevalencia de anemia en la población infantil. Sin embargo, es importante tener en cuenta la creciente preocupación por la asociación entre el

consumo de bebidas de fruta con azúcar y la obesidad (39), ya que, si bien se ha observado que el consumo de jugos de fruta incrementa el aporte de energía en niños, no aumenta el índice de masa corporal a corto plazo (40), debido muy posiblemente a los requerimientos energéticos propios de dicha población, es decir, una dieta balanceada donde se incluyan refrescos a partir de frutas, continúa siendo una posibilidad de transformación y establecimiento de hábitos de vida saludables.

Finalmente, la calidad microbiológica del producto desarrollado, permite establecer que las buenas prácticas de manufactura, que se siguieron durante el proceso de transformación de las frutas y que incluyeron lavado y desinfección de materias primas, equipos e implementos, al igual que el proceso de pasteurización lenta llevado a cabo, contribuyeron a que el producto cumpliera con las especificaciones establecidas en la normativa.

## CONCLUSIONES

Las cuatro frutas estudiadas, procedentes del Oriente antioqueño colombiano, permiten el desarrollo de refrescos fortificados con hierro, como estrategia nutricional para la prevención de las deficiencias de este mineral en los niños y sus

enfermedades asociadas. Además, este tipo de desarrollos permiten aprovechar los excedentes de cosecha generados en el territorio nacional, obteniendo productos que cumplen con la normativa vigente y de alta aceptación sensorial, derivada de los aromas y sabores característicos de estas frutas. Ahora bien, se recomienda en futuras investigaciones llevar a cabo el estudio de biodisponibilidad del hierro presente en el refresco desarrollado, como parte fundamental para el establecimiento de la calidad nutricional del producto final, al igual que el seguimiento al contenido de vitamina C presente en el refresco, por medio de un estudio de vida útil y la realización de un análisis sensorial con población infantil, que si bien no podría ser utilizada como variable respuesta del diseño experimental por tratarse de un panel de no expertos, podría complementar los resultados.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Gobernación de Antioquia, al Sistema General de Regalías de Antioquia, al Grupo de Investigaciones Agroindustriales (GRAIN) de la Universidad Pontificia Bolivariana y a la Corporación Universitaria Lasallista, cuyo apoyo fue primordial para la realización de la presente investigación.

## Referencias

1. IICA. Post harvest losses in Latin America and the Caribbean: challenges and opportunities for collaboration. Washington D.C.; 2012. [citado octubre de 2015]. Disponible en: <http://goo.gl/p3V5rj>
2. WHO. Worldwide prevalence of anemia: 1993-2005. Geneva: CDC; 2008.
3. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Tabla de composición de alimentos colombianos. Bogotá; 2004. [citado octubre de 2015]. Disponible en: [http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos\\_colombianos/principal\\_alimento.asp?id\\_alimento=419&enviado3=1](http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos_colombianos/principal_alimento.asp?id_alimento=419&enviado3=1)
4. Rojas ML, Sánchez J, Villada Ó, Montoya L, Díaz A, Vargas C, et al. Eficacia del hierro aminoquelado en comparación con el sulfato ferroso como fortificante de un complemento alimentario en preescolares con deficiencia de hierro, Medellín, 2011. *Biomédica*. 2013;33:350-60.

## Refresco de frutas fortificado con hierro para preescolares

5. Bovell-Benjamin AC, Viteri FE, Allen LH. Iron absorption from ferrous bisglycinate and ferric trisglycinate in whole maize is regulated by iron status. *Am J Clin Nutr.* 2000;71:1563-9.
6. ICONTEC. Frutas frescas. Fresa variedad Chandler. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4103. Bogotá; 1997.
7. ICONTEC. Frutas frescas. Mora de Castilla. Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4106. Bogotá;1997.
8. ICONTEC. Uchuva (*Physalis peruviana*), para el consumo fresco o destinado al procesamiento industrial. Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Bogotá;1999.
9. Jiménez AM, Sierra CA, Rodríguez-Pulido FJ, González-Miret ML, Heredia FJ, Osorio C. Physicochemical characterisation of gulupa (*Passiflora edulis Sims. fo edulis*) fruit from Colombia during the ripening. *Food Res Int.* 2014;44:1912-8.
10. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. basic calculations for chemical and biological analyses. Arlington: AOAC; 1996.
11. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. Solids (Soluble) in fruits and fruits products. Arlington: AOAC; 1932.
12. Mendoza J, Rodríguez A, Millán P. Caracterización físicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia, Cauca. *Biotechnol Sector Agrop Agroind.* 2012;10:188-96.
13. US Environmental Protection Agency. Method 3050B: acid digestion of sediments, sludges, and soils. Washington: EPA; 1996. p. 1-12.
14. US Environmental Protection Agency. Method 7380: Iron (atomic absorption, direct aspiration). Washington: EPA; 1986. p. 1-3.
15. Asociación Española de Normalización y Certificación. Productos alimenticios. Determinación de vitamina C mediante HPLC. Madrid; 2003. p. 1-17.
16. Gutzeit D, Baleanu G, Winterhalter P, Jerz G. Vitamin C content in sea Buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides L. ssp. rhamnoides*) and related products: a kinetic study on storage stability and the determination of processing effects. *Food Chem.* 2008;73:C615-20.
17. Ramful D, Tarnus E, Aruoma OI, Bourdon E, Bahorun T. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Res Int.* 2011;44:2088-99.
18. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 3929 de 2013, por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de estos que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional. Bogotá; 2013.
19. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 333 de 2011, por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional. Bogotá; 2011.
20. ICONTEC. Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional: NTC 3932. Bogotá; 1996.
21. Zamora Utset E. Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados. La Habana: Editorial Universitaria; 2007.
22. ICONTEC. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30 °C: NTC 4519. Bogotá; 2009.
23. ICONTEC. Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C (1997c): NTC 4132. Bogotá; 1997.
24. ICONTEC. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o *Escherichia coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos: NTC 4458. Bogotá; 2007.
25. Orjuela Baquero NM, Campos Alba S, Sánchez Nieves J, Melgarejo LM, Hernández MS. Manual de manejo poscosecha de la gulupa (*Passiflora edulis Sims*). En: Melgarejo LM, Hernández MS, Poscosecha de la gulupa. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2011. p. 7-22.
26. López Camelo A. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Roma: FAO; 2003.
27. USDA. National nutrient database of standard references. Realese 27. Maryland; 2014. [citado octubre de 2015]. Disponible en: <http://goo.gl/r0XAML>
28. Floréz R, Fisher G, Sora A. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana L.*). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2000.
29. Wills R, Lee T, Graham D, McGlasson W, Hall E. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas postrecolección. Zaragoza: Acriba; 1984.
30. Gupte V. Expressing colours numerically. In: Gulrajani ML, ed. Colour measurement: Principles, advances and industrial applications. Cambridge: Woodhead; 2010. p. 432.
31. García de Moizat M de las R, Bravo de Ruiz M, Mora CJ, Bravo Villalobos A, García Bravo A. Estado nutricional antropométrico, preferencias alimentarias y contenido de macro y micro nutrientes en loncheras de niños preescolares. *MedULA.* 2011;20:117-23.
32. Alba Tamarit E, Gandía Balaguer A, Olaso González G, Garzón Farinós M. Determinación de las preferencias en el consumo de frutas y verduras de un grupo de niños valencianos en edad escolar. *Nutr Clín Diet Hosp.* 2012. 32(Supl 2):39-40.
33. Del Rea SI, Fajardo Z, Solano L, Páez MC, Sánchez A. Patrón de consumo de alimentos en niños de una comunidad urbana al norte de Valencia, Venezuela. *Arch Latinoam Nutr.* 2005;5: 279-86.
34. Campos Rivera NH, Reyes Lagunes I. Preferencias alimentarias y su asociación con alimentos saludables y no saludables en niños preescolares. *Acta Invest Psicol.* 2014;4: 1-5.
35. Du X, Kurnianta A, McDaniel M, Finn C, Qian M. Flavour profiling of “Marion” and thornless blackberries by instrumental and sensory analysis. *Food Chem.* 2010;121:1080-8
36. Du X, Finn CE, Qian MC. Volatile composition and odour-activity value of thornless “Black Diamond” and “Marion” blackberries. *Food Chem.* 2010;119:1127-34.
37. Gaitán D, Olivares M, Arredondo M, Pizarro F. Biodisponibilidad de hierro en humanos. *Rev Chil Nutr.* 2006;33: 142-8.
38. Trinidad TP, Kurilich AC, Mallillin AC, Walczyk T, Sagum RS, Singh NN, et al. Iron absorption from NaFeEDTA-fortified oat beverages with or without added vitamin C. *Int J Food Sci Nutr.* 2013;65:124-8.
39. WHO. Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva; 2015.
40. O'Connor T, Yang S, Nicklas T. Beverage intake among preschool children and its effect on weight status. *Pediatrics.* 2006;118: 1010-8.



**REVISIONES**  
**REVIEWS**



**UNIVERSIDAD**  
**DE ANTIOQUIA**  
1803

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA  
ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia  
Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015, p. 167-184

Artículo recibido: 7 de julio de 2015

Aprobado: 26 de octubre de 2015

Catalina Marín-Echeverri<sup>1</sup>; Andrés A. Arias<sup>2,3</sup>; Natalia Gallego-Lopera<sup>4</sup>;  
Jacqueline Barona-Acevedo<sup>3,5</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** el síndrome metabólico en niños aumenta el riesgo de diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular en la adultez. **Objetivo:** describir los componentes del síndrome metabólico en niños, su prevalencia y criterios diagnósticos propuestos por diferentes organizaciones y autores. **Materiales y métodos:** se realizó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: Pubmed, Science Direct, Embase, Lilacs y Scielo. **Resultados y discusión:** varias organizaciones han establecido definiciones para diagnosticar el síndrome metabólico en niños, algunas abordando criterios utilizados en adultos o adoptando puntos de corte derivados de poblaciones seleccionadas como niños obesos o sin incluir niños pre-adolescentes, aduciendo en estos últimos una baja prevalencia de alteraciones. Así, la prevalencia de este síndrome en una misma población puede variar (0,9 a 11,4%) según la definición empleada. Sin embargo, dicha prevalencia aumenta con el grado de obesidad infantil y se han demostrado prevalencias altas en pre-púberes, independiente de la clasificación empleada. Recientemente, se propuso usar puntajes continuos para mejorar la evaluación en niños. **Conclusión:** los puntos de corte actualmente empleados ponderan de forma diferente los componentes del síndrome metabólico.

1 Grupo de Investigación Microbiología Básica y Aplicada (MICROBA), Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia UdeA. Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

catalina.marin@udea.edu.co

2 Grupo Inmunodeficiencias Primarias, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia UdeA. Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia

3 Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia UdeA. Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

4 Grupo Biología de Sistemas, Facultad de Medicina, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

5 Programa de Ofidismo, Línea de alternativas terapéuticas y alimentarias, Universidad de Antioquia UdeA. Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

Como citar este artículo: Marín-Echeverri C, Arias AA, Gallego-Lopera N, Barona-Acevedo J. Síndrome metabólico en niños: problemática, componentes y criterios diagnósticos. *Perspect Nutr Humana*. 2015;17: 167-184.

DOI:10.17533/udea.penh.v17n2a06

Por tanto, se recomienda emplear percentiles según edad, sexo y población para cada componente y evaluar la utilidad de puntajes continuos en esta población.

**Palabras clave:** síndrome metabólico, factores de riesgo, enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes mellitus tipo 2, hipertensión, dislipidemias, niños.

### Metabolic syndrome in children: issues, components and diagnostic criteria

## Abstract

**Background:** The metabolic syndrome in children increases the risk for type 2 diabetes and cardiovascular disease in adulthood. **Aim:** To describe the components of metabolic syndrome in children, their prevalence, and diagnostic criteria proposed by different authors and organizations. **Materials and methods:** A literature search of articles published in Pubmed, Science Direct, Embase, Lilacs and Scielo databases was conducted. **Results and discussion:** Several organizations have established definitions for metabolic syndrome diagnosis in children, some including criteria used for adults or adopting cutoffs derived from selected populations such as obese children or without including pre-adolescent children, arguing a low prevalence of alterations in these. Thus, the prevalence of metabolic syndrome in a particular population varies (0,9% to 11,4%) according to the definition used. However, this prevalence increases according to the obesity grade, and a high prevalence in pre-pubers has been reported, independent of the classification used. Recently, it was proposed the use of a continuous score to improve the metabolic syndrome evaluation in children. **Conclusion:** The cutoffs currently used give different weighting for each component of metabolic syndrome. Therefore, it is recommended the use of percentiles according to sex and age and population for each component and to evaluate the utility of continuous scores in this population.

**Key words:** metabolic syndrome, risk factors, cardiovascular diseases, obesity, diabetes mellitus. Type 2, hypertension, dyslipidemias, children.

## INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (SM), definido por primera vez en 1988 como un síndrome de resistencia a la insulina o síndrome X (1), es el resultado de la convergencia entre múltiples factores de riesgo que promueven el desarrollo de enfermedad cardiovascular (ECV) e incrementan el riesgo de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (2). Entre estos factores se encuentran la obesidad abdominal, la dislipidemia aterogénica, el aumento de la presión arterial y la resistencia a la insulina (2).

El diagnóstico del SM ha sido cada vez más relevante basado en el hecho de que las ECV representan la principal causa de mortalidad a nivel

mundial, y una fuente importante de discapacidad, alteración en la calidad de vida, con altos costos sociales y económicos (3). Adicionalmente, la DM2 es también un problema prioritario de salud pública, puesto que las personas con esta enfermedad tienen un mayor riesgo de desarrollar alguna cardiopatía o un accidente cerebrovascular, insuficiencia renal, neuropatía diabética y el riesgo de muerte es al menos dos veces mayor que en las personas sin diabetes (4).

Estudios en adultos diagnosticados con SM según el *National Cholesterol Education Program- Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III) en el año 2001, han demostrado un aumento significativo del riesgo de desarrollar ECV y DM2, de ahí la importancia

del diagnóstico oportuno de SM (5-6). De acuerdo con el ATP III, el diagnóstico de SM en adultos se establece cuando están presentes tres o más de los siguientes cinco factores de riesgo: obesidad abdominal definida por una circunferencia de cintura (CC)  $\geq 102$  cm en hombres y  $\geq 88$  cm en mujeres; triglicéridos (TG)  $\geq 150$  mg/dL; colesterol HDL (c-HDL; del inglés high-density lipoprotein)  $<40$  mg/dL en hombres y  $<50$  mg/dL en mujeres; presión arterial  $\geq 130/\geq 85$  mm Hg, y glucosa plasmática en ayunas  $\geq 100$  mg/dL (2).

Aunque el SM fue primero considerado casi exclusivamente para la población adulta, estudios longitudinales poblacionales han demostrado que la presencia de componentes del SM desde la niñez se asocia con riesgo cardiovascular y DM2 en la edad adulta. Entre estos estudios se cuenta el *Bogalusa Heart Study* realizado en Estados Unidos para la determinación de factores de riesgo cardiovascular en más de 12000 niños, el cual encontró que la obesidad infantil puede predecir la aparición en la vida adulta de hipertensión arterial (HTA), resistencia a la insulina (RI) y dislipidemia, las cuales pueden afectar la salud cardiovascular y metabólica en la vida adulta, y están asociadas con morbilidad y mortalidad prematuras (7-9). En otro estudio de seguimiento durante 25 años, la presencia de SM en niños predijo eventos clínicos de ECV en adultos de edades entre 30-48 años (10). Igualmente, existen evidencias anatómo-patológicas de la iniciación en la formación de la placa aterosclerótica desde la infancia (11-12) y que factores de riesgo tales como colesterol total, colesterol LDL (c-LDL, del inglés low-density lipoprotein) y TG aumentados y c-HDL bajo (dislipidemia aterogénica), componentes del SM, están relacionados con el desarrollo de lesiones ateroscleróticas desde edades tempranas y con un riesgo elevado de ECV (13).

Las prevalencias globales reportadas de SM para población pediátrica oscilan entre el 0 y el 19,2%,

según el criterio diagnóstico empleado (14). Adicionalmente, esa prevalencia se incrementa en niños con sobrepeso [media: 11,9% (rango de 2,8-29,3%)] y obesidad [(media: 29,2% (rango de 10-66%)] (14). Dadas las asociaciones encontradas entre la presencia de los componentes del SM en la niñez y ECV en la vida adulta, a lo que se suma la epidemia de obesidad infantil, hacen que la necesidad de diagnosticar el SM en población pediátrica sea cada día más relevante. Desde hace varios años algunas organizaciones y autores han trabajado para establecer criterios diagnósticos apropiados para niños y adolescentes, que permitan determinar la presencia de este síndrome, con el fin de promover medidas preventivas tempranas que disminuyan el riesgo de desarrollar ECV (15-20). El objetivo de esta revisión fue abordar los diferentes componentes del SM en niños, su prevalencia y los criterios diagnósticos que han sido propuestos por diferentes organizaciones y autores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta revisión aborda los diferentes componentes del SM en niños, tales como RI, obesidad, obesidad abdominal, glucemia alterada, dislipidemia aterogénica e HTA. Se hace énfasis en los diferentes criterios de diagnóstico del SM propuestos para esta población, y por tanto su contribución en la determinación del riesgo de desarrollar ECV desde edades tempranas.

La búsqueda de información se realizó en las siguientes bases de datos: Pubmed, Science Direct, Embase, Lilacs y Scielo, se seleccionaron artículos publicados desde el año 1995 hasta el 2015, en español e inglés utilizando los siguientes términos y estrategias:

En inglés: (child OR children OR childhood OR pediatric) AND metabolic syndrome AND cardiovascular risk AND diabetes AND diagnosis AND

(obesity OR overweight) AND (waist circumference AND insulin resistance AND hyperglycemia AND dyslipidemia AND hypertension).

En español: (niños OR niñez OR infantil OR pediátrica) AND síndrome metabólico AND enfermedad cardiovascular AND diabetes AND diagnóstico AND (obesidad OR sobrepeso) AND circunferencia de cintura AND resistencia a la insulina AND hiperglucemia AND dislipidemia AND hipertensión).

Se incluyeron artículos originales, guías y recomendaciones de organizaciones nacionales e internacionales. Adicionalmente, artículos publicados desde el año 1995, basados en los hallazgos encontrados en el estudio *Bogalusa Heart Study*, luego del seguimiento a una población de niños y adolescentes desde el año 1972, los cuales demostraron que cuando los factores de riesgo del SM están presentes en la infancia, los problemas de salud relacionados, tales como la presión arterial alta, endurecimiento de las arterias, enfermedades del corazón y la diabetes tienen más probabilidades de ocurrir en la edad adulta (8).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Obesidad

La obesidad es el aumento excesivo del tejido adiposo debido al incremento en el almacenamiento de energía en forma de TG, producido por un desequilibrio entre la ingesta y el gasto de energía, lo cual conduce a un aumento en la masa grasa corporal (21). Específicamente, la obesidad central se ha asociado con un mayor riesgo cardiovascular por su alta relación con la grasa perivisceral (22).

Desde el punto de vista epidemiológico es relevante mencionar que en la población menor de 20 años, el exceso de peso que agrupa el sobrepeso y obesidad ha incrementado considerable-

mente, hasta el punto de convertirse en un problema importante de salud pública a nivel mundial. La prevalencia de exceso de peso en el grupo poblacional en mención, entre 1980 y 2013 en los países desarrollados pasó de 16,9 a 23,8% en los niños y de 16,2 a 22,6% en las niñas, y en los países en vía de desarrollo cambió de 8,1 a 12,9% en los niños y de 8,4 a 13,4% en las niñas (23). Esto significa que en un periodo de 33 años, en la población menor 20 años de los países en desarrollo, incrementó en 60% la prevalencia de exceso de peso. En Colombia, la problemática también es preocupante, según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) de 2010, uno de cada seis niños presentó sobrepeso u obesidad (24).

La prevalencia del SM en niños aumenta directamente con el grado de obesidad, y cada componente de este síndrome empeora con el aumento de ésta (9). Adicionalmente, como se mencionó anteriormente, la obesidad en la infancia se asocia con un mayor riesgo de ECV en la edad adulta (25). De ahí la importancia de diagnosticarla de forma oportuna con el fin de tomar medidas preventivas para evitar complicaciones futuras.

El diagnóstico de obesidad en niños es principalmente clínico, basado en la evaluación antropométrica. Sin embargo, la definición de un punto de corte ha sido difícil en esta población dados los cambios corporales presentes durante el crecimiento y desarrollo, además de las diferencias entre sexos y grupos poblacionales. Por esta razón, lo recomendable es que estas medidas sean expresadas en términos de la edad y el sexo de los niños. Para facilitar este análisis, el *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) propusieron valores de referencia según la edad y el sexo (26-28). Las tablas de crecimiento diseñadas por el CDC permiten clasificar a niños y niñas con sobrepeso cuando se encuentran con un índice de

masa corporal (IMC) entre el percentil 85 y 95, y con obesidad a aquellos que están por encima del percentil 95 (26). La OMS por su parte, propuso patrones de crecimiento de uso internacional con base en los datos de estudios multicéntricos, en 2006 para los menores de cinco años y en 2007 para niños y adolescentes de 5-19 años. Para la evaluación del exceso de peso, la OMS propone el indicador peso para la longitud/estatura en los menores de cinco años y el IMC-edad de 5-19 años. Los puntos de corte propuestos por el organismo en mención en desviaciones estándar (DE) o puntaje z para dichos indicadores fueron: sobrepeso entre +2 y +3 DE y obesidad >+3 DE (27-28). Sin embargo, tanto el indicador peso para la longitud/estatura como el IMC no tienen en cuenta la distribución de la grasa, y por tanto no consideran el papel fisiopatológico de la obesidad intra-abdominal en el desarrollo de riesgo cardiovascular. Se ha propuesto que la determinación de la CC puede ser un mejor marcador predictor de riesgo cardiovascular (29). Algunos estudios por el contrario, han demostrado que tanto el IMC como la determinación de la CC tienen un alto grado de correlación y son buenos métodos para predecir el SM en niños (30-31).

En Colombia, según la resolución 2121 de 2010 del Ministerio de la Protección Social (32), se adoptaron los patrones de crecimiento publicados por la OMS en 2006 y 2007. Sin embargo, se hicieron algunas modificaciones en los puntos de corte de los indicadores peso para la longitud/estatura en los menores de 5 años y el IMC-edad en los de 5-18 años. En los dos casos el Ministerio definió sobrepeso >+1 y ≤2 DE, y obesidad >+2DE. Aunque no es claro el motivo por el cual se realizaron dichas modificaciones, posiblemente el objetivo fue contar con una herramienta preventiva de los problemas de exceso de peso. Esta resolución se diseñó con el fin de realizar adecuadamente la clasificación nutricional de los niños en Colombia y establecer medidas de monitoreo y vigilancia en esta población. Actualmente, el Ministerio trabaja en una nueva resolución que deroga la 2121 de 2010, y recomienda adoptar los patrones de la OMS sin modificaciones.

Para el diagnóstico de SM en niños, el parámetro de obesidad abdominal se ha basado principalmente en la medición de la CC (Tabla 1). Uno de los puntos de corte para CC que más se ha utilizado en las diferentes definiciones de SM es el derivado de la *National*

**Tabla 1.** Parámetro de obesidad abdominal para el diagnóstico del SM en niños

Organización o autor/ Población	Diagnóstico de obesidad	Referencia
Cook y col. (2003) Edad: 12-19 años	CC percentil ≥ 90 (NHANES III)	(16)
Ferranti y col. (2004) Edad: 12-19 años	CC percentil ≥ 90 (NHANES III)	(17)
Cruz y col. (2004) Edad: 8-13 años	CC percentil ≥ 90 (NHANES III)	(15)
IDF (2007) Edad: 10-16 años	CC percentil ≥ 90	(20)
Panel de Expertos NHLBI (2012) Edad: 0-21 años	CC percentil ≥ 90 a < 95 (NHANES III)	(18)

National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) datos para la edad y el sexo; International Diabetes Federation (IDF); National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI); circunferencia de cintura (CC).

*Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) de los Estados Unidos, realizada entre los años 1988-1994, el cual clasifica con obesidad abdominal a aquellos niños y adolescentes (2 a 19 años) en el percentil  $\geq 90$  (33).

En Manizales, Colombia, se ha demostrado que la prevalencia de obesidad abdominal en niños es más alta que la obesidad general determinada por el IMC (34). Sin embargo, la "Guía de atención de obesidad" del Ministerio de Salud (35) no tiene contemplada la realización de esta medición en niños, lo cual implica un impedimento para contar con este parámetro necesario en el diagnóstico del SM.

Pese a que varios países han publicado cifras de CC de su población, no hay acuerdo internacional sobre valores de referencia para clasificar obesidad central en niños y adolescentes, que involucre acertadamente las diferencias fenotípicas durante el crecimiento, y tengan en cuenta las técnicas de medición propuestas por la OMS.

### Resistencia a la insulina (RI)

La RI se define como la disminución de la capacidad de la insulina para ejercer sus acciones biológicas en tejidos diana típicos (músculo esquelético, hígado y tejido adiposo). Esto conduce a una disminución del ingreso de glucosa al tejido adiposo y al músculo esquelético, y la incapacidad de la insulina para inhibir la producción de glucosa hepática y la lipólisis en el tejido adiposo (21).

En diferentes países se ha reportado en niños y adolescentes una alta prevalencia de RI (de hasta 36%), asociada principalmente al incremento de obesidad (36-38). Esto también es preocupante por la frecuencia creciente de DM2 observada actualmente en niños, enfermedad que hasta hace poco era casi exclusiva de la población adulta (39). Además, los jóvenes con DM2 también son propensos a complicaciones secundarias relacio-

nadas con la obesidad como la HTA, la enfermedad de hígado graso no alcohólico y el SM, los cuales están asociados con el aumento de riesgo cardiovascular (40). Esto evidencia la problemática actual en el contexto pediátrico en relación con la epidemia de obesidad.

El método más empleado para la determinación de RI es el Modelo de valoración de la homeostasis de la RI (HOMA-IR). Este método ha sido validado frente a los estándares de oro (clamp hiperglicémico y clamp euglicémico-hiperinsulinémico) (41). A diferencia de la determinación de RI por los estándares de oro, el HOMA-IR es un procedimiento más simple y poco invasivo, que permite precisar un valor numérico expresivo de RI, mediante una fórmula validada y bien establecida (41). El cálculo para el HOMA-IR se realiza mediante la siguiente ecuación:

Glucosa en ayunas (mmol/L) x insulina en ayunas (mUI/L)/22,5

La constante de 22,5 es un factor de normalización obtenido de multiplicar la insulina plasmática en ayunas "normal" (5 mU/L) por 4,5 mmol/L, que es la concentración de glucosa plasmática en ayunas de un individuo sano "normal" (41). Cuando se tienen resultados de glucosa en mg/dL se divide por la constante 405. Valores del HOMA-IR por encima de 1 representan un nivel creciente de RI, sin embargo, existen factores fisiológicos, genéticos y ambientales que pueden producir alta variabilidad de los valores HOMA-IR entre las poblaciones (41). Otro modelo empleado es el HOMA2-IR, el cual tiene en cuenta cambios en los métodos de análisis de la insulina, el incremento de la resistencia hepática, el incremento de la curva de secreción de insulina para unas concentraciones de glucosa por encima de 180 mg/dL, la contribución de la proinsulina circulante y las pérdidas renales de glucosa. Además, con el fin de ajustar el modelo a situaciones de hiperinsulinemia e

hiperglucemia, el programa introdujo un rango de 1-300  $\mu$ UI/L para la insulinemia y de 20-450 mg/dL para la glucemia (42).

En la actualidad, la determinación de RI se realiza principalmente con fines de investigación y no hay aplicaciones clínicas para estas medidas, lo cual es debido a la falta de ensayos estandarizados de insulina, cuyo principio más frecuentemente utilizado es el inmunoensayo enzimático (43). Esta problemática llevó a la generación de un grupo de trabajo en la normalización de la insulina, el cual se conformó en el año 2004 por la *American Diabetes Association* (ADA) en conjunto con el *National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases* (NIDDK), el CDC, la *European Foundation for the Study of Diabetes* (EFSD) y la *International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* (IFCC) (43). Para lograr estandarizar el método, este grupo recomienda el uso de estándares de insulina altamente purificados (producidos de forma recombinante), el reporte de resultados en el Sistema Internacional de Unidades pmol/L, garantizar la trazabilidad hasta la espectrometría de masas (procedimiento de medición de referencia de alto nivel de dilución isotópica calibrado con insulina recombinante pura) y la estandarización de protocolos (43).

Diferentes estudios se han realizado con el fin de determinar el punto de corte del HOMA-IR para niños y adolescentes. Un estudio realizado en México reportó una media de HOMA-IR de  $2,89 \pm 0,7$ . Los valores aumentaron gradualmente con la edad y alcanzaron una meseta a los 13 años, tanto en niñas como en niños (44). En este estudio, el HOMA-IR fue clasificado en percentiles teniendo en cuenta que los niveles de insulina y glucosa aumentan gradualmente con la edad, por lo cual la estimación de RI se basó en una distribución centilar del HOMA-IR en lugar de un valor derivado de un único punto de corte (44).

En otro estudio realizado en niños y adolescentes con SM, se encontró un valor del índice HOMA-IR en el percentil 60 de 2,3 y para los percentiles 50 y 75 los valores variaron desde 2,1 hasta 2,8 (45). Varios estudios han demostrado que un valor de HOMA-IR por encima del percentil 75 se asocia significativamente con el SM y define la presencia de RI (46-48). La importancia de realizar la determinación de RI a través del índice HOMA se basa en la observación de que la sola determinación de glucosa sanguínea en ayunas o durante una prueba oral de tolerancia, detecta muy bajo porcentaje de sujetos diagnosticados con alteración de la homeostasis de la glucosa asociada a RI (40,53).

Aunque la determinación de RI no es un parámetro que se utiliza con frecuencia para el diagnóstico de SM en niños y adolescentes, el Panel de expertos en guías integradas de salud cardiovascular y reducción del riesgo en niños y adolescentes del *National Heart, Lung, and Blood Institute* (NHLBI) en el 2012, recomiendan como uno de los criterios para el diagnóstico de SM en niños, el incremento de la concentración de insulina en ayunas, sin informar un punto de corte específico (18).

### Glucemia alterada o prediabetes

La prediabetes se determina cuando los valores de glucosa se encuentran en un intermedio entre los que definen diabetes y aquellos considerados como normales. Estos individuos presentan alteración de la glucosa en ayunas con concentración en sangre entre 100 mg/dL y 125 mg/dL, y también intolerancia a la glucosa con valores de dos horas postcarga en una prueba oral de tolerancia a la glucosa (POTG) entre 140 mg/dL y 199 mg/dL (50). El diagnóstico de prediabetes indica un riesgo importante para el desarrollo de diabetes en el futuro, por lo cual detectar este tipo de pacientes es indispensable desde el punto de vista preventivo.

## Síndrome metabólico en niños

Según las “Normas de atención médica en diabetes” del 2014 establecidas por la ADA (51), se recomienda la realización de pruebas de tamizaje de DM2 y prediabetes para todos los niños y adolescentes asintomáticos que presentan sobrepeso (IMC-edad > percentil 85 y en los menores de 5 años que tengan el peso para la talla > 120%), acompañado de dos o más de los siguientes factores de riesgo:

- Antecedentes familiares de DM2 en primero o segundo grado de consanguinidad.
- Raza / etnia (nativos americanos, afroamericanos, latinos, asiáticos americanos, isleños del Pacífico).
- Signos de RI o condiciones asociadas con RI (acantosis nigricans, HTA, dislipidemia, síndrome de ovario poliquístico, o bajo peso al nacer para la edad gestacional).
- Historial materno de diabetes o diabetes gestacional durante la gestación del niño.
- Especial atención se debe prestar a los niños de 10 años o al inicio de la pubertad (si se produce a menor edad), en quienes las pruebas de tamizaje de DM2 se deben realizar con una periodicidad de 3 años.

La hemoglobina glicada (HbA1c) es otra prueba de laboratorio utilizada como un indicador de hiperglucemia crónica, por reflejar el nivel medio de glucosa en sangre en un periodo de 2 a 3 meses, además también es útil para el diagnóstico de diabetes en la población adulta. Sin embargo, la ADA ha informado que hay limitada información que apoye el uso de HbA1c para el diagnóstico de diabetes en niños y adolescentes (51). Solamente está indicada en niños cuando se sospecha de diabetes y no se encuentran síntomas claros o con niveles de glucosa plasmática al azar >200 mg/dL (52). A pesar de esto, varios estudios han reportado resultados muy interesantes al respecto, por ejemplo, se ha encontrado que valores de HbA1c

en niños entre 5,5 y 6,0% representan un riesgo relativo para diabetes cinco veces mayor que cuando la HbA1c es < 5%. Los valores  $\geq 6,0\%$  representa un riesgo alto para el desarrollo de diabetes (20 veces mayor que cuando la HbA1c es < 5%) (53). Incluso, una cifra de HbA1c elevada permite clasificar más niños como prediabéticos que cuando se utiliza la glucosa en ayunas, lo cual puede tener implicaciones diagnósticas en el manejo clínico de la obesidad y sus complicaciones en esta población (54).

Para el diagnóstico de SM en niños, algunas definiciones (Tabla 2) como las de Cook y colaboradores (16) y Ferranti y colaboradores (17), establecen como factor de riesgo niveles de glucosa en ayunas  $\geq 110$  mg/dL, valores que según la ADA podrían estar excluyendo a individuos con prediabetes. Otros autores, como Cruz y colaboradores (15) y Weiss y colaboradores (19) recomiendan la determinación de intolerancia a la glucosa a través de la POTG; mientras que la IDF (20) y el Panel de expertos de NHLBI (2012) (18) utilizan el parámetro de glucosa en ayunas con valores  $\geq 100$  mg/dL. Aunque estas dos últimas concuerdan con las recomendaciones de la ADA, que son actualmente las más aceptadas, el uso de la medición de glucosa en ayunas es posiblemente el más adecuado para el diagnóstico de SM, basados en el hecho de que es más fácil y sencillo de emplear con respecto a la POTG.

Siguiendo los lineamientos de la ADA, en Colombia se recomienda el tamizaje a pacientes con factores de riesgo realizando determinaciones de glucosa plasmática en ayunas o dos horas post-carga, cada dos años a partir de los 10 años (55).

### Dislipidemia aterogénica

La dislipidemia aterogénica que se presenta en el SM está fuertemente asociada con obesidad y RI, y se caracteriza porque los pacientes que la pa-

**Tabla 2.** Alteración de la glucemia como parámetro para el diagnóstico de SM en niños y adolescentes

Organización o autor/ Población	Glicemia	Referencia
Cook y col. (2003) Edad: 12-19 años	Glucosa en ayunas $\geq 110$ mg/dL	(16)
Ferranti y col. (2004) Edad: 12-19 años	Glucosa en ayunas $\geq 110$ mg/dL	(17)
Cruz y col. (2004) Edad: 8-13 años	POTG $\geq 140$ a <200 (ADA)	(15)
Weiss y col. (2004) Edad: 4-20 años	POTG $\geq 140$ a <200 (ADA)	(19)
IDF (2007) Edad: 10-16 años	Glucosa en ayunas $\geq 100$ . Para resultados mayores se recomienda POTG	(20)
Panel Expertos NHLBI (2012) Edad: 0-21 años	$\geq 100$ a <126 (ADA)	(18)

Prueba oral de tolerancia a la glucosa (POTG); American Diabetes Association (ADA); International Diabetes Federation (IDF); National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI).

decen presentan niveles plasmáticos elevados de TG o del colesterol de las lipoproteínas que contienen apolipoproteína B100 (apoB), tales como: VLDL (del inglés very low density lipoprotein) y LDL, además de una concentración baja de c-HDL (56). La sobreproducción hepática de apoB y de VLDL rica en TG asociada con la obesidad inicia una serie de cambios en las lipoproteínas plasmáticas, lo cual resulta en niveles incrementados de LDL pequeñas y densas, conocidas por su potencial aterogénico, dado que pueden penetrar la pared arterial más fácilmente y quedar atrapadas en el espacio subendotelial donde desencadenan todo un proceso que termina en la formación de la placa ateromatosa y desarrollo de aterosclerosis (57). Este es un proceso crónico que se ha reportado inicia en la infancia, y se puede manifestar en la vida adulta con la aparición de síndrome coronario agudo, infarto agudo de miocardio, accidente cerebrovascular agudo, isquemia aguda de los miembros inferiores o muerte súbita (11-12).

La dislipidemia en niños y adolescentes se ha convertido en una condición clínica frecuente, principalmente debido al aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en este grupo de edad. En un estudio realizado en Estados Unidos a partir del análisis de los datos incluidos en *Integrated Healthcare Information Service*, donde se evaluaron los resultados de laboratorio de 273.064 niños entre los años 2003 a 2006, se encontró una proporción de dislipidemia del 23% (58). Una prevalencia similar (24%) se encontró a partir de la información contenida en la base de datos de la NHANES. En esta población se observó que la elevación de TG fue la alteración más frecuente, seguido del colesterol total alto. Además, se detectó que la presencia de dislipidemia varía con la edad y el sexo. Por ejemplo, los adolescentes mayores tenían más alterados los TG y el c-HDL, con respecto a los niños más pequeños; adicionalmente las anomalías en el colesterol total, c-LDL y apoB, generalmente disminuyen con la edad, esto último posiblemente se deba al desa-

## Síndrome metabólico en niños

rollo físico que tiene un impacto importante en el colesterol total (58). Otro estudio reportó que la hipertrigliceridemia, el aumento del colesterol total y la disminución del c-HDL en un grupo de niños, se asoció con la presencia de obesidad (59).

Dada la problemática de dislipidemia en la niñez, la cual representa un factor de riesgo para el desarrollo de la aterosclerosis en el adulto, es indispensable la realización de pruebas de laboratorio clínico, específicamente el perfil lipídico para el diagnóstico y seguimiento de esta alteración. Por esta razón, los niños y adolescentes con evidencia de factores de riesgo como historia familiar de ECV, sobrepeso, HTA, diabetes, tabaquismo, mala alimentación y sedentarismo, deben ser considerados para la evaluación de dislipidemia por el laboratorio, aun cuando no se cuente con antecedentes familiares de ECV prematura (60).

Como se ha expresado previamente, los cambios fisiológicos y físicos propios del crecimiento en niños y adolescentes, han dificultado establecer un consenso sobre el punto de corte de las variables para determinar el SM y la dislipidemia (61), debido a que la grasa corporal, la presión arterial y los lípidos varían con la edad durante la pubertad. Por ejemplo, el colesterol total disminuye a mediados de la pubertad y sus niveles empiezan a aumentar alcanzando concentraciones observadas en adultos, al final de la pubertad (61). Debido a esto, en 1992 el NCEP del NHLBI, se enfocó en describir las alteraciones de las concentraciones de colesterol total, TG, c-LDL, y c-HDL en términos de percentiles según la edad y el sexo en niños y adolescentes de 2 a 18 años (61). El NHLBI (18) en 2012, recomienda la utilización de puntos de corte para el perfil lipídico distribuyendo los resultados como aceptables, límite y altos (Tabla 3).

La definición de SM dada por Cook y colaboradores (16), en la cual se consideran las recomendaciones del NCEP-ATPIII en niños y adolescentes,

estableció como punto de corte para definir concentraciones bajas de c-HDL, valores  $\leq 40$  mg/dL, el cual se determinó con el percentil 10 a 25 y para TG se estableció como límite superior normal 110 mg/dL, valor que fue tomado entre el percentil 85 a 95 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Intervalos biológicos de referencia de lipoproteínas y apolipoproteínas según el panel de expertos en guías integradas para la salud cardiovascular y la reducción de riesgo en niños y adolescentes (18)

Categoría	Aceptable	Límite	Alto
Colesterol total (mg/dL)	<170	170-199	$\geq 200$
c-LDL (mg/dL)	<110	110-129	$\geq 130$
c-HDL (mg/dL)	>45	40-45	<40
Colesterol no HDL (mg/dL)	<120	120-144	$\geq 145$
Apo B (mg/dL)	<90	90-109	$\geq 110$
Apo A-1 (mg/dL)	>120	115-120	<115
TG (mg/dL)	0-9 años	<75	75-99 $\geq 100$
	10-19 años	<90	90-129 $\geq 130$

Colesterol-lipoproteína de baja densidad (c-LDL); Colesterol-lipoproteína de alta densidad (c-HDL); apolipoproteína (Apo); triglicéridos (TG).

La definición de SM dada por Ferranti y colaboradores, basada en los criterios del NCEP-ATPIII, con algunas modificaciones ajustando por edad y sexo, establece valores para hipertrigliceridemia de  $\geq 97$ mg/dL con un percentil de 85 a 95. Para el caso del c-HDL, los valores alterados se encuentran en concentraciones  $<50$  mg/dL ( $<45$  para varones de 15 a 19 años), esto representa los percentiles de 10 a 15 en niñas y de 10 a 25 en niños (17). En la última definición de SM en niños realizada por el IDF (20), se recomiendan los mismos valores que se emplean para adultos en el caso de c-HDL y TG (Tabla 4). Aunque existe similitud entre los puntos de corte de los parámetros de dislipidemia para definir SM (Tabla 4), la

**Tabla 4.** Parámetros de dislipidemia para el diagnóstico de SM en niños

Organización o autor/ Población	Triglicéridos	Colesterol HDL	Colesterol no HDL	Referencia
Cook y col. (2003) Edad: 12-19 años	$\geq 110$ mg/dL ó $\geq$ al percentil 90	$\leq 40$ mg/dL ó percentil $<10$ (NECP)	No aplica	(16)
Ferranti y col. (2004) Edad: 12-19 años	$\geq 97$ mg/dL	$<50$ mg/dL ( $<45$ para varones de 15 a 19 años)	No aplica	(17)
Cruz y col. (2004) Edad: 8-13 años	Percentil $\geq 90$	Percentil $\leq 10$ (NHANES III)	No aplica	(15)
Weiss y col. (2004) Edad: 4-20 años	Percentil $>95$	Percentil $< 5$	No aplica	(19)
IDF (2007) Edad: 10-16 años	$\geq 150$ mg/dL	$< 40$ mg/dL	No aplica	(20)
Panel Expertos NHLBI (2012) Edad: 0-21 años	Hasta los 9 años: $\geq 75$ mg/dL a $<100$ mg/dL En $\geq$ de 10 años: $\geq 90$ mg/dL a $< 130$ mg/dL	$\geq 40$ a $\leq 45$ mg/dL	$\geq 120$ a $<126$ mg/dL	(18)

National Cholesterol Education Program (NCEP), datos establecidos según la edad y el sexo; National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), datos para la edad y el sexo; International Diabetes Federation (IDF); National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI).

necesidad de contar con criterios claros es cada vez más urgente, principalmente por las implicaciones que puede traer el diagnóstico para la toma de medidas preventivas en esta población.

En Colombia actualmente no se cuenta con guías específicas para el diagnóstico de dislipidemia en niños. Sin embargo, el consenso nacional sobre detección, evaluación y tratamiento de dislipoproteinemias en adultos en 2005 (62), recomendó realizar el perfil lipídico sólo en niños con casos de dislipidemia aterogénica familiar conocida. Esto debido a que la incidencia de dislipidemia reportada en ese momento era muy baja y no había aún certeza de la utilidad de una intervención temprana. Sin embargo, estudios más recientes reportan prevalencias altas para hipertrigliceridemia en niños y adolescentes en poblaciones colombianas (63-64).

### Hipertensión arterial (HTA)

La HTA se caracteriza por una elevación significativa y persistente de la presión arterial que tiene

como mecanismo fisiopatológico la disfunción endotelial. En esta se presenta una disminución de la relajación vascular y la vasoconstricción excesiva, lo cual conduce a un aumento significativo en la resistencia vascular periférica y con el tiempo en la presión arterial (65). La HTA transcurre inicialmente como una enfermedad silenciosa, y durante ese tiempo puede causar daños a nivel cardíaco, vascular y renal (66).

Se ha observado que en adultos, la HTA se asocia con RI y con aumento del IMC (67). En niños, la presencia de HTA se asocia con aumento en el IMC (67), adicionalmente, estos niños tienen mayor riesgo de mortalidad antes de los 55 años (68). Por esta razón, el tamizaje y diagnóstico de HTA en la niñez es necesario para prevenir complicaciones futuras.

Se supone que la HTA en niños es rara, motivo por el cual no se estudia con frecuencia. Sin embargo, algunos estudios han reportado prevalencias altas

principalmente en niños y adolescentes obesos. En un estudio realizado en Chile se encontró una prevalencia de HTA del 13,6% en la población pediátrica total. Al analizar los datos según estado nutricional, se observó que en los niños eutróficos la prevalencia de HTA fue del 8,9%, en niños con sobrepeso del 13,8% y con obesidad del 26,1%. Estos datos indican que la HTA está aumentando paralelo al incremento de malnutrición por exceso en la población pediátrica (69). En otro estudio realizado en Estado Unidos, en el cual se evaluaron 237.248 niños y adolescentes entre 6 y 17 años se encontró una prevalencia de pre-hipertensión del 31,4% y de HTA del 2,1% (70).

Mientras que la definición de HTA en adultos se hizo teniendo en cuenta los valores que han sido asociados con eventos cardiovasculares y muerte, en niños se basa en riesgo para eventos en la edad adulta (71), lo que ha dificultado su definición. Además, en niños, los valores de la presión arterial varían ampliamente de acuerdo al desarrollo y crecimiento corporal, a la edad y el sexo. Por lo general la presión arterial aumenta con la edad y su valor es mayor en niños que en niñas (72).

La mayoría de definiciones propuestas para establecer HTA como componente del SM en niños coinciden con la utilización de percentiles según la edad, sexo y estatura, basados en la distribución normal de la presión arterial en niños sanos (Tabla 5).

Según el cuarto reporte en el diagnóstico, evaluación y tratamiento de la presión arterial alta en niños y adolescentes realizado en el año 2004, la presión arterial entre los percentiles 90 y 95 en la infancia se define como “alta normal o pre-hipertensión” y es una indicación para modificar el estilo de vida. Cuando se encuentra en un percentil  $\geq$  al 95 se define como HTA (72).

Según el NHLBI, a partir de los tres años de edad se debe medir la presión arterial por lo menos

**Tabla 5.** Parámetro de aumento presión arterial para el diagnóstico de SM

Organización o autor/ Población	Presión arterial alterada	Referencia
Cook y col. (2003) Edad: 12-19 años	Percentil $\geq$ 90 (NHBPEP)	(16)
Ferranti y col. (2004) Edad: 12-19 años	Percentil >90	(17)
Cruz y col. (2004) Edad: 8-13 años	Percentil $\geq$ 90 (NHBPEP)	(15)
Weiss y col. (2004) Edad: 4-20 años	Percentil $\geq$ 95 (NHBPEP)	(19)
IDF (2007) Edad: 10-16 años	PA sistólica $\geq$ 130 mmHg o PA diastólica $\geq$ 85 mmHg	(20)
Panel de Expertos NHLBI (2012) Edad: 0-21 años	Percentil $\geq$ 90 a < 95 (NHBPEP)	(18)

National High Blood Pressure Education Program (NHBPEP); International Diabetes Federation (IDF); PA, presión arterial.

una vez en cada visita médica. Sin embargo, a los niños menores de tres años se les mide la presión arterial solo bajo circunstancias específicas tales como niños prematuros, bajo peso al nacer u otras complicaciones neonatales, cardiopatía congénita, infecciones recurrentes del tracto urinario, hematuria o proteinuria, evidencia de aumento de la presión intracraneal, entre otros. Antes de diagnosticar a los niños como hipertensos, se debe confirmar la presión arterial elevada en visitas repetidas (72). La sustentación para realizar esta recomendación se basa en el riesgo que a largo plazo pueden tener los niños y adolescentes con HTA.

#### Problemática y otras perspectivas

Como se ha descrito previamente, la falta de consenso en el diagnóstico de SM en niños ha llevado a que la prevalencia en una misma población varíe

notablemente de acuerdo con la definición utilizada. Por ejemplo, Suárez-Ortegón y colaboradores (2013) luego de estimar la prevalencia de SM en 1,461 adolescentes (10-16 años) del suroeste de Colombia, encontraron que dicha prevalencia dependía fuertemente de la definición empleada: 8,5%, 2,5% y 1.2% según Ferranti y colaboradores, Cook y colaboradores e IDF, respectivamente (63). De los componentes del SM, el de mayor prevalencia en esta población fue la hipertrigliceridemia y el de menor la glucosa en ayunas alterada.(63). Otro estudio realizado en una población de 851 adolescentes de 10 a 18 años en Medellín, Colombia, reportó igualmente prevalencias de SM que oscilaron entre 0,9 y 11,4% según los puntos de corte utilizados (64). En este estudio, se encontró una alta prevalencia de hipertrigliceridemia y de c-HDL bajo, y una baja prevalencia de CC alta y de los niveles de glucosa en ayunas elevados (64). Según estos autores, la definición más recomendada para usar en esta población fue la de Ford y colaboradores (73), la cual mostró una alta concordancia con la prevalencia reportada usando la definición de Cook y colaboradores (16).

Estas diferentes definiciones del SM usan puntos de corte heterogéneos y frecuentemente arbitrarios, lo que resulta en diferentes ponderaciones para los componentes. Por ejemplo, en las definiciones de Cook y colaboradores (16) y de Ferranti y colaboradores (17) la hiperglicemia tiene un peso menor, pero en la definición del IDF (20), la presión arterial elevada tiene un peso mayor y la CC es requisito para el diagnóstico. Igualmente, los puntos de corte de estas definiciones son derivados de poblaciones seleccionadas como niños obesos o en las que no se incluyeron a niños pre-adolescentes. Esto último es importante, dado que ya se han demostrado prevalencias relativamente altas de SM en niños pre-pubertales (<10 años), independiente de la clasificación empleada (74).

Dadas estas dificultades, otros autores han sugerido el uso de una nueva definición basada en un puntaje continuo (estandarización de un puntaje z específico para edad y sexo) para SM, que balancea la contribución de cada componente a la prevalencia global de este síndrome (75). Este puntaje continuo fue desarrollado luego de evaluar 18.169 niños saludables de 2-10,9 años pertenecientes a ocho países europeos del estudio “*Identification and prevention of dietary- and lifestyle-induced health effects in children and infants*” (IDEFICS) (75). Estos autores recomiendan dos niveles de decisión para guiar en la práctica clínica, uno de monitoreo, para aquellos niños que tengan valores de por lo menos tres de los componentes del SM excediendo el percentil 90, y el nivel de acción, para aquellos que excedan el percentil 95 (75). Aunque una limitación de esta nueva propuesta es que no se ha medido su utilidad en estudios clínicos prospectivos, otros autores han reportado superioridad de este tipo de abordaje. Por ejemplo, Pandit y colaboradores encontraron que el uso de un puntaje continuo para SM fue mejor herramienta para estimar el riesgo aterosclerótico (medido por el grosor de la media-íntima carotídea y rigidez vascular) en niños, que el emplear los componentes individuales del SM (76).

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El incremento en la prevalencia de SM en niños se ha asociado con el aumento paralelo de obesidad infantil. Por lo cual, es importante establecer un consenso sobre los criterios diagnósticos para este síndrome en niños, que contemplen los cambios fisiológicos constantes en el metabolismo y en la composición corporal que se producen de forma diferente en estos grupos de edad. Así, se debería emplear percentiles específicos para los diferentes parámetros según edad, sexo y grupo poblacional. Aunque establecer puntos de corte

## Síndrome metabólico en niños

facilita la práctica clínica, sería importante analizar la utilidad de puntajes continuos para evaluar el SM en niños, lo cual podría representar una herramienta más adecuada.

Aunque algunos puntos de corte empleados en varias definiciones de SM en niños son derivados de estudios que no incluyeron niños pre-adolescentes, hoy en día es evidente el aumento en la

prevalencia de alteraciones en este grupo etario. Por lo cual se debería evaluar la inclusión de niños preescolares en este tipo de estudios.

Finalmente, la detección de cualquier combinación de factores de riesgo (criterios del SM) debería impulsar el uso de medidas preventivas basada principalmente en modificaciones en el estilo de vida y acompañamiento clínico.

## Referencias

1. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988;37:1595-607.
2. Grundy SM, Brewer HB, Cleeman JI, Smith SC, Lenfant C. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation*. 2004;109:433-8.
3. WHO. Cardiovascular disease (CVDs). Geneva; 2015. [citado febrero de 2015]. Fact sheet N°317. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>
4. WHO. Diabetes. Geneva; 2015. [citado febrero de 2015]. Nota descriptiva N°312. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>
5. Wilson PWF. Metabolic syndrome as a precursor of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Circulation*. 2005;112:3066-72.
6. Wannamethee SG. The metabolic syndrome and cardiovascular risk in the British Regional Heart Study. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(Suppl 2):S25-9.
7. Srinivasan SR, Bao W, Wattigney W a, Berenson GS. Adolescent overweight is associated with adult overweight and related multiple cardiovascular risk factors: The Bogalusa Heart Study. *Metabolism*. 1996;45:235-40.
8. Gidding SS, Bao W, Srinivasan SR, Berenson GS. Effects of secular trends in obesity on coronary risk factors in children: The Bogalusa Heart Study. *J Pediatr*. 1995;127:868-74.
9. Srinivasan SR, Myers L, Berenson GS. Predictability of childhood adiposity and insulin for developing insulin resistance syndrome (syndrome X) in young adulthood: The Bogalusa Heart Study. *Diabetes*. 2002;51:204-9.
10. Morrison JA, Friedman LA, Gray-McGuire C. Metabolic syndrome in childhood predicts adult cardiovascular disease 25 years later: the Princeton Lipid Research Clinics Follow-up Study. *Pediatrics*. 2007;120:340-5.
11. Holman RL, McGill HC, Strong JP, Geer JC. The natural history of atherosclerosis: the early aortic lesions as seen in New Orleans in the middle of the of the 20th century. *Am J Pathol*. 1958;34:209-35.
12. Strong JP, McGill HC, Tejada C, Holman RI. The natural history of atherosclerosis; comparison of the early aortic lesions in New Orleans, Guatemala and Costa Rica. *Am J Pathol*. 1958;34:731-44.
13. McGill HC, McMahan CA, Zieske AW, Sloop GD, Walcott J V, Troxclair DA, et al. Associations of coronary heart disease risk factors with the intermediate lesion of atherosclerosis in youth. The pathobiological determinants of atherosclerosis in youth (PDAY) Research Group. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2000;20:1998-2004.
14. Friend A, Craig L, Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord*. 2013;11:71-80.
15. Cruz M, Weigensberg MJ, Terry T-KH, Ball G, Shaibi GQ, Goran MI. The metabolic syndrome in overweight hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89:108-13.
16. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M. Prevalence of a Metabolic Syndrome Phenotype in Adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2003;157:821-7.
17. Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Neufeld EJ, Newburger JW, Rifai N. Prevalence of the metabolic syndrome in american adolescents: findings from the third. *Circulation*. 2004;110:2494-7.
18. NHLBI. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. Bethesda; 2012. NIH Publication No. 12-7486A
19. Weiss R, Dziura J, Burgert T, Tamborline W, Taksali S. Obesity and metabolic syndrome in children and adolescents. *New Engl J Med*. 2004;350:2362-74.
20. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents: The IDF consensus. *Pediatr Diabetes*. 2007;8:299-306.
21. Capurso C, Capurso A. From excess adiposity to insulin resistance: the role of free fatty acids. *Vascul Pharmacol*. 2012;57:91-7.
22. Carr DB, Utzschneider KM, Hull RL, Kodama K, Retzlaff BM, Brunzell JD, et al. Intra-abdominal fat is a major determinant of the treatment. Panel III criteria for the metabolic syndrome. *Diabetes*. 2004;53:2087-94.
23. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384:766-81.
24. ICBF, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de la Protección Social, Encuesta nutricional de situación nutricional en Colombia (ENSIN) 2010. Bogotá; 2011.
25. Baker J, Olsen L, Sorensen T. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med*. 2007;357:2329-37.
26. CDC. About BMI for children and teens. Atlanta; 2014. [citado febrero de 2015]. Disponible en: [http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/childrens\\_bmi/about\\_childrens\\_bmi.html](http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/childrens_bmi/about_childrens_bmi.html)
27. Onis M, Onyango A, Borghi A. Elaboración de un patrón OMS de crecimiento de escolares y adolescentes. *Bol OMS*. 2007;85:660-7.
28. WHO. Child growth standards. Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. Geneva; 2006.
29. Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *Am J Clin Nutr*. 2004;79:379-84.
30. Nahuelcura RO. Correlación entre índice de masa corporal y circunferencia de cintura en una muestra de niños, adolescentes y adultos con discapacidad de Temuco, Chile. *Int J Morphol*. 2011;29:1326-30.
31. Ferreira AP, Ferreira CB, Brito CJ, Gondim Pitanga JF, Moraes CF, Naves LA, et al. Predicción del síndrome metabólico en niños por indicadores antropométricos. *Arch Bras Cardiol*. 2011;96:121-5.
32. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 2121 de 2010. patrones de crecimiento. Bogotá;2010.

## Síndrome metabólico en niños

33. McDowell M, Fryar CD, Ogden CL. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 1988-1994. Washington: NCHS; 2009. Vital and health statistics. Series 11; no. 249.
34. Benjumea M, Molina D, Arbelaez P, Agudelo L. Circunferencia de la cintura en niños y escolares manizaleños de 1 a 16 años. *Rev Colomb Cardiol*. 2008;15:23-34.
35. Colombia. Ministerio de Salud. Guía de atención de la obesidad. Bogotá; 2002.
36. Martínez García J, Rojas Pérez GG, León Sicairos NM. Prevalencia de la resistencia a la insulina y síndrome metabólico en niños obesos que acuden a la Clínica de Obesidad del Hospital Pediátrico de Sinaloa. *Pediatr México*. 2010;12:18-22.
37. Ghergherechi R, Tabrizi A. Prevalence of impaired glucose tolerance and insulin resistance among obese children and adolescents. *Ther Clin Risk Manag*. 2010;6:345-9.
38. Viner RM, Segal TY, Lichtarowicz-Krynska E, Hindmarsh P. Prevalence of the insulin resistance syndrome in obesity. *Arch Dis Child*. 2005;90:10-4.
39. Dabelea D, Bell R, D'Agostino RB, Imperatore G, Johansen JM, Linder B, et al. Incidence of diabetes in youth in the United States. *JAMA*. 2007;297:2716-24.
40. Pinhas-Hamiel O, Zeitler P. Acute and chronic complications of type 2 diabetes mellitus in children and adolescents. *Lancet*. 2007;369:1823-31.
41. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski S, Naylor B, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*. 1985;28:412-9.
42. Levy JC, Matthews DR, Hermans MP. Correct homeostasis model assessment (HOMA) evaluation uses the computer program. *Diabetes Care*. 1998;21:2191-2.
43. Myrlene S, Michel S, Greg Miller W, Michel S, Scott C. Insulin assay standardization: leading to measures of insulin sensitivity and secretion for practical clinical care. *Diabetes Care*. 2010;33:205-6.
44. Aradillas-García C, Rodríguez-Morán M, Garay-Sevilla ME, Malacara JM, Rascon-Pacheco RA, Guerrero-Romero F. Distribution of the homeostasis model assessment of insulin resistance in Mexican children and adolescents. *Eur J Endocrinol*. 2012;166:301-6.
45. Tresaco B, Bueno G, Pineda I, Moreno LA, Garagorri JM, Bueno M. Homeostatic model assessment (HOMA) index cut-off values to identify the metabolic syndrome in children. *J Physiol Biochem*. 2005;61:381-8.
46. Burrows R, Leiva LB, Weisstaub G, Lera LM, Albala CB, Blanco E, et al. High HOMA-IR, adjusted for puberty, relates to the metabolic syndrome in overweight and obese Chilean youths. *Pediatr Diabetes*. 2011;12(3 Pt 2):212-8.
47. Gallo J, Ochoa J, Balparda J AD. Puntos de corte del perímetro de la cintura para identificar sujetos con resistencia a la insulina en una población colombiana. *Acta Med Colomb*. 2013;38:118-26.
48. Gallo J, Aristizabal D, Segura A, Correa M ZM. Relación de la resistencia a la insulina con la estructura, la función cardíaca y el metabolismo en adultos jóvenes no obesos. *Acta Med Colomb*. 2008;33:117-26.
49. Valerio G, Licenziati MR, Iannuzzi A, Franzese A, Siani P, Riccardi G, et al. Insulin resistance and impaired glucose tolerance in obese children and adolescents from Southern Italy. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2006;16:279-84.
50. ADA. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2014;37:S81-90.
51. ADA. Standards of medical care in diabetes:2014. *Diabetes Care*. 2014;37:S14-80.
52. Nathan DM. International expert committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*. 2009;32:1327-34.
53. Zhang X, Gregg EW, Williamson DF, Barker LE, Thomas W, Bullard KM, et al. A1C level and future risk of diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2010;33:1665-73.
54. Tester J, Sharma S, Jasik CB, Mietus-Snyder M, Tinajero-Deck L. Gender differences in prediabetes and insulin resistance among 1356 obese children in Northern California. *Diabetes Metab Syndr Diabetes India*. 2013;7:161-5.
55. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Guía de práctica clínica sobre diabetes tipo 1: niños, niñas y adolescentes. Bogotá; 2009.
56. Klop B, Elte JWF, Cabezas MC. Dyslipidemia in obesity: mechanisms and potential targets. *Nutrients*. 2013;5:1218-40.
57. Meshkani R, Adeli K. Hepatic insulin resistance, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Clin Biochem*. 2009;42:1331-46.
58. Li J, Motosko SP, Jr ELG, Tave A, Pezzullo JC, Jones JK. Prevalence of pediatric dyslipidemia: comparison of a population-based claims database to national surveys. *Pharmacoepidemiol Drug Saf*. 2010;19:1031-40.
59. Rosini N, Machado MJ, Webster IZ, Moura S a ZO, Cavalcante LDS, da Silva EL. Simultaneous prediction of hyperglycemia and dyslipidemia in school children in Santa Catarina State, Brazil based on waist circumference measurement. *Clin Biochem*. 2013;46:1837-41.
60. Kalra S, Gandhi A, Kalra B, Agrawal N. Management of dyslipidemia in children. *Diabetes Metab Syndr*. 2009;1:1-5.
61. Daniels SR, Greer FR. Lipid screening and cardiovascular health in childhood. *Pediatrics*. 2008;122:198-208.
62. Segundo consenso nacional sobre detección, evaluación y tratamiento de las dislipoproteinemias en adultos. *Rev Colomb Cardiol*. 2005;11:406-91.
63. Suárez-Ortegón MF, Ramírez-Vélez R, Mosquera M, Méndez F, Aguilar-de Plata C. Prevalence of metabolic syndrome in urban Colombian adolescents aged 10-16 years using three different pediatric definitions. *J Trop Pediatr*. 2013;59:145-9.
64. Agudelo GM, Bedoya G, Estrada A, Patiño FA, Muñoz AM, Velásquez CM. Variations in the prevalence of metabolic syndrome in adolescents according to different criteria used for diagnosis: which definition should be chosen for this age group? *Metab Syndr Relat Disord*. 2014;12:202-9.
65. Oparil S, Zaman MA, Calhoun DA. Pathogenesis of hypertension. *Am Coll Physic*. 2003;139:761-76.
66. Alcalá-López JE, Refoyo Salicio E, Bellido Maicas C, Lázaro Fernández E, Rodríguez Padial L. Diagnóstico de la afectación cardíaca en la hipertensión arterial. *Monocardio*. 2003;4:196-206.
67. Franco GPP, Scala LCN, Alves CJ, França GVA de, Cassanelli T, Jardim PCBV. Síndrome metabólica em hipertensos de Cuiabá - MT: prevalência e fatores associados. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92:472-8.
68. Franks PW, Hanson RL, Knowler WC, Sievers ML, Bennett PH, Looker HC. Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *N Engl J Med*. 2010;362:485-93.
69. Bancalari R, Díaz C, Martínez A, Aglony M, Zamorano J, Cerda V. Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con la obesidad en edad pediátrica. *Rev Med Chile*. 2011;139:872-9.
70. Koebnick C, Black MH, Wu J, Martinez MP, Smith N, Kuizon BD, et al. The prevalence of primary pediatric prehypertension and hypertension in a real-world managed care system. *J Clin Hypert*. 2013;15:784-92.
71. Falkner B. Hypertension in children and adolescents: epidemiology and natural history. *Pediatr Nephrol*. 2010;25:1219-24.
72. NHLBI. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(2 Suppl):555-76.
73. Ford ES, Li C, Cook S, Choi HK. Serum concentrations of uric acid and the metabolic syndrome among US children and adolescents. *Circulation*. 2007;115:2526-32.

## Síndrome metabólico en niños

74. Olza J, Gil-Campos M, Leis R, Bueno G, Aguilera CM, Valle M, et al. Presence of the metabolic syndrome in obese children at prepubertal age. *Ann Nutr Metab.* 2011;58:343-50.
75. Ahrens W, Moreno LA, Marild S, Molnár D, Siani A, De Henauw S, et al. Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond).* 2014;38(Suppl 2):S4-14.
76. Pandit D, Chiplonkar S, Khadilkar A, Kinare A, Khadilkar V. Efficacy of a continuous metabolic syndrome score in Indian children for detecting subclinical atherosclerotic risk. *Int J Obes (Lond).* 2011;35:1318-24.

# REVISION

## La cuestión de las sensaciones gustativas básicas

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA  
ISSN 0124-4108  
Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia  
Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015, p. 185-194

Artículo recibido: 23 de febrero de 2015  
Aprobado: 15 de julio de 2015

Norma Constanza López-Ortiz<sup>1</sup>

## Resumen

**Antecedentes:** existe interés en conocer la posible influencia de la percepción del gusto, y su efecto sobre la elección de la dieta y la conducta alimentaria. **Objetivo:** conocer los factores que modulan la percepción de los gustos básicos y su relación con el consumo de alimentos. **Materiales y métodos:** se hizo una búsqueda bibliográfica en bases de datos: Science Direct, Medline y Pubmed, sobre la sensación del gusto, sin considerar lo que se denomina el flavor. **Resultados:** se ha avanzado en las bases fisiológicas de los gustos básicos: dulce, salado, ácido, amargo y umami, recientemente se ha propuesto el gusto graso, pero aún no hay consenso al respecto. El gusto y la selección de alimentos dependen de factores genéticos, las primeras experiencias con estímulos sápidos, incluso antes de nacer, factores culturales, sociales, individuales y otros relacionados con el alimento. No se ha podido demostrar asociación entre consumo excesivo de alimentos hipercalóricos con la sensibilidad gustativa, ni sobre esta última con la obesidad. **Conclusión:** el efecto de la percepción del gusto sobre el consumo de alimentos y su relación con la obesidad, aun es motivo de controversia. Se recomienda educar en la infancia sobre las percepciones gustativas, con el fin de adquirir buenos hábitos alimentarios.

**Palabras clave:** gusto, sabor, dulce, acidez, grasa, amargo, umami, conducta alimentaria.

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.  
nclopezo@unal.edu.co

Como citar este artículo: López-Ortiz NC. La cuestión de las sensaciones gustativas básicas. *Perspect Nutr Humana.* 2015;17: 185-194.

DOI:10.17533/udea.penh.v17n2a07

## The question of basic taste sensations

### Abstract

**Background:** There is interest in discovering more about the possible influence in taste perception and its effect in dietary selection and food behaviors. **Objective:** Explore the factors that alter perceptions of taste and their relationship with food consumption. **Materials and methods:** A literature review was performed using scientific databases: Science Direct, Medline y Pubmed on the subject of taste, regardless of dominant flavors. **Results:** Progress has been made on the physiological basis of the basic tastes: sweet, salty, sour, bitter and umami. It has recently been proposed to add a “fatty” taste but as of now no consensus exists. Taste and food selection depend on genetic factors, first experiences with sapid stimuli, even before birth, as well as cultural, social, individual and other factors related to food. An association between consumption of high-calorie foods and taste sensitivity has not been demonstrated, nor taste sensitivity with obesity. **Conclusion:** The effect of taste perception on food consumption and any relation with obesity continues to be controversial. It is recommended to educate from a young age on taste perception, with the goal of acquiring healthy food habits.

**Key words:** taste, flavor, sweet, acidity, fatty, bitter, umami, feeding behavior.

### INTRODUCCIÓN

El incremento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad a nivel mundial se ha considerado una pandemia. El número de personas con sobrepeso y obesidad en el mundo aumentó de 857 millones a 2.100 millones entre 1980 y 2013 (1). La obesidad incrementa la probabilidad de padecer cardiopatía coronaria, accidente cerebrovascular, hipertensión arterial, diabetes mellitus, cáncer de mama, cáncer de colon, litiasis vesicular y artritis. Cada año fallecen alrededor 3,4 millones de personas adultas como consecuencia del sobrepeso o la obesidad, que agrupados constituyen el sexto de los principales factores de riesgo de defunción en el mundo (2).

Aunque se sabe que la obesidad es una enfermedad multifactorial, en la que pueden estar involucrados aspectos socioculturales, metabólicos, psicológicos y genéticos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce como factores fundamentales, los cambios en el estilo de vida, entre

ellos la dieta y la actividad física. El consumo de alimentos con alto contenido de carbohidratos de absorción rápida, elevado índice glucémico y abundante en grasas saturadas, constituye uno de los factores condicionantes en la aparición de la obesidad y el sobrepeso (3).

Mientras que los estímulos visuales relacionados con los alimentos son muy importantes en el proceso de la ingesta de alimentos, el gusto es también un estímulo muy potente e importante. El uso de imágenes de resonancia magnética funcional, para observar la respuesta neuronal a estímulos sápidos en los individuos propensos a la ganancia de peso y la obesidad, ha puesto de manifiesto la importancia del aprendizaje y el condicionamiento a los estímulos nutricionales (4). Estudios recientes han revelado que las moléculas relacionadas con el gusto, tienen un papel importante tanto en la cavidad bucal, como también en otros tejidos relacionados con el tracto respiratorio, el estómago, los intestinos, el páncreas, el hígado, los riñones y el cerebro (5).

Aunque el ligando que se une a cada receptor y despolariza la célula receptora es común, el tipo de célula en el cual el receptor se encuentra determinará su papel fisiológico. Por lo tanto, se propone que la sensibilidad oral podría servir como un predictor para la respuesta sistemática a un estímulo dado (6). El objetivo de este estudio es conocer los factores que modulan la percepción de los gustos básicos y su relación con el consumo de alimentos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se hizo una revisión del tema del sentido del gusto, realizando la consulta en las bases de datos: Science Direct, Medline y Pubmed, de artículos publicados entre 2005 y 2015. También se consultaron textos sobre análisis sensorial y bioquímica. En la búsqueda se utilizaron los términos: sabor, obesidad, dulce, amargo, grasa y ácido. Se combinaron los términos entre sí. El criterio para la selección de artículos fue la relevancia del tema tratado, especialmente por el soporte experimental y con información pertinente. Algunas publicaciones de años anteriores a 2005, se tuvieron en cuenta dada la vigencia del tema.

### El sentido del gusto

Desde una perspectiva evolutiva, se postula que el sistema del gusto humano funciona como un guardián del sistema digestivo para asegurar el consumo de nutrientes esenciales para la supervivencia y el funcionamiento del organismo, al tiempo que se rechazan los alimentos potencialmente dañinos o tóxicos (7). En las microvellosidades de las células receptoras del gusto en donde se lleva a cabo el proceso de transducción sensorial (estímulo químico o eléctrico) (8) se ha puesto de manifiesto la participación de la proteína G transducina, de unión a guanósín trifosfato (GTP) y la existencia de receptores acoplados a

esta proteína dando lugar a la generación de segundos mensajeros. Estos receptores de manera típica tienen siete dominios hidrofóbicos que atraviesan la membrana plasmática. Corresponden a siete hélices interconectadas que se extienden en la bicapa lipídica (9). El avance en el estudio de los receptores gustativos, ha llevado a aceptar la existencia de cinco gustos básicos: dulce, salado, ácido, amargo y umami (10-11). De éstos, el dulce, el amargo y el umami son detectados por dos familias de receptores acoplados a proteínas G (GPCRs) que corresponden a los receptores T1Rs y T2Rs. En contraste, los canales iónicos detectan las especies químicas que se perciben como ácidas y saladas (5). Pruebas psicofísicas de umbrales de detección demuestran la existencia del gusto a grasa ocasionado por ácidos grasos de diferente longitud de cadena (12) y diferente saturación como el esteárico, el oleico, y el linoleico (13) además se han ido comprendiendo los mecanismos de señalización (14-16) probando la existencia de los receptores GPR120, GPR40 y una glicoproteína CD36 ubicada en las papilas gustativas (17).

Los estudios realizados en las últimas dos décadas han ampliado considerablemente la comprensión de las bases fisiológicas de la detección de la grasa de la dieta. Sin embargo, todavía existen lagunas en este conocimiento. La evidencia sugiere que tanto el gusto, la textura y el olfato participan en diversos grados en la detección de alimentos grasos a partir de ácidos grasos libres en la cavidad oral y aún existen elementos claves que deben ser abordados para considerar la grasa como un gusto básico (18).

### El papel de los gustos básicos en la alimentación

El gusto dulce puede describirse como un estímulo orosensorial válido como predictor de la ingesta calórica dietaria y en los humanos empieza

con la leche materna (19). Los receptores T1R2 y T1R3, se encuentran también en el intestino y al ser estimulados se libera el péptido similar al glucagón tipo 1 (GLP-1) y el péptido inhibidor gástrico (GIP por sus siglas en inglés), dos hormonas que aumentan la absorción de glucosa y regulan el metabolismo (20). Se ha discutido que, con el desarrollo y uso creciente de edulcorantes no calóricos, la exposición a los gustos dulces, que no están asociados con contenidos calóricos o nutritivos, puede traer consecuencias negativas para la salud. Por ejemplo, el síndrome metabólico, la diabetes y la enfermedad cardiovascular, debido a la posibilidad de que puedan promover la ingesta de alimentos. De acuerdo con los principios de condicionamiento pavloviano, el consumo de edulcorantes no nutritivos no sirven como predictores consistentes de ingesta calórica y esto podría conducir a una disminución en la capacidad del dulce para evocar respuestas fisiológicas que sirven para regular el equilibrio de la energía y la temperatura (21).

Basándose en estudios in vitro, se llegó a la conclusión de que tras la ingestión de edulcorantes no nutritivos, no se aumenta la secreción de hormonas de la saciedad al no activarse el transportador de glucosa SGLT-1 (22). Algunos estudios han sugerido una relación entre pérdida de peso y cambios en la sensibilidad al gusto dulce, el umbral de detección del dulce mejoró en mujeres que bajaron de peso y sus niveles de leptina sérica disminuyeron. Por lo tanto, la leptina, una hormona que regula el apetito, puede modular el reconocimiento del gusto dulce (23). Un gusto dulce y agradable, se asocia con la activación de las regiones del cerebro, importantes en las propiedades gratificantes y hedónicas de alimentos, y se ha demostrado que esas regiones del cerebro están alteradas en los obesos (24-25). Es importante destacar que la respuesta al estímulo de la sacarosa, es más fuerte en los hombres que en las mujeres, lo que

plantea preguntas sobre el efecto de las hormonas sexuales, en la respuesta del cerebro a los alimentos (4).

Se ha propuesto que las preferencias de los gustos dulce y graso, están relacionadas con diferentes patrones psicológicos en la obesidad. La preferencia por el dulce se ha asociado con los rasgos de personalidad, mientras que la preferencia al gusto graso, se ha ligado a la conducta alimentaria. Parece existir una relación recíproca, entre el consumo excesivo de alimentos de alta densidad energética y la respuesta hedónica que, a su vez, altera la sensibilidad gustativa y promueve la obesidad (16). Dietas bajas en grasa o sea  $\leq 20\%$  del valor calórico total (VCT) mejoran el umbral de detección de grasa, comparado con dietas altas en grasa ( $\geq 45\%$ VCT). Se sugiere que las diferencias en la sensibilidad del gusto a los ácidos grasos puede ser el resultado de adaptación gustativa a una dieta alta en grasa y puede contribuir a un exceso de consumo de grasas debido a una respuesta atenuada al gusto en personas obesas (26).

Sin embargo, la relación entre la percepción del gusto y la obesidad está lejos de ser clara; así lo manifiestan otros autores que no consideran apropiadas estas asociaciones, dada su complejidad (27-28). Las preferencias alimentarias y la elección de la dieta son el resultado de muchos factores que interactúan. Algunos intentos por ligar estos factores se han centrado en la percepción del gusto en los niños. También se ha relacionado la composición de las proteínas salivares y la predicción por la preferencia de un gusto en particular (29). De todas maneras, un mejor conocimiento sobre la posibilidad de influir sobre las preferencias sensoriales y la capacidad de discriminación ayudaría a la prevención de la obesidad y el sobrepeso (30).

El umami nombre dado por Ikeda, quien investigó el aminoácido responsable del gusto característico de los caldos básicos preparados con *konbu*

(alga marina deshidratada), ya que allí se podía identificar el umami con mayor facilidad (31); en varios alimentos se reconoce, por ejemplo en la leche materna (32), el pescado (33), los champiñones (34), el tomate y otros vegetales (35).

El ácido glutámico es multifuncional, desempeña un papel clave en la neurotransmisión central, en el metabolismo intermedio de los carbohidratos y representa el principal ligando que tiene el gusto umami, es uno de los principales constituyentes de proteínas de la dieta y también se consume en alimentos preparados como un potenciador del gusto en forma de sales de glutamato. El umami hace que algunos alimentos sean más palatables y por esto se añade con frecuencia para mejorar el gusto. Por lo anterior, ha sido asociado con el aumento de la ingesta de alimentos y por tanto como causante de obesidad. Sin embargo, se mostró que cuando se añade glutamato monosódico (GMS), los consumidores aumentan el consumo de alimentos importantes como sopas y vegetales, seguido por una disminución del consumo de alimentos servidos posteriormente, como postres. Las mismas observaciones se repitieron en pacientes diabéticos hospitalizados (36); similares resultados se encontraron en el consumo de sopas adicionadas con Inosina 5'-monofosfato y GMS (37). Curiosamente, el uso de cantidades excesivas de glutamato no hace que la comida sepa mejor, en realidad empeora su gusto (38).

En especial, la aceptabilidad del gusto amargo ha sido relacionada con la composición de proteínas de la saliva de los bebés. Las bandas en el perfil electroforético que contienen lactoperoxidasa, prolactina y proteínas de tipo S cistatinas, se cree que pueden predecir la inclinación por el gusto amargo (29). Se han hecho importantes esfuerzos para determinar la base química del gusto ácido, aunque es generalmente aceptado que el pH y los ácidos orgánicos son responsables de esta sensa-

ción, todavía no es posible predecir y modificar el perfil del gusto ácido de un alimento. Es evidente que no existe una relación simple entre intensidad del gusto ácido y la concentración molar del ion hidrógeno, ni puede explicarse enteramente por otras variables, incluyendo la acidez titulable, la capacidad reguladora y la estructura química de las sustancias ácidas (39).

### Evaluación sensorial de los gustos básicos

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen dos tipos principales de pruebas: las afectivas y las analíticas. Las pruebas afectivas son subjetivas, deben realizarse con consumidores habituales o potenciales del producto y de ellas se espera obtener opiniones de agrado, preferencia o aceptabilidad. Las pruebas sensoriales analíticas pueden ser discriminativas o descriptivas y son consideradas objetivas. Deben llevarse a cabo con paneles de catación entrenados, bajo condiciones y factores controlados, para evitar los errores psicológicos, las respuestas sesgadas y para evitar la dispersión de los datos. En los métodos sensoriales analíticos se emplean escalas y descriptores con adjetivos que no implican gusto o disgusto personal. La determinación de los umbrales sensoriales de las sensaciones gustativas básicas, se realizan con pruebas analíticas discriminativas con métodos psicofísicos por medio de la degustación, basados en la teoría de detección de señales y más recientemente el modelo Thurstoniano, aplicado a las pruebas 3-AFC, de selección forzada de tres alternativas por sus siglas en inglés (3-Alternative forced choice) (40).

El método ascendente de límites identificado como E-679 de la American Society for Testing and Materials (ASTM) (41), es un método útil para estimar los umbrales del gusto.

La norma ISO (42) recomienda usar disoluciones acuosas de sacarosa, cafeína, cloruro de sodio, ácido cítrico y glutamato monosódico, en las pruebas de catación para el entrenamiento en la detección y reconocimiento de las sensaciones gustativas básicas: dulce, amargo, salado, ácido y umami respectivamente.

En las pruebas de las sensaciones gustativas básicas, el dulce, el ácido y el salado, son infundibles. Sin embargo, cuando algunas personas prueban disoluciones de cafeína, no detectan ni reconocen su gusto. Esto es debido a que en algunas personas se presenta “ceguera al amargo”. La “ceguera al amargo” es una condición genética que se manifiesta al probar algunas sustancias notablemente amargas y las personas llamadas “no catadoras” no perciben el amargo.

El umami es un gusto básico. Pero no es común encontrar personas que estén familiarizados con ésta sensación. Una vez que lo reconocen, lo describen con otros nombres como sabroso, a pollo, a soda, a carne, a caldo, proteico, aminoácido y otros. En español, se debería nombrar con un solo descriptor como sucede con la descripción de los gustos dulce, ácido, salado y amargo. La sensación gustativa del umami, tiene muchos descriptores, comparativamente con los otros gustos básicos. La palabra umami es poco conocida en la lengua española. Además, el umami es llamado el quinto gusto, aunque las sensaciones gustativas no tienen un orden por sí mismas (31).

### La respuesta sensorial a los gustos básicos es subjetiva

La respuesta sensorial hacia los gustos básicos, puede ser medida con las llamadas escalas de caritas usadas en pruebas sensoriales con niños (43) incluso en adultos también se puede usar una escala hedónica fotográfica. A través de las expresiones faciales, se ha logrado conocer tanto

la calidad como la intensidad del estímulo de los gustos básicos. En un estudio sobre la respuesta humana a las sensaciones gustativas, se encontró que las sensaciones hedónicas negativas ocasionan reacciones faciales en los ojos y la frente. El estímulo ácido ocasiona fruncido de labios y el amargo fruncido de la frente. El amargo y el umami ocasionan la mayor reacción facial negativa, al aumentar su intensidad. Las reacciones placenteras disminuyen al aumentar la intensidad del estímulo de todos los gustos básicos. La combinación de las expresiones faciales y el análisis sensorial ayudará en un futuro al conocimiento en la percepción de los gustos básicos (44).

### Relación entre experiencias gustativas tempranas y la elección de los alimentos

Las evidencias sugieren que las primeras experiencias con estímulos sápidos, primero en el útero por medio del líquido amniótico y después con la leche materna o de fórmula, tienen impacto en la futura selección de la dieta. Al probar los alimentos, se empiezan a reconocer los sabores, a tener preferencias y a crear hábitos alimentarios. El grado en que se transmiten los compuestos relacionados con el gusto, son específicos de la dieta de la madre durante el embarazo, la lactancia y el período postnatal. A diferencia de los hallazgos en niños pequeños y mayores, los bebés aceptan nuevos gustos rápidamente. La exposición temprana a la variedad de sensaciones gustativas en la dieta puede mejorar los resultados a largo plazo destacando la necesidad de promover una dieta variada durante el embarazo y la lactancia (45). Por ejemplo, en edades entre 5 a 7 meses cuanto más se prefería un gusto dulce, amargo o umami, más aceptabilidad se tenía por algunos alimentos caracterizados por estos gustos (32). La variabilidad entre individuos en la preferencia por grupos de alimentos se resalta al hacer seguimiento comparativo con niños en edades de 2 a 3 años y luego en el inicio de la vida adulta ya que se con-

servó, demostrando la precocidad de la formación de la conducta alimentaria (46) y la necesidad de la exposición temprana a variedad de sensaciones gustativas.

### Factores que influyen en la respuesta hedónica a las sensaciones gustativas

#### Genéticos

La preferencia por el gusto amargo parece tener origen genético; en la investigación referida por Yeomans y colaboradores (47) se llegó a la conclusión que los llamados súper catadores (sensibles al 6-n-propiltiouracilo PROP) y con alta densidad de las papilas gustativas, manifiestan menos agrado por el gusto dulce, que los no PROP o no catadores los cuales expresan más agrado por el gusto dulce, lo cual no puede ser explicado de manera cognitiva lo que parece indicar que esa predisposición genética por el gusto amargo se interrelaciona con la apetencia por el gusto dulce. Esta mayor sensibilidad predijo menor preferencia a las verduras en los niños, que muestran un efecto apreciable de la predisposición genética en la elección de alimentos (48). Sin embargo, estos estudios han tenido resultados contradictorios al concluirse que la preferencia por el gusto dulce adquirida por la costumbre de enmascarar el amargo adicionando azúcar y para mejorar la palatabilidad de algunas verduras podrían contribuir a las preferencias por los alimentos más dulces en la dieta (49).

Pruebas sensoriales con gemelos (50) muestran que la inclinación por los alimentos amargos está mediada por los genes, en lugar de los hábitos alimentarios de la familia. Aunque la influencia del factor genético, no se ha aclarado del todo. Actualmente, se propone que los factores culturales tienen una influencia más potente que los factores genéticos relacionados con los súper catadores PROP, indicando que la investigación en este tema

debe continuar (51). Se recalca que la familia y las instituciones educativas deben cumplir una función en cuanto a la promoción de la alimentación balanceada, sana y que permita el enriquecimiento de la memoria sensorial en colores, olores, sensaciones gustativas, texturas y sonidos.

*La temperatura a la que se prueba un alimento:* los alimentos se consumen a diferentes temperaturas. Se sabe que las sustancias que aportan el gusto umami como el glutamato monosódico, el inosinato de sodio y los 5' ribonucleótidos, servidos a temperatura mayores de 35°C, generan respuestas agradables; en cambio estas sustancias servidas a temperaturas menores de 25°C, no generan respuestas hedónicas (52).

*La clase de alimento:* por ejemplo, en bebidas como el café, el té, el chocolate y la cerveza, el gusto amargo es deseado. Sin embargo, no se desea en la leche y los productos lácteos, en la que el gusto amargo, así como el ácido se consideran un defecto que puede indicar crecimiento microbiano (53). Es bien conocido que en los medicamentos se trata de evitar o enmascarar el gusto amargo el cual puede llegar a ser un serio problema, sobre todo en los niños (54).

*La edad:* en la literatura se sugiere que la disminución en la agudeza sensorial en los adultos mayores, es debida a cambios en las papilas gustativas, tanto en volumen como en cantidad (55). La comparación de imágenes de resonancia magnética funcional durante la percepción del gusto dulce, de jóvenes entre 19 y 26 años de edad y adultos entre 45 y 54 años de edad, revela una mayor activación de la respuesta hedónica en adultos jóvenes, pero no con el gusto amargo. Se cree que estos resultados podrían reflejar tempranas diferencias relacionadas con la edad en el procesamiento central del gusto, que pueden ocurrir antes de presentarse déficit en la función gustativa observada en la vejez (56).

## Sensaciones gustativas básicas

Otros factores como el entorno social, el estado emocional y el estado fisiológico, pueden llevar a una mayor o menor ingesta de alimentos, porque todos estos factores se entrelazan entre sí.

## CONCLUSIONES

Los esfuerzos que se hacen para informar y educar en nutrición, deben comenzar en la infancia, dando la oportunidad de interiorizar la experiencia gustativa de los alimentos. El inicio de la alimentación con leche materna además de contener todos los nutrientes, aporta estímulos gustativos que el bebé reconocerá durante su vida. Todo indica que las experiencias sensoriales iniciales, son fundamentales porque hay evidencias que sugieren que estas experiencias impactan en las futuras preferencias de los alimentos. La educación sensorial

de las percepciones gustativas debería comenzar en la infancia, para adquirir buenos hábitos alimentarios y para contribuir a la disminución de los problemas de sobrepeso y obesidad que están afectando a la población. Evitar las dietas inadecuadas y poco saludables en los niños, implica socializar las experiencias gustativas y esto incluye el estudio del sentido del gusto, para luego profundizar en el desarrollo de preferencias alimentarias.

El conocimiento actual de las bases bioquímicas y fisiológicas del sentido del gusto ha avanzado en los últimos años. La percepción del gusto y la relación con los hábitos alimentarios, será un reto que se afrontará desde diferentes ámbitos científicos, ya que el tema es amplio y con diferentes elementos que involucran los diferentes factores que influyen en la respuesta a las sensaciones gustativas básicas.

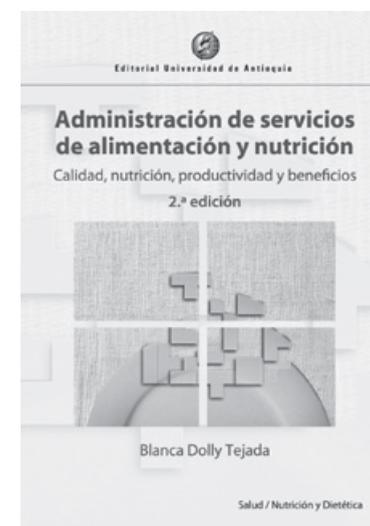
## Referencias

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384:766-81.
2. OMS. Obesidad y sobrepeso. Ginebra; 2015. [citado abril de 2015]. Nota descriptiva, N°311. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html>
3. OMS. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Ginebra; 2003. Serie de Informes Técnicos, N°916.
4. Cornier M, Shott M, Thomas E, Bechtel J, Bessesen D, Tregellas J, et al. The effects of energy balance, obesity-proneness and sex on the neuronal response to sweet taste. *Behav Brain Res*. 2015;278:446-52.
5. Yamamoto K, Ishimaru Y. Oral and extra-oral taste perception. *Semin Cell Dev Biol*. 2013;24:240-6.
6. Feeney E, O'Brien S, Scannell A, Markey A, Gibney E. Irish section postgraduate symposium genetic variation in taste perception: does it have a role in healthy eating? *Proc Nutr Soc*. 2011;70:135-43.
7. Simon S, de Araujo I, Gutiérrez R, Nicolelis MA. The neural mechanisms of gustation: A distributed processing code. *Nat Rev Neurosci*. 2006;7:890-901.
8. Chávez OH, Vega J, Sierra D, Ramírez S, Hernández Y. Fisiología del gusto. *Oral*. 2010;11:625-31.
9. Murray R, Bender D, Botham K, Kennelly P, Rodwell V, Weil P. Harper. *Bioquímica Ilustrada*. 29 ed. México: McGraw Hill Interamericana SA; 2013.
10. Foster S, Roura E, Thomas W, Mirza N. *Extrasensory perception: Odorant and taste receptors beyond the nose and mouth*. *Pharmacol Ther*. 2014;142:41-61.
11. Jinap S, Hajeb P. Glutamate. Its applications in food and contribution to health. *Appetite*. 2010;55:1-10.
12. Mattes R. Oral detection of short-, medium-, and long-chain free fatty acids in humans. *Chem. Senses*. 2009;34:145-50.
13. Chale-Rush A, Burgess J, Mattes R. Multiple routes of chemosensitivity to free fatty acids in humans. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 2007;292:G1206-12.
14. Running C, Mattes R, Tucker R. Fat taste in humans: Sources of within-and between-subject variability. *Prog Lipid Res*. 2013;52:438-45.
15. Laugerette F, Gaillard D, Passilly-Degrace, Niot I, Besnard P. Do we taste fat? *Biochimie*. 2007;89:265-9.
16. Passilly-Degrace P, Chevrot M, Bernard A, Ancel D, Martin C, Besnard P. Is the taste of fat regulated? *Biochimie*. 2014;96:3-7.
17. Tucker R, Mattes R, Running C. Mechanisms and effects of "fat taste" in humans. *IUBMB*. 2014;40:313-26.
18. DiPatrizio N. Is fat taste ready for primetime? Review article. *Physiol Behav*. 2014;136:145-54.
19. Swithers S, Davidson T. A Role for sweet taste: calorie predictive relations in energy regulation by rats. *Behav Neurosci*. 2008;122:161-73.
20. Sclafani A. Sweet taste signaling in the gut. *PNAS*. 2007;104:14887-8.
21. Swithers S, Martin A, Davison T. High-intensity sweeteners and energy balance. *Physiol Behav*. 2010;26:55-62.
22. Low Y, Lacy K, Keast R. The role of sweet taste in satiation and satiety. *Nutrients*. 2014;6:3431-50.
23. Umabiki M, Tsuzaki K, Kotani K, Nagai N, Sano Y, et al. The improvement of sweet taste sensitivity with decrease in serum leptin levels during weight loss in obese females. *Tohoku J Exp Med*. 2010;220:267-71.
24. Nolan-Poupart S, Veldhuizen M, Geha P, Small D. Midbrain response to milkshake correlates with ad libitum milkshake intake in the absence of hunger. *Appetite*. 2013;60:168-74.
25. Frank G, Reynolds J, Shott M, Jappe L, Yang T, Tregellas J, et al. Anorexia nervosa and obesity are associated with opposite brain reward response. *Neuropsychopharmacology*. 2012;37:2031-46.
26. Stewart J, Keast R. Recent fat intake modulates fat taste sensitivity in lean and overweight subjects. *Int J Obes*. 2012;36:834-42.
27. Elfhag K, Erlanson-Albertsson C. Sweet and fat taste preference in obesity have different associations with personality and eating behavior. *Physiol Behav*. 2006;88:61-6.
28. Berthoud H, Zheng H. Modulation of taste responsiveness and food preference by obesity and weight loss. *Physiol Behav*. 2012;107:527-32.
29. Morzel M, Chabanet C, Schwartz C, Lucchi G, Ducoroy P, et al. Salivary protein profiles are linked to bitter taste acceptance in infants. *Eur J Pediatr*. 2014;173:575-82.
30. Alexy U, Schaefer A, Sailer O, Mechthild B, Reinerh T. Sensory preferences and discrimination ability of children before and after an obesity intervention. *Int J Pediatr Obes*. 2010;5:116-9.
31. Ninomiya K, Rozin E. El quinto gusto de la humanidad umami. *Tokio: El Mundo*; 2007.
32. Schwartz C, Chabanet C, Lange C, Issanchou S, Nicklaus S. The role of taste in food acceptance at the beginning of complementary feeding. *Physiol Behav*. 2011;104:646-52.
33. Chen D, Zhang M. Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Food Chem*. 2007;104:1200-5.

## Sensaciones gustativas básicas

34. Zhang Y, Venkatasamy C, Pan Z, Wang W. Recent developments on umami ingredients of edible mushrooms. Trends Food Sci Technol. 2013;33:78-92.
35. Beullens K, Meszaros P, Vermeir S, Kirsanov D, Legin A, Buysens S, et al. Analysis of tomato taste using two types of electronic tongues. Sens Actuators B Chem. 2008;131:10-7.
36. Ghirri A, Bignetti E. Occurrence and role of umami molecules in foods. Int J Food Sci Nutr. 2012;63:871-81.
37. Masic U, Yeomans M. Umami flavor enhances appetite but also increases satiety. Am J Clin Nutr. 2014;100:532-8.
38. France B. Experimental studies of food choices and palatability responses in European subjects exposed to the umami taste. Asia Pac J Clin Nutr. 2008;17:376-9.
39. Ramos E, Neta D, Johanningsmeir S, Mcfeeter S. The chemistry and physiology of sour taste. J Food Sci. 2007;72:33-8.
40. Angulo O, O'Mahony M. Aplicación del modelo de Thurstone a las pruebas sensoriales de diferencia. Arch Latinoam Nutr. 2009;59:349-57.
41. ASTM. Committee E-18, Guidelines for the selection and training of sensory panel members. Philadelphia: ASTM; 1981. Special Technical Publication, N°758.
42. ISO. Sensory analysis-general guidance for the selection, training, and monitoring of assessors. Part I: Selected assessors. ISO 8586-I: 1193. New York: American National Standards Institute; 1993.
43. Lim J. Hedonic scaling: A review of methods and theory. Food Qual Prefer. 2011;22:733-47.
44. Wendin K, Allesen-Holm B, Bredie W. Do facial reactions add new dimensions to measuring sensory responses to basic tastes. Food Qual Prefer. 2011;22:346-54.
45. Cooke L, Fildes A. The impact of flavour exposure in utero and during milk feeding on food acceptance at weaning and beyond. Appetite. 2011;57:808-11.
46. Nicklaus S, Boggio V, Chabanet C, Issanchou S. A prospective study of food variety seeking in childhood, adolescence and early adult life. Appetite. 2005;44:289-97.
47. Yeomans M, Tepper B, Rietzschel J, Prescott J. Human hedonic responses to sweetness: Role of taste genetics and anatomy. Physiol Behav. 2007;91:264-73.
48. Negri R, Di Feola M, Di Domenico S, Scala M, Artesi G, Valente S, et al. Taste perception and food choices. JPGN. 2012;54:624-9.
49. Keller K, Olsen A, Cravener T, Bloom R, Chungd W, Deng L, et al. Bitter taste phenotype and body weight predict children's selection of sweet and savory foods at a palatable test-meal. Appetite. 2014;77:113-21.
50. Törnwall O, Silventoinen K, Keskitalo-Vuokko K, Perola M, Kaprio J, Tuorila H. Genetic contribution to sour taste preference. Appetite. 2012;58:687-94.
51. Catanzaro D, Chesbro E, Velkey. A relationship between food preferences and PROP taster status of college. Appetite. 2013;68:124-31.
52. Ventanas S, Mustonen S, Puolanne E, Tuorila H. Odour and flavour perception in flavoured model systems: Influence of sodium chloride, umami compounds and serving temperature. Food Qual Prefer. 2010;21:453-62.
53. Topcu A, Numanoglu E, Saldamli I. Proteolysis and storage stability of UHT milk produced in Turkey. J Dairy Sci. 2006;16:633-8.
54. Mennella J, Spector A, Reed D, Coldwell S. The bad taste of medicines: overview of basic research on bitter taste. Clin Ther. 2013;35:1225-46.
55. Srur E, Stachs O, Guthoff R, Witt M, Wilhelm H, Just T. Change of the human taste bud volume over time. Auris Nasus Larynx. 2010;37:449-55.
56. Green E, Jacobson A, Haase L, Murphy C. Can age-related CNS taste differences be detected as early as middle age? Evidence from fMRI. Neuroscience. 2013;232:194-203.

# RESEÑA



## Administración de servicios de alimentación y nutrición

Calidad, nutrición, productividad y beneficios

2.<sup>a</sup> edición

Blanca Dolly Tejada  
578 p. Rústica. 17 x 24 cm.  
ISBN: 978-958-655-994-2

**Temas:** administración de servicios de alimentación; servicios de alimentación en hospitales; valor nutritivo de los alimentos

Contiene anexos e índice analítico

*Administración de servicios de alimentación y nutrición* es la exposición actualizada y sistemática, didáctica y muy bien ilustrada, de cómo debe dirigirse y administrarse un servicio de alimentación y nutrición en cualquiera de sus componentes principales: técnico, gerencial y ético; con énfasis en su misión esencial: satisfacer las necesidades nutricionales, los deseos y hábitos alimentarios de individuos y grupos.

Esta segunda edición amplía y reelabora sustancialmente los temas de la primera y refleja los cambios más recientes en la teoría y práctica de la administración: calidad total, cultura del servicio, análisis de peligros y puntos críticos de control y buenas prácticas de manufactura, con abundantes desarrollos e indicaciones útiles en todo tipo de servicios de alimentación.

La autora hace gala de gran experiencia práctica y docente, al incluir diversidad de recursos didácticos: organizadores previos, frases y diagramas clave, ejercicios, repases y resúmenes, para que el lector corrobore su grado de comprensión y aprendizaje de los temas. Los capítulos están integrados y organizados progresivamente, pero también pueden estudiarse de manera independiente y en diversas secuencias, según las necesidades concretas de los lectores.

*Administración de servicios de alimentación y nutrición* es la mejor herramienta de aprendizaje y trabajo para las personas relacionadas con el sector de los alimentos: estudiantes de nutrición y dietética, nutricionistas-dietistas y personas que dirigen, administran o laboran en cualquier nivel de los servicios de administración y nutrición.

### La autora

#### Blanca Dolly Tejada

Licenciada en Nutrición y Dietética de la Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá), Master of Sciences de Ohio State University, Magíster en Docencia de la Universidad de Antioquia. Directora del programa de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia y profesora emérita de la misma Universidad, donde laboró como docente por 27 años. Autora de diversas publicaciones, como libros y artículos de revista sobre los servicios de alimentación y nutrición; asimismo, ha sido consultora en nutrición para la Organización Panamericana de la Salud (OPS), conferencista de seminarios y cursos de posgrado, ponente en congresos de nutrición y dietética en diversos países de Centro y Sur América, e investigadora de temas sobre nutrición y alimentación. En 2014, como parte de la celebración de los 49 años de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia, recibió la distinción Hernán Vélez Atehortúa "A toda una vida".

# INDICE / INDICE

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia

Vol. 17, N° 2, julio-diciembre de 2015, p. 197-198

## Índice 2015

### Autores

Alzate T, 67  
Arias AA, 167  
Arismendi LJ, 67  
Aristizábal JC, 141  
Arroyave CD, 79  
Barajas JA, 152  
Barona-Acevedo J, 167  
Caicedo O, 115  
Carmona-Garcés IC, 54, 67  
Castrillón A, 115  
Contardi M, 11  
Córdoba EE, 11  
Deossa-Restrepo GC, 36, 54  
Díaz-García J, 54  
Dueñas Y, 115  
Galindo J, 20  
Gallego-Lopera N, 167  
García AM, 79  
Giraldo A, 141  
Giraldo FD, 79  
González-Zapata LI, 54

Güerci AM, 11  
Guzmán-Loaiza MJ, 125  
López-Ortiz NC, 185  
Marín-Echeverri C, 167  
Menéndez MC, 11  
Monsalve-Álvarez JM, 54  
Montaño-Agudelo D, 20  
Muses-Marín HF, 20  
Naranjo J, 115  
Olaya SM, 141  
Pérez-Salgado CI, 125  
Restrepo LF, 36,  
Rodríguez H, 36,  
Rodríguez-Villamil LN, 54, 67  
Romero CR, 79  
Sánchez JC, 79  
Sánchez LV, 79  
Serpa AM, 152  
Tello-Bolívar IC, 20  
Velásquez JA, 152  
Vélez LM, 152  
Zuluaga R, 152

## Temas

Aceite de girasol, 115  
Acidez, 185  
Alimentación escolar, 125  
Alimentos fortificados, 152  
Amargo, 185  
Antropometría, 141  
Arándanos, 11  
Bebidas, 152  
Bebidas energéticas, 79  
*Bixa orellana*, 115  
Calidad de los alimentos, 115  
Composición corporal, 141  
Comunicación en salud, 54  
Conducta alimentaria, 20, 36, 185  
Conductas saludables, 36  
Conocimientos, actitudes y práctica en salud, 20, 36  
Crecimiento y desarrollo, 125  
Deficiencia de hierro, 152  
Diabetes mellitus tipo 2, 167  
Dislipidemias, 167  
Dulce, 185  
Educación alimentaria y nutricional, 67  
Educación en salud, 54, 67  
Ejercicio, 36  
Enfermedades cardiovasculares, 167  
Ensayo cometa, 11  
Factores de riesgo, 167  
Frutas, 152  
Grasa corporal, 141

Grasas, 115, 185  
Guarderías infantiles, 125  
Gusto, 185  
Hábitos alimenticios, 36, 67  
*Helianthus annuus*, 115  
Hidrodensitometría, 141  
Hipertensión, 167  
Impedancia eléctrica, 141  
Jugos de frutas y vegetales, 152  
Materiales de enseñanza, 67  
Modelos educativos, 67  
Niños, 167  
Nutrición del niño, 125  
Obesidad, 167  
Obesidad infantil, 125  
Personal de salud, 54  
Peso corporal, 125  
Preescolares, 152  
Prevención de enfermedades, 54  
Promoción de la salud, 54, 67  
Radiación ionizante, 11  
Rayos x-efectos adversos, 11  
Requerimientos nutricionales, 152  
Sabor, 185  
Servicios de alimentación, 125  
Síndrome de inmunodeficiencia adquirida, 20  
Síndrome metabólico, 20, 5  
Sobrepeso, 125  
Suplementos dietéticos, 79  
Umami, 185  
*Vaccinium corymbosum* L., 11

# INFORMACION

## Instrucciones para los autores

### Alcance y política editorial

### Forma y preparación de manuscritos

### Envío de manuscritos

## ALCANCE Y POLÍTICA EDITORIAL

Perspectivas en Nutrición Humana es una revista académica que tiene como objetivo la publicación de trabajos referentes a la nutrición, la alimentación y especialidades relacionadas, para un público formado principalmente por nutricionistas dietistas, investigadores, estudiantes y profesionales que hacen uso del conocimiento de esta área. Se admiten artículos en español o inglés.

Las indicaciones para los autores se basan en los requisitos del *Servicio Permanente de Indexación de Revistas Científicas y Tecnológicas Colombianas* de Colciencias y del *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals* del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (Estilo Vancouver).

La Revista publica los siguientes tipos de artículos, con base en la clasificación y requisitos del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias):

1. *Artículo de investigación científica y tecnológica.* Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos de investigación.
2. *Artículo de revisión.* Documento resultado de una exploración donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias en nutrición y alimentación. Su objetivo es analizar bibliografía sobre un tema en particular y ubicarla en cierta perspectiva. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

3. *Artículo de reflexión.* Documento que presenta un tema específico desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor. Contiene planteamientos y generalizaciones para llenar vacíos de conocimiento o aportar soluciones, pero puede perfectamente dejar la puerta abierta para ser rebatida la postura por otro investigador. Los artículos de reflexión responden a la organización formal propia de los artículos de investigación, pero no presentan las secciones de resultado y discusión.

4. *Reporte de caso.* Documento que presenta los resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico provenientes de la docencia, la asistencia y la administración.

5. *Editorial.* Documento escrito por un miembro del Comité Editorial o un investigador invitado sobre orientaciones en el área temática de la Revista.

6. *Reseña bibliográfica.* Documento breve que describe el contenido y las características de un libro u otra publicación y ofrecer una opinión sobre su valor.

7. *Cartas al director.* Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

8. *Otros.* Rastreado lo alimentario, noticias, opiniones, apuntes curriculares, eventos académicos y científicos y crónicas.

### Proceso de evaluación por pares

La recepción del artículo no implica obligación del Comité Editorial para su publicación, ni compromiso con la fecha de aparición.

## Instrucciones para los autores

Todos los manuscritos enviados a Perspectivas en Nutrición Humana son evaluados por pares en un proceso doble ciego, en el que tanto los autores como los evaluadores permanecen anónimos durante toda la revisión. La selección de los evaluadores se basa en la experiencia, la reputación y la recomendación de otros pares académicos.

El procedimiento para la evaluación de un manuscrito es el siguiente: cuando se recibe el artículo lo analiza un miembro del Comité Editorial para verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos por la Revista y la calidad del manuscrito. El resultado es discutido con el Comité Editorial, quien puede tomar la decisión de rechazar los artículos considerados de poco interés o deficientes. Si se requieren algunos cambios, los autores son notificados. Los manuscritos que cumplen con los requisitos se envían a revisión por dos pares académicos nacionales o internacionales, quienes deben emitir su concepto por escrito en el formato establecido para ello en la plataforma Open Journal System (OJS); cuando hay diferencia de criterios se envía a un tercer evaluador. Los expertos pueden hacer recomendaciones relacionadas con el rigor académico, los objetivos y la calidad del artículo; finalmente pueden tomar una de estas decisiones: aceptar sin modificaciones, aceptar condicionalmente o rechazar.

Los manuscritos aceptados condicionalmente se devuelven a los autores solicitándoles realizar las modificaciones y sustentar las razones cuando no se acoge alguna sugerencia. Los autores deben remitir la nueva versión mediante la plataforma OJS, en un plazo máximo de diez días calendario a partir de la fecha de notificación. Una vez recibido el manuscrito ajustado, el editor confronta los ajustes y acepta o rechaza el artículo.

En los manuscritos aceptados se realizarán las modificaciones editoriales pertinentes. Después de realizada la edición, los autores recibirán las galeradas del artículo, las cuales deben ser cuidadosamente revisadas y devueltas al Director, en un plazo máximo de 48 horas.

Los manuscritos son publicados en línea y en versión impresa.

## Derechos de autor

Los manuscritos enviados deben ser originales e inéditos y no podrán presentarse a otra publicación, mientras se encuentren sometidos a la consideración de nuestra Revista. Los autores deben transferir los derechos de autor tan pronto el artículo es aceptado, una vez aprobados pasan a ser propiedad de Perspectivas en Nutrición Humana. Los artículos publicados podrán reproducirse total o parcialmente siempre y cuando se cite la fuente.

## FORMA Y PREPARACIÓN DE LOS ARTÍCULOS

El manuscrito se presenta en Word, hoja tamaño carta a doble espacio en letra Arial de 12 cpi (caracteres por pulgada), sin dejar espacios extras entre párrafo y párrafo, con las páginas numeradas en forma consecutiva desde la inicial.

La extensión de los trabajos no debe exceder 25 páginas sin incluir bibliografía.

Todos los artículos deben ir acompañados de la hoja de presentación (Formato 01) con la siguiente información: el título en español debe ser conciso pero informativo, sin exceder las 25 palabras. Solo se usa mayúscula en la letra inicial o en los nombres propios. Debe incluir además título en inglés y el título corto para los encabezados de las páginas. Los nombres de los autores en el orden y forma como quieren aparecer en el artículo, y sus afiliaciones institucionales. Del autor responsable de la correspondencia se debe incluir la dirección postal completa, número de teléfono, fax y correo electrónico. Luego se menciona la financiación del trabajo o apoyos financieros recibidos para su ejecución.

El manuscrito deberá incluir:

1. El título centrado, en negrilla y solo la primera letra en mayúscula.
2. Resúmenes en español e inglés. Se presentan con un máximo de 200 palabras cada uno. El resumen es estructurado e incluye los siguientes apartados: antecedentes, objetivo, materiales y métodos, resultados y conclusiones.

3. Palabras clave en español e inglés. Especificar entre cinco y ocho palabras clave que enriquezcan y den una idea general del contenido del trabajo para los sistemas de indización, con base en vocabularios controlados:

En español *Descriptores en Ciencias de la Salud* (DeCS) <http://decs.bvs.br>.

En inglés, *Medical Subject Headings* (MeSH)

<http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>

4. Texto. La estructura a seguir dependerá del tipo de artículo según las siguientes indicaciones.

- Artículo de investigación científica y tecnológica.  
Introducción  
Materiales y métodos (incluir el análisis estadístico y las consideraciones éticas para estudios en humanos o con animales)  
Resultados  
Discusión  
Conflicto de intereses  
Agradecimientos (opcionales)  
Referencias  
En los estudios que utilicen metodología cualitativa se tendrán en cuenta las consideraciones generales para los artículos de investigación, excepto para los resultados y la discusión que pueden ser presentados conjuntamente, por la dificultad para separarlos.
- Artículo de reflexión  
Introducción  
Reflexión propiamente  
Conclusiones  
Declaración de conflicto de intereses
- Artículo de revisión  
Introducción  
Materiales y métodos  
Resultados y discusión  
Conclusiones  
Agradecimientos  
Referencias

- Reporte de caso  
Presentación del caso  
Manejo nutricional  
Evolución e impacto de la intervención  
Conclusiones  
Referencias

5. Tablas y figuras

Limitar a las estrictamente necesarias para ilustrar el tema del artículo. Estas se ubican en el orden en que se nombran en hojas independientes al final del texto, llevan numeración arábiga y título en la parte superior; la caja o encabezados horizontales de las columnas son en negrilla y llevan en mayúscula solo la letra inicial. Utilice símbolos según el siguiente orden: \*, †, ‡, §, ||, ¶, \*\*, ††, ‡‡. Las tablas sólo llevan líneas horizontales entre el título y la caja, entre ésta y el contenido de la tabla y entre el contenido y las fuentes. No se usan líneas verticales.

Las figuras pueden ser gráficos o fotografías, estas últimas deberán ser de buena calidad y en blanco y negro. La Revista se reservará la decisión de publicar figuras a color.

6. Referencias

La citación de las referencias en el texto se hace en forma consecutiva en números arábigos entre paréntesis y no en superíndice, en el orden en que se mencionan por vez primera en el texto, al finalizar la idea o texto citado. Las referencias bibliográficas se registran en su idioma original, con base en las normas del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM) conocidas como normas de Vancouver.

A continuación, se adjuntan algunos ejemplos clásicos de referencias de diferentes tipos de documentos.

Artículos de revista

Vernon Y. Good nutrition for all: challenge for the nutritional sciences in the new millennium. *Nutr Today*. 2001;6:6-16.

## Instrucciones para los autores

Taketani Y, Yamamoto H, Takeda E, Miyamoto K. Vitamin D and phosphate metabolism; relationship with aging-regulating gene. *Clin Calcium*. 2006;16:53-8.

Campbell SE, Stone WL, Lee S, Whaley S, Yang H, Qui M, et al. Comparative effects of RRR-alpha and RRR-gamma-tocopherol on proliferation and apoptosis in human colon cancer cell lines. *BMC Cancer*. 2006;17:6-13.

Abreviaturas de revistas en:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=journals> o <http://journalseek.net/>

Libros y monografías

Shils M, Shike editors. *Modern nutrition in health and disease*. 10 ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2006.

Soprano DR, Soprano K. Role of RARs and RXRs in mediating the molecular mechanism of action of vitamin A. In: Zemleni J, Daniel H. *Molecular nutrition*. London: CABI Publishing; 2003. p.135-50.

Partes de un todo (Capítulos, ponencias)

Carlson T. Laboratory data in nutrition assessment. En: Krause's food, nutrition and diet therapy. 10ª ed. Philadelphia: Saunders; 2000. p.380-414.

Alcaraz López G, Restrepo Mesa SL. La investigación cualitativa y sus aportes prácticos a la alimentación y nutrición humana. En: *Memorias 11º Simposio Nacional de Nutrición Humana: una visión de futuro*. Medellín: Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia. Centro de Atención Nutricional; 2006.

Trabajos de grado, monografías y tesis

Alzate SM, Acevedo Castaño I. Descripción de los indicadores antropométricos y del consumo de kilocalorías, macro nutrientes y fibra, de las personas con diabetes mellitus tipo 2 que asisten a la Sociedad

Antioquena de Diabetes. [Tesis de Especialista en Nutrición Humana]. Medellín: Universidad de Antioquia. Escuela de Nutrición Humana; 2004.

Archivos electrónicos

Kasper DL, Braunwald E, Fauci AS, editors. *Harrison's online* [Internet]. 16th ed. Columbus, OH: McGraw-Hill; 2006 [citado noviembre de 2006]. Disponible en: <http://www.accessmedicine.com/resourceTOC.aspx?resourceID=4>

National Academy of Sciences. Developing a national registry of pharmacologic and biologic clinical trials: workshop report [Internet]. Washington: National Academies Press; 2006 [citado agosto de 2006]. Disponible en: <http://www.nap.edu/books/030910078X/html>

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs* [revista en Internet]. 2002 [citado agosto de 2002];102. Disponible en: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/>

López E, Vélez B. La puesta en escena de la corporalidad femenina y masculina en la escuela urbana: linda como una muñeca y fuerte como un campeón. *Rev Estudios Género* [revista en Internet]. 2001 [citado junio de 2007];14:83-101. Disponible en:

<http://publicaciones.cucsh.udg.mx/ppperiod/laventan/Ventana14/14-2.pdf>.

Poole KE, Compston JE. Osteoporosis and its management. *BMJ* [Internet]. 2006 [Citado enero de 2007];333:1251-6. Disponible en:

<http://www.bmj.com/cgi/reprint/333/7581/1251>

Para detalles específicos se recomienda consultar las normas completas de la ICMJE:

En inglés: [http://www.icmje.org/urm\\_full.pdf](http://www.icmje.org/urm_full.pdf)

En español: [http://www.cpicmha.sld.cu/bvs/monografias/vancouver\\_2010.pdf](http://www.cpicmha.sld.cu/bvs/monografias/vancouver_2010.pdf)

## ENVÍO DE MANUSCRITOS

El autor debe remitir los siguientes documentos:

*Artículo* sin el nombre de los autores.

*Hoja de presentación* (Formato 01)

*Carta de responsabilidad de autoría* (Formato 02), firmada por todos los autores escaneada, en la que consta que conocen y están de acuerdo con su contenido y que el manuscrito no ha sido publicado anteriormente, ni se ha sometido a publicación en otra revista. Igualmente indicar que no hay conflicto de intereses y que todos cumplieron con los requisitos de autoría: aportaciones importantes a la idea y diseño del estudio, a la recolección de datos o al análisis e interpretación de datos; la redacción del borrador del artículo o la revisión crítica de su contenido intelectual sustancial y la aprobación final de la versión que va a publicarse.

*Formato hoja de vida* (Formato 03), diligenciado por cada uno de los autores.

**Los formatos están disponibles en la página web.**

Los manuscritos para evaluación deben enviarse por medio de la página web de la Revista: <http://revinut.udea.edu.co/>, que utiliza la plataforma Open Journal Systema (OJS). Para facilitar el envío de las contribuciones, se recomienda:

- Registrarse en la Revista; si ya se dispone de una clave, simplemente se identifica e inicia el ingreso del artículo. Como usuario, en cualquiera de las revistas de la Universidad de Antioquia, podrá recibir información cada vez que se publique un número, acceder a todos los artículos y comunicarse con autores, editores y demás personal de las publicaciones.

- Antes de remitir el artículo, ajustarlo a las normas indicadas en este documento.
- Para el ingreso de un manuscrito seguir los cinco pasos indicados en el OJS: 1. Comienzo. 2. Introducir los metadatos. 3. Subir envío. 4. Subir ficheros complementarios. 5. Confirmación. Para evitar inconvenientes, estos pasos se deben dar en forma consecutiva y en una sola sesión (ver guía detallada en la página web, sección información para los autores)
- El sistema solicita, en forma separada, los metadatos: la sección a la que pertenece, el idioma, los datos de los autores, el título, resumen y palabras clave en español e inglés.
- Antes de subir el artículo, retirar los datos de los autores para garantizar la revisión por pares bajo la modalidad doble ciego haciendo explícito el anonimato al que se recurre en la evaluación. Conservar la copia de los documentos enviados, pues la Revista no asume responsabilidad por daños o pérdida.

## DIRECCIÓN

Universidad de Antioquia  
Escuela de Nutrición y Dietética  
Perspectivas en Nutrición Humana  
Carrera 75 N° 65-87  
Teléfonos (57 4) 2199230, 2199216  
Fax (57 4) 230 50 07  
[revistanutricion@udea.edu.co](mailto:revistanutricion@udea.edu.co)  
<http://revinut.udea.edu.co>  
Medellín-Colombia

**Scope and editorial policy**  
**Types and preparation of manuscripts**  
**Submission of manuscripts**

## SCOPE AND EDITORIAL POLICY

*Perspectivas en Nutrición Humana* is an academic journal that aims to publish research studies concerning dietetics, nutritional, and related specializations for an audience consisting of, primarily, Dieticians, Nutritionist, researchers, students and field professionals that make use of the knowledge presented in this journal in all the regions of Colombia and other Latino American countries. Only original articles that are not simultaneously submitted to other journals will be accepted, in English or Spanish.

Instructions for authors are based on the requirements of the *Permanent Indexing Services of Colombian Scientific and Technological Journals of Colciencias* and of the *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals of the International Committee of Medical Journal Editors*.

[http://www.icmje.org/urm\\_full.pdf](http://www.icmje.org/urm_full.pdf)

[http://www.cpicmha.sld.cu/bvs/monografias/vancouver\\_2010.pdf](http://www.cpicmha.sld.cu/bvs/monografias/vancouver_2010.pdf)

The journal publishes the following types of articles, based on the classifications and requirements of the Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias):

1. *Articles of technology and scientific research.* Detailed documents presented with original results of research projects.
2. *Review article:* refers to research documents where results have been analyzed, classified and integrated

the published (or unpublished) research, in order to give an account of developments and trends in the area of food and nutrition. Its objective is to analyze bibliography on a specific subject matter and place it in some specific perspective. It is characterized by a careful literary review of at least 50 references.

3. *Reflection article:* Paper a document presenting a specific topic from an analytical, interpretative or critical perspective of the author. It contains statements and generalizations to fill knowledge gaps or provide solutions, but may well leave the door open to be challenged by another researcher. Reflection papers follow the same organization of research articles in relation to the various sections, but without presenting results and discussion sections.
4. *Case Report:* Document that presents results of a study on a particular situation in order to acknowledge the technical and methodological experiences considered on a specific case via instruction, source of aide and administration.
5. *Editorial.* Document written by a member of the Editorial Board or a researcher invited to help guide on thematic matters of the journal.
6. *Biographical review:* Document brief describing the contents and the characteristics of a book or other publication and offers an opinion about its content value.
7. *Letters to the director:* Critical, analytical dispositions or interpretations of journal documents that constitute an important contribution to the subject discourse by the scientific community of references.
8. *Other:* Track diet-related issues, news, opinions, notable reviews, academic and scientific events and chronicle.

## Instruccions to the authors

### Peer review process

The receipt of a manuscript does not constitute an obligation on the part of the Editorial Board to publish it, nor does it constitute a commitment to the release date.

All manuscripts submitted to *Perspectivas en Nutrición Humana* are peer-reviewed in a double-blind process in which both the authors and reviewers remain anonymous throughout the review. Evaluators are selected based on experience, reputation, and recommendation by their academic peers.

The manuscript evaluation procedure is as follows. When a manuscript arrives to *Perspectivas en Nutrición Humana*, a member of the Editorial Board analyzes the manuscript to verify compliance with the requirements of the Journal and to assess the quality of the article. The manuscript is then discussed with the Editorial Board, who may decide to reject it based on lack of interest or more specific deficiencies. If there are needed some changes, authors are notified. Manuscripts that meet the requirements of the Editorial Board are sent out for review by two national or international academic peer, who must give a written concept in the established format for this, through the platform Open Journal System. If there is disagreement between the first two reviewers, then the manuscript is sent to a third reviewer. The expert reviewers make recommendations based on academic rigor, whether the manuscript meets the objectives of the Journal, and the overall quality of the manuscript. Finally, the reviewers make one of three conclusions: *accepted unchanged*, *accepted conditionally*, or *reject*.

Manuscripts *accepted conditionally* are returned to authors with a letter requesting the authors to make specific changes and to provide an explanation if specific suggestions are not be followed. The authors must send the new version using the platform within 10 (ten) calendar days since the date of notification. After receiving the revised manuscript, the editor inspects the changes and then either accepts or rejects the manuscript.

Relevant editorial changes will be made to accepted manuscripts. Following editing, the authors will receive

galley proofs of the article, which should be carefully checked and returned observations to the Director within a maximum of 48 hours.

The manuscript is published online and in printed version.

### Copyright notice

Manuscripts submitted for publication in *Perspectivas en Nutrición Humana* must not have been previously published or considered for publication elsewhere. By submitting a manuscript, the authors(s) agree that copyrights for their articles are automatically transferred to our journal, if and when the articles are accepted for publication. All manuscripts published in *Perspectivas en Nutrición Humana* may be freely reproduced. However, reproduction of an article requires a citation suitable.

### PREPARATION AND FORMAT OF MANUSCRIPTS

The manuscript is presented in the Word Processor text, letter size paper, double spaced, 12 cpi (characters per inch), Arial font, with no space between paragraphs and pagination is consecutive.

The length of the literary work should not exceed the 25 pages.

All items must be accompanied by a cover sheet with the following information:

Title. In Spanish, should be concise but informative. Do not exceed 25 words, bold and centered. Uppercase is used only in the initial letter or proper names.

Authors. List the names of the authors in the order and way they want to appear in the article, and their institutional affiliations, city and country.

Full address of the author responsible for correspondence, including phone number, fax, email address. Funding sources or financial support received for the research.

The manuscript should include the following sections:

1. Title, in bold and centered.

2. *Summaries in English and Spanish*. They are presented on the second page of the article, with a maximum of 200 words each. The abstract is structured and includes the following sections: objective, methods and materials, results and conclusions.

3. *Key words in English and Spanish*. Specify five to eight key words that enrich and give a general idea of the content of the work for indexing systems, based on controlled vocabularies: Health science descriptors, in Spanish (DeCS) <http://decs.bvs.br>. In English, *Medical Subject Headings* (MeSH) <http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.htm>.

4. *Text*. The structure to be followed will depend on the article according to the following:

- Article of scientific and technological research  
Introduction  
Methods and materials: It must include statistical analysis and ethical considerations in case of human and animal studies.  
Results  
Discussion  
Conclusion  
Acknowledgements (optional)  
References

Studies using qualitative methodology must take into account general considerations for research articles, except for the results and discussion portions, which may be presented jointly due a potentially high degree of difficulty in separating them.

- Reflection article:  
Introduction  
Reflection  
Conclusions  
Declaration of conflict of interest  
References
- Review article  
Introduction

Materials and methods  
Results and discussion  
Conclusions  
Acknowledgements  
References

- Case report  
Presentation of case  
Nutritional management  
Evolution and impact of the intervention  
Conclusions  
References

5. Tables and figures

Limit strictly to only what is necessary to illustrate the subject of the articles. These are located at the end of the text in the order that individually titled pages were mentioned. At the top of the page are the titles with Arabic numerals. Column headers are in bold and only the first letter is in uppercase. Use symbols in the following order: \*, †, ‡, §, ||, ¶, \*\*, ††, ‡‡. The tables have only horizontal lines between the title and the text box; between it and the contents of the table and between content and sources. Vertical lines are not used.

Figures can be in graphics or pictures, the latter should be of good quality and in black and white. The journal reserves the right whether or not to publish color figures.

6. References

Citation of references in text is done in consecutive form in Arabic numbers in parenthesis and not in subscript, in the order in which it was first mentioned, at the end of an idea or cited text. The bibliographic references will be documented in its original language, based on the rules of the International Committee of Directors of Medical Journal Editors (ICMJE), known as standards of Vancouver.

Classic examples of references of different types of documents are attached.

## Instruccions to the authors

### Journal articles

Vernon Y, Good nutrition for all: challenge for the nutritional sciences in the new millennium. *Nutr Today*. 2001; 6:6-16.

Taketani Y, Yamamoto H, Takeda E, Miyamoto K. Vitamin D and phosphate metabolism; relationship with aging-regulating gene. *Clin Calcium*. 2006; 16:53-8.

Campbell SE, Stone WL, Lee S, Whaley S, Yang H, Qui M, et al. Comparative effects of RRR-alpha and RRR-gamma-tocopherol on proliferation and apoptosis in human colon cancer cell lines. *BMC Cancer*. 2006; 17:6-13.

Journal title abbreviations:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=journals>, <http://journalseek.net/>

### Books and manuscripts

Shils M, Shike editors. *Modern nutrition in health and disease*. 10 ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2006.

Soprano DR, Soprano K. Role of RARs and RXRs in mediating the molecular mechanism of action of vitamin A. In: Zemleni J, Daniel H. *Molecular nutrition*. London: CABI Publishing; 2003. p.135-50.

### Parts of a whole (Chapters and presentations)

Carlson T. Laboratory data in nutrition assessment. En: Krause's food, nutrition and diet therapy. 10<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Saunders; 2000. p.380-414.

Alcaraz López G, Restrepo Mesa SL. La investigación cualitativa y sus aportes prácticos a la alimentación y nutrición humana. En: Memorias 11<sup>o</sup> Simposio Nacional de Nutrición Humana: una visión de futuro. Medellín: Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia. Centro de Atención Nutricional; 2006.

### Studies in degrees, manuscripts and theses

Alzate SM, Acevedo Castaño I. Descripción de los indicadores antropométricos y del consumo de kilocalorías, macro nutrientes y fibra, de las personas con diabetes mellitus tipo 2 que asisten a la Sociedad Antioqueña de Diabetes. [Tesis de Especialista en Nutrición Humana]. Medellín: Universidad de Antioquia. Escuela de Nutrición Humana; 2004.

### Electronic archiving

Kasper DL, Braunwald E, Fauci AS, editors. *Harrison's online* [Internet]. 16th ed. Columbus, OH: McGraw-Hill; 2006 [cited November 2006]. Available in: <http://www.accessmedicine.com/resourceTOC.aspx?resourceID=4>

National Academy of Sciences. Developing a national registry of pharmacological and biological clinical trials: workshop report [Internet]. Washington: National Academies Press; 2006 [cited August 2006]. Available in: <http://www.nap.edu/books/030910078X/html>

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs* [Internet journal]. 2002 [cited August 2002];102. Available in: <http://www.nursingworld.org/AJN/2002/>

López E, Vélez B. La puesta en escena de la corporalidad femenina y masculina en la escuela urbana: linda como una muñeca y fuerte como un campeón. *Rev Estudios Género* [revista en Internet]. 2001 [citado junio de 2007];14:83-101. Disponible en:

<http://publicaciones.cucsh.udg.mx/ppperiod/laventan/Ventana14/14-2.pdf>.

Poole KE, Compston JE. Osteoporosis and its management. *BMJ* [Internet]. 2006 [Citado enero de 2007];333:1251-6. Disponible en:

<http://www.bmj.com/cgi/reprint/333/7581/1251>

## SUBMITTING MANUSCRIPTS

The author must submit the following documents:

Article without the authors' names.

Presentation page (Format 01).

*Letter of responsibility of authorship (Format 02)*, signed by all authors and scanned, consisting of proof of prior knowledge of the article and mutual agreement of its content; and, that the manuscript has not been published previously or submitted for publication in another journal. Likewise, affirm that there is no conflict of interest in the publication of the article and that all have complied with copyright regulation guidelines.

*Resume author curriculum vitae format (Format 03)*, completed by each of the authors.

Authors are able to register and submit items to the journal directly through the journal's web site: <http://revinut.udea.edu.co/>, which uses Open Journal System (OJS). To facilitate the submission of contributions, we recommended:

- Register in the journal, if you already have a password, simply identifies and initiates the entry of the article. As a user, in any of the journals of the Universidad de Antioquia, you can receive each time we release a number, access to all articles and communicate with authors, editors and other staff of the publications.
- Before submitting the article, conform to the rules in this document.
- Before uploading your paper, remove the data from the authors to ensure peer review in the form double-

blind, making explicit the anonymity that is used in the evaluation. Keep a copy of the documents sent, because the Journal is not responsible for damage or loss.

- For input of a manuscript follow the five steps in the OJS: 1. Beginning. 2. Enter the submission's metadata. 3. Upload shipping. 4. Upload supplementary files. 5. Confirming the submission. To avoid problems, these steps can be taken consecutively in a single session (see detailed guide on the website, information for authors section).
- The system prompts, separately, the metadata: the section to which it belongs, language, data from the authors, title, abstract and key words in English and Spanish.
- Before you upload the article, remove authors' information to ensure the peer review by double-blind anonymity of reviewers, which is used in the evaluation. Save a copy of the submitted documents, as the Journal does not assume liability for damages or loss.

## ADDRESS

Universidad de Antioquia  
Escuela de Nutrición y Dietética  
Perspectivas en Nutrición Humana  
Carrera 75 N° 65-87  
Telephone (57)(4) 2199230, 2199216  
Fax (57)(4) 230 50 07  
[revistanutricion@udea.edu.co](mailto:revistanutricion@udea.edu.co)  
<http://revinut.udea.edu.co>  
Medellín-Colombia



**Imprenta**  
**Universidad de Antioquia**

Teléfono: (574) 219 53 30. Telefax: (574) 219 50 13

Correo electrónico: [imprensa@udea.edu.co](mailto:imprensa@udea.edu.co)