

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 63

SEPTIEMBRE 2013

Nº 3

---

### Contenido

	Páginas
<b>EDITORIAL</b> .....	195
<b>ARTÍCULOS GENERALES</b>	
<b>Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. Revisión</b> <i>Estrella Lara-Cortés; Perla Osorio-Díaz; Antonio Jiménez-Aparicio; Silvia Bautista-Baños</i> .....	197
<b>Dietetic characteristics of a sample of Mayan dual burden households in Merida, Yucatan, Mexico</b> <i>Hugo Azcorra, Hannah Wilson, Barry Bogin, Maria Inês Varela-Silva, Adriana Vázquez-Vázquez, Federico Dickinson</i> .....	209
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Lactancia Materna</b>	
<b>Lactancia Materna y su influencia en los procesos cognitivos de escolares españoles (6 años de edad), valorada con la escala de inteligencia Wechsler.</b> <i>Juan Manuel Pérez Ruiz, María Teresa Miranda León, José María Peinado Herreros, María Concepción Iribar Ibabe</i> .....	218

## **Obesidad**

### **Efecto de la suplementación de Omega 3 sobre IMC, ICC y composición corporal en mujeres obesas**

*Olivia González-Acevedo, Juan Francisco Hernández-Sierra, Abel Salazar-Martínez, Peter B. Mandeville, Francisco Javier Valadez-Castillo, Esperanza de la Cruz-Mendoza, Paola Algara-Suárez. ....* 224

## **Nutrición Experimental**

### **Aplicabilidad de estadística multivariada para estudios nutricionales: bioensayo con el gorgojo de arroz (*Sitophilus oryzae* L)**

*Dennis Alexander Lugo González, Víctor Hugo Aguilar, Meris Casotto, Alexander Laurentin, Ana Gómez .....* 232

### **Zinco capilar em crianças**

*Dixis Figueroa Pedraza .....* 240

## **Microbiología de Alimentos**

### **Determinación de la capacidad antimicrobiana del té verde (*Camellia sinensis*) contra los agentes potencialmente patógenos *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Candida albicans* y *Aspergillus niger***

*Andreina Mora, Jonathan Parra, José M. Chaverri, María Laura Arias. ....* 247

**INFORMACION PARA LOS AUTORES .....** 254

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

VOL 63

SEPTEMBER 2013

Nº 3

---

### Contents

	Pages
<b>EDITORIAL</b> .....	195
<b>GENERAL ARTICLES</b>	
<b>Nutritional content, functional properties and conservation of edible flowers. Review.</b> <i>Estrella Lara-Cortés; Perla Osorio-Díaz; Antonio Jiménez-Aparicio; Silvia Bautista-Baños</i> .....	197
<b>Dietetic characteristics of a sample of Mayan dual burden households in Merida, Yucatan, Mexico</b> <i>Hugo Azcorra, Hannah Wilson, Barry Bogin, Maria Inês Varela-Silva, Adriana Vázquez-Vázquez, Federico Dickinson</i> .....	209
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
<b>Breastfeeding</b>	
<b>Breastfeeding and its influence into the cognitive process of Spanish school- children (6 years old), measured by the Wechsler intelligence scale.</b> <i>Juan Manuel Pérez Ruiz, María Teresa Miranda León, José María Peinado Herrerros, María Concepción Iribar Ibabe</i> .....	218

## Obesity

### Effect of Omega 3 fatty acids on body female obese composition

*Olivia González-Acevedo, Juan Francisco Hernández-Sierra, Abel Salazar-Martínez,  
Peter B. Mandeville, Francisco Javier Valadez-Castillo, Esperanza de la Cruz-Mendoza,  
Paola Algara-Suárez. ....* 224

## Experimental Nutrition

### Applicability of Multivariate Statistics for nutritional studies:

#### bioassay rice weevil (*Sitophilus oryzae* L)

*Dennis Alexander Lugo González, Víctor Hugo Aguilar, Meris Casotto,  
Alexander Laurentin, Ana Gómez. ....* 232

### Hair zinc levels in children

*Dixis Figueroa Pedraza. ....* 240

## Food Microbiology

### Determination of the antimicrobial capacity of green tea (*Camellia sinensis*) against the potentially pathogenic microorganisms *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Candida albicans* and *Aspergillus niger*

*Andreina Mora, Jonathan Parra, José M. Chaverri, María Laura Arias. ....* 247

**INFORMATION FOR AUTHORS** ..... 254

## EDITORIAL

### ¿POR QUÉ “CONTINUACIÓN DE ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICIÓN”?

Esta pregunta la responderemos más adelante. Debo comenzar diciendo que en junio de 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela inicia la publicación de su órgano oficial divulgativo “Archivos Venezolanos de Nutrición”, AVN, y el Editorial del Número 1, Volumen 1, lee en sus primeras líneas:

*“Con la aparición de Archivos Venezolanos de Nutrición se presenta por primera vez en Venezuela una publicación científica dedicada exclusivamente a la nutrición.”*

Desde ese entonces AVN es publicado sin interrupción en 15 Volúmenes, incluyendo en 1961 una Sección Internacional y en 1966 AVN desvía su cobertura para ingresar en el ámbito latinoamericano. Hagamos un poco de historia. La reunión en la cual se crea la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, se llevó a cabo en noviembre de 1965, en ocasión de celebrarse en Chicago el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. Los aspectos más importantes considerados en la reunión fueron la aprobación provisional de los estatutos, el aceptar como miembros fundadores a todos los presentes en la reunión, la creación de una revista de la Sociedad y el nombramiento de una Junta Provisional, la cual quedó constituida de la siguiente forma: Presidente Dr. Conrado Federico Asenjo (Puerto Rico), Vicepresidente Dr. Pablo Liendo Coll (Venezuela), Secretario Dr. Guillermo Arroyave (Guatemala), Tesorero Dr. Carlos Collazos (Perú), Vocales Dra. Lucila Sogandares (Panamá), Dr. Rafael Ramos Galván (México) y Lic. Marina Flores (Guatemala).

En enero de 1966, el Dr. Miguel Octavio Russa, Director del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela, escribe al Dr. Asenjo una memorable comuni-

cación de la cual me permito transcribir el siguiente párrafo:

*“...De acuerdo con el ofrecimiento hecho a nombre mío por el Dr. Werner Jaffé, en la Sesión Inaugural de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, le confirmo la decisión de este Instituto de cesar la publicación de la revista Archivos Venezolanos de Nutrición con el Número 2 del Volumen XV y pasar a la Sociedad Latinoamericana de Nutrición el derecho de usar todas las características de dicha publicación, para que ésta sea transformada en el órgano de la Sociedad bajo el nombre de “Archivos Latinoamericanos de Nutrición.” La única condición para este traspaso será la de que se mencione en el rótulo exterior de la nueva publicación el hecho de que fue creada originalmente como “Archivos Venezolanos de Nutrición”.*

Así, el Volumen XV correspondiente al año 1965 es el último Volumen publicado de AVN y aparece por primera vez Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN, como el Número 1, Volumen XVI en septiembre de 1966, con un nuevo diseño de portada incluyendo lo exigido en la carta antes leída. Como dato curioso, en este primer Número de ALAN se incluía una circular del Editor, Werner Jaffé, en la cual se lee: *“Esta publicación será distribuida gratuitamente a los Miembros de la Asociación; para los no miembros se ha fijado el precio de suscripción anual de U.S. \$ 6 que se deberá pagar mediante cheques a favor de Archivos Latinoamericanos de Nutrición”.* Entre 1966 y 1978 ALAN es publicado en Venezuela bajo la responsabilidad editorial de Werner Jaffé y en 1979 ALAN pasa a Guatemala en donde permanece hasta 1991, período en el cual Ricardo Bressani se desempeña como Editor General. A partir de 1992 la revista con tamaño

ampliado a 1/8 y portada de diseño enteramente nuevo, es editada nuevamente en Caracas, Venezuela, donde permanece en la actualidad.

Hemos respondido la pregunta con la cual titulamos este Editorial. Sin embargo, la historia se desmemoria muchas veces, de allí que hemos querido hacer una muy breve trayectoria de nuestra revista para recordar a quienes fijaron la ruta, acertaron en marcar el rumbo y reconocer méritos a quienes méritos merecen. A continuación, transcribimos el párrafo final del Editorial de Conrado Federico Asenjo publicado en el Volumen XVI, Número 1, de ALAN, septiembre 1966:

*“...debemos tener presente que su éxito como revista científica de reconocida responsabilidad y pres-*

*tigio dependerá exclusivamente de los artículos originales de alta calidad y valor que aparezcan en sus páginas. Este es el reto que nosotros, los miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, tenemos que aceptar si pretendemos que, con el correr del tiempo, nuestra revista llegue a ser algún día una de primer orden en su género, que es, precisamente, lo que nos proponemos.”*

**José Félix Chávez Pérez**  
Editor General, ALAN

## Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. Revisión

*Estrella Lara-Cortés; Perla Osorio-Díaz; Antonio Jiménez-Aparicio; Silvia Bautista-Baños*

Instituto Politécnico Nacional-Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Morelos, México.

**RESUMEN.** La florifagia, que es el consumo de flores como alimento es una práctica que, aunque no es nueva no estaba muy difundida entre los consumidores hasta hace algunas décadas. Las flores comestibles contribuyen al mejoramiento de la estética de los alimentos además, aportan sustancias biológicamente activas como vitaminas A, C, riboflavina, niacina, minerales como calcio, fósforo, hierro y potasio beneficiando la salud de quien las consume. Esta revisión incluye algunos ejemplos de flores comestibles como las rosas, violetas y capuchinas entre otras, sus usos y aplicaciones como alimento, sus características organolépticas y valor nutrimental por las cuales pueden considerarse un alimento funcional. No todas las flores pueden consumirse como alimento hay otro grupo de flores que pueden resultar tóxicas e incluso su ingesta puede ser mortal. Un factor importante que afecta la calidad de las flores es la forma en la que se conservan la cual repercute en sus características sensoriales y nutrimentales. Finalmente aunque el consumo de flores como alimento es una práctica antigua hay poca reglamentación es necesario realizar mayor investigación sobre su análisis químico y nutrimental que promueva su inclusión en la dieta ya que pueden ser una fuente alimenticia con un alto valor nutrimental y funcional.

**Palabras clave:** Características sensoriales, florifagia, flores comestibles.

**SUMMARY. Nutritional content, functional properties and conservation of edible flowers. Review.**

The floriphagia that is the consumption of flowers as a food, is an old practice not widespread among consumers until some decades ago. Edible flowers contribute to increasing the appearance of food. They can provide biologically active substances including vitamin A, C, riboflavins, niacin, minerals such as calcium, phosphorous, iron and potassium that are eventually beneficial to consumers' health. This review includes some examples of edible flowers including roses, violets and nasturtium among others, uses and applications, sensorial characteristics and nutritional values that lead them to be considered as functional food. An important factor that affects the quality of edible flowers is the form in which they are preserved since it may affect their sensorial and nutritional characteristics. However, not all flowers can be eaten as food since there are some of them that can be toxic or even mortal. Finally, although the consumption of flowers is an ancient practice, there is little regulation in this regard. Of the review on edible flowers, it is concluded that there are still numerous aspects about them to evaluate such as nutritional and functional characteristics, conservation and regulation with the aim to extend its consumption.

**Key words:** Sensory characteristics, floriphagia, edible flowers.

### INTRODUCCIÓN

En últimas fechas el consumidor se ha dado a la tarea de buscar nuevas alternativas de alimentos; estos deben ser seguros, nutritivos y poseer características sensoriales de calidad. Por tal motivo el consumo de flores (florifagia) está tomando fuerza entre la población. Esta actividad no es reciente ya que, en muchas partes del mundo el consumo de flores comestibles continúa como una tradición (1). Hay reportes dónde se menciona que culturas como la china y la romana ya consumían flores. Actualmente, todavía se conserva esta costumbre en algunas poblaciones autóctonas de

diversos países entre los cuales México no es la excepción. Hay que mencionar que no todas las flores son comestibles, para que estas sean consideradas como tales deben cumplir ciertas características entre las que se encuentran: la composición química, la forma de cultivo (libres de pesticidas, herbicidas y fertilizantes no orgánicos) además de ser inocuas microbiológicamente. Debido a sus características, son múltiples los usos que se le dan a las flores cuando se incluyen en la gastronomía. Ejemplo de ello son los pétalos de rosas (*Rosa* spp.) recién cortados que pueden resultar excelentes para presentar un postre o en su efecto para guarnecer algún tipo de carne. En algu-

nos países de oriente se emplean para perfumar platos. Su agradable aroma, su belleza y su sabor dulce las convierten en un atractivo ingrediente (2). Otras flores que se han utilizado incluyen a los crisantemos (*Chrysanthemum* spp.) y dalias (*Dahlia* sp.) usadas en China regularmente en sopas secas. Los romanos añadieron a su cocina flores cultivadas como violetas (*Viola odorata*).

Con la flor del mastuerzo (*Tropaeolum majus*) o capuchina (*Tropaeolum majus*) originaria de Perú, se elaboran ensaladas, acompañando carnes y en helados (3). Además de brindarle a los platillos un toque estético, las flores comestibles brindan al cuerpo un gran contenido de vitaminas, minerales, proteínas y aminoácidos que mejoran la calidad de vida y la salud de las personas que las consumen (4). Incluso, algunas flores también contienen sustancias bioactivas con actividad terapéutica. Según un informe de Zhang Dongsheng, de la Sociedad de Ciencias y Tecnologías Alimentarias de China, las flores aportan importantes elementos para la nutrición y la salud. Algunas flores son ricas en proteínas, grasas, almidones, aminoácidos, vitaminas A, B, C, E, antioxidantes y varios elementos minerales que son indispensables para el cuerpo humano (5). Estudios han demostrado que hojas y flores de algunas plantas silvestres, principalmente leguminosas, presentan un alto contenido de proteínas (6).

### USOS Y APLICACIONES DE LAS FLORES COMESTIBLES

Las flores comestibles contribuyen a la mejora de la apariencia estética de los alimentos. Así son utilizadas durante la preparación de éstos pero con mayor frecuencia son relacionadas con sustancias biológicamente activas (1) como compuestos fenólicos, carotenoides, vitaminas, minerales etc. Las flores aportan matices de frescura y sabores inusuales, sus llamativos colores y los atractivos olores que desprenden estimulan en gran medida los sentidos. Las flores que se pueden emplear en culinaria son innumerables, pétalos de rosa, magnolia (*Magnolia grandiflora*), jazmín (*Jasminum officinale*), azahar (*Citrus aurantiifolia*), malva (*Malva sylvestris*), mejorana (*Origanum majorana*), violetas, capuchina (*Tropaeolum majus* L.) y muchas otras. De las flores comestibles se puede comer parte o toda su estructura aplicando las diferentes técnicas de cocción. La mayoría de ellas se comen en en-

saladas, pero también existen otras ideales para guisos y sopas. Con las flores comestibles se pueden elaborar diferentes platillos, como carnes blancas y rojas, pastas, arroces, salsas y postres; ya que su combinación con ciertos alimentos da un sabor y aroma agradables aceptados por el comensal (2). En la Tabla 1 se resumen algunos usos de flores consumidas como alimento.

### CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS FLORES COMESTIBLES

Las flores comestibles pueden ser usadas para adicionar color, fragancia y sabor a los alimentos tales como ensaladas, sopas, postres, entradas y bebidas. La lista de flores comestibles es extensa con alrededor de 55 géneros conocidos. Hay que señalar que el mayor componente de las flores es agua (más del 80% de su composición) por tanto son ingredientes calóricamente bajos. Así, su principal uso se enfoca en las características de apariencia, sabor y aroma que puedan aportar al alimento. Un ejemplo es la flor de jamaica (10), la flor de color púrpura tiene un sabor muy parecido al de la frambuesa. Los geranios (*Pelargonium zonale*) brindan fragancia a los pasteles, los pensamientos (*Viola x wittrockiana*) se usan en ensaladas dulces y saladas o para acompañar quesos, las capuchinas regalan sabores picantes a ensaladas. Otro ejemplo es el delicado y dulzón sabor de la flor de calabaza (*Curcubita pepo*) que, por tradición se prepara en tamales y sopas (8). En la Tabla 2 se resumen algunas flores y sus características sensoriales.

#### Color

Entre los principales atributos a considerar cuando se eligen las flores para su utilización es el color, el cual puede afectar e influir en las preferencias de su consumo. Por ejemplo en el caso de la flor de capuchina, los cultivares carmesí y borgoña pueden atraer y estimular el apetito de los consumidores (11). Además los colores de las flores comestibles pueden tener efectos en el apetito de los consumidores como evocar un sabor. El color rojo puede sugerir al consumidor que el producto tiene un sabor dulce cereza o fresa. El color amarillo puede estar asociado con un sabor cítrico o agrio, mientras que el azul, el cual es muy raro, puede relacionarse con alimentos que tienden a ser azucarados (12). Por otro lado, en lo que respecta a las flores, los pétalos pueden presentar una amplia gama de co-

TABLA 1 Usos de las flores comestibles en la gastronomía

Nombre común	Origen	Nombre científico	Uso	Referencia
Alhelí	Ecuador	<i>Matthiola incana</i>	Son usadas especialmente en postres dulces, ya que son bastante aromáticas.	2
Amapola	Europa, África y Asia.	<i>Papaver rhoeas</i>	Con los pétalos se aromatiza el vino. También se obtiene aceite para aliños o cocinar.	7
Azucena	Corea, China, Japón y zonas templadas de Asia.	<i>Hemerocallis fulva</i>	En Asia se venden frescas o secas, y se conocen como agujas doradas. Se usan rellenas, en postres, ensaladas, sopas, compotas y con el cerdo.	7
Begonia	Zonas tropicales de Asia, África y América	<i>Begonia x tuberhybrida, B. semperflorens.</i>	Se puede consumir con macedonia de frutas o confitadas. Para guarnición de platos	7
Boca de dragón	Nativa del Mediterráneo, desde Marruecos, Portugal y sur de Francia, hasta el este de Turquía y Siria.	<i>Antirrhinum majus</i>	Para ensaladas.	7
Borraja	Norte de África	<i>Borago officinalis</i>	Para aderezar platos fríos y ensaladas. También se puede usar para colorear vinagres dándoles un limpio tono azul	2
Campanilla	Noreste asiático, China y Japón.	<i>Platycodon grandiflorus</i>	Para ensaladas o combinada con mantequilla.	7
Capuchina	Perú, Ecuador y Colombia.	<i>Tropaeolum majus</i>	Para ensaladas se usan los pétalos. Va muy bien con legumbres, patatas, arroz, o sopa, también con la mantequilla. Además es muy atractiva por sus colores y tamaño cuando ha florecido por completo.	7
Chira	Costa Rica	<i>Indigofera suffruticosa</i>	Cremas, asadas	7
Claveles	Cuenca mediterránea	<i>Dianthus caryophyllus, D. barbatus, D. plumarius</i>	Ensaladas de frutas, mantequillas o como guarnición.	7
Crisantemos	Asia, principalmente en China.	<i>Chrysanthemum spp</i>	Para ensaladas, sopas, salsas y vinagretas. Sólo se usan los pétalos.	7
Cuchunuc	Chiapas, México	<i>Gliricida sepium</i>	En tamales	8
Diente de León	Región Eurosiberiana	<i>Taraxacum officinale</i>	Ensaladas y sopas.	2
Flor de Itabo	Costa Rica	<i>Yucca guatemalensis</i>	Pasteles, miel	7
Geranio	África del sur	<i>Pelargonium spp</i>	Para postres, pasteles y bebidas, ensaladas, aguas de flores, o como guarnición.	7
Girasol	Suroeste de E.U.A. y norte de México	<i>Helianthus annuus</i>	Los capullos sin abrir se pueden hacer al vapor como las alcachofas.	7
Gladiolo	África del sur	<i>Gladiolus spp</i>	Para ensaladas y guarnición de platos.	7
Jamaica	México	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Infusiones, extractos, ensaladas, tortas, mermelada	9
Lavanda	Europa meridional, concretamente de Turquía y Asia menor	<i>Lavandula angustifolia</i>	Se usa para aromatizar cremas y ensaladas, como guarnición con el conejo, el arroz y el pollo. Con las hojas y flores se preparan infusiones. Se puede emplear para elaborar dulces y helados.	2
Lila	Sureste de Europa	<i>Syringa vulgaris</i>	Para ensaladas de frutas y condimento de aves.	7
Malva	Europa, Asia occidental, Norte de Africa y Norteamérica.	<i>Malva sylvestris Malva (Althaea rosea)</i>	En ensaladas, tanto la flor como los brotes.	7

TABLA 1 Usos de las flores comestibles en la gastronomía (continuación)

Nombre común	Origen	Nombre científico	Uso	Referencia
Manzanilla	Región de los Balcanes desde donde se difundió a Europa.	<i>Matricaria recutita</i>	Las florecillas se utilizan en fresco para infusionar con aceites, vinagretas. Es posible conseguir con esta infusión buenos helados, o añadirse a la cocción de verduras dulces	2
Maravilla	México	<i>Calendula officinalis</i>	En las ensaladas, tortillas o como acompañamiento de quesos.	7
Milenrama.	Bélgica y Francia	<i>Achillea millefolium</i>	Para hacer té de hierbas o zumos	7
Monarda	Norteamérica	<i>Monarda didyma</i>	Se usa para cualquier plato que requiera orégano o con frutas. Para ensaladas, té o añadir en zumos.	7
Pacaya	Centroamérica	<i>Chamaedorea elegans</i>	Ensaladas	7
Pensamiento	Península ibérica	<i>Viola tricolor</i>	Se utilizan en ensaladas y postres.	2
Piñuela	El Salvador	<i>Bromelia pinguin</i>	Son cortadas de un extremo y cocidas, luego son preparadas con agua, harina de arroz, dulce de panela, canela, pimienta gorda y sal.	7
Tomillo	Sur de Europa y Norte de África	<i>Thymus spp</i>	Van bien con los platos de pescado y para ensaladas.	2
Violetas	Natural del Mediterráneo, China y Japón. Naturalizada en Europa Central.	<i>Viola odorata</i>	Sirven para hacer caramelos, repostería, pastelería, mermeladas, compotas, infusiones, sopas, ensaladas, mantequillas, incluso bebidas. Los pétalos se pueden escarchar con azúcar y clara de huevo. En helados y sorbetes se usan por la intensidad de su perfume.	7

TABLA 2 Flores comestibles y algunas de sus características sensoriales

Nombre común	Nombre científico	Color	Sabor	Aroma
Begonia	<i>Begonia x tuberhybrida</i> , <i>B. semperflorens</i> .	Rojo, amarillo, naranja y rosado	Ligeramente limón	NR
Borraja	<i>Borago officinalis</i>	Lila azulado	Similar al pepino	NR
Caléndula	<i>Tagetes patula</i>	Naranja	Amargo, clavo de olor	NR
Capuchina	<i>Tropaeolum majus</i>	Rojo, naranja y amarillo	Levemente picante con dejo dulce al final, similar al berro	NR
Cempasúchitl	<i>Calendula officinalis</i>	Naranja	Ligeramente amargo y ligeramente picante	NR
Clavel	<i>Dianthus caryophyllus</i> , <i>D. plumariu</i>	Varios (dependiendo el cultivar)	Especias, pimienta y clavo de olor	NR
Crisantemo	<i>Chrysanthemum spp.</i>	Varios (dependiendo el cultivar)	Ligeramente hasta muy amargo	NR
Dianthus	<i>Dianthus sp.</i>	Varios (dependiendo el cultivar)	Ligeramente amargo	NR
Flor de hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	Amarillo verdoso	Anisado	NR
Geranio	<i>Pelargonium spp</i>	Rojo, rosado, durazno, blanco	Según variedad, desde cítricos, afrutados o florales	NR
Hisopo de anis	<i>Agastache foeniculum</i>	Violeta, naranja, rosa	Dulce, anizado	NR
Jazmín	<i>Jasminum officinale</i>	Blanco	Dulce	Intenso
Lavanda	<i>Lavandula angustifolia</i>	Celeste pálido	Dulce y floral con un toque picante	NR
Lila	<i>Syringa vulgaris</i>	Violeta o blanco	Floral	NR
Malva	<i>Malva sylvestris</i>	Rosado, rojo, blanco, lila	Suave	NR
Pensamiento	<i>Viola wittrockiana</i>	Varios (dependiendo el cultivar)	Dulce	NR

TABLA 2 Flores comestibles y algunas de sus características sensoriales (continuación)

Nombre común	Nombre científico	Color	Sabor	Aroma
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lavanda	Parecido a las hojas pero más suave	NR
Rosa	<i>Rosa spp.</i>	Varios (dependiendo el cultivar)	Dulce y aromático	NR
Tulipán	<i>Tulipa spp.</i>	Varios (dependiendo el cultivar)	Dulce	NR
Violetas	<i>Viola odorata</i>	Azul intenso, morado claro y a veces blanco	Sabor dulce	Aromas suaves.
Azahar	<i>Citrus aurantium C. sinensis</i>	Blanco	Dulce	NR
Boca de dragón	<i>Antirrhinum majus</i>	Color variado	Según especie, de suave a muy fuerte	NR
Campanilla	<i>Platycodon grandiflorus</i>	Azul	Dulce	NR
Centaurea	<i>Centaurea nigra, C. cyanus</i>	Color variado según especie	Ligeramente dulce como el clavo	NR
Eneldo	<i>Anethum graveolens</i>	Amarillo	Como el eneldo, algo más fuerte	NR
Gladiolo	<i>Gladiolus spp.</i>	Color variado	Dulce, similar a la lechuga	NR
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>	Amarillo	Algo amargo	NR
Lirio de día o azucena	<i>Heimerocallis fulva</i>	Color variado	Dulce, parecido a lechuga y melón	NR
Madreselva	<i>Lonicera japonica</i>	Blanco y amarillo	Dulce, parecido a la miel	NR
Manzano	<i>Malus spp</i>	Rosado a blanco	Suave floral	NR
Margarita	<i>Bellis perennis</i>	Blanco	Sabor suave	NR
Menta	<i>Mentha x piperita</i>	Rosado a púrpura	NR	NR
Milenrama	<i>Achillea millefolium</i>	Color blanco	Algo amargo	NR
Monarda	<i>Monarda didyma</i>	Rojo	Dulce	NR
Perifolio	<i>Anthriscus cerefolium</i>	Blanco	Anisado	NR
Primavera	<i>Primula veris</i>	NR	Dulce	Dulce, aromas de campo
Rúcula	<i>Eruca vesicaria</i>	Blanco amarillento con venas moradas	Picante ligero, parecido a las hojas de rábano	NR
Tomillo	<i>Thymus spp</i>	Blanco, rosado	Como las hojas de la planta, pero más suave	NR

NR: No Reportado. Fuente (1; 2)

lores que está determinada por múltiples compuestos químicos, principalmente por el contenido de carotenoides (pigmentos liposolubles contenidos en los plastidios) y antocianinas (pigmentos hidrosolubles contenidos en las vacuolas de las células epidérmicas de los pétalos). Estos dos grupos son los de mayor importancia (11). Así, en flores de capuchina, la cual representa una de las fuentes más populares de flores comestibles, el color de las flores es causada sobre todo por las antocianinas (en promedio, su concentración es de 720 mg kg<sup>-1</sup> de masa fresca y pelargonidina 3-sophoroside constituye más del 90% de antocianinas totales (13). Del mismo modo como en crisantemos (14), la luteína es el caroteno más importante en este caso.

### Carotenoides

Los carotenoides son componentes estructurales esenciales de la antena fotosintética y complejos centros de reacción, y en los vegetales juegan un papel importante ya que los protegen contra los daños ocasionados por los procesos fotooxidativos y le proporcionan a las frutas y flores diversos colores que atraen a los polinizadores y dispersadores de semillas (15). En el caso del humano, los carotenoides son componentes esenciales de la dieta, son precursores de la biosíntesis de la vitamina A y tienen funciones antioxidantes (15). Hay una diversidad de perfiles de carotenoides de diferentes especies de plantas los cuales le confieren a las flores variación en los colores que pre-

sentan. La mayoría de los carotenoides en pétalos de flores son xantofilas amarillas, como la luteína,  $\beta$ -criptoxantina y zeaxantina. Xantofilas epoxi tales como violaxantina, anteraxantina, neoxantina, y luteína-5,6-epóxido son también comunes. Las xantofilas imparten colores que van de amarillo claro y amarillo oscuro a colores naranja en las flores, dependiendo del contenido de carotenoides en los pétalos. Algunas flores contienen los carotenos como el licopeno y  $\beta$ -caroteno y tiene un color amarillo oscuro a naranja (15). La principal fuente natural de la luteína son los pétalos de las flores de tagetes (*Tagetes erecta*) en donde se encuentra formando ésteres con diferentes ácidos grasos. La luteína juega un importante rol en la prevención de la degeneración macular (trastorno ocular que destruye lentamente la visión central y aguda, lo cual dificulta la lectura y la visualización de detalles finos) causada por la edad. Otra especie que vale la pena citar es la flor de capuchina ya que es una excelente fuente de luteína, las flores amarillas tienen niveles más altos que las flores de color naranja oscuro. La hoja es una buena fuente de luteína y la provitamina A-caroteno. Griesbach y Batdorf (16) realizaron estudios en la flor de azucena (*Hemerocallis fulva*) y encontraron 2 tipos de carotenoides (zeaxantina y luteína) el cual varió con el color de los pétalos. También en los pétalos anaranjados de caléndula (*Calendula officinalis*) se ha observado que acumulan carotenoides rojos (14).

### **Antocianinas**

Casi todos los tonos azules y púrpuras se deben a los pigmentos vacuolares nombrados antocianinas. Estos cambian de color en función de su grado de acidez o alcalinidad y del tipo exacto de antocianina (17). Entre las antocianinas encontradas con más frecuencia en las flores están la pelargonidina, cianidina y delphinidina (18). En las rosas, las antocianinas son los pigmentos más importantes responsables del color rojo. Estos pigmentos pueden causar que los pétalos se observen rosados, rojos, violeta o azules, dependiendo de la copigmentación que se presente. La copigmentación es la interacción de antocianinas con flavonoides y otros compuestos como metales, alcaloides, taninos y polisacáridos. La pigmentación de los tejidos vegetales también se afecta por el pH y la temperatura (19). En flores de tulipán (*Tulipa* spp.) se ha observado que, si no está mezclada con otros pigmentos, la pelargonidina es responsable de los colores naranja a rojo, cianidina

para magenta y rojo, y delphinidina para la coloración púrpura (18). Sin embargo, la aparición de mezclas de varios pigmentos, y otros factores como la presencia de flavonoles como co-pigmentos, el pH de la vacuola celular y la variedad de colores de flores, puede alterar esta correlación (20). Los cálices deshidratados de la flor de jamaica son apreciados comercialmente porque a partir de estos pueden obtenerse extractos concentrados de color rojo con aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica. Las antocianinas son los compuestos responsables de esta coloración (21). En la flor de jamaica las antocianinas más importantes son delphinidina-3-sambubiósido y cianidina-3-sambubiósido (22). En la azucena la cianidina-3-rutinoside y delphinidina-3-rutinoside son las responsables del color de los pétalos (16). Además de conferirle el color a los pétalos florales, diferentes estudios han manifestado las propiedades antioxidantes de estos pigmentos. (17). Tsai et al. (23) afirman que son varios los constituyentes con actividad antioxidante en los cálices de jamaica, entre ellos se incluye a las antocianinas.

### **Aroma y sabor**

Los compuestos responsables del aroma de las flores están preferentemente contenidos en sus aceites esenciales (24). Cada especie de planta produce un aroma único que comprende una mezcla compleja de compuestos volátiles orgánicos. Desde un punto de vista químico, las moléculas de sabor constituyen un grupo heterogéneo de compuestos, de cadena lineal, de cadena ramificada, aromáticos y heteroaromáticos, cuyas cadenas principales llevan diversos grupos químicos tales como hidroxilo, carbonilo, carboxilo, éster, lactona, amina, y funciones tiol. Más de 700 compuestos químicos de sabor han sido identificados y catalogados (25). Existe información sobre la composición de las flores de vara dorada gigante (*Solidago gigantea*), en específico su aceite esencial (26), en el cual se identificaron en su mayoría terpenos y sesquiterpenos a los cuales se les atribuyen las características aromáticas de la flor. En otro estudio Fu et al. (27) identificaron al linalol (compuesto monoterpénico) como el principal compuesto responsable del aroma de las flores de fressia (*Freesia x hybrida*).

La bioquímica de la formación del aroma de las flores no está bien comprendida. Generalmente los botones florales no tienen olor y por lo tanto, los pétalos son la principal fuente de compuestos aromáticos en

muchas flores. La rosa turca (*Rosa damascena*) tiene importancia económica ya que sus pétalos son utilizados como una fuente de fragancias naturales y saborizantes. De hecho es una de las especies más importantes que se utilizan para producir aguas, esencias y aceites esenciales en la industria de la perfumería (28). El perfume del clavel (*Dianthus caryophyllus*) está dominado por eugenol, cariofileno y derivados del ácido benzoico (29). Mientras el eugenol da el carácter picante/ clavo de olor a los cultivares tradicionales de clavel, la fragancia de los cultivares modernos, incluyendo clavel (*Dianthus caryophyllus* L.cv. 'Eilat'), se determina por derivados del ácido cariofileno y del ácido benzoico tales como benzoato de metilo (29). El sabor de las flores puede ser detectado de manera diferente por los receptores. Así el sabor dulce (por ejemplo de rosa turca) se percibe como agradable. Este sabor resulta del contenido de sacarosa; su transporte a las flores abiertas y los pétalos se asocia con la síntesis de los aceites etéreos, que son típicos del olor de tipos individuales de flores (30). En el curso de la senescencia de las flores, el contenido de sacarosa puede aumentar debido a una hidrólisis y aumento de fructanos; esta reacción se manifiesta como un cambio en la presión osmótica y, visualmente, como la apertura de flores (31).

#### CARACTERÍSTICAS NUTRIMENTALES DE LAS FLORES COMESTIBLES

La utilización de flores como alimento no sólo es por razones estéticas, el aporte nutrimental también debe considerarse. Las flores comestibles son fuente de minerales, especialmente de fósforo y potasio. En un estudio realizado por Rop et al. (32) el contenido de estos elementos osciló de 202,11 mg kg<sup>-1</sup> a 514 mg kg<sup>-1</sup> (materia fresca) y de 1842,61 mg kg<sup>-1</sup> a 3964,84 mg kg<sup>-1</sup> (materia fresca) respectivamente. Hay otras flores como la flor de jamaica cuyos cálices color rojo contienen importantes concentraciones de hierro, oscilando entre 800,67 mg 100g<sup>-1</sup> a 833,00 mg 100 g<sup>-1</sup> (33). El contenido de β-caroteno de la violeta (*Viola tricolor*) en base al peso es mayor que la de la naranja. (34). La flor de calabaza nos aporta vitaminas A, C, riboflavina, niacina y minerales como calcio, fósforo, hierro y potasio (35). Los pétalos de las flores amarillas son generalmente una fuente muy buena de vitamina A (1). Otra flor utilizada en la gastronomía es el diente de león (*Taraxacum officinale*) el cual entre sus componentes contiene algunos minerales (calcio, mag-

nesio, fósforo, azufre, zinc, hierro), proteínas, ácido fólico, grasas, goma, inositol, vitaminas (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, D y E.), otros compuestos como ácidos caféico, palmítico, oleico, linoléico, pantoténico, ρ-aminobenzoico, asparagina, arginina, resinas y potasa, además de azúcares como la fructosa (2). Además de las flores antes mencionadas se encuentra la flor de izote o yuca (*Yucca filifera*) que en 100 g de sus pétalos contienen 273 mg de ácido ascórbico, 95 mg de calcio y 2,6 g de proteínas (36).

La moringa (*Moringa oleifera*) se está revelando como un recurso de primer orden con bajo costo de producción para prevenir la desnutrición y múltiples patologías como la ceguera infantil asociadas a carencias de vitaminas y elementos esenciales en la dieta. Esta planta tiene un futuro prometedor en la industria alimentaria y como alimento proteico para deportistas. Las hojas tiernas y las flores se consumen, crudas o cocidas, ya que son ricas en proteínas (contienen del 5- 10%), minerales, β carotenos, rivo flavina y vitamina C (37). En la Tabla 3 se presenta el análisis proximal de algunos ejemplos de flores con uso como alimento en México.

#### LAS FLORES COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Además de las propiedades nutrimentales de las flores algunas contienen compuestos con acción terapéutica. La flor de caléndula se ha utilizado en la medicina tradicional herbolaria ya que se le atribuyen propiedades inmunoestimulante, citostática, antiespasmódica, antiséptica, sedante, analgésica y antidiarreica entre otras (40). Una de las causas por las cuales las flores comestibles podrían considerarse alimentos funcionales es que contienen algunos compuestos biológicamente activos. Los compuestos fenólicos son un ejemplo. Este grupo de compuestos se encuentra en las flores y son en parte responsables del color. El interés en los pigmentos antocianínicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas (41). Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante (42). Existen otros compuestos fenólicos de interés. Kaisoon et al. (43) analizaron cuatro flores que se consumen en Tailandia: tagetes, cosmos (*Cosmos sulphureus*), coralillo (*Antigonon leptopus*) y buganvilia (*Bougainvillea glabra*) y encontraron que los extractos hidrofílicos de flores comes-

TABLA 3 Composición proximal de algunas flores comestibles (g /100 g de muestra)

Flor	Humedad	Proteína cruda	Extracto etéreo	Fibra	Cenizas	Extracto libre de nitrógeno	Referencia
Agave ( <i>Agave salmiana</i> )	87,4±2,4	16,4±3 <sup>a</sup>	2,8±0,5 <sup>a</sup>	12,7±3 <sup>a</sup>	5,8±0,3 <sup>a</sup>	62,1 <sup>a</sup>	6
Colorin ( <i>Erythrina americana</i> )	86,6±1	26,2±5 <sup>a</sup>	2,3±0,5 <sup>a</sup>	17,3±1 <sup>a</sup>	9,6±0,6 <sup>a</sup>	44,5 <sup>a</sup>	6
Cuaresma ( <i>Euphorbia radicans</i> )	90,1±2,9	25,1±4 <sup>a</sup>	4,9±1,7 <sup>a</sup>	12,6±2 <sup>a</sup>	9,4±2,0 <sup>a</sup>	47,9 <sup>a</sup>	6
Cuchunuc ( <i>Gliricidia sepium</i> )	84,7	1,9 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	0,7 <sup>b</sup>	10,8 <sup>b</sup>	9
Gasparito ( <i>Erythrina caribaea</i> )	88,5±2,6	27,4±3 <sup>a</sup>	1,5±0,5 <sup>a</sup>	17,7±2 <sup>a</sup>	10,1±0,4 <sup>a</sup>	42,4	6
Jamaica ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> ). Cálices rojos	NR	6,4 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	6,5 <sup>a</sup>	79,2 <sup>a</sup>	33
Jamaica Cálices amarillos	NR	9,1 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	77,0 <sup>a</sup>	33
Loroco ( <i>Fernaldia pandurata</i> )	90,3	0,3 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	1,3 <sup>b</sup>	1,0 <sup>b</sup>	6,9 <sup>b</sup>	39
Madroño ( <i>Arbutus xalapensis</i> )	89,7± 2,9	11,3±2 <sup>a</sup>	3,9±0,5 <sup>a</sup>	10,4±2 <sup>a</sup>	6,9±1 <sup>a</sup>	66,7 <sup>a</sup>	6
Moringa ( <i>Moringa oleifera</i> )	NR	18,9 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	32,45 <sup>a</sup>	9,7 <sup>a</sup>	36,0 <sup>a</sup>	37
Sávila ( <i>Aloe vera</i> )	89,5±2,7	16,4±2 <sup>a</sup>	4,2±0,9 <sup>a</sup>	13,8±3 <sup>a</sup>	8,6±0,1 <sup>a</sup>	56,8 <sup>a</sup>	6
Taro ( <i>Colocasia esculenta</i> )	88,8	10,1 <sup>a</sup>	1,2 <sup>a</sup>	17,8 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>	65,8 <sup>a</sup>	38
Yuca ( <i>Yucca filifera</i> )	88,1±3,2	25,9±2 <sup>a</sup>	2,1±0,6 <sup>a</sup>	8,5±3 <sup>a</sup>	9,7±1 <sup>a</sup>	53,8 <sup>a</sup>	6

NR: No Reportado. <sup>a</sup>Datos expresados en base seca. <sup>b</sup>Datos expresados en base húmeda

tibles evaluados en este estudio contenían un alto nivel de compuestos fenólicos, principalmente ácidos fenólicos (gálico, protoacético, *p*-hidroxibenzoico, clorogénico, vanílico, caféico, *p*-cumárico, siríngico, ferúlico, y sinápico) y flavonoides, que mostraron elevada capacidad antioxidante en pruebas in vitro y en células. Los extractos exhibieron una serie de posibles propiedades que mejoran la salud, tales como la supresión de la proliferación de células cancerosas asociadas con el sistema de la digestión humana y la inhibición de la  $\alpha$ -glucosidasa y las enzimas lipasa. Por otro lado, las flores de las especies de rosa japonesa (*Rosa rugosa*) y rosal dauriano (*R. davurica*) son de especial importancia por presentar un importante efecto inhibitorio sobre especies reactivas de oxígeno (44). Se debe mencionar que, incluso después de una semana de almacenamiento en frío de las flores, los valores de actividad antioxidante no se alteran demasiado. Esto es debido al contenido de ácido gálico, uno de los antioxidantes esenciales que se presenta en las flores comestibles (45). Otros importantes antioxidantes pueden ser flavonoles tales como la quercetina y el kaempferol, que se encuentran en los pétalos de rosa principalmente en forma de glicósidos (46). Taiet et al. (47) estudiaron flores de sophora (*Sophora viciifolia*) y observaron que la actividad antioxidante se correlaciona bien con su contenido de compuestos fenólicos y compuestos flavonoides. Entre los com-

puestos de esta flor se encontró 3 -luteolina, con el contenido más alto y una significativa actividad eliminadora de radicales DPPH, que probablemente repercute en la actividad antioxidante de esta flor.

### CONSERVACIÓN, TOXICIDAD Y NORMATIVIDAD DEL CONSUMO DE LAS FLORES COMESTIBLES

Para las flores comestibles, la calidad del producto debe comenzar con la planificación durante la fase de producción. Dado que ningún pesticida está registrado para su uso en flores comestibles (34), las estrategias alternativas de manejo de plagas debe ser utilizado. Con un aumento en la demanda de productos orgánicos, el productor de flores comestibles puede considerar su cultivo utilizando métodos orgánicos certificados. La temperatura es uno de los factores que provoca una mayor pérdida en la calidad de las flores, dado que la temperatura determina el metabolismo de la flor (48). Sin embargo, aún cuando la refrigeración probablemente alarga la vida útil de la mayoría de las flores comestibles, algunas pueden ser sensibles al daño por frío. En otro estudio realizado por Kelley et al. (49) observaron que, algunas flores como pensamiento y capuchina pueden ser almacenadas a temperaturas entre 0-2,5°C durante dos semanas sin pérdida de su calidad visual. Hay otras flores que necesitan menor temperatura de almacenaje y tan sólo tienen una vida de anaquel de una se-

TABLA 4 Flores tóxicas, compuestos químicos y efectos de su consumo

Flor (nombre científico)	Compuesto químico	Efecto tóxico	Referencia
Anturio ( <i>Anthurium sp.</i> )	Oxalatos de calcio Hojas jóvenes: Glicosidos cianogénicos	Irritación orofaríngea y gastrointestinal	54
Begonia ( <i>Begonia sp.</i> , <i>B. evansiana</i> )	Oxalatos, Ácido L. ascórbico, ácido dehidro L. ascórbico	Quemazón en boca, garganta y labios, náuseas y vómito	54
Fuchsia ( <i>Fuchsia magellanica</i> )	Extractos hidroalcohólicos	Actividad citotóxica	55
Geranio ( <i>Geranium sp.</i> <i>Perlagonium sp.</i> )	Aceites esenciales, resinas, taninos, principio amargo, ácidos orgánicos, ésteres y alcoholes	Trastornos nerviosos o fenómenos alérgicos	56
Lirio ( <i>Hippeastrum aulicum</i> )	Alcaloides (lycorine)	Acción central en CNS, efectos gastrointestinales. Ingestión de bulbos causan náuseas, salivación, diarrea y vómito.	54
Lirio de paz, cuna de moisés ( <i>Spathiphyllum sp.</i> )	Oxalato de calcio	Irritación orofaríngea y edema	56
Viola adorata	Violina (emética) Alcaloides Saponinas	Acción excitante periférica	56

mana. En todas las flores estudiadas al aumentar la temperatura disminuyó su calidad visual. Según investigaciones, las flores cortadas envejecen más rápido cuando la tasa respiratoria fue más alta (50). Otro factor a considerar en la conservación de flores comestibles es la reducción de la transpiración para evitar pérdidas por deshidratación. La alta relación entre la superficie y el volumen de la flor, y además la cutícula delgada de los pétalos, la hace altamente susceptible a la pérdida de agua. Pérdidas de peso en un 20% en la rosa es un nivel crítico para el mantenimiento de la frescura y la turgencia (50). Es importante considerar que las delicadas flores comestibles deberán estar debidamente empacadas para su protección. Estas pueden ser comercializados en recipientes rígidos de plástico similares a los utilizados para almacenar y proteger las fresas (*Fragaria x ananassa*) y otros elementos altamente perecederos. Es cierto que el uso al cual se destina la flor comestible y la flor de corte es diferente y por tanto también cambia la forma de cultivo, sin embargo, los parámetros a considerar cuando se trata de la vida de anaquel no son muy distintos. Se ha demostrado que el color de la flor es el atributo más importante del producto. Por tanto, los métodos de conservación deben enfocarse principalmente a la preservación de éste parámetro en particular.

#### ***Peligros del consumo de flores comestibles***

Al utilizar las flores en la preparación de alimentos se debe tomar en cuenta que no todas las flores son comestibles. Algunas plantas son venenosas cuando se

mastican y degluten, otras causan alergias cutáneas, dermatitis o lesiones cutáneas. Unas variedades son nocivas durante alguna época del año mientras numerosos especímenes son tóxicos en cualquier época (51). También, es importante tomar en consideración la contaminación a la que está expuesta. Esta contaminación puede ser ambiental (plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos, etc.), por agentes vivos o por enfermedad de la planta (52). Las sustancias químicas perjudiciales presentes en las plantas ornamentales son principalmente alcaloides, glucósidos, resinas, taninos, alcoholes, fitotoxinas, nitritos, sustancias fotosensibilizantes y oxalatos de calcio (53). En la Tabla 4 se presentan algunos ejemplos de flores tóxicas, así como los efectos de su ingesta.

#### ***Reglamentación para el consumo de flores comestibles***

A pesar que la florifagia no es una actividad nueva, existe poca reglamentación con respecto al manejo y consumo de flores como alimento. La unión europea (UE) que es la más avanzada al respecto, todavía tiene en controversia si las flores son consideradas y por ende comercializadas como alimento. La normativa europea es muy detallista con las cuestiones relacionadas con la alimentación. En 1997, la UE estableció un registro de alimentos, de los *tradicionales*, que pueden venderse sin trámites especiales, ya que su seguridad para la salud está avalada por la tradición. La venta de todo alimento no incluido en este registro,

como las flores comestibles, incumple, por tanto, la ley. La UE ofrece dos alternativas para regularizar estos productos. La primera pasa por conseguir un tipo de certificado de *nuevo alimento* que demuestre que este no tiene efectos nocivos, lo que es largo, costoso e imposible de asumir para pequeños productores. La segunda vía es más sencilla y consiste en demostrar que se trata de un alimento *tradicional* que ya se consumía antes de la entrada en vigor del reglamento europeo 258/1997 (57). En países como México todavía la existencia de una reglamentación en particular para el consumo de flores como alimento es nula; sin embargo, en la constitución en específico el “Reglamento de control sanitario de productos y servicios”, se considera a las flores como un derivado de las frutas y hortalizas, y por tanto tiene por objeto la regulación, control y fomento sanitario del proceso, importación y exportación, así como de las actividades, servicios y establecimientos, relacionados con estas (58).

#### CONSIDERACIONES FINALES

Las flores comestibles poseen colores, formas, sabores y aromas interesantes que pueden ser aprovechados para mejorar la apariencia, sabor y en algunos casos aroma de los alimentos. En últimas fechas también se están aprovechando sus características nutricionales, ya que, aun cuando el contenido de los componentes comunes de las flores comestibles (es decir, proteínas, grasas, sacáridos, y vitaminas) no es demasiado diferente de la composición de otros órganos de la planta, contienen otras sustancias como minerales, compuestos fenólicos y carotenoides que pueden tener notables efectos benéficos en la salud (efecto curativo o preventivo sobre la aparición de varias enfermedades) y por lo tanto las convierte en alimentos funcionales. Si bien las flores pueden ser de utilidad cuando se aplican en la alimentación humana es imperativo tener sumo cuidado al momento de elegir que flores se pueden consumir como alimento, ya que algunas contienen compuestos tóxicos ya sea por la forma en que se cultivan o propios de la planta. A pesar que hay una gran variedad de flores que pueden ser comestibles hay poca información o estudios que nos den a conocer que nutrientes contienen. Es conveniente realizar investigación en esa línea y con ello promover su aprovechamiento, ya que pueden ser una alternativa para remediar la escasez de alimento.

#### REFERENCIAS

1. Mlcek J, Rop O. Fresh edible flowers of ornamental plants. A new source of nutraceutical foods. Trends Food Sci Tech. 2011; 22: 561-569.
2. Hidalgo ALA. Estudio de cuatro flores comestibles y su aplicación en la gastronomía [disertación]. Facultad de turismo y preservación ambiental, hotelería y gastronomía. Quito, Abril, 2008.
3. Velázquez SI. Flores e insectos en la dieta prehispánica y actual de México. Rev. Entomología.Net. 2001. <http://entomologia.net>
4. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Boletín de prensa Regional Atlántico. A partir de flores, aprendices barranquilleros prepararan exquisitos platos e innovadoras recetas gastronómicas. 2011. Available in: [www.Sena.edu.com](http://www.Sena.edu.com)
5. Shindo K, Saito E, Sekiya M, Matsui T, Koike Y. Antioxidative activity of the flower of *Toreniafourmieri*. J Natural Medici. 2008; 62 (2): 247-248.
6. Sotelo A, López-García S, Basurto PF. Content of nutrient and antinutrient in edible flowers of wild plants in Mexico. Plant Food Hum Nutr. 2007; 62: 133-138.
7. Rodríguez LM. Determinación de la actividad antioxidante de pétalos comestibles [disertación]. Departamento de Ingeniería Química (DEQ) Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Barcelona, España, 2009.
8. Caballero RA, López ZEJ, Medina VEH. La flor de Cuchunuc (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de la población zoque de Tuxtla, Gutriérrez, Chiapas, México. Rev Av Seg Aliment Nutr. 2009; 1(1): 9-13.
9. Domínguez-López A, Remondetto E, Navarro-Galindo S. Thermal kinetic degradation of anthocyanins in a Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. cv. Criollo.) Infusion. Int J Food Sci Technol. 2008; 43(2): 322-325.
10. Rodríguez BB. Raro y Chic. Rev Devicio. 2008; 1(19): 1-2.
11. Kelley KM, Behe BK, Biernbaum JA, Poff KL. Combinations of colors and species of containerized edible flowers: Effect on consumer preferences. Hortscience. 2002; 37(1): 218-221.
12. Alley RL, Alley TR. The influence of physical state and color on perceived sweetness. J. Psychol. 1998; 132(5): 561-568.
13. Garzon GA, Wrolstad RE. Major anthocyanins and antioxidant activity of Nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). Food Chem. 2009; 114: 44-49.
14. Kishimoto S, Ohmiya A. Carotenoid isomerase is key determinant of petal color of *Calendula officinalis*. J Biol Chem. 2012; 287(1): 276-285.
15. Ohmiya A. Diversity composition in flower petals. Rev JARQ. 2011; 45 (2): 163-171.

16. Griesbach RJ, Batdorf L. Flower pigments within *He-merocallis fulva* L. fm. *fulva*, fm. *rosea* and fm. *disti-cha*. Hortisience. 1995; 30(2): 353-354.
17. Meléndez-Martínez AJ, Vicario IM, Heredia FJ. Im-portancia nutricional de los pigmentos carotenoides. Arch Latinoam Nutr. 2004; 54: 149-154.
18. Forkmann, G. Flavonoids as flower pigments: the for-mation of the natural spectrum and its extension by ge-netic engineering. Plant Breeding. 1991; 106: 1-26.
19. Jungmin L, Rennaker Ch, Wrolstad E. Correlation of two anthocyanin quantification methods: HPLC and spectrophotometric methods. Food Chem. 2008; 110: 782-786.
20. Eijk JPV, Nieuwhof M, Keulen HAV, Keijzer P. Flo-wer colour analysis in tulip (*Tulipa* L). The occurrence of carotenoids and flavonoids in tulip petals. *Euphy-tica*. 1987; 36: 855-862.
21. Galicia-Flores LA, Salinas-Moreno Y, Espinoza-Gar-cía BM, Sánchez-Feria C. Caracterización fisicoquí-mica y actividad antioxidante de extractos de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. Rev Chapingo Ser Hortic. 2008; 14(2): 121-129.
22. Hou DX, Tong X, Terahara N, Luo D, Fujii M. Del-phinidin 3-sambubioside, a Hibiscus anthocyanin, in-duces apoptosis in human leukemia cells through reactive oxygen species-mediated mitochondrial path-way. Arch Biochem Biophys. 2005; 440: 101-109.
23. Tsai PJ, Mcintosh J, Pearce P, Camden B, Jordan BR. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hi-biscus sabdariffa* L.) extract. Food Res Int. 2002; 35: 351-356.
24. Hoopingarner J, Wallwr G. Crop pollination. In Gra-ham, J. (Ed). The Hive and the honey bee. Dadant and sons. Hamilton, Illinois, USA, 1993. p. 108-1087.
25. Schwab W, Davidovich-Rikanati R, Lewinsohn E. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. Plant J. 2008; 54: 712-732.
26. Amtmann M. The chemical relationship between the scent features of goldenrod (*Solidago canadensis* L.) flower and its unifloral honey. J Food Compos Anal. 2010; 23: 122-129.
27. Fu Y, Gao X, Xue Y, Hui Y, Chen F, Su Q, Wang L. Volatile Compounds in the Flowers of Freesia Parental Species and Hybrids. J Integr Plant Biol. 2007; 49 (12): 1714-1718.
28. Guterman I, Shalit M, Menda N, Piestun D, Dafny-Yelin M, Shalev G, et al. Rose Scent: Genomics Ap-proach to Discovering Novel Floral Fragrance-Related Genes. The Plant Cell. 2002; 14: 2325-2338.
29. Clery R, Owen NE, Chambers FS. An investigation into the scent of carnations. J Essent Oil Res. 1999; 11: 355-359.
30. Pogorelskaya AN, Kholodova VP, Reznikova SA. Physiological aspect of essential oil accumulation in petals of the flowers of essential oil-rose. Soviet Plant Physiol. 1980; 27: 279-284.
31. Le Roy K, Vergauwen R, Cammaer V, Yoshida M, Ka-wakami A, Van Laere A, Van den Ende W. Fructan 1-exohydrolase is associated with flower opening in *Campanula rapunculoides*. Funct Plant Biol. 2007; 34: 972-983.
32. Rop O, Mlcek J, Jurikova T, Neugebauerova J. Edible Flowers- A new Promising source of Mineral Elements in Human Nutrition. Molecules. 2012; 17: 6672-6683.
33. Nnam NM, Onyeke NG. Chemical composition of two varieties of sorrel (*Hibiscus sabdariffa* L.), calyces and the drinks made from them. Plants Food Hum Nutr. 2003; 58:1-7.
34. Kosztolnyik, L. Selling edible flowers. Nat Food Merch. 1996; 17(7):74.
35. Alfonso, AM. Caracterización química y sensorial de los pétalos de flores de Cucurbita [disertación]. Uni-versidad Nacional de Cuyo. Argentina, 2004.
36. Hernández, M., Chávez, A., Bourges, H. Valor nutri-tivo de los alimentos mexicanos. Instituto Nacional de la Nutrición, México, D. F. México, 1977.
37. Sánchez-Machado DI, Núñez-Gastélum JA, Reyes-Moreno C, Ramírez-Wong B, López-Cervante J. Nu-tritional Quality of Edible Parts of Moringa oleifera. Food Anal Meth. 2010; 3:175-180.
38. Ejoh AR, Mbiapo FT, Fokou E. Nutrient composition of the leaves and flowers of *Colocasia esculenta* and the fruits of *Solanum melongena*. Plant Food Hum Nutr. 1996; 49: 107-112.
39. Morton JF, Alvarez E, Quinonez C. Loroco, *Fernaldia pandurata* (Apocynaceae): A Popular Edible Flower of Central America. Econ Bot. 1990; 44(3): 301-310.
40. Del Valle PLO, Torres LI, Sánchez SM, Socarrás FBB, Sagarra VM, Marsán SV. et al. Efecto in vitro de un extracto de caléndula officinalis L. sobre linfocitos hu-manos. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter. 2002; 18(3).ISSN 0864-0289.
41. Astrid GG. Las antocianinas como colorantes natura-les y compuestos bioactivos: revisión. Acta Biol Col-omb. 2008; 13(3): 27-36.
42. Aguilera OM, Reza VMC, Chew MRG, Meza VJA. Propiedades funcionales de las antocianinas. Rev Bio-tecnia. 2011; (2): 16-22.
43. Kaisoon O, Konczak I, Siriamornpun S. Potential he-alth enhancing properties of edible flowers from Thai-land. Food Research Int. 2012; 46: 563-571.
44. Cho EJ, Yokazawa T, Rhyu DY, Kim SC, Shibahara N, Park JC. Study on the inhibitory effects of Korean medicinal plants and their main compounds on the 1,1-diphenyl-2- picrylhydrazyl radical. Phytomedicine. 2003; 10: 544-551.

45. Anesini C, Perez C. Screening of plants used in Argentine folk medicine for antimicrobial activity. *J Ethnopharmacol.* 1993; 39: 119-128.
46. Biolley JP, Jay M, Viricel MR. Flavonoid diversity and metabolism in 100 Rosa x hybrida cultivars. *Phytochemistry.* 1994; 35: 413-419.
47. Tai Z, Cai L, Dai L, Dong L, Wang M, Yang Y. et al. Antioxidant activity and chemical constituents of edible flower of *Sophora viciifolia*. *Food Chem.* 2011; 126: 1648-1654.
48. Chahín AMG, Verdugo RG, Montesinos VA. Manejo Poscosecha de Flores. Boletín No. 82. Centro Regional de Investigación Carrillanca. Temuco Chile. 2002; ISSN 0717-4829
49. Kelley KM, Cameron AC, Biernbaum JA, Poff KL. Effect of storage temperature on the quality of edible flowers. *Postharv Biol Technol.* 2003; (27): 341-344.
50. Álvarez FJC, Argüelles MC, Restrepo RAC. Elaboración de un empaque refrigerado para el transporte de Rosas de exportación: Un estudio sobre diseño, producción y comercialización [disertación]. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería Industrial. Bogotá, Colombia, 2004.
51. Polo GCA. Plantas Tóxicas de Colombia. *Revista Veterinaria Zootecnia de Caldas. Manizales. Universidad de Caldas.* 1984; 3(1): 38-45.
52. Torres CG. Apuntes de Toxicología. 2005. <http://www.fundacion-barcelo.com.ar/medicina/toxicologia%20medicina/plantas%20toxicas.pdf>
53. Córdoba SAP, Soto VB, Polo GCA, Isaza MG, Gallejo AJH. Plantas Tóxicas Caseras en la ciudad de Manizales. *Rev Biosalud.* 2006; 15-29.
54. Spoerke, DC, Smolinske SC. Toxicity of Houseplants. United States: CRC Press, Inc. 1990.
55. Gupta M. Plantas medicinales iberoamericanas. Convenio Andrés Bello. Ed. CYTED,- SECAB. Colombia. 1995.
56. Frohne, D, Pfander HJ. A Color Atlas of poisonous plants. A Handbook for Pharmacists, Doctors, Toxicologists and Biologists. Wolfe Publishing, London, 1983.
57. Torrado D. Indulto a las flores comestibles. *Diario El País.* Edición digital 31 de Agosto del 2010. Available in: [http://elpais.com/diario/2010/08/31/catalunya/1283216841\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2010/08/31/catalunya/1283216841_850215.html)
58. *Diario Oficial de la Federación. Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. Secretaria de salud. Segunda Edición. 9 de agosto de 1999.*

Recibido: 21-08-2013

Aceptado: 25-11-2013

## Dietetic characteristics of a sample of Mayan dual burden households in Merida, Yucatan, Mexico

*Hugo Azcorra, Hannah Wilson, Barry Bogin, Maria Inês Varela-Silva, Adriana Vázquez-Vázquez, Federico Dickinson*

School of Sports, Exercise and Health Sciences, Loughborough University, UK.  
Department of Anthropology, Northwestern University, Evanston, IL, USA. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Ecología Humana. México

**SUMMARY.** The Maya are the most populous and shortest in stature Native American ethnic group. The Maya provide us a good opportunity to study the dietetic characteristics of a group who experience nutritional dual burden (the combination of under and overnutrition) at the individual, mother-child dyad and population level. The aim of this study is to describe general dietetic patterns of a sample of Maya mothers and children who experienced nutritional dual burden and were living in the city of Merida, Yucatan, Mexico. From February to July 2010 we applied food frequency questionnaires (FFQ) to 58 dyads of Maya mothers and their children (7-9 years old). The FFQ was developed by staff of the Department of Human Ecology at Cinvestav and included 78 foods, grouped in: cereals and tubers, foods of animal origin, leguminous vegetables, fats, fruits, vegetables, sugars, and daily products. The frequencies of consumption were classified in four levels: 1) no consumption, 2) low (1-2 days/week), 3) medium (3-4 days/week), high (5-7 days/week). The observed pattern suggests a low consumption of fruits and vegetables, a medium consumption of pork, eggs, oil and lard, and a high consumption of soda and whole milk. From these frequencies we extrapolated that the dietetic pattern is characterized by a low intake of fibre and micronutrients and high intake of fat and sugars, findings supported by previous National and regional studies. Our observations suggest that the studied group have a dietetic pattern that has moved away from a traditional Maya diet.  
**Key words:** Food, nutrition, micronutrients, Mexico

**RESUMEN.** **Características dietéticas de una muestra de hogares mayas con doble carga nutricional de Mérida, Yucatán, México.** Los mayas, uno de los grupos étnicos más importantes en Mesoamérica y con menor estatura. Ellos nos otorgan la oportunidad de estudiar las características dietéticas de un grupo que muestra doble carga nutricional (DCN) (coexistencia de desnutrición y sobrepeso/obesidad) a nivel individual, en pares de madre-hijo y de población. El objetivo de este estudio es describir de manera general el patrón dietético de una muestra de madres e hijos mayas con DCN y que viven en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Entre febrero y julio de 2010 aplicamos cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) a 58 pares de madre-hijo (7-9 años de edad). Los CFCA, que fueron diseñados por el personal del Departamento de Ecología Humana del Cinvestav, incluyeron 78 alimentos agrupados en cereales y tubérculos, de origen animal, leguminosas, grasas, frutas, verduras, azúcares y lácteos. Las frecuencias de consumo fueron clasificadas en: 1) sin consumo, 2) bajo (1-2 días por semana), 3) medio (3-4 días por semana) y 4) alto (5-7 días por semana). El patrón observado sugiere un consumo bajo de frutas y verduras, consumo medio de carne de cerdo, huevo, aceite y manteca de cerdo y consumo elevado de refrescos embotellados y leche entera. En conclusión, sugerimos que el patrón dietético encontrado, se caracteriza por una ingesta pobre en fibra y micronutrientes y alto en grasa y azúcares, resultados que muestran similitudes con estudios nacionales y regionales. Nuestras observaciones también sugieren que el grupo estudiado se ha alejado de un patrón dietético maya tradicional.

**Palabras clave:** Alimentos, nutrición, micronutrientes, México

### INTRODUCTION

Humans, like any other species, have the ability to express in their biological status the effects of the surrounding environment. Diet is one of several factors which shapes the nutritional status of children and adults (1). Anthropometry is one methodology used to assess nutritional status, as reflected by

height, weight and other morphological characteristics.

The existent literature shows the paradoxical coexistence of overweight/obesity, indicating over-nutrition, and short stature, indicating under-nutrition, in several communities or households in developing countries (2), including Mexico (3) and the Mexican state of Yucatan (4). The coexistence of overweight/obesity and short stature is often called the nutritional dual-burden (5). It has

been suggested that a nutritional transition, defined as the change in the dietary pattern from a traditional, locally produced diet to a globalized, imported diet tends to maintain the high prevalence of undernutrition (stunting) and increases the rate of overweight/obesity. The globalized diet is characterized by a high energy, sugar, and fat intake but low intake of micronutrients, especially vitamins and minerals such as folate and iron (6). The impact of a globalized diet is exacerbated for ethnic groups such as the Maya with a history of adverse social, economic, and political ecologies (7).

Most of the Mexican Maya people live in the southeast region of the country, in the states of Chiapas, Yucatan, Quintana Roo and Campeche. In the Yucatan, the Mayas are a social group which has been historically subject to marginalization and poverty (8). The primary industry in the Yucatan was the sisal agroindustry, which collapsed in the 1980s. Since the collapse, the capital city, Merida, has grown with migrants from rural Maya villages searching for jobs and new opportunities (9). According to official sources, the population of Merida rose from 241,964 inhabitants, in 1970, to 830,732 inhabitants in 2010 (10, 11), an increase of 293% in 40 years.

In general, the Maya of Yucatan belong to a group who have experienced, and continue to experience, adverse socioeconomic conditions. One sign of this is that the southern neighborhoods of the city, which is a low socioeconomic status area and geographically segregated from the central and northern regions (12), had in the year 2000 a population comprised of more than 19% of Maya speaking people, the highest percentage in the city. Other high Maya populations are the East and North of Merida (13).

The present article is derived from a research project aimed to identify long- and short-term causes of the nutritional dual burden in an urban-living Maya sample (14). We have previously shown that the combination of stunting and overweight/obesity (z-score of height-for-age < -1.645; >85th percentile of BMI-for-age using the NHANES III reference data for the United States) was as high as 3.4% for individual children and 74.1% for individual mothers. Moreover, the combination of maternal overweight/obesity and child stunting was present in the 27.6 % of the dyads (15).

The purpose of this article is to describe general dietetic patterns of a sample of Maya mothers and children who experience nutritional dual burden and were

living in the South of Merida. This paper contributes to fill the lack of information on dietetic characteristics in dual burden populations in general and in Maya groups in particular.

## MATERIALS AND METHODS

### Sample

Dietetic data were collected between February and July 2010 in a sample of 58 mother-child dyads. The age of studied women was between 22 and 49 years with a mean age of 34.30 years ( $\pm 6.28$ ). The 58 children (boys = 31) were between 7 and 9 years old (mean = 8.42,  $\pm 0.79$ ).

The sample size was estimated using a power analysis (16) in which the dependent variable was child's nutritional status. Independent variables were mother's current nutritional status, mother's early life nutritional status, early determinants of child's health, child's energy expenditure, and mother-child feeding habits, with age and sex as covariates. The power analysis indicated that, with a power at 0.90, a sample size of 58 child-mother pairs provides the power to detect a medium effect size with significance set at  $p=0.05$ .

### Instruments

Food frequency questionnaires (FFQ) are instruments commonly used in nutrition and dietetics to identify patterns of consumption of specific foods at individual and community level. The kind and number of foods or products included in the questionnaire depend on the purpose of the study (17, 18, 19). Our FFQ included 78 foods, grouped in the following categories: 1) cereals with high and low fibre content, 2) meat and beans, 3) milk and eggs, 4) fats, 5) sugar, including sweetened drinks and honey, 6) fruits and 7) vegetables. In part, we defined these categories based on a recent proposal for Mexican food nutritional composition (20). In the case of fruits and vegetables, the FFQ only included those products available from February to June, the months of the year in which we collected the data. The FFQ was developed by the staff of the Human Ecology Group at Cinvestav, Merida. In large part, we based the design of the FFQ on our fieldwork experiences with Maya families in the same neighbourhoods as the present report (21). We followed two major criteria to construct the FFQ. The first

was to include only foods that are part of the alimentary culture of the group studied. By this we mean both traditional local foods that have been eaten by Maya for the past decades, as well as newer foods, often imported or factory processed such as soft drinks and packaged foods, which are commonly eaten today. The designed FFQ allowed us to get some information about the nutritional transition for these Maya families. The second criterion was to include those foods and products which, according to their nutritional content, are mostly likely to have the most important effect on the nutritional status of mothers and children. These 'most important' foods are those which contribute measurable amounts of macro-nutrients, vitamins, and minerals. We did not include, for example, rarely eaten foods or foods/snacks eaten occasionally as a 'treat' which have little or no nutrient content. The FFQ was applied in a pilot way to families which have socioeconomic and cultural characteristics similar to those of the Maya families we studied. Based on the pilot some adjustments were made. We did not apply any accuracy and reliability test to this instrument. This is the first publication of data obtained with this instrument and the provisional nature of the results is evaluated on the Discussion section.

We visited the families at their homes and applied the FFQ to the mothers getting information about their own food consumption during the previous week and that of their son/daughter who participated in the study. We followed a standardized methodology to apply the FFQ (22) and, based on our field work applying FFQs, we are confident that most of the foods consumed in the homes were recorded.

### Statistical procedures

The statistical processing focused on the description of the main consumption patterns. We analysed the foods as grouped into the seven categories given above.

We classified the frequencies of consumption in four levels: 1) no consumption, 2) low (1-2 days/week), 3) medium (3-4 days/week), high (5-7 days/week). We recognize that the categories for intake we are using, i.e., high, middle, low, are arbitrary, and that they are not intended to measure the intake of a given nutrient or group of nutrients, but rather to describe in general the pattern of food consumption. Finally we compared the soda and packaged food

consumption between mothers and children. The data were processed with the SPSS 18.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL). The research protocol was approved by the Bioethics Committee of the Research and Advanced Studies Center of the National Polytechnic Institute of Mexico (Cinvestav – IPN) and by the Loughborough University Ethics Advisory Committee (approval number: R09-P145). Both written informed consent for the participation of each mother and child and their verbal agreement was obtained.

## RESULTS

### *Mothers and children consumption*

#### *Cereals*

Mothers and children showed in general a high consumption of maize tortilla and locally produced wheat baguette, known as pan francés (Table 1). Dough-based products, soft bread made from refined wheat flour (pan blanco) and soft wheat flour breads with added sugar (pan dulce), rice and pasta showed medium to low consumption. 'Masa products' are made from a maize-based dough mixture. This mixture is used for tortillas and many other foods in Mexico. With the exception of maize tortilla, mothers and children had a low consumption of masa products and a low consumption of cereals with high content of dietary fibre, for example oats and wheat bread.

#### *Meats, beans, eggs and milk*

The group of meats, milk, eggs and beans is characterized by its content of proteins and fat, as well as some micronutrients such as iron and zinc. In general mothers and children reported no consumption or a low consumption of beef and fish (Table 2) and a low consumption of chicken. Pork consumption was more frequent, with 44.8% of the mothers and 36.2% of children reported consuming pork 3 to 4 days per week. In contrast to generally lower frequencies of animal protein intake, we found that 60% of the mothers and 69% of children have a medium to high consumption of beans. Beans may be one the main sources of protein, as well as fibre and some micronutrients (folate, magnesium, iron).

In general we found that the 82.8% of mothers and 74% of children reported a consumption of eggs between 1 and 4 days per week (Table 3). The mothers have a slightly higher consumption of this food.

In relation to the milk consumption, we found that

TABLE 1. Consumption of cereals with high and low fibre content by mothers (n=58) and children (n=58)

Consumption	High fibre content						Low fibre content									
	Oats		Tortilla		Doug based products		Bread		Rice		Baguette		Soft bread*		Pasta	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Mothers																
No consumption	25	43.1	2	3.4	10	17.2	48	82.8	2	3.4	1	1.7	12	20.7	1	1.7
Low	27	46.6	1	1.7	46	79.4	9	15.5	35	60.3	10	17.3	30	51.7	41	70.8
Medium	4	6.9	0	-	2	3.4	1	1.7	18	31.1	13	22.4	10	17.3	14	24.1
High	2	3.4	55	94.9	0	-	0	-	3	5.2	34	58.6	6	10.3	2	3.4
Total		100		100		100		100		100		100		100		100
Children																
No consumption	29	50.0	3	5.2	14	24.1	28	48.3	3	5.2	2	3.4	14	24.1	2	3.4
Low	22	37.9	3	5.2	43	74.2	26	44.8	39	67.3	15	25.9	24	41.5	35	60.5
Medium	4	6.9	2	3.4	1	1.7	4	6.9	12	20.6	12	20.7	11	18.9	19	32.7
High	3	5.2	5	86.2	0	-	0	-	4	6.9	29	50.0	9	15.5	2	3.4
Total		100		100		100		100		100		100		100		100

\*Soft wheat flour breads with added sugar and sometimes spices; F: Frequency; Low: 1-2 days per week; Medium: 3-4 days per week; High: 5-7 days per week

TABLE 2. Meat and beans consumption by mothers and children

Consumption	Chicken		Beef		Fish		Pork		Beans	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Mothers										
No consumption	0	-	21	36.2	21	36.2	2	3.4	1	2
Low	38	65.6	35	60.4	37	63.8	30	51.8	22	38
Medium	17	29.3	2	3.4	0	-	26	44.8	24	41
High	3	5.1	0	-	0	-	0	-	11	19
Total		100		100		100		100		100
Children										
No consumption	2	3.4	26	44.8	25	43.1	8	13.8	1	2
Low	37	63.9	32	55.2	33	56.9	29	50.0	17	29
Medium	18	31.0	0	-	0	-	21	36.2	25	43
High	1	1.7	0	-	0	-	0	-	15	26
Total		100		100		100		100		100

F: Frequency; Low: 1-2 days per week; Medium: 3-4 days per week; High: 5-7 days per week

TABLE 3. Milk and eggs consumption by mothers and children

Consumption	Skimmed		Semi-skimmed		Whole		Eggs	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Mothers								
No consumption	56	96.6	53	91.5	23	39.7	3	5.2
Low	-	-	2	3.4	26	44.9	28	48.3
Medium	1	1.7	2	3.4	2	3.4	20	34.5
High	1	1.7	1	1.7	7	12	7	12
Total		100		100		100		100
Children								
No consumption	58	100	54	93.1	9	15.5	6	10.3
Low	-	0	1	1.7	12	20.7	27	46.5
Medium	-	0	-	0	6	10.3	16	27.5
High	-	0	3	5.2	3	5.2	9	15.7
Total		100		100		100		100

F: Frequency; Low 1-2 days per week; Medium: 3-4 days per week; High: 5-7 days per week

mothers and children report in general a higher consumption of whole milk in comparison to skimmed and semi-skimmed milk. In particular 84.5% of children and 60.3% of mothers consume only whole milk and one half of these children consume this food between 5 and 7 days per week. These findings could have important implications in the overall intake of fat.

#### Fats

Since oil, lard, mayonnaise and margarine are regularly consumed in local context, we ask for their frequencies. We found that oil and mayonnaise are the products with the highest consumption.

Almost 70% of the mothers and 64% of the children consume oil at least 5 days per week and 40% and 50% of mothers and children respectively consume mayonnaise between 3 and 7 days per week (Table 4). Most of participants reported a low consumption of lard, but 13.8% of mothers and 15.5% of children consume this food between 3 and 7 days per week.

#### Sugars

Both mothers and children had a relatively high consumption of soft drinks (Table 5). About 40% of the mothers and children report consuming soft drinks (mainly Coca Cola™) between 5 and 7

TABLE 4. Fat consumption of mothers and children

Consumption	Oil		Lard		Mayonnaise		Margarine	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Mothers								
No consumption	2	3.4	26	44.8	13	22.4	23	39.7
Low	5	8.6	24	41.4	22	37.9	29	50.0
Medium	11	19.0	4	6.9	11	19.0	1	1.7
High	40	69.0	4	6.9	12	20.7	5	8.6
Total		100		100		100		100
Children								
No consumption	1	1.7	27	46.6	8	13.8	20	34.5
Low	7	12.1	22	37.9	21	36.2	31	53.4
Medium	13	22.4	5	8.6	17	29.3	4	6.9
High	37	63.8	4	6.9	12	20.7	3	5.2
Total		100		100		100		100

F: Frequency; Low: 1-2 days per week; Medium: 3-4 days per week;  
High: 5-7 days per week

TABLE 5 Sugar consumption of mothers and children

Consumption	Soft drinks		Sugar		Honey	
	F	%	F	%	F	%
Mothers						
No consumption	2	3.4	3	5.2	36	62.1
Low	15	25.9	10	17.3	18	31.1
Medium	16	27.6	10	17.3	3	5.1
High	25	43.1	35	60.2	1	1.7
Total		100		100		100
Children						
No consumption	5	8.6	11	19.0	30	51.7
Low	22	37.9	11	19.0	22	38.0
Medium	8	13.8	5	8.6	5	8.6
High	23	39.7	31	53.4	1	1.7
Total		100		100		100

F: Frequency; Low: 1-2 days per week; Medium: 3-4 days per week;  
High: 5-7 days per week

days per week. Virtually all Coca Cola consumed is sugar-sweetened. Sugar is also commonly used to prepare typical beverages even those prepared from fruits. More than 50% of mothers and children showed a high consumption of sugar. Honey is a product consumed at very low level by both mothers and children.

#### *Fruits and vegetables*

Except for the consumption of banana and orange in children, in general both mothers and children reported very low frequencies of consumption of fruits (Table 6). As we expected, the lowest frequencies of consumption were registered in non-local fruits (apple, pear, grapes and strawberry) which are more expensive than local fruits (banana, watermelon, papaya and orange).

We found the same trend in relation to vegetables consumption. Particularly, we found low frequencies of

consumption in local vegetables, excepting cucumbers that had a medium consumption (Table 7). The FFQ included vegetables which are common in the food culture of urban and rural groups of Yucatan. Tomato and onion, both in mothers and children, showed the highest levels of consumption, although these vegetables tend to be used in relatively low quantities in the culinary culture of Yucatan, mostly as a garnish and flavouring for other dishes. Most participants fall into the category of low consumption for the rest of vegetables.

## DISCUSSION

The food pattern observed in the sample suggests a low consumption of fruits and vegetables, a medium consumption of pork, eggs, oil and lard, and a high consumption of sugar, especially from soda, and whole milk. This panorama would suggest that in nutritional terms this sample show a low consumption of dietary fibre, vitamins and minerals and a high intake of simple sugars and fat.

Most of the food and products with a high content of dietary fibre (such as oats, corn dough, fruits and vegetables) are consumed at low levels. On the other hand, products with low content of fibre such as baguette show a medium consumption.

Pork, eggs, oil, and whole milk are products consumed frequently by the mothers and children interviewed. Food guides, such as the Expert Committee of the Beverage Consumption Recommendations for the Mexican Population (23), recommend providing whole milk to only children younger than two years of age due to its high fat content. The problem of high consumption of whole milk is not only seen among children, 60% of the mothers consume this product. Combined with the levels of consumption of pork, eggs, oil and lard, the drinking of whole milk probably results in an excessive intake of fat.

The current diet of the Maya mothers and children in our sample is very different from the past. Since pre-

TABLE 6. Consumption of local and non local fruits by mothers and children

Consumption	Local								Non local							
	Banana		Watermelon		Papaya		Orange		Apple		Pear		Grape		Strawberry	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Mothers																
No consumption	1	1.7	17	29.3	40	69.0	25	43.1	17	29.3	39	67.2	33	56.9	47	81.0
Low	34	58.7	34	58.6	17	29.3	19	32.8	33	56.9	18	31.1	23	39.7	11	19.0
Medium	13	22.4	3	5.2	-	-	6	10.3	4	6.9	1	1.7	2	3.4	0	-
High	10	17.2	3	5.2	-	-	4	6.9	4	6.9	0	-	0	-	0	-
Seasonal	0	-	1	1.7	1	1.7	4	6.9	0	-	0	-	0	-	4	-
Total		100		100		100		100		100		100		100		100
Children																
No consumption	1	1.7	12	20.7	45	77.6	18	31.0	6	10.3	30	51.7	32	55.1	44	75.9
Low	23	39.6	35	60.4	11	19.0	20	34.5	44	75.9	26	44.9	24	41.5	13	22.4
Medium	15	26.0	8	13.8	2	3.4	4	6.9	4	6.9	0	-	2	3.4	1	1.7
High	19	32.7	2	3.4	0	-	8	13.8	3	5.2	2	3.4	0	-	0	-
Seasonal	0	-	1	1.7	0	-	8	13.8	1	1.7	0	-	0	-	0	-
Total		100		100		100		100		100		100		100		100

F: Frequency; Low: 1-2 days per week; Medium: 3-4 days per week; High: 5-7 days per week; Seasonal: consumed only when the product is available according to its production during the year.

TABLE 7. Current consumption of local vegetables by mothers and children

Consumption	Pumpkin		Carrot		Squash		Lettuce		Tomato		Cucumber		Cabbage		Onion	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
	Mothers															
No consumption	10	17.2	6	10.3	8	13.8	14	24.1	1	1.7	14	24.1	12	20.7	4	6.9
Low	41	70.8	39	67.4	40	69.0	31	53.5	5	8.6	16	27.5	30	51.7	9	15.5
Medium	5	8.6	11	18.9	8	13.8	9	15.5	16	27.5	21	36.4	12	20.7	10	17.3
High	2	3.4	2	3.4	2	3.4	4	6.9	36	62.1	6	10.3	4	6.9	35	60.4
Seasonal	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	1.7	0	-	0	-
Total		100		100		100		100		100		100		100		100
Children																
No consumption	14	24.1	9	15.5	14	24.1	26	44.8	5	8.6	12	20.7	21	36.2	21	36.2
Low	32	55.2	38	65.5	33	57.0	27	46.7	17	29.3	30	51.7	26	44.9	9	15.6
Medium	9	15.5	8	13.8	10	17.2	2	3.4	15	25.8	12	20.7	9	15.5	6	10.3
High	3	5.2	3	5.2	1	1.7	3	5.1	21	36.3	3	5.2	2	3.4	22	37.9
Seasonal	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	1.7	0	-	0	-
Total		100		100		100		100		100		100		100		100

F: Frequency; Low: 1-2 days per week; medium: 3-4 days per week; high: 5-7 days per week; seasonal: consumed only when the product is available according to its production during the year.

Columbian times the traditional Maya diet consists basically of a mix of crops including several kinds of beans, pumpkin, chili, fruits and corn as their central element. This diet changed during the Colonial and Independent period, incorporating foods from Europe, Asia and Africa. The Maya diet continues to change as a consequence of urbanization and food globalization.

One of the most relevant findings in this study was the very high consumption of soft drinks (mostly Coca Cola) shown by both mothers and children. According to our experience, based on previous studies developed in the south of Merida, we have noted that all family members, including children, tend to consume soft drinks at all meals -breakfast, lunch or dinner. Mo-

reover, this consumption tends to increase during weekends. In this context, Leatherman and Goodman (24) have reported what they call "Coca-colonization" to refer to an alarming consumption of sweetened carbonated beverages in coastal and inland villages of Yucatan. An increase in Coca-Cola consumption followed the building of the road network to rural areas and the growth of the tourism industry. Being urban, diets in Merida likely changed from a traditional consumption pattern to the Coca-colonized pattern before the change in the rural areas. The diet change involved many types of foods, with a net effect toward high energy density and low nutrient content (6).

In addition, television and radio advertisements

play an important role on the consumption of products such as the soft drinks. Particularly those advertisements which sell images of happiness accompanied with the consumption of products that by itself give happiness. Other forms of advertisement come from soda and beer companies which provide plastic tables and chairs that are widely used in homes and schools. These tables and chairs have the logo of the company prominently displayed. In this way, there is a constant advertisement for the product built into people's homes. We have also seen Coca-Cola Company supplied refrigerators in a school director's office. This refrigerator had the name and distinctive colours of Coca-Cola.

According to our observations the families from the south of Merida depend largely on small local stores (in Mexico called *tiendas*) for their food supply. Small local stores offer basic staples, mainly beans, rice, pasta and sugar, canned products, sodas, snacks as a chips, cookies and candy. Some of these small businesses do sell vegetables such as tomatoes, onion, pumpkin, carrots, cabbage, and chicken and pork. Most of the food for sale, however, is processed, and not fresh, unprocessed food. Most of the items are energy dense but low in essential nutrients. This situation in a low income Maya neighbourhood of south Merida is similar to that of many low income urban and rural areas in the United States. Some researchers label these poverty-stricken regions as 'food deserts' (25).

The south of Merida has historically been marginalized from economic development of the city. In addition, there is lack of educational, health and recreational services. We hypothesize that the patterns of consumption found in this sample represent a strategy to adapt to the low purchasing power shown by the families. Many of the products and foods frequently consumed are sold at the lowest prices in the small stores. Perhaps more important, these products satisfy immediate hunger and energy requirements of the family. Based on data collected in the field during November 2013, we found that a litre of soft drink costs \$3 Mexican pesos (around \$0.25 USA dollar) more than a litre of still water. Our knowledge of local customs suggests us that people are willing to pay the difference because they prefer the taste and the immediate energy provided by the soft drinks.

The findings presented in this article suggest that the families of our sample have gone through a nutri-

tional transition process, showing a pattern of high consumption of refined carbohydrates, saturated fat and low intake of dietary fibre and micronutrients. The particulars of the consumption patterns of the nutrition transition in Merida are shaped and exacerbated by the poverty of the Maya families.

One limitation of this report is that it is based only on a food frequency questionnaire. A more typical methodology is to apply a food frequency questionnaire along with a 24 hour food intake recall. The combination of these two instruments describes with a greater certainty the patterns of food consumption of a sample. As a consequence we have no information that allows us to quantify the amounts consumed of each food and product. We recognize these limitations and our results need to be treated with some caution. Even so, our findings are in keeping with research on other low socioeconomic groups of people in developing nations.

For purposes of this article we reviewed the results of the last Mexican National Health and Nutrition Survey (*Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*) of 2006 (*Instituto Nacional de Salud Pública 2007*) (26). The Mexican National Health and Nutrition Survey was a carefully constructed, representative investigation of the Mexican population. In Yucatan, the survey included 6,985 persons living in 1,553 households. A detailed FFQ, including portion sizes of foods eaten, was included. The FFQ included 101 foods and participants were asked for each food item how many times it was eaten in past 7 days, the number of days per-week the item was eaten, the number of times per day, the portion size (later converted to a weight) eaten, and number of portions eaten each day (27). This allowed for the estimation of intakes of specific nutrients.

The findings for 5–11 years old children of the lower socioeconomic status (SES) were that total energy intake was only 81% of requirement and that there were inadequate intakes of vitamin A, folates, heme iron, zinc, and calcium (*Instituto Nacional de Salud Pública 2007*)(26). These estimates are for the whole of the Yucatan region, both rural areas as well as all of the city of Merida, and for children from all low SES families, not only Maya families.

Even when our results are not comparable with the results reported by the Mexican National Health and Nutrition Survey, both of them suggests a common pattern of consumption reduced in micronutrients, many of them essentials for physical growth.

## CONCLUSIONS

Our findings, combined with those of the Mexican National Health and Nutrition Survey, add to the understanding of the reasons for the persistence of short stature along with the additional nutritional dual burden of overweight/obesity among the Maya.

The observed pattern suggest a diet low in fibre and micronutrients (i.e. vitamins and minerals) and a high intake of fat and sugars. The deficiencies in micronutrients are likely one cause of short stature, while the energy density of the diet likely leads to overweight. Of relevance by its health implications was the finding of a high consumption of sugar-sweetened soft drinks among mothers and children, even when the cost of these products is high given the low income of the studied group. Our observations suggest that the studied group have a dietetic pattern that has moved away from a traditional Maya diet. Studies with more precise techniques for nutrient intake analysis are needed to know the dietetic characteristics of groups such as the Maya where there coexists a high prevalence of nutritional dual burden.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the Wenner-Gren Foundation (#IRCG-93) for funding this research and to Janice Tut-Be for her collaboration in fieldwork.

## REFERENCES

- Norgan NG, Bogin B, Cameron N. Nutrition and growth. In: Cameron N, Bogin B, editors: Human growth and development. London: Academic Press; 2012. p. 123-52.
- Popkin BM, Richards MK, Monteiro CA. Stunting is associated with overweight in children of four nations that are undergoing the nutrition transition. *J Nutr.* 1996; (126):3009-16.
- Barquera S, Peterson KE, Must A, Rogers BL, Flores M, Houser R, Monterrubio E, Rivera-Dommarco JA. Coexistence of maternal central adiposity and child stunting in Mexico. *Int J Obesity.* 2007; (31):601-7.
- Varela-Silva MI, Azcorra H, Dickinson F, Bogin B, Frisancho AR. Influence of maternal stature, pregnancy age, and infant birth weight on growth during childhood in Yucatan, Mexico: A test of the Intergenerational Effects Hypothesis. *Am J Hum Biol.* 2009; (21):657-63.
- Doak CM, Adair LS, Bentley M, Monteiro C, Popkin BM. The dual burden household and the nutrition transition paradox. *Int J Obesity.* 2005; (29):129-36.
- Bogin B, Azcorra H, Wilson H, Vázquez-Vázquez A, Avila ML, Castillo-Burguete MT, Varela-Silva I, Dickinson F. Globalization and children's diets: The case of Maya of Mexico and Central America. *Anthropol Rev.* 2014; 77 (1): 11-32.
- Wells JCK. Obesity as malnutrition: The role of capitalism in the obesity global epidemic. *Am J Hum Biol.* 2012; (24):261-276.
- Bracamonte y Sosa P, Lizama Quijano J. Marginalidad indígena: una perspectiva histórica de Yucatán. *Desacatos.* 2003; (13):83-98.
- Lizama Quijano. El perfil Maya de la blanca Mérida. 1ª ed. Mérida, Yucatán: CIESAS; 2012.
- INEGI. IX Censo General de Población y Vivienda 1970 [Página principal en Internet], México, D. F.: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1970 [acceso octubre de 2013]. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/LeerArchivo.aspx?ct=953&c=16763&s=est&f=1>.
- INEGI. Censo de población y vivienda 2010 [CD-ROM]. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2010.
- Pérez Medina S. Segregación, recreación y calidad de vida en Mérida. México, D. F. 1ª ed. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México; 2010.
- López-Falfán IS. Arbolado urbano en Mérida, Yucatán y su relación con aspectos socioeconómicos, culturales y de la estructura urbana de la ciudad [Tesis]. Mérida, Yucatán: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; 2008.
- Varela-Silva MI, Frisancho AR, Bogin B, Chatkoff D, Smith PK, Dickinson F, Winham D. Behavioral, environmental, metabolic and intergenerational components of early life undernutrition leading to later obesity in developing nations and in minority groups in the USA. *Coll Antropol.* 2007; 31 (1): 39-46.
- Varela Silva MI, Dickinson F, Wilson H, Azcorra H, Griffiths PL, Bogin B. The nutritional dual-burden in developing countries – how is it assessed and what are the health implications? *Coll Antropol.* 2012; (36):39-45.
- Borenstein M, Rothstein H, Cohen J. Power and precision. 1a ed. Englewood, NJ: Biostat Inc. 2001.
- Gibson R. Principles of nutritional assessment. 1ª ed. Oxford: Oxford University press; 1990.
- Sabaté J. Estimación de la ingesta dietética: métodos y desafíos. *Med Clínica.* 1993; (100):591-96.
- Thompson FE, Byers T. Dietary assessment resource manual. *J Nutr.* 1994; (124):2245-2317.
- Pérez Lizaur AB, Palacios González B, Castro Becerra

- AL. Sistema mexicano de alimentos equivalentes. 2ª ed. México, D. F.: Fomento de Nutrición y Salud; 2008.
21. Azcorra H, Dickinson F, Rothenberg S. Family migration and physical growth in Merida, Yucatan, Mexico. *Am J Hum Biol.* 2009; (21):398-400.
  22. Madrigal Fritsch H, Martínez Salgado H. Manual de encuestas de dieta. 1ª ed. México, D. F.: Instituto Nacional de Salud Pública; 1996.
  23. Rivera JA, Muñoz-Hernández O, Rosas-Peralta M, Aguilar-Salinas CA, Popkin BM, Willet W. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para población mexicana. *Salud Pública Mex.* 2008; (50):173-95.
  24. Leatherman TL, Goodman AH. Coca-colonization of diets in the Yucatan. *Soc Sci Med.* 2005; (61):833-46.
  25. Drewnowski A, Specter SE. Poverty and obesity: The role of energy density and energy costs. *Am J Clin Nutr.* 2004; (79):6-16.
  26. INSP-SSP, 2007. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (ENSANUT 2006). Resultados por entidad federativa, Yucatán. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública- Secretaría de Salud.
  27. Rodríguez-Ramírez S, Mundo-Rosas V, Jiménez-Aguilar A, Shamah-Levy T. Methodology for the analysis of dietary data from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Pública Mex.* 2009; 51 (Suppl 4):523-29.

Recibido: 29-11-2013

Aceptado: 07-02-2014

## Lactancia materna y su influencia en los procesos cognitivos de escolares españoles (6 años de edad), valorada con la escala de inteligencia Wechsler.

*Juan Manuel Pérez Ruiz, María Teresa Miranda León, José María Peinado Herreros, María Concepción Iribar Ibabe*

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Departamento de Estadística. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. España.

**RESUMEN.** Numerosos estudios han intentado demostrar que la duración de la lactancia materna se relaciona con un mejor desarrollo cognitivo en la edad escolar. En el presente estudio se evalúa el potencial efecto beneficioso a largo plazo de la alimentación con leche materna durante los primeros meses de vida, mejorando el desarrollo cognitivo y aquellas funciones relacionadas con la Comprensión Verbal, Razonamiento Perceptivo, Memoria de Trabajo y Velocidad de Procesamiento. Un total de 103 niños, escolarizados en primer curso de Educación Primaria, 6 años de edad, (47 niños y 56 niñas), en diferentes colegios de la provincia de Granada, en áreas urbanas, semiurbanas y rurales. Se evaluó la capacidad cognitiva global y algunos dominios específicos de inteligencia a través de la escala de inteligencia Wechsler para niños –IV. Los resultados demuestran una asociación estadísticamente significativa, entre las mejores puntuaciones en el cociente intelectual (CI) y en los cuatro índices medidos mediante el test WISC-IV, con una mayor duración de la lactancia. Resulta altamente significativas ( $p=0,000$ ) la asociación entre las mejores puntuaciones en el test y 6 meses de lactancia, lo que valida nuestra hipótesis. Como medio de prevención de diferentes déficit intelectuales se debe reforzar el consejo de lactancia materna exclusiva durante al menos los 6 primeros meses de vida.

**Palabras clave:** Lactancia materna, escala Wechsler, escolares, cociente intelectual, desarrollo cognitivo, dificultades de aprendizaje

**SUMMARY. Breastfeeding and its influence into the cognitive process of Spanish school-children (6 years old), measured by the Wechsler intelligence scale.** Some scientific evidence support that a better cognitive development during the school age is related with breastfeeding. In this study, the potential benefit of breastfeeding duration is evaluated, related to Verbal Comprehension, Perceptual Reasoning, Working Memory and Processing Speed. A total of 103 children, first year of Primary School, six-year-old, (47 boys and 56 girls), were included from different schools in the province of Granada (Spain) at urban, semi-urban and rural areas. The global cognitive capability, as well as some specific intelligence domains which permit a more precise and deeper analysis of the cognitive processes, was evaluated through the Wechsler Intelligence Scale for Children – version IV. The results prove an association, statistically significant, between the best values of IQ and the other four WISC-IV indexes and a longer breastfeeding.

There is a highly significant ( $p=0,000$ ) association between the best scores and those children who were breastfed during 6 months, which validates our hypothesis. The advice of breastfeeding during at least the first six months of life should be reinforced to reduce learning difficulties.

**Key words:** Breastfeeding, Wechsler Intelligence Scale for Children, schoolchildren, intellectual quotient, cognitive development, difficulties of learning.

### INTRODUCCIÓN

La lactancia materna es el proceso alimenticio natural y más recomendado para el recién nacido, por motivos de asegurar la salud integral y la buena nutrición, como así lo recomienda la Organización Mundial de la Salud (1) que justifican la importancia de la leche materna como alimento exclusivo del lactante durante los primeros 6 meses de vida y unida a alimentación complementaria hasta los dos años de edad.

La práctica de la lactancia, especialmente en el siglo pasado, sufrió una importante disminución, tanto en la prevalencia como en la duración de la misma, para volver a incrementarse a partir de la década de los años 80 como consecuencia de las campañas de promoción de sus beneficios por parte de los profesionales sanitarios (2). Aún así, el estilo de vida actual, y especialmente la incorporación de la mujer al mundo laboral, ha tenido efectos sobre la lactancia materna, afectando a su frecuencia y su duración (3).

Entre los beneficios de la lactancia materna se encuentran la protección al lactante de enfermedades infecciosas, favorece su crecimiento y se fortalece el vínculo materno, además de las ventajas para la madre entre las que destaca la disminución de la incidencia del cáncer de mama y útero (4).

Numerosos estudios han pretendido demostrar la relación entre la lactancia materna y un mejor desarrollo cognitivo del niño. En una revisión de la bibliografía disponible sobre el tema desde 1929 hasta el 2001, se encuentran que, si bien todos los artículos señalan que la lactancia materna favorece una mayor inteligencia (5), realmente la evidencia es poco persuasiva ya que la mayor parte de los trabajos simplemente explora diferencias entre lactancia materna exclusiva y alimentación complementaria.

Hay autores que encuentran diferencias significativas según la duración de la lactancia materna como alimentación exclusiva del recién nacido (6), pero lo más evidente en la bibliografía es el efecto beneficioso para los niños nacidos pretérmino (7). En un estudio de cohorte con 7357 niños y madres, controlando elementos de confusión como el estatus socioeconómico, el peso al nacer y la estimulación temprana en el hogar (8) se encontraba superiores puntuaciones para los niños alimentados al pecho.

Algunos de los beneficios de la lactancia materna podrían deberse en gran medida al vínculo afectivo entre madre e hijo (9) y en un estudio muy reciente se valora la mejor interacción madre/hijo cuando existe la práctica de la lactancia natural (10). Otros autores tratan de buscar una explicación puramente nutricional, y en este sentido, la presencia de ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso omega-3, en la leche materna, se ha argumentado como fundamental (11), ya que los ácidos grasos polinsaturados (PUFA) están presentes en el sistema nervioso central en altas concentraciones y tienen un papel importante en la estructura de las membranas neuronales y en la señalización intercelular asociada a proteínas G (12).

Las medidas iniciales de inteligencia han evolucionado hacia pruebas específicas que valoran determinadas habilidades y capacidades cognitivas (13), o pruebas donde se evalúa la capacidad cognitiva global y algunos dominios específicos de inteligencia que permiten un análisis más preciso y profundo de los procesos cognitivos (14) como es el caso de la escala de inteligencia Wechsler para niños –IV. La escala WISC-

IV permite comparar el rendimiento en los distintos índices y pruebas, detectar puntos fuertes y débiles y realizar un análisis de procesamiento. Con la información obtenida se podrá evaluar eficazmente dificultades de aprendizaje, funciones ejecutivas, lesiones cerebrales traumáticas, altas capacidades o discapacidad intelectual y otras alteraciones médicas y neurológicas.

Con este estudio se pretende valorar si hay una asociación significativa entre la duración de la lactancia materna y las puntuaciones obtenidas en la escala de inteligencia Wechsler para niños –IV, al evaluar a niños escolarizados en la etapa de Educación Primaria, a los 6 años de edad. Si las puntuaciones obtenidas en el CI total así como en los índices de Comprensión Verbal, Razonamiento Perceptivo, Memoria de Trabajo y Velocidad de Procesamiento por los niños que han tomado leche materna exclusiva en un periodo de 4-6 meses resultan más altas, deberíamos potenciar la duración de la lactancia materna en un periodo no inferior a los 6 meses.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal comparativo en la población de la provincia de Granada entre el 1 de Septiembre de 2010 y el 30 de junio de 2011. Se incluyó en el estudio una población de 103 binomios madre e hijo mediante muestreo aleatorizado simple de madres con hijo o hija de 6 años de edad, escolarizados en diferentes centros educativos de la provincia de Granada, en localidades rurales, semiurbanas y urbanas: Granada, Motril, Guadix, Almuñécar, Armilla, Otívar, Maracena y Huétor Vega. El muestreo final fue de 47 niños y 56 niñas, todos de 6 años (6,49 años  $\pm$  0,17 meses).

La recogida de datos sobre la lactancia de los niños se realizó mediante cuestionario directo a las madres en los propios centros escolares, en el mismo momento en que se presentó una información oral sobre el test que se iba a pasar a los niños, con solicitud escrita de consentimiento informado.

El test de WISC-IV es la versión más actualizada de la Escala de Inteligencia de Wechsler para niños, mediante la cual se evalúa las capacidades intelectuales, a través de 15 pruebas que se organizan en cuatro índices (Comprensión Verbal, Razonamiento Perceptivo, Memoria de Trabajo y Velocidad de Procesamiento) y en un CI total. El test es aplicable a niños

con edades comprendidas entre 6 años con 0 meses y 16 años con 11 meses. La prueba requiere aproximadamente de 1 hora para su aplicación.

El test se aplicó en una sala tranquila, libre de ruidos y distracciones, por un psicopedagogo experto en el trato con escolares, del propio domicilio de los niños.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete de programas estadísticos SPSS para Windows versión 15.0- y los distintos procedimientos de dicho paquete de programas en sus versiones SPSS15.0 e IBM SPSS Statistics 20. Para valorar la independencia entre las variables cualitativas se usó tablas de contingencia (Test Chi Cuadrado) y se aplicó en todas las comparaciones la corrección de Bonferroni, para evitar la propagación del error alfa. Se realizó una correlación lineal no paramétrica entre el tiempo de duración de la lactancia materna y las puntuaciones y los errores cometidos durante la realización del test (correlación de Pearson).

## RESULTADOS

El resultado final del test de WISC-IV permite obtener el coeficiente intelectual del sujeto estudiado. La relación entre los valores de Cociente Intelectual (CI), obtenido mediante el test WISC-IV y el tiempo de lactancia se muestra en la Tabla 1. Las puntuaciones medias se corresponden con el CI medio de cada uno de los grupos según la duración de la lactancia.

Se puede apreciar que cuanto mayor es la duración de la lactancia materna, mejor es el CI medio obtenido. Aplicando el test de Chi cuadrado se demuestra una relación altamente significativa ( $P=0,000$ ).

Para evitar la propagación de error a lo largo de las diversas comparaciones, se aplicó el Test de Bonferroni de comparaciones

múltiples y se encontraron comparaciones estadísticamente significativas para muchas de ellas, tal y como se muestra en la Tabla 2. Resulta relevante la alta significación para las comparaciones entre una lactancia mantenida 6 meses frente a otras duraciones más cortas.

El Índice de Comprensión Verbal (CV) expresa habilidades de formación de conceptos verbales, expresión de relaciones entre conceptos, riqueza y precisión en la definición de vocablos, comprensión social, juicio práctico, conocimientos adquiridos y agilidad e intuición verbal. Las puntuaciones obtenidas pueden verse expresadas en la tabla 3. Se observa que cuanto mayor es la duración de la lactancia materna, mayor es la puntuación media obtenida en el Índice de Comprensión

TABLA 1. Puntuaciones medias obtenidas en CI Total del Test WISC-IV según el tiempo de lactancia.

	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA MEDIDA AL 95%		X <sup>2</sup>	gl	P
				Límite inferior	Límite superior			
LA	17	90,82	8,78	86,30	95,34			
1 mes LM	9	88,11	6,64	83,00	93,22			
3 meses LM	55	95,13	9,69	92,51	97,75	31,47	4	0,000***
6 meses LM	17	104,53	7,78	100,53	108,53			
6-12 meses LM	5	104,60	13,54	87,79	121,41			

LA: Lactancia Artificial; LM: Lactancia Materna; \* Significativo; \*\* muy significativo; \*\*\* Altamente significativo. X<sup>2</sup>: Chi Cuadrado de Pearson; gl: grado de libertad; p: significación

TABLA 2. Test de comparaciones múltiples de Bonferroni

	P
LM 1 mes - LM 6 meses	0,000***
LM 1 mes - LM 6-12 meses	0,035*
LA- LM 6 meses	0,000***
3 MESES- LM 6 meses	0,002**

Test de comparaciones múltiples de Bonferroni, relacionando la duración de la lactancia materna con el CI medio obtenido en el test. Sólo se indican las comparaciones que resultaron ser estadísticamente significativas. (LM: lactancia Materna; LA: Lactancia Artificial). (\*Significativo; \*\*muy significativo;\*\*\* altamente significativo). P: Significación

TABLA 3. Puntuaciones medias obtenidas en el índice de Comprensión Verbal del Test WISC- IV según el tiempo de lactancia.

	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA MEDIDA AL 95%		X <sup>2</sup>	gl	P
				Límite inferior	Límite superior			
LA	17	49,47	5,01	46,89	52,05			
1 mes LM	9	48,11	3,06	45,76	50,46			
3 meses LM	55	51,44	5,18	50,03	52,84	24,79	4	0,000***
6 meses LM	17	55,70	4,18	53,56	57,85			
6-12 meses LM	5	57,20	7,01	48,49	65,91			

LA: Lactancia Artificial; LM: Lactancia Materna; \* Significativo; \*\* muy significativo; \*\*\* Altamente significativo. X<sup>2</sup>: Chi Cuadrado de Pearson; gl: grado de libertad; p: significación

sión Verbal. Al aplicar el test de Chi cuadrado se demuestra una relación altamente significativa ( $P=0,000$ ).

El Índice de Razonamiento Perceptivo (RP) expresa habilidades prácticas constructivas, de formación y clasificación de conceptos no-verbales, análisis visual y procesamiento simultáneo. En la Tabla 4 pueden verse expresadas las puntuaciones medias obtenidas. Se observa, al igual que en los otros casos, que cuanto mayor es la duración de la lactancia materna,

mayor es la puntuación media obtenida en el índice. Al aplicar el test de Chi cuadrado se demuestra una relación altamente significativa ( $P=0,000$ ).

El Índice de Memoria de Trabajo (MT) analiza la capacidad de retención y almacenamiento de información, de operar mentalmente con esta información, transformarla y generar nueva información. En la Tabla 5 pueden verse expresadas las puntuaciones medias obtenidas. Se demuestra, nuevamente, que cuanto

mayor es la duración de la lactancia materna, mayor es la puntuación media obtenida en el índice. De nuevo, al aplicar el test de Chi cuadrado se demuestra una relación muy significativa ( $P=0,004$ ).

El Índice de Velocidad de Procesamiento de la información (VP) mide la capacidad para focalizar la atención, explorar, ordenar y/o discriminar información visual con rapidez y eficacia. En la Tabla 6 pueden verse expresadas las puntuaciones medias obtenidas expresando que cuanto mayor es la duración de la lactancia materna, mayor es la puntuación media obtenida en el índice. Al aplicar el test de Chi cuadrado se demuestra una relación altamente significativa ( $P=0,000$ ).

Para evitar la propagación de error a lo largo de las diversas comparaciones, se aplicó el Test de Bonferroni de comparaciones múltiples a cada uno de los índices anteriores y se encontraron comparaciones estadísticamente significativas para muchas de ellas, tal y como se muestra en la Tabla 7.

## DISCUSION

Esta investigación busca conocer la relación existente

TABLA 4. Puntuaciones medias obtenidas en el índice de Razonamiento Perceptivo del Test WISC-IV según el tiempo de lactancia.

	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA MEDIDA AL 95%		X <sup>2</sup>	gl	P
				Límite inferior	Límite superior			
LA	17	38,53	3,24	36,86	40,20			
1 mes LM	9	37,78	3,46	35,12	40,43			
3 meses LM	55	39,98	3,38	39,07	40,90	21,65	4	0,000***
6 meses LM	17	42,53	2,27	41,36	43,69			
6-12 meses LM	5	42,80	4,66	37,02	48,58			

LA: Lactancia Artificial; LM: Lactancia Materna; \* Significativo; \*\* muy significativo; \*\*\* Altamente significativo. X<sup>2</sup>: Chi Cuadrado de Pearson; gl: grado de libertad; p: significación

TABLA 5. Puntuaciones obtenidas en el índice de Memoria de Trabajo del Test WISC-IV según el tiempo de lactancia.

	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA MEDIDA AL 95%		X <sup>2</sup>	gl	P
				Límite inferior	Límite superior			
LA	17	30,12	3,48	28,33	31,91			
1 mes LM	9	29,44	3,28	26,92	31,97			
3 meses LM	55	31,53	4,26	30,38	32,68	15,65	4	0,004**
6 meses LM	17	34,53	3,64	32,66	36,40			
6-12 meses LM	5	33,00	4,12	27,88	38,12			

LA: Lactancia Artificial; LM: Lactancia Materna; \* Significativo; \*\* muy significativo; \*\*\* Altamente significativo. X<sup>2</sup>: Chi Cuadrado de Pearson; gl: grado de libertad; p: significación

TABLA 6. Puntuaciones obtenidas en el índice de Velocidad de Procesamiento del Test WISC-IV según el Tiempo de Lactancia.

	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA MEDIDA AL 95%		X <sup>2</sup>	gl	P
				Límite inferior	Límite superior			
LA	17	14,88	2,15	13,78	15,99			
1 mes LM	9	14,22	2,17	12,56	15,89			
3 meses LM	55	16,54	2,37	15,90	17,19	29,99	4	0,000***
6 meses LM	17	19,94	3,27	18,26	21,62			
6-12 meses LM	5	17,80	2,39	14,84	20,76			

LA: Lactancia Artificial; LM: Lactancia Materna; \* Significativo; \*\* muy significativo; \*\*\* Altamente significativo. X<sup>2</sup>: Chi Cuadrado de Pearson; gl: grado de libertad; p: significación

TABLA 7. Test de comparaciones múltiples de Bonferroni

	Comprensión Verbal	Razonamiento Perceptivo	Memoria Trabajo	Velocidad Procesado
	P	P	P	P
LM 1 mes - LM 6 meses	0,001**	0,002**	0,021*	0,000***
LM 1 mes - LM 6-12 meses	0,034*			
LA- LM 6 meses	0,001**	0,002**	0,009**	0,000***
LM 3 meses - LM 6 meses	0,016*	0,036*	0,034*	0,007**

Test de comparaciones múltiples de Bonferroni, relacionando la duración de la lactancia materna con la puntuación media obtenida en cada uno de los índices del test. Sólo se indican las comparaciones que resultaron ser estadísticamente significativas. (LM: lactancia Materna; LA: Lactancia Artificial). (\*Significativo; \*\*muy significativo;\*\*\* altamente significativo). P: Significación

entre la duración de la lactancia materna exclusiva y la capacidad cognitiva global y algunos dominios específicos de inteligencia que permiten un análisis más preciso y profundo de los procesos cognitivos mediante el Test WISC-IV.

Las puntuaciones medias obtenidas, tanto en CI total como en los cuatro índices generales explorados, muestra una relación estadísticamente significativa con la duración de la lactancia materna ( $P = 0,000$ ).

Las relaciones significativas entre las mejores puntuaciones en los test de inteligencia y la duración de la lactancia se encuentran en diferentes y variadas publicaciones; desde valoraciones en niños nacidos pretérmino (7), valoraciones en los primeros años de vida (15,16) y en la vida adulta (17) hasta valoraciones del coeficiente intelectual en niños fenilcetonúricos (18). Sin embargo, también hay estudios que no encuentran correlación lineal o es mínima entre la duración de la lactancia y el desarrollo de la inteligencia (19).

Uno de los aspectos que este estudio no ha tenido en cuenta, y que es considerado un sesgo importante, es la valoración de la inteligencia de los progenitores. Es cierto, que unos padres inteligentes aportan beneficios ambientales importantes (20), al igual que un vínculo afectivo entre la madre y el niño favorece el desarrollo intelectual como se ya comprobó en estudios realizados por Bailey y Schaffer (21) los niños que presentaban un mayor desarrollo intelectual tenían madres que se mostraban cariñosas con ellos. En cambio, entre los niños con bajo desarrollo intelectual se encontraban madres punitivas y con actitud de rechazo. Para las mujeres incluidas en este estudio no se encontró relación estadísticamente significativa entre el nivel educativo y la duración de la lactancia (3).

El desarrollo de la biología molecular y las mejoras en obtención de imágenes funcionales cerebrales, han

conseguido demostrar que la expresión de ciertos genes se correlaciona con procesos cognitivos (22), en general, y con la actividad prefrontal del niño (23), en particular. No obstante, la mayor parte de los autores coinciden en señalar que la genética no es el determinante principal del potencial intelectual

de una persona (24), y en este sentido, parece más importante la educación de la madre que su capacidad intelectual en términos de CI, para el mejor desarrollo cognitivo del hijo. Estudios multivariados donde se incluyen datos sobre la inteligencia materna, demuestran que la lactancia tiene un efecto beneficioso sobre la inteligencia del niño, independientemente del cociente intelectual materno (25).

En la presente investigación no se ha tenido en cuenta el desarrollo intelectual por sexos, ya que desde el comienzo del estudio se ha mantenido que el sexo no influye en el desarrollo cognitivo. Son los factores ambientales los que aportarán beneficios al desarrollo intelectual del niño.

Los datos obtenidos en el estudio demuestran la asociación significativa entre la duración de la lactancia y la obtención de mayores puntuaciones en los test de inteligencia. Sin embargo, al igual que el factor nutricional (26, 27) y ambiental presenta beneficios en el desarrollo intelectual del niño, falta saber qué factores biológicos y emocionales pueden estar influyendo en mejorar el desarrollo cognitivo del niño que amplía su periodo de lactancia materna exclusiva.

## CONCLUSIÓN

La lactancia materna exclusiva de más de 6 meses tiene efectos beneficiosos para la salud y nutrición del recién nacido, su capacidad intelectual se ve beneficiada también en un futuro teniendo repercusiones positivas en la edad escolar, por lo tanto, se debe favorecer y potenciar la prevalencia y la duración de la lactancia materna.

## REFERENCIAS

1. OMS. Nutrición del lactante y del niño pequeño. Es-

- trategia mundial para la alimentación del lactante y del niño pequeño. Informe de la Secretaría. Genève: 55.<sup>a</sup> Asamblea Mundial de la Salud. 16 de abril de 2002. A55/15. Disponible en: <http://www.who.int/gb/EB-WHA/PDF/WHA55/EA5515.PDF>
2. Temboury Molina MC, Polanco Allué I, Otero Puime A, Tomás Ros M, Ruiz Álvarez F, Marcos Navarrete MA. Influencia de la lactancia materna en la morbilidad y en la utilización de servicios sanitarios del lactante. *Comunitaria*. (1991)1:16-20.
  3. Pérez Ruiz JM, Miranda León MT, Peinado Herreros JM e Iribar Ibabe MC. La lactancia en las mujeres trabajadoras. Sigue siendo necesario promocionar la lactancia materna. *Med. Sal. Soc.* (2013) 4:23-38.
  4. Rosato N. Lactancia materna e inmunidad. Nuevos aspectos. *Arch Arg Pediatr* 2008, 106:385-386.
  5. Jain A, Concato J y Leventhal J.M. How good is the evidence linking breastfeeding and intelligence? *Pediatrics* 109 (2002): 1044-1053.
  6. Angelsen NK, Vik T, Jacobsen G y Bakketeig LS. Breastfeeding and cognitive development at age 1 and 5 years. *Arch Dis Child* 85 (2001): 183-188.
  7. Lucas A, Morley R, Cole TJ, Lister G y Leeson-Payne C. Breast milk and subsequent intelligence quotient in children born preterm. *The Lancet* 339 (1992): 261-264.
  8. Quinn PJ, O'Callaghan M, Williams GM, Najman JM, Andersen MJ y Bor W. The effect of breastfeeding on child development at 5 years: a cohort study. *J. Paediatr. Child Health* 37 (2001):465-469.
  9. Heining MJ. Host defense benefits of breastfeeding for the infant: Effect of breastfeeding duration and exclusivity *Pediatr Clin N Am.* 48 (2002):105-123.
  10. Papp LM. Longitudinal associations between breastfeeding and observed mother-child interaction qualities in early childhood. *Child Care Health Dev.* (2013) doi:10.1111/cch.12106.
  11. Brenna JT y Lapillonne A. Background paper on fat and fatty acid requirements during pregnancy and lactation *Ann Nutr Metab* 55 (2009):97-122.
  12. Gawrisch K y Soubias O. Structure and dynamics of polyunsaturated hydrocarbon chains in lipid bilayers significance for GPCR function. *Chem Phys Lipids* 153 (2008):64-75.
  13. Juní S y Trobliger RW. Codification of Intra-test Scatter on the Wechsler Intelligence Scales: Critique and Proposed Methodology *Canad J School Psychol.* 24 (2009):140-157.
  14. Wechsler D. WISC IV: Escala de Inteligencia Wechsler para Niños. Versión IV. Editorial TEA, Madrid (2005).
  15. Fergusson DM, Beautrais AL y Silva PA. Lactancia y desarrollo cognitivo en los primeros siete años de vida. *Soc Sci Med* 16 (1982):1705-1758.
  16. Morrow-Tlucak M, Haude RH y Ernhart CB. Lactancia materna y desarrollo cognitivo en los dos primeros años de vida. *Soc Sci Med* 26 (1988):635-639.
  17. Ramírez MJ. Diseño y validación de un sistema de Evaluación Dinámica de Funciones Básicas para preescolares ciegos. *Psyche* 8 (1999):43-58.
  18. Riva E, Agostoni C, Biasucci G, Trojan S, Luotti D, Fiori L y Giovannini M. La lactancia materna temprana está asociada a mayor puntaje de coeficiente intelectual en niños fenilcetonúricos tratados dietéticamente *Acta Paediatr.* 85 (1996):56-58.
  19. Jiang M, Foster ME y Gibson-Davis CM. Breastfeeding and the child cognitive outcomes: A propensity score matching approach *Matern Child Health J* 15 (2011):1296-1307.
  20. Lansbergen MM, Kenemans J y Van Engeland H. Stroop interference and attention deficit / hyperactivity disorder: a review and meta-analysis. *Neuropsychology* 21 (2007): 251-262.
  21. Schaffer HR. Early interactive development. En: *Studies in mother-infant interaction*. H.R. Schaffer (Ed.). Academic Press, London (1977).
  22. Morley KI y Montgomery GW. The genetics of cognitive process: candidate genes in humans and animals. *Behav. Genet.* 31 (2001):511-531.
  23. Diamond A, Briand I, Fossella J y Gehlbach L. Genetic and neurochemical modulation of prefrontal cognitive functions in children *Am J Psychiatr* 161 (2004):125-132.
  24. Toga AW y Thompson PM. Genetics of brain structure and intelligence *Ann Rev Neurosci* 28 (2005):1-23.
  25. Gómez-Sanchiz M, Cañet R, Rodero I, Baeza JE y González JA. Influence of breast-feeding and parental intelligence on cognitive development in the 24-month-old child. *Clin. Pediatr.* 43 (2004):753-762.
  26. Gustafsson PA, Duchon K, Birberg U y Karlsson T. breastfeeding, very long polyunsaturated fatty acids (PUFA) and IQ at 6 ½ years of age *Acta Paediatr* 93 (2004):1280-1287.
  27. Mc Cann JC y Ames BN. Is docosahexaenoic acid, an n-3 long-chain poly-unsaturated fatty acid, required for development of normal brain function? An overview of evidence from cognitive and behavioral tests in humans and animals *Am J Clin Nutr* 82 (2005):281-295.

Recibido: 18-10-2013

Aceptado: 03-12-2013

## Efecto de la suplementación de omega 3 sobre IMC, ICC y composición corporal en mujeres obesas

*Olivia González-Acevedo, Juan Francisco Hernández-Sierra, Abel Salazar-Martínez, Peter B. Mandeville, Francisco Javier Valadez-Castillo, Esperanza de la Cruz-Mendoza, Algara-Suárez*

Facultad de Enfermería y Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.

**RESUMEN.** La evidencia sobre los posibles mecanismos de utilización de los ácidos grasos Omega 3 para mediar la obesidad requiere continuar con estudios clínicos con metodologías concretas. El objetivo fue evaluar mediante impedancia bioeléctrica el efecto de la suplementación de omega 3 sobre el Índice de Masa Corporal (IMC), Índice Cintura Cadera (ICC) y composición corporal en mujeres obesas. Participaron 60 mujeres obesas adultas (IMC >30 Kg/m<sup>2</sup>) que fueron aleatorizadas en 3 grupos: Grupo 1) placebo, vitamina E (200 UI), Grupo 2) 1 g de omega 3) y Grupo 3) 2 g de omega 3. Todas recibieron dieta hipocalórica y ejercicio moderado. Se midieron; peso, IMC, índice cintura cadera y distribución grasa al inicio y cada mes por tres meses. Los resultados muestran que la suplementación con omega 3 tuvo una relación dosis respuesta disminuyendo significativamente el peso, IMC y la masa grasa total, en comparación con el grupo control. Estos efectos dependieron del tiempo y cantidad de Omega 3 suplementada, cuando se ajustó por el grado de cumplimiento de ejercicio, apego a la dieta y edad. Concluimos que la suplementación con Omega 3 es un coadyuvante eficaz en el manejo de la obesidad en mujeres premenopáusicas.

**Palabras clave:** Obesidad, omega 3, pérdida de peso, ejercicio, composición corporal.

**SUMMARY. Effect of Omega 3 fatty acids on body female obese composition.** Evidence on the possible mechanisms for the use of Omega 3 fatty acids to mediate obesity requires clinical studies continue with specific methodologies. The aim was to assess the effect of omega-3 supplementation on Body Mass Index (BMI), Waist – Hip Index (WHI) and body composition of obese women using bioelectrical impedance. Subjects 60 premenopausal obese women (BMI > 30Kg/m<sup>2</sup>) were randomly assigned to 3 groups: Group 1) placebo, vitamin E (200 IU), group 2) 1 g of omega and group 3) 2 g of omega-3. All of them received a low calorie diet and moderate exercise. Weight, BMI, WHI, and fat distribution were measured at the beginning and every month for three months. The results show us Omega-3 supplementation significantly reduced weight, BMI, and total fat mass, compared to the control group, a dose-response effect. These effects depended on the time and amount of Omega 3 supplemented, when the degree of compliance of exercise, adherence to the diet and age were controlled. In conclusion the supplementation with omega-3 is an efficient method in the management of obesity in premenopausal women.

**Key words:** Obesity, omega 3, weight loss, exercise, body composition.

### INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica que involucra aspectos genéticos, ambientales y de estilo de vida. Se caracteriza por un balance positivo de energía que ocurre cuando la ingestión de calorías excede el gasto energético, ocasionando acumulación de los depósitos de grasa corporal y aumento de peso (1). Cuando el IMC es mayor a 25 kg/m<sup>2</sup> hay incremento en la morbi-mortalidad debido a resistencia a la insulina, diabetes, hipertensión, hiperlipidemias e hiperandrogenismo en la mujer, en especial si se asocia a Índice Cintura- Cadera (ICC) >0.9 en la mujer y >1.0

en el hombre (2). Recientemente se ha estudiado el papel de los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 de cadena larga docohexánico (DHA) y eicosapenta-nóico (EPA), en el equilibrio del peso corporal. En modelos animales se demostró que la suplementación con DHA y/o EPA disminuye la masa grasa corporal retroperitoneal (3,4). Este efecto está parcialmente mediado por la inducción de la actividad termogénica del tejido adiposo (5). La administración de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), aumenta la expresión de las proteínas desacopladoras UCP 2 en el tejido adiposo blanco (2,6), en el tejido adiposo café, en el hígado (7,8) y en el músculo esquelético (2,6).

También se demostró que los niveles de RNAm de la lipoproteína-lipasa están disminuidos en el tejido retroperitoneal de ratas alimentadas con dietas suplementadas con EPA y DHA, lo que probablemente evita la entrada de ácidos grasos libres a los adipocitos (9). EPA incrementa la oxidación grasa en hepatocitos y adipocitos, debido a mayor actividad de la carnitina palmitoil-transferasa 1 (CPT1), enzima limitante en el sistema de oxidación lipídica mitocondrial (10). La administración de DHA en ratas estimula la beta oxidación peroxisomal en el hígado, por incremento en la actividad de la coenzima oxidasa de ácidos grasos (11).

Nakatani y cols. reportaron que DHA y EPA inhiben la actividad de la sintetasa de ácidos grasos en hígado y tejido adiposo, así como la expresión de la desaturasa de estearol coenzima, que son esenciales en la síntesis de ácidos grasos, a través de la supresión de la proteína de unión reguladora de estearol (SREBP1) (12, 13). Por otra parte DHA y EPA inhiben la diferenciación de pre-adipocitos e incrementan la apoptosis de estas células (14).

El efecto anti-obesidad de los AGPI involucra también la regulación sobre el sistema nervioso simpático, así como de la leptina y adiponectina que participan en la regulación de la grasa corporal (15,16). En un estudio en el que se administró DHA y EPA a sujetos obesos durante su régimen dietético, se demostró que la sensación de hambre disminuye en comparación con el control y que la saciedad posprandial aumenta, probablemente por efecto de las hormonas anteriores (17).

En estudios realizados en humanos se demostró que el nivel de EPA en el plasma de esquimales y japoneses es alto e inversamente proporcional a su incidencia de obesidad. Kunesova et al. (18) encontró que la suplementación de ácidos grasos poliinsaturados omega 3, aumenta la pérdida de peso en mujeres obesas tratadas con dieta de muy bajas calorías, en comparación con solo la dieta. Thorsdottir et al. (19) demostró en hombres jóvenes con sobrepeso, que el aceite de pescado rico en Omega 3 produce mayor pérdida de peso que en el grupo control después de 4 semanas; sin embargo, no se reportaron efectos sobre la distribución grasa y las medidas antropométricas. Por lo anterior, el objetivo de nuestro estudio, fue evaluar mediante impedancia bioeléctrica el efecto de la suplementación de omega 3 a dosis de 1 y 2 gramos, sobre el porcentaje y distribución de la masa grasa y magra total, así como la variación en el índice de masa

corporal (IMC), índice cintura cadera y peso en mujeres obesas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Diseño:* Se ha seguido un diseño de ensayo clínico controlado, doble ciego y aleatorizado.

*Equipo:* Se realizaron mediciones de: masa grasa (%), masa magra (Kg.) y peso (Kg.) en forma basal, al mes, a los dos y tres meses con una báscula de impedancia bioeléctrica (TANITA, modelo BC 418) que en lugar de sólo relacionar peso, edad y sexo, la fórmula exclusiva de TANITA toma en cuenta la Masa libre de grasa, por lo que proporciona un mayor nivel de precisión comparado con el cálculo de IMC tradicional, dos horas después de la última ingesta de alimentos y bebidas, no se consideró el ejercicio realizado en horas previas, la presencia de edema, cuadros febriles, periodos menstruales o deshidratación. El ICC se midió con cinta antropométrica de fibra de vidrio, considerando la cintura a 2 centímetros por arriba de la cicatriz umbilical y la cadera a nivel de las espinas iliacas anterosuperiores. El IMC se calculó como la razón entre el peso en kilogramos y la talla al cuadrado en centímetros. Todas las hormonas se determinaron por Quimioluminiscencia en el autoanализador Immulite 1000 de Medidores Industriales y Médicos (Siemens), y la glucosa por el método de glucosa oxidasa en el equipo Hitachi 902 de la casa comercial Roche. Además se evaluó la presión arterial basal considerando los lineamientos establecidos en la NORMA Oficial Mexicana NOM-030-SSA2-1999.

*Muestra:* El estudio se realizó en un total 60 mujeres jóvenes mexicanas, en edades comprendidas entre 19 a 40 años, con obesidad (IMC > 30Kg/m<sup>2</sup>). Los sujetos fueron convenientemente seleccionados considerando los criterios de inclusión y exclusión, para aleatoriamente formar los grupos experimentales, previa firma del consentimiento informado y bajo participación voluntaria. Se excluyeron los sujetos que hubieran realizado un régimen de alimentación en el último mes, que habitualmente realizaran ejercicio de más de 1 hora al día, o que hubieran recibido tratamiento farmacológico con hormonales, antidepresivos, anticonvulsivos, antipsicóticos, glucocorticoides, anorexigénicos o termogénicos, así como los sujetos con trastornos de la conducta alimentaria, parto en los últimos 6 meses, en lactancia, tabaquismo, histerecto-

mía, diabetes mellitus o hipotiroidismo la cual fue evaluada mediante la medición de glucemia en ayuno y niveles hormonales. El cálculo del tamaño de la muestra fue determinado estadísticamente por el número de repeticiones con el objetivo de evitar sobre-parametrización. Se obtuvo el mínimo de 10 repeticiones por variable explicativa dado que las variables de respuestas fueron continuas. El número de tamaño de la muestra fue de 60 pacientes.

*Procedimiento:* Se formaron 3 grupos de 20 sujetos, dos grupos experimentales y uno control. El grupo experimental A) fue suplementado con una cápsula con 470mg de DHA y 580mg de EPA cada 12 horas, antes de los alimentos; el Experimental B) fue suplementado con dos cápsulas con 470mg de DHA y 580mg de EPA cada 12 horas, antes de los alimentos y el grupo control se suplemento con un Placebo con características organolépticas idénticas al activo de 200 UI de vitamina E cada 12 hrs, las pacientes se mantuvieron cegadas al tipo de tratamiento otorgado. Todas las participantes fueron sometidas a un plan de alimentación otorgado por un Licenciado en nutrición, basado en el cálculo del Gasto Energético total de la paciente por la fórmula de Harris Benedict del cual se disminuyeron 500 Kcal, con distribución de porciones y la posibilidad de intercambio según el Sistema Mexicano de Equivalentes para lo cual se dio una lista de alimentos con medidas caseras; además una rutina de caminata de 30 min tres veces a la semana.

El cumplimiento se evaluó a través del conteo de cápsulas y el porcentaje de cumplimiento de días de ejercicio considerando un 100% para el total de la semana y plan alimentario según Recordatorio de 24hrs. Los datos se obtuvieron por interrogatorio directo en cada valoración. Los resultados de estas variables fueron incluidos en el análisis como variables predictoras.

Como una etapa previa se realizaron pruebas de concordancia para las mediciones a realizar por impedancia bio-eléctrica, la cual se evaluó en 30 sujetos con tres observadores, considerando: peso (Kg), IMC ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ), % masa grasa y masa magra (Kg). En todos los casos la concordancia fue del 100 % (Fórmula 3 de Fleiss). Además se evaluó la concordancia para las mediciones de cintura y cadera (cm) mediante el análisis de Bland and Altman con una media de las diferencias (-0.0805), así como el coeficiente de respetabilidad entre observadores (0.6763cm.) sin diferencia ni relevancia clínica.

*Análisis del producto:* Para comprobar la pureza se realizó un estudio de cromatografía de gases que permitió comprobar la información nutrimental del contenido de DHA y EPA, se encontró en el análisis un 35.24% de EPA equivalente a 560 mg y un 27.55% de DHA equivalente a 440 mg. Lo anterior corresponde al 95% de pureza del producto.

El protocolo de investigación, así como la carta de consentimiento informado fueron evaluados en el Comité de Ética de la Facultad de Enfermería. No. de Registro 037HCEI – ENF.010.

Tratamiento estadístico: Análisis de medidas repetidas mediante el programa R versión 2.11.1 (38,39) al 95% nivel de confianza. No hubo observaciones faltantes. Las variables continuas fueron evaluadas con respecto a observaciones atípicas de acuerdo con la definición de Tukey. El análisis de la aleatorización de los valores basales y demográficos se realizó con ANOVA. Se definió el modelo inicial-final de cada tratamiento y las variables explicativas con colinealidad que fueron identificadas.

Una vez que se estableció el modelo inicial, se desarrolló el componente aleatorio examinando si el modelo fue de pendientes fijos e interceptos aleatorios o de pendientes e interceptos aleatorios; la necesidad del componente aleatorio, determinación de la estructura de las varianzas y determinación de la estructura de las correlaciones con pruebas de razón de verosimilitud, LRT. Después de definir el componente aleatorio se simplificó el componente fijo. El modelo final fue comparado con el modelo vacío con una LRD para determinar su significancia. Finalmente se efectuó diagnóstico de cada modelo final calculando los límites de confianza de los parámetros, el coeficiente de determinación múltiple  $r^2$  y se aproximaron las razones de correlación,  $\eta^2$ , con un análisis lineal del componente fijo.

## RESULTADOS

Entre Junio y Julio del 2012. Se valoró un total de 143 mujeres de las cuales 47 no se encontraban en obesidad ( $\text{IMC} > 30 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ ), 23 presentaban criterios de eliminación como el consumo de fármacos y 13 se encontraban en parámetros hormonales anormales. Se incluyeron un total de 60 pacientes que cumplieron con los criterios establecidos. La edad promedio fue de 31 años (límites de 19 a 40 años) con un índice de masa corporal medio de  $35.4 \text{ kg}/\text{m}^2$  ( $30.2$  a  $48.9 \text{ kg}/\text{m}^2$ ).

TABLA 1. Características de variables en la medición basal de mujeres con obesidad de 19 a 40 años.

	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Índice cintura cadera	0.84	0.07	0.67	1.00
Altura (cm)	161.41	6.99	143.00	180.00
Peso (kg)	95.50	15.71	74.10	142.60
Masa grasa %	44.94	4.16	35.70	56.10
Masa magra (kg).	52.05	5.58	43.90	69.20
Hormona estimulante de tiroides (TSH) $\mu$ UI/mL	2.22	1.00	0.46	4.12
Insulina $\mu$ UI/mL	12.37	5.93	3.69	24.90
Cortisol $\mu$ g/dL	13.28	4.27	5.26	22.60
Glucosa mg/dL	93.20	9.46	74.00	109.00
Testosterona ng/mL	0.41	.165	0.20	0.81
Luteinizante (LH) mUI/mL	6.73	1.64	4.28	9.80
Folículo estimulante (FSH) mUI/m	4.71	1.69	2.53	8.91
Androstenodiona (A4) ng/mL	2.34	0.80	0.54	3.41
Sulfato dehidroepiandrosterona ng/mL	1632.70	903.14	206.00	3560.00
Presión sistólica mmHg/dl	112.65	7.72	96.00	125.00
Presión diastólica mmHg/dl	77.75	4.14	69.00	87.00
Cintura (cm)	100.5	10.4	83.00	115.00

TABLA 2. Valores basales de las variables por grupos de estudio.

	<i>Placebo</i>	<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>	<i>P</i>
	<i>Media DE</i>	<i>Media DE</i>	<i>Media DE</i>	
Altura (cm.)	160.00	161.95	162.30	0.54
	8.93	5.26	6.42	
Peso basal (Kg.)	99.00	93.22	94.28	0.47
	18.10	13.72	15.18	
IMC basal(Kg/cm <sup>2</sup> )	38.48	35.43	35.70	0.069
	4.98	3.90	4.57	
Masa Grasa basal (%)	45.46	44.61	43.18	0.56
	3.76	3.65	5.52	
Masa Muscular basal (Kg.)	53.45	51.27	51.44	0.4
	6.74	5.14	4.65	
Índice Cintura-Cadera (ICC)	0.86	c	0.86	0.088
	0.04	0.08	0.07	
Edad (años)	30.70	31.65	28.45	0.39
	6.87	7.41	8.15	
Cintura (cm)	1.059.167	976.167	967.667	0.22
	889.161	1.010.805	1.150.441	

TABLA 3. Cumplimiento de dieta, ejercicio y suplementación de omega 3 evaluada al 75%, en mujeres posmenopáusicas de acuerdo al grupo de investigación.

GRUPOS	Dieta	Ejercicio	Suplementación
Placebo	83%	75%	92%
Grupo A	80%	78%	95%
Grupo B	85%	73.3%	93%

Se evaluaron hormonalmente a las pacientes como parte de los criterios de inclusión para descartar la presencia de alteraciones endocrinas como hipotiroidismo subclínico. En la Tabla 1 se presentan, los valores basales antropométricos, bioquímicos, hormonales y de presión arterial.

Al evaluar el consumo dietético de alimentos con alto contenido de omega 3 se encontró que el número de veces que se ingirió atún al mes fue en dos ocasiones y no hubo ingesta de salmón, sardinas, arenque, bacalao, ni aceite de linaza. La Tabla 2 muestra las variables antes de iniciar la intervención, no existió diferencia estadística, ni biológicamente significativa entre los grupos de estudio.

La evaluación del cumplimiento de dieta, ejercicio y suplemento están contenidos en la Tabla 3. No se reportaron efectos adversos en ninguno de los grupos.

#### PESO E IMC:

La reducción absoluta de peso observada por grupo de estudio fue de 1.72 kg para el grupo placebo, 4.07 kg para el grupo A y de 7.41 kg en el grupo B (Figura 1).

Se observó en todos los grupos una disminución del IMC con respecto al valor basal de 0.6 kg/m<sup>2</sup> en el grupo placebo, de 1.5 kg/m<sup>2</sup> en el grupo A y de 2.1 kg/m<sup>2</sup> en el grupo B.

Inicialmente se evaluó el modelo de máxima validez:

Índice de Masa Corporal = Tratamiento + mes + Tratamiento: mes. En este modelo únicamente la interacción del tratamiento: mes fue significativa, con una  $p < 0.0001$  que explica el 49.95% de la variación del Índice de Masa corporal. Dado que la interacción fue significativa se analizó el efecto del tratamiento sobre el IMC por mes, utilizando la prueba HSD de Tukey. Se observaron diferencias significativas entre el grupo placebo y los grupos A y B respectivamente al mes 1 ( $p = 0.04$  y  $p = 0.03$ ), al mes 2 ( $p = 0.02$  y  $p = 0.01$ ) y al mes 3 ( $p < 0.01$  y  $p < 0.01$ ) respectivamente. El mo-

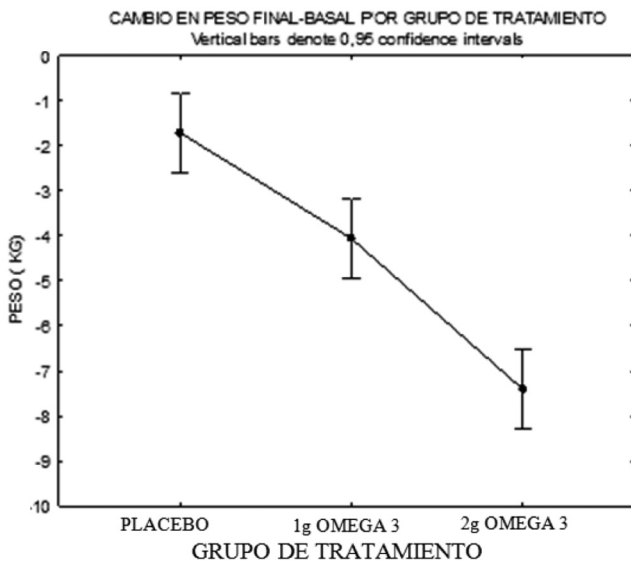


FIGURA 1. Cambios en el peso por grupo de tratamiento.

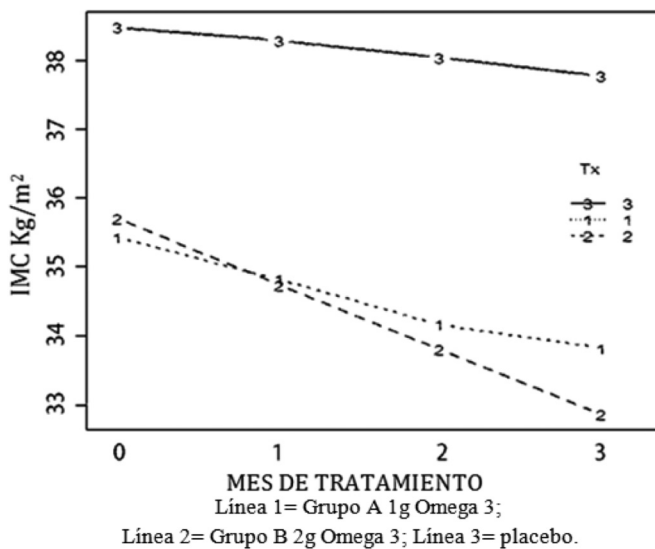


FIGURA 2. Cambios en el IMC en el seguimiento mensual con los diferentes tratamientos.

delo final de acuerdo a la metodología descrita, incluyendo las variables de confusión fue:  $IMC = \text{tratamiento} + \text{edad} + \text{Mes} + \text{IMC basal} + \text{cumplimiento de dieta} + \text{Tx: mes}$ . Se demostró significancia ( $p < 0.0001$ ) al compararse con el modelo nulo, que explica la variación ( $r^2$ ) del 98.7% del IMC.

En la Figura 2 se evidencia que el grupo del placebo tuvo una pérdida de IMC menor en comparación con el tratamiento de 1 gr. de omega 3 y más marcada en el grupo de 2 gr. de omega 3.

**MASA MAGRA:** Los cambios en la Masa Magra fueron evaluados siguiendo el mismo procedimiento. No se encontró influencia del tratamiento sobre los cambios en la masa magra observados, los cuales fueron inferiores al 1 % en todos los grupos. El modelo final obtenido fue:  $\text{Masa Magra} = \text{Mes} + \text{Masa Magra basal}$ . El cual es significativo ( $p < 0.0001$ ) al compararse con el modelo nulo y explica el 98.1% de la variación ( $r^2$ ) en la Masa Magra. Las razones de correlación  $\eta^2$  del componente fijo del modelo y que explican la contribución de cada variable sobre la variación de la masa magra fueron de: 93.95 % para el valor basal de masa magra, 0.75 % para cada mes de seguimiento y de 5.3 % para residuales.

**INDICE CINTURA CADERA:** Aunque se observó reducción en la medición de la cintura de 0.12 cm (IC 95% - 1.1 a 1.2 cm) en el grupo placebo, 3 cm (IC 95 % 2.1 a 4 cm) en el grupo A y 8 cm (IC 95% 7 a 9.2 cm) en el grupo B ( $p < 0.0001$ ,  $r^2 = 97.1 \%$ ,  $\eta^2$

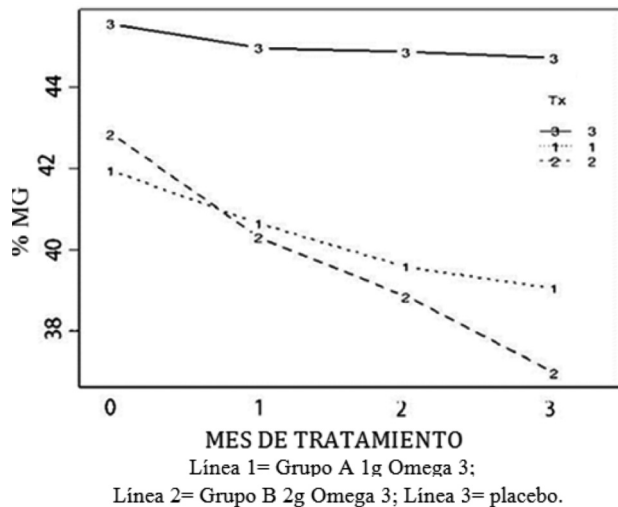


FIGURA 3. Cambios en el porcentaje de Masa Grasa (MG) con los diferentes tratamientos en los 3 meses de suplementación de omega 3.

para tratamiento de 14.2 %). El modelo final del índice de cintura cadera fue:  $ICC = ICC \text{ basal} + I (ICC \text{ basal}^2) + I (ICC \text{ basal}^3)$ , ( $p < 0.0001$ ,  $r^2 = 97.47$ ). lo que indica que el tratamiento no se encontró asociado en ninguna forma con las modificaciones en el índice cintura cadera, dado la reducción proporcional de la cadera.

**MASA GRASA:** Se realizó el procedimiento estadístico descrito en las variables anteriores. De forma inicial se formuló el modelo de máxima validez:  $Masa \text{ Grasa} = \text{tratamiento} + \text{mes} + Tx:Mes$ . El modelo mostró que la interacción del Tratamiento:Mes fue significativa ( $P < 0.0001$ ) (ajuste de modelo  $r^2 = 99.65\%$ ). El modelo final encontrado fue:  $Masa \text{ Grasa} = \text{tratamiento} + Mes + MG \text{ basal} + \text{cumplimiento dieta} + Tx:Mes$ . Éste permite explicar el 98.4% de la variación en Masa Grasa con el conjunto de las variables explicativas del modelo. De igual forma se demostró que el grupo B tiene diferencias significativas al compararlo con el grupo A ( $p < 0.0001$ ) y con el grupo placebo ( $p < 0.0001$ ). El grupo A también mostró diferencias significativas con el grupo placebo (0.00015) (Figura 3).

No se reportaron efectos indeseables en ninguno de los grupos.

## DISCUSION

Nuestro estudio fue diseñado para examinar el efecto de la suplementación de omega 3 en el IMC, ICC y composición corporal.

En cuanto a la composición corporal la masa magra no se modificó con la administración de omega 3. Se observa disminución de ésta, durante el periodo de tratamiento, que correlaciona con la pérdida de peso general, debido probablemente a que como se ha reportado, cualquier disminución de peso implica una pérdida del 25% de la masa magra, específicamente de masa muscular (20).

La pérdida de masa grasa se relacionó con la proporción de masa grasa basal, tratamiento y en forma marginal al cumplimiento de la dieta. Se demostró un gradiente entre la disminución de ésta y la cantidad de omega 3 ingerido. Las diferencias de la pérdida de masa grasa entre los grupos en los tres meses fueron mayores en el que recibió 2 gr de omega comparado con el de 1 gr de omega 3 y más evidente al comparar con el grupo placebo, lo que es acorde con el reporte del grupo de Kunesova (18), investigó los efectos de la suplementación de omega 3 en mujeres con obesi-

dad severa bajo tratamiento dietético muy bajo en calorías con una dosis administrada de 2.8 gramos al día, produjo como resultado que el grupo suplementado con omega 3 perdiera 1.5 kg de peso y 2.2 cm de diámetro de cintura más que el grupo control. En contraste, Noreen (21) y colaboradores observaron que la suplementación de 2.4 gr de ácidos grasos omega 3 en hombre y mujeres sanos, no causaba una disminución en peso corporal. Es importante notar que en ese trabajo, no se impuso una dieta restringida ni un plan de ejercicio a los sujetos en estudio, lo que podría sugerir la existencia de una sinergia entre ambas intervenciones, no observada por tanto en este último. Por otro lado, el estudio se realizó en 6 semanas a diferencia del presente reporte, en donde los mayores efectos se observaron a las 12 semanas de tratamiento. En cuanto a otros parámetros metabólicos, el grupo de Sneddon (22), reportó que la suplementación con 3 gramos de omega 3 durante 12 semanas en hombres jóvenes, aumenta la secreción de adiponectina y leptina, además de la proporción de masa magra. Estos hallazgos, a pesar de provenir de protocolos distintos al propuesto en este trabajo, se encuentran en concordancia con los datos presentados, en particular con los cambios en la distribución de grasa corporal observada en el grupo de mayor dosis de ácidos grasos omega 3.

La incorporación de un plan de ejercicio rutinario, sumado a la suplementación con ácidos grasos omega 3, no ha sido una práctica común en la investigación.

En la revisión más reciente de García-Ríos (23) y colaboradores examinaron resultados de la suplementación con aceite de pescado en sujetos con sobrepeso, hipertensión e hiperlipidemia, observando mejorías en el perfil lipídico, así como la presión arterial de los sujetos de estudio, pero no se encontró disminución en la grasa corporal ni de peso. Dos estudios recientes realizados en los últimos 3 años, reportan que no se observa un cambio significativo en la composición corporal en pacientes con dieta suplementada con omega 3, en adición a la restricción dietética (24, 25). Los estudios anteriores no se acompañaron de un régimen de ejercicio, lo que puede atenuar los efectos metabólicos de los ácidos grasos omega 3.

Por lo anterior, es razonable asumir que el tratamiento prolongado con omega 3 con pureza comprobada, muestra ser un coadyuvante eficaz en sinergia entre ejercicio, dieta, que no es reportado en ninguno de los estudios mencionados.

Aunque el ICC no se modificó con el tratamiento, únicamente con relación a su valor inicial, debido a una disminución proporcional tanto de la cintura como de cadera, al evaluar la reducción de la cintura donde hay disminución de circunferencia esta constituye un factor de reducción en el riesgo cardiovascular. Nuestros datos muestran que esta modificación fue dependiente del tratamiento y tiempo de observación y consideramos que puede estar considerado como un reflejo de disminución de la grasa visceral, que es clínicamente importante por lo que requiere de otras pruebas que lo avalen.

### CONCLUSIÓN

Encontramos que la suplementación con omega 3 produce una reducción significativa y estadística del peso, cintura, IMC y la masa grasa en mujeres obesas durante 3 meses, observándose que estas diferencias fueron significativamente mayores en el grupo que recibió 2 gr de omega 3.

La evidencia presentada sugiere que la suplementación con ácidos grasos omega 3, aunado a un régimen de ejercicio y dietético, puede sugerirse como complemento en mujeres obesas, para mejorar su estado general de salud y protegerlo de futuras complicaciones asociadas al síndrome metabólico.

Es importante continuar con investigaciones en pacientes obesos que nos permitan evaluar la eficacia del consumo de AGPI sumado a la activación física.

### AGRADECIMIENTOS

A todas las pacientes por la confianza brindada. A la Maestría en Ciencias en Investigación Clínica y Facultad de Enfermería de la UASLP. Al Dr. Jorge Fernando Toro Vázquez.

### REFERENCIAS:

- World Health Organization. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva, 2003.
- World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva, 1997.
- Takahashi Y, Ide T. Dietary n-3 fatty acids affect mRNA level of brown adipose tissue uncoupling protein 1, and White adipose tissue leptin and glucose transporter 4 in the rat. *Br J Nutr* 2000; 84: 175–184.
- Murase T, Nagasawa A, Suzuki J, Wakisaka T, Hase T, Tokimitsu I. Dietary alpha-linolenic acid-rich diacylglycerols reduce body weight gain accompanying the stimulation of intestinal beta-oxidation and related gene expressions in C57BL/KsJ-db/db mice. *J Nutr* 2002; 132: 3018–22.
- Terpstra AH, Javadi M, Beynen AC, Kocsis S, Lankhorst AE, Lemmens AG, Mohede IC. Dietary conjugated linoleic acids as free fatty acids and triacylglycerols similarly affect body composition and energy balance in mice. *J Nutr* 2003; 133: 3181–3186.
- Ryder JW, Portocarrero CP, Song XM, Cui L, Yu M, Combatsiaris T, et al. Isomer-specific antidiabetic properties of conjugated linoleic acid. Improved glucose tolerance, skeletal muscle insulin action, and UCP-2 gene expression. *Diabetes* 2001; 50: 1149–1157.
- Roche HM, Noone E, Sewter C, Bennett S, Savage D, Gibney MJ et al. Isomer-dependent metabolic effects of conjugated linoleic acid: insights from molecular markers sterol regulatory element-binding protein-1c and LXRalpha. *Diabetes* 2002; 51: 2037–2044.
- Armstrong MB, Towle HC. Polyunsaturated fatty acids stimulate hepatic UCP-2 expression via a PPARalpha-mediated pathway. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001; 281: E1197–1204.
- Shirouchi B, Nagao K, Inoue N, Ohkubo T, Hibino H, Yanagita T. Effect of dietary omega 3 phosphatidylcholine on obesity-related disorders in obese Otsuka Long-Evans Tokushima fatty rats. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 7170–7176.
- Guo W, Xie W, Lei T, Hamilton JA. Eicosapentaenoic acid, but not oleic acid, stimulates beta-oxidation in adipocytes. *Lipids* 2005; 40: 815–821.
- Totland GK, Madsen L, Klementsén B, Vaagenes H, Kryvi H, Frøyland L, et al. Proliferation of mitochondria and gene expression of carnitine palmitoyltransferase and fatty acyl-CoA oxidase in rat skeletal muscle, heart and liver by hypolipidemic fatty acids. *Biol Cell* 2000; 92: 317–329.
- Nakatani T, Kim HJ, Kaburagi Y, Yasuda K, Ezaki O. A low fish oil inhibits SREBP-1 proteolytic cascade, while a high-fish-oil feeding decreases SREBP-1 mRNA in mice liver: relationship to anti-obesity. *J Lipid Res* 2003; 44: 369–379.
- Takahashi Y, Kushi M, Shinohara K, Ide T. Activity and mRNA levels of enzymes involved in hepatic fatty acid synthesis and oxidation in mice fed conjugated linoleic acid. *Biochem Biophys Acta* 2003; 1631: 265–273.
- Kim HK, Della-Fera M, Lin J, Baile CA. Docosahexaenoic acid inhibits adipocyte differentiation and induces apoptosis in 3T3-L1 preadipocytes. *J Nutr* 2006; 136: 2965–2969.

15. Ahn IS, Choi BH, Ha JH, Byun JM, Shin HG, Park KY, et al. Isomerspecific effect of conjugated linoleic acid on inflammatory adipokines associated with fat accumulation in 3T3-L1 adipocytes. *J Med Food* 2006; 9: 307–312.
16. Ohashi A, Matsushita Y, Kimura K, Miyashita K, Saito M. Conjugated linoleic acid deteriorates insulin resistance in obese/diabetic mice in association with decreased production of adiponectin and leptin. *J Nutr Sci Vitaminol* 2004; 50: 416–421.
17. Bays HE, Maki KC, Doyle RT, Stein E. The effect of prescription omega-3 fatty acids on body weight after 8 to 16 weeks of treatment for very high triglyceride levels. *Nutr Res* 2009; 29:305-12.
18. Kunesova M, Braunerova R, Hlavaty P, Tvrzicka E, Stanková B, Skrha J, et al. The influence of n-3 polyunsaturated fatty acids and very low calorie diet during a short-term weight reducing regimen on weight loss and serum fatty acid composition in severely obese women. *Physiol Res* 2006; 55: 63–72.
19. Thorsdottir I, Tomasson H, Gunnarsdottir I, Gisladdottir E, Kiely M, Parra MD, et al. Randomized trial of weight-loss-diets for young adults varying in fish and fish oil content. *Int J Obes* 2007; 31: 1560–1566.
20. Jonathan D. B., Peter R. C. Long-Chain Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids May Be Beneficial for Reducing Obesity—A Review. *Nutrients* 2010, 2, 1212-1230.
21. Noreen EE, Sass MJ, Crowe ML, Pabon VA, Brandauer J, Averill LK. Effects of supplemental fish oil on resting metabolic rate, body composition, and salivary cortisol in healthy adults. *J Int Soc Sports Nutr* 2010; 7:31.
22. Sneddon AA, Tsofliou F, Fyfe CL, Matheson I, Jackson DM, Horgan G, Winzell MS, Wahle KW, Ahren B, Williams LM. Effect of a conjugated linoleic acid and omega-3 fatty acid mixture on body composition and adiponectin. *Obesity* 2008;16:1019-24.
23. García-Ríos A., Meneses M E., Pérez-Martínez P., Pérez-Jiménez F. Omega-3 y enfermedad cardiovascular: más allá de los factores de riesgo. *Nutr. clín. diet. hosp.* 2009; 29(1):4-16.
24. Titos E, Clària J. Omega-3-derived mediators counteract obesity-induced adipose tissue inflammation. *Prostaglandins Other Lipid Mediat* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2013.05.003>
25. Kratz M, Callahan HS, Yang PY, Matthys CC, Weigle DS. Dietary n-3-polyunsaturated fatty acids and energy balance in overweight or moderately obese men and women: a randomized controlled trial. *Nutr Metab* 2009; 6: 24.

Recibido: 18-10-2013

Aceptado: 21-12-2013

## Aplicabilidad de estadística multivariada para estudios nutricionales: bioensayo con el gorgojo de arroz (*Sitophilus oryzae* L)

Dennis Alexander Lugo González, Víctor Hugo Aguilar, Meris Casotto, Alexander Laurentin, Ana Gómez

Laboratorio de Bioquímica Nutricional y Metabolismo, Centro de Biología Celular, Instituto de Biología Experimental, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Instituto de Geografía y Desarrollo Regional, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela.

**RESUMEN.** El análisis de componentes principales (PCA), escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) y el análisis de similitud (ANOSIM) son técnicas estadísticas multivariadas, las dos primeras representan gráficamente de manera simultánea las unidades estadísticas y las variables que las caracterizan, evaluando similitudes entre las unidades y correlaciones entre las variables, la última técnica dota de un test estadístico no paramétrico para comparar agrupaciones de las unidades. Este trabajo evaluó la aplicabilidad de estas técnicas para valorar la calidad nutricional de la dieta, utilizando el bioensayo del gorgojo de arroz. Las dietas ensayadas fueron: almidón de maíz; almidón de papa; 5% glucosa; arvejas; ayuno y ayuno con agua. Se estudiaron las variables supervivencia, variación de peso y composición corporal. El PCA y MDS mostraron relaciones positivas de la supervivencia y variación de peso con los parámetros corporales grasa y carbohidratos, siendo mayor para dietas de almidón, similares al control positivo. En el PCA se observaron diferencias en las poblaciones mantenidas con las diferentes dietas; el MDS no distingue claramente entre ellas, aún cuando logra diferenciar la dieta definida por el ayuno de las restantes. Ambos estudios definieron un gradiente del valor nutritivo de las dietas, en el eje de las abscisas. El ANOSIM indicó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre grupos de insectos sustentados con estas dietas. Esta prueba refuerza los resultados obtenidos en el PCA y MDS. La aplicación de estas herramientas estadísticas son promisorias para analizar procesos complejos, como la interacción de distintas variables que midan la calidad nutricional de diferentes dietas.

**Palabras clave:** PCA, ANOSIM, bioensayo, composición corporal, estadística multivariada, insectos, MDS, nutrición.

**SUMMARY.** *Applicability of Multivariate Statistics for nutritional studies: bioassay rice weevil (*Sitophilus oryzae* L).* The principal component analysis (PCA), non-metric multidimensional scaling (MDS) and analysis of similarity (ANOSIM) are multivariate statistical techniques that graphically represent numerical measures of several factors and display multiple relationships that may exist between them. In this study, we evaluated the applicability of these techniques to analyze the nutritional quality of diet, using as model, the bioassay rice weevil. The diets tested were: corn starch, potato starch, 5% glucose, peas, starved and starved with water supply. The variables studied were: survival, weight change and body composition. The PCA and MDS showed positive relationships of survival and weight change with body fat and carbohydrate parameters. Fat and carbohydrates were greater in starches diets, similar to the positive control. The PCA showed differences between populations fed with different diets, whereas the MDS showed similarity between diets. Both studies defined a gradient of the nutritive value of diets in the x-axis. The ANOSIM indicate significant ( $p < 0,05$ ) differences between groups. This test is necessary to support the results obtained in the PCA and MDS. The application of these statistical tools is promising to analyze complex processes such as interaction of different variables to measure the nutritional quality of diets.

**Key words:** PCA, ANOSIM, bioassay, body composition, insects, MDS, multivariate statistics, nutrition.

### INTRODUCCIÓN

Diferentes modelos biológicos han sido estudiados para determinar el valor nutritivo de diversos alimentos. Los insectos son utilizados con éxito en estos estudios, debido a la similitud de los procesos biológicos que estos presentan con los vertebrados, ya que todos los organismos heterótrofos consumen el mismo tipo de macronu-

trientes (1-3). Sin embargo, algunos procesos metabólicos distintivos son encontrados en insectos (2,4), entre ellos la síntesis de trehalosa en los cuerpos grasos a partir de glucosa y/o glucógeno (5), no poseen la capacidad para la esteroidogénesis y la fuente de colesterol es completamente dependiente de la dieta (1).

El bioensayo con el gorgojo de arroz ha permi-

tido identificar diferentes biomarcadores, útiles para estudiar la toxicidad y/o el valor nutritivo de diferentes dietas; destacándose el monitoreo de la supervivencia y la determinación de la composición corporal (agua, grasa, proteínas, carbohidratos y otros) (6–10). Estas variables que caracterizan a las unidades bajo estudio han sido evaluadas por métodos estadísticos convencionales y es poco usual analizarlos por modelos estadísticos alternativos, como los análisis multivariados. Los análisis estadísticos multivariados son modelos de técnicas exploratorias de datos que sintetizan la información de los mismos reduciendo la dimensión del problema. Esto permite observar diferencias, semejanzas y/o relaciones que puedan existir entre cada una de las variables estudiadas. Entre ellos se encuentran el análisis de componentes principales (Principal component analysis, PCA), el escalamiento multidimensional no-métrico (Nonmetric multidimensional scaling, MDS) y el análisis de similaridad (ANOSIM). El PCA y el MDS crean una representación espacial a partir de las similitudes del conjunto de variables estudiadas (11–13). Mientras que el ANOSIM permite definir diferencias significativas entre dos o más grupos estudiados, es el equivalente no-paramétrico del test ANOVA, que determina las diferencias significativas entre las variables de estudio para índices univariados (11,14,15).

Actualmente, estas técnicas están siendo incorporadas en el área de la biología celular y la inmunología para comprender procesos complicados como los de señalización celular (16).

En el presente estudio se analizó la aplicabilidad de técnicas multivariadas para observar el efecto que tienen las dietas de diferente calidad nutricional sobre la composición corporal del gorgojo de arroz, *Sitophilus oryzae* L.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Cultivo de *Sitophilus oryzae* L.

Los insectos fueron cultivados en 300 g de arvejas verdes (*Pisum sativum* L) peladas y partidas de origen comercial, en envases de vidrio con una capacidad de 500g. Estos fueron tapados con una malla de muselina, protegidos de la luz y mantenidos a temperatura ambiente. Se infectaron lotes de arveja con 200 individuos adultos y se esperó la eclosión de la generación F1, con la cual se realizó el bioensayo para asegurar que las poblaciones fueran homogéneas.

### Dietas

Las siguientes dietas fueron suministradas a los insectos en forma de semillas artificiales, lo cual permitió que los insectos perforaran el alimento: ayuno con suministro de agua (agar al 4%); glucosa al 5% en agar al 4%. El agar preparado con los diversos componentes, fue vertido en placas de microtitulación, una vez solidificado se retiraron de la placa en forma de pastillas. Para el almidón de maíz (Maizina Americana, Alfonso Rivas) y de papa (Potatis mjöl, Lyckeby Starkelsen): se suspendieron 10 g de almidón en 4 mL de agua destilada hasta obtener una mezcla homogénea y espesa. Esta mezcla fue vertida dentro de una jeringa de 2 mL y sobre un papel parafinado se colocaron gotas de aproximadamente 1 cm de diámetro. Las semillas formadas se dejaron secar a temperatura ambiente durante 12 horas.

Como control positivo del experimento se utilizaron insectos alimentados con la dieta de mantenimiento del cultivo y como control negativo del bioensayo, se tomaron insectos sometidos a la condición de ayuno (sin alimento y sin agua).

### Determinación de los diferentes parámetros nutricionales

El bioensayo con los gorgojos de arroz se realizó según descrito por Carmona y Gomez-Sotillo (7). Los ensayos fueron realizados por cuadruplicado, utilizando 60 insectos adultos por réplica y se alimentaron con 2 g de las diferentes dietas, durante 8 días. Al final del estudio se determinó el porcentaje de supervivencia (S) y la variación de peso corporal (P). Posteriormente, fueron sacrificadas las poblaciones de insectos por congelación y se estimó su composición corporal: agua, grasa, proteínas, nitrógeno proteico (NP), cutícula, nitrógeno cuticular (NC), otros (esqueletos carbonados de los compuestos nitrogenados y cenizas), los carbohidratos corporales (glucosa, trehalosa y glucógeno) fueron obtenidos según la metodología descrita por Gómez y colaboradores (10). Además, las variables antes mencionadas fueron determinadas en el día de inicio del experimento (control día cero, C0).

### Análisis multivariado

La unidad estadística está definida por los insectos agrupados de acuerdo a las distintas dietas aplicadas, y luego se miden sobre ellos las variables de sobrevivencia, variación de peso y composición corporal. El conjunto de estos datos permitió crear una matriz que fue procesada y analizada mediante dife-

rentes pruebas multivariadas, las cuales revelan la asociación de los datos que no se observa con análisis estadísticos convencionales.

*Análisis de componentes principales*  
(Principal component analysis, PCA)

Es un método estadístico exploratorio de reducción de datos, en el que las variables originales son transformadas a un pequeño número de nuevas variables (llamadas componentes principales). Los componentes principales (CP) captan la mayor parte de la variabilidad presente en las unidades estadísticas (12,13). La representación gráfica de este análisis es el biplot, el cual consiste en representar en un mismo espacio las muestras (que se encuentran simbolizadas como puntos), y las variables (que son representadas como vectores).

Escalamiento multidimensional no-métrico (Non-metric multidimensional scaling, MDS) Este método estadístico también es exploratorio de reducción de datos, pero al contrario del PCA que trabaja con métodos de autovectores, esta técnica utiliza un algoritmo iterativo que toma los datos multidimensionales de una matriz de similitudes y la presenta sobre un espacio, típicamente de dos dimensiones. Dado que el MDS es un algoritmo iterativo, se utiliza para evaluar la bondad de ajuste de las estimaciones una medida denominada estrés. Con un valor de estrés menor a 0,1 indica que el gráfico corresponde a una ordenación de las unidades que resulta ideal, conteniendo toda la información original en la matriz de datos relacionada con similitudes entre las unidades (11,12,17). Para el presente estudio el estrés se calculó como lo describe Kruskal (18).

*Análisis de similitud (ANOSIM)*  
prueba *a posteriori*

Se utilizó un ANOSIM de una vía, con una permutación de 9999, para determinar las diferencias estadísticas, con un nivel de significancia  $p < 0,05$ ; entre los grupos de poblaciones alimentadas con las diferentes dietas de estudio. ANOSIM prueba la hipótesis nula de la similitud de los parámetros que describen el comportamiento de las variables, en los distintos grupos de insectos definidos según el tipo de dieta a que han sido sometidos. Un valor de la significación de las diferencias entre grupos se produce para este análisis (11).

Se realizó el MDS y el ANOSIM mediante distancia Euclídea, ya que el PCA trabaja con este tipo de distancia y permite la comparación entre las técnicas. Para los análisis multivariados (PCA, MDS, ANOSIM) se utilizó el paquete de software PAST (Palaeon-

tological Statistics) v2.16 (19).

## RESULTADOS

*Análisis de componentes principales*

En el PCA, los dos primeros componentes explicaron el 61,5% del total de la variabilidad de los insectos (Tabla 1). Las variables: variación de peso (0,348), grasa (0,398), glucosa (0,330), glucógeno (0,390) y cutícula (-0,358) aportaron la mayor contribución en el primer componente (CP1), el cual representa el 41,8% de la variabilidad total del conjunto de datos originales. Mientras que el segundo componente (CP2) representa el 19,7% de la variabilidad total, siendo las variables con mayor contribución para este componente supervivencia (0,348), agua (0,487), trehalosa (0,312), proteínas (0,240), nitrógeno proteico (0,029) y otros (-0,544) (Tabla 1).

En la Figura 1 se muestra el gráfico obtenido con el PCA, para los dos primeros componentes. La correlación entre cada par de variable queda representada por el ángulo que se forma entre los vectores que las representan. Las variables de supervivencia (S), variación de peso (P) y trehalosa corporal, presentaron correlaciones positivas entre ellas. Al igual, que los parámetros de grasa, glucógeno y glucosa, siendo mayor la de la grasa con el glucógeno. En este dispositivo gráfico biplot, puede observarse que las replicas tratadas con la dieta determinada por el control positivo (arvejas) se ubicaron en el primer cuadrante en un

TABLA 1. Contribución de las variables de la composición corporal en el PCA.

VARIABLES	CP1	CP2
Supervivencia (S)	0,289	0,348
Variación de peso (P)	0,348	0,261
Agua	-0,245	0,487
Grasa	0,398	-0,115
Glucosa	0,33	-0,209
Trehalosa	0,309	0,312
Glucógeno	0,39	-0,085
Proteínas	-0,104	-0,24
Nitrogeno proteico	-0,004	0,029
Cutícula	-0,358	0,057
Nitrogeno cuticular	0,009	-0,009
Otros	0,15	-0,544
<i>Proporción total de varianza (%)</i>	41,8	19,74

punto intermedio entre las correspondientes a la dieta tratada con control cero y las poblaciones alimentadas con almidón de maíz y almidón de papa, mientras que las poblaciones mantenidas en ayuno se ubicaron en el tercer cuadrante. Por otro lado, las poblaciones sustentadas con las semillas artificiales a base de agar (ayuno con suministro de agua) y de glucosa se localizaron en el segundo cuadrante, e incidieron positivamente en el agua corporal de los gorgojos. En los individuos alimentados con las dietas de almidón y arvejas se promovió un aumento de glucosa, trehalosa, glucógeno y de la grasa corporal relativamente mayor que la observada en la dieta control cero. Con mayor intensidad en los insectos alimentados con dietas a base de almidón de maíz y de papa. Además, se obtuvo un aumento del peso corporal y una supervivencia del 100% (datos no mostrados). Ninguna de estas dietas incidió sobre los parámetros corporales de proteínas, cutícula y nitrógeno cuticular.

*Escalamiento multidimensional no-métrico*

Se ajustó el MDS a dos dimensiones con distancia Euclídea, donde se relacionan las variables de la composición corporal dependientes de la supervivencia y variación de peso. El estrés contenido en el MDS fue de 0,005.

Al igual que el PCA, se observó en el MDS (Figura 2), una clara separación de las poblaciones alimentadas con las diferentes dietas. Los grupos se estructuraron en forma de gradiente con respecto a la calidad de las dietas. A la izquierda se ubicaron los grupos que fueron alimentados con almidón de maíz y arvejas, considerados como controles positivos nutricionales en diferentes ensayos con este biomodelo (7); a la derecha se encontraron los grupos que se mantuvieron en ayuno, control negativo, y que presentaron un valor menor en su masa corporal y una mayor mortalidad. Estas características permitieron una buena separación de los grupos, además de caracterizarlos con respecto a las variables que los describen. El ayuno y ayuno con suministro de agua (agar), están representados en el eje positivo de las abscisas. El ayuno presentó una mayor dispersión entre las poblaciones, con una mayor separación del resto de los grupos. Las demás poblaciones se encontraron en el lado negativo del eje de las abscisas, con una menor dispersión dentro de las poblaciones experimentales. La dieta de arveja y las de almidón promovieron en los insectos un incremento de grasa, glucógeno, glucosa, trehalosa y nitrógeno proteico. Estos parámetros, a su vez, poseen una alta relación positiva entre si. La grasa y glucógeno cor-

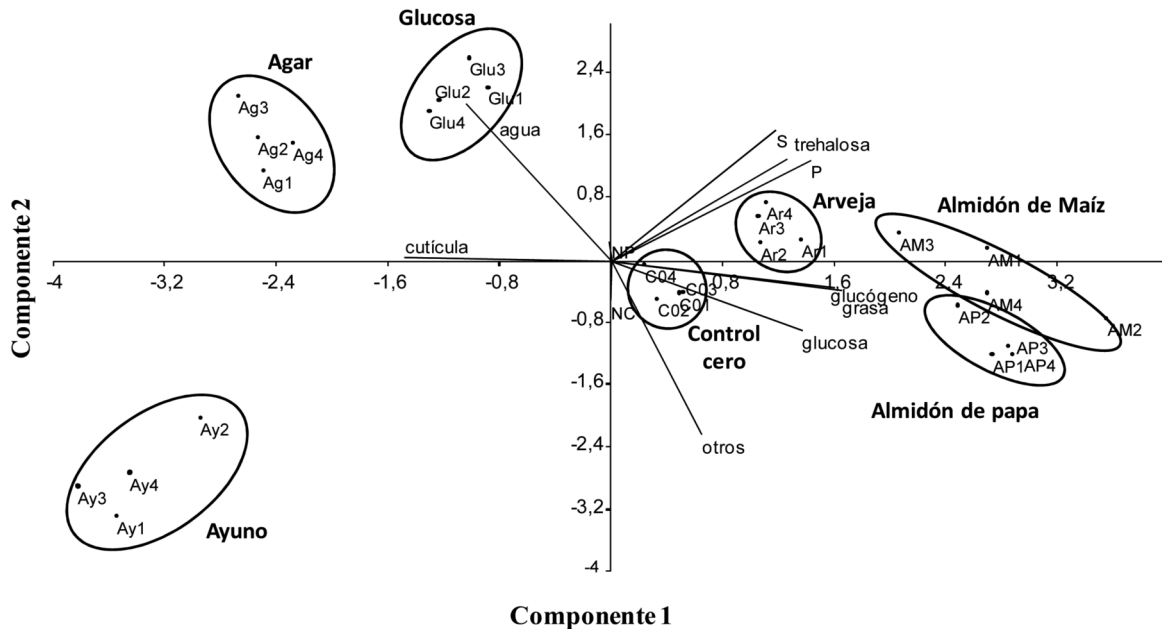


FIGURA 1. Biplot del análisis de componentes principal. Las siete dietas (por cuatuplicado) se ubican según sus coordenadas en los primeros componentes y los autovectores de la variables. C0: control día cero; Ay: ayuno; Ar: arveja; Ag: Agar al 4%; Glu: glucosa al 5% en agar al 4%; AM: almidón de maíz; AP: almidón de papa. Los números del 1-4 corresponden a las réplicas. Parámetros: S: supervivencia, P: variación de peso, NC: nitrógeno cuticular, NP: nitrógeno proteico.



(20,21), define al segundo componente del PCA. En este componente fueron agrupados los nutrientes plásticos o estructurales, junto con la trehalosa (4).

Los resultados de los gráficos del PCA y MDS fueron similares, indicando que las poblaciones de insectos que tuvieron mayor peso corporal poseen una mayor probabilidad de supervivencia y/o que los individuos que sobrevivieron incrementaron su talla o peso corporal. La trehalosa, como molécula importante en el metabolismo de los insectos, estuvo directamente relacionada con estos dos parámetros. Dicha molécula, además de suministrar energía a los diferentes tejidos, también protege al individuo en condiciones de estrés y permite mantener la homeostasis en el organismo de estos invertebrados (4,22). Las variables de grasa, glucógeno y glucosa igualmente presentaron relaciones positivas entre ellas, siendo mayor la de la grasa con el glucógeno, para ambos análisis, posiblemente debido a que las rutas metabólicas de estas moléculas de reserva energética están relacionadas (22).

Estas pruebas mostraron que las dietas de almidón de papa, de maíz y la de arveja promovieron la acreción grasa y aumentaron el contenido de glucosa y glucógeno en los insectos. El almidón de maíz al ser más

biodisponible comparado con el almidón de papa (23), promovió un aumento del peso corporal y una mayor acumulación de trehalosa, semejante a lo encontrado en las poblaciones alimentadas con arveja. Aunque en el MDS estas dietas aparecen muy cercanas entre sí, la prueba de ANOSIM reflejó diferencias significativas ( $p=0,028$ ) entre ellas. Los individuos alimentados con almidón mostraron un aumento de las reservas energéticas corporales, si se los compara con individuos alimentados con las demás dietas, siendo menor ( $p<0,05$ ) para los alimentados con almidón de papa. Las dietas con alto contenido de humedad (agar y glucosa) influyeron sobre la variable de agua corporal, estas dos dietas presentaron diferencias significativas ( $p=0,030$ ). Ambos análisis situaron a las poblaciones alimentadas con glucosa más próximas a las poblaciones mantenidas con almidón y arvejas, sugiriendo que las moléculas de glucosa proporcionadas con el agar son absorbidas por el insecto, ocasionando un leve aumento en los lípidos y carbohidratos corporales. Ambas pruebas mostraron que el ayuno influyó negativamente en la supervivencia, variación de peso y en los combustibles de reserva.

Las dietas de este estudio son apteicas, por lo

tanto no proporcionan a los organismos los aminoácidos esenciales para la síntesis de proteínas corporales (funcionales y/o estructurales). Otros trabajos señalan que las dietas apteicas proporcionan energía para el mantenimiento del animal, preservando una disminución en el contenido de proteínas (8). En el PCA y el MDS el parámetro de proteínas no se proyectó claramente a ninguna dieta. Este efecto también se observó en las variables de cutícula, nitrógeno cuticular (medida indirecta de la quitina y/o de las proteínas que conforma la cutícula en el insecto) y el parámetro otros; indicando que las dietas ensayadas no afectaron estas variables. Debido a esto, se han descartado como biomarcadores para estudiar la calidad nutricional de la dieta con el bioensayo del gorgojo de arroz (7).

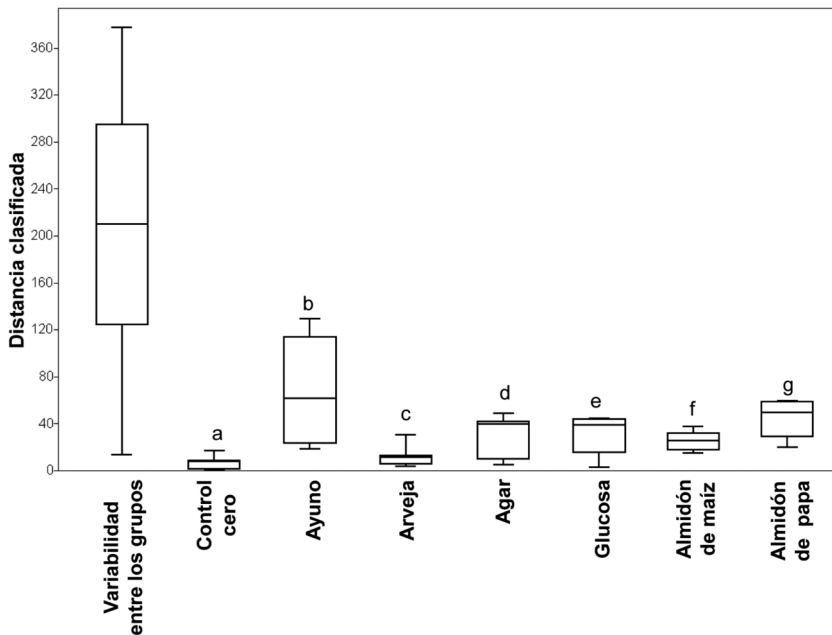


FIGURA 3. Box plots del análisis de similaridad. Grupos alimentados con las siete dietas con cuatro réplicas cada una. C0: control día cero, Ay: ayuno; Ar: arveja; Ag: Agar al 4%; Glu: glucosa al 5% en agar al 4%; AM: almidón de maíz; AP: almidón de papa. Distintas letras indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ).

## CONCLUSIÓN

Los datos analizados de forma convencional, ANOVA de una vía, Mann-Whitney, entre otros, permiten contrastar el comportamiento de cada variable individualmente entre los grupos bajo estudio. La aplicación de las pruebas multivariadas representan una buena herramienta para analizar estudios nutricionales, en particular, el MDS permite al igual que el PCA, reducir la dimensionalidad de los datos originales. El resultado de estos análisis se puede visualizar en un gráfico indicativo de la relación entre la supervivencia, la variación de peso junto con el comportamiento de los parámetros de la composición corporal de los insectos después de la aplicación de distintas dietas, sobre el cual es posible determinar de manera indirecta el efecto de estas dietas. Sobre el primer plano factorial del PCA se observaron claras diferencias en las poblaciones mantenidas con las dietas ensayadas. El MDS produce un gráfico que presenta esencialmente la misma estructura que el anterior, aún cuando parece producir menos diferencias entre las dietas de almidón de papa, de maíz y la de arveja. El ANOSIM proporcionó diferencias significativas de los grupos sustentados con estas dietas, por lo que se sugiere realizar esta última prueba para reforzar los resultados obtenidos en el PCA y MDS. Los plots de ambos estudios definieron un gradiente del valor nutritivo de las dietas, en el eje de las abscisas. La aplicación de estas herramientas estadísticas son promisorias para analizar procesos complejos, como la interacción de distintas variables que midan la calidad nutricional de diferentes dietas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa Plásticos Eurobags, C.A. por el aporte al Proyecto LOCTI No. 25 (AL) de la Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

## REFERENCIAS

1. Law JH, Wells MA. Insects as biochemical models. *J Biol Chem* 1989; 264 (28): 16335-16338.
2. Arrese EL, Soulages JL. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annu Rev Entomol* 2010; 55: 207-225.
3. Canavoso LE, Jouni ZE, Karnas KJ, Pennington JE, Wells MA. Fat Metabolism in Insects. *Ann Rev Nutr* 2001; 21(1): 23-46.
4. Klowden MJ. *Physiological systems in insects*. Idaho, EE.UU.: Elsevier; 2007.
5. Thompson SN, Simpson SJ. Nutrition. *Encyclopedia of Insects*. Florida, EE.UU.: Academic press. Elsevier. ; 2003. p. 313-23.
6. Laurentin A, Lovera M, Rojas C, Gamero M, Edwards CA, Tapia MS, Diez N, Bernal C y Carmona A. Estudios nutricionales con el bioensayo del gorgojo de arroz, *Sitophilus oryzae*. *MIBE* 2008; 5:57- 60.
7. Carmona A, Gomez-Sotillo A. Uso de insectos en estudios nutricionales. Cambios en la composición corporal inducidos por la dieta. *An Venez Nutr* 1997; 10:20-26.
8. Carmona A, Lopez Y, Gomez-Sotillo A, Casotto M. Uso de biomarcadores para evaluar la calidad proteica de la dieta en bioensayos con gorgojos. *MIBE* 2001; 3:53-56.
9. Pérez-Navarrete C, Betancur-Ancona D, Casotto M, Carmona A, Tovar J. Efecto de la extrusión sobre la biodisponibilidad de proteína y almidón en mezclas de harinas de maíz y frijol lima. *Arch Latinoam Nutr* 2007; 57(3):278-286.
10. Gómez A, Lugo DA, Coronil G, Casotto M, Carmona A, Laurentin A. Determinación del contenido de glucosa, trehalosa y glucógeno en gorgojos de arroz. Efectos de la dieta. *MIBE* 2008; 5:53-56.
11. Clarke KR. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology* 1993; 18(1):117-143.
12. Legendre P, Legendre L. *Numerical Ecology*. Oxford, Inglaterra, UK.: Elsevier; 2012.
13. Härdle WK, Simar L. *Applied multivariate statistical analysis*. New York, EE.UU.: Springer; 2012.
14. Clarke KR, Green RH. Statistical design and analysis for a «biological effects» study. *Mar Ecol Prog Ser* 1988; 46(1): 213-226.
15. Clarke KR. Comparisons of dominance curves. *J Exp Mar Biol Ecol* 1990; 138(1): 143-157.
16. Genser B, Cooper PJ, Yazdanbakhsh M, Barreto ML, Rodrigues LC. A guide to modern statistical analysis of immunological data. *BMC immunology* 2007; 8(1): 27.
17. Guerrero Casas FM. El análisis de escalamiento multidimensional: una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes. *La Sociología en sus escenarios*. Universidad Antioquía, Medellín, Colombia: CEO; 2012; (25).
18. Kruskal JB. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika* 1964; 29(1): 1-27.

19. Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontol Electron* 2001; 4(1): 1-9.
20. Forbes G. Composición del organismo. Conocimientos actuales sobre nutrición. PAHO/WHO, Washington DC: EE.UU. 1991; (532): 8-15.
21. Abu-Zeid MA. Water and sustainable development: the vision for world water, life and the environment. *Water Policy* 1998; 1(1): 9-19.
22. Elbein AD, Pan YT, Pastuszak I, Carroll D. New insights on trehalose: a multifunctional molecule. *Glycobiology*. 2003;13(4):17R-27R.
23. Galeno F. Digestibilidad in vitro y aprovechamiento por el gorgojo de arroz de almidones nativos y modificados de apio y plátano [TEG]. [Caracas, Venezuela]: Universidad Central de Venezuela; 2006.

Recibido: 07-07-2013

Aceptado: 13-11-2013

## Zinco capilar em crianças

*Dixis Figueroa Pedraza.*

Departamento de Enfermagem e Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da  
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

**RESUMO.** Estudo com o objetivo de analisar as concentrações de zinco capilar em crianças, avaliando diferenças de acordo com o sexo, idade, altura/idade, situação socioeconômica e características do cabelo. Utilizou-se uma amostra aleatória de 282 crianças. As concentrações de zinco capilar foram analisadas empregando a técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica de Chama, considerando valores inferiores a 70 µg/g para indicar deficiência de zinco. As curvas de referência da Organização Mundial de Saúde utilizaram-se para classificar as crianças com déficit de altura. Características domiciliares e benefício de transferência de renda governamental foram considerados na condição socioeconômica, e a cor, tipo e tamanho como características do cabelo. A deficiência de zinco foi observada em 9,1% das 276 crianças estudadas, com média de 306,06 µg/g ± 245,13. Menores concentrações de zinco capilar foram encontradas nas crianças cujos domicílios tinham menor número de cômodos, menor número de indivíduos e que não eram próprios. Crianças de 37-72 meses apresentaram maiores concentrações do que crianças de 6-12 meses e de 13-36 meses. As concentrações de zinco capilar não mostraram diferença estatística de acordo ao sexo e à altura, diferentemente do encontrado para algumas características do cabelo que mostraram variações. Conclui-se sobre a deficiência de zinco como problema de saúde na população estudada; a vulnerabilidade das crianças de menor faixa etária a menores concentrações de zinco capilar; e a influência das condições socioeconômicas e das características do cabelo nas concentrações de zinco capilar.

**Palavras chave:** Criança, estado nutricional, antropometria, zinco, zinco capilar.

**SUMMARY. Hair zinc levels in children.** Study with the objective to assess the capillary zinc concentrations in children, considering differences according to sex, age, growth, and socioeconomic status and hair characteristics. A random sample comprised of 282 children. Capillary zinc concentrations were analyzed using the Flame Atomic Absorption Spectrometry technique. The capillary level of zinc less than 70 µg/g was considered as deficient. Reference curves of the World Health Organization were used to rate children with height deficit. Domiciliary characteristics and benefit of government assistance were considered as socioeconomic condition. Color, type and size were considered as characteristics of hair. Zinc deficiency was observed in 9.1% of 276 children studied, with mean of 306.06 µg/g ± 245.13. Lower capillary zinc concentrations were found in children whose households had fewer rooms, fewer individuals and were rented. Children 37-72 months showed higher zinc concentrations than children aged 6-12 and 13-36 months. Capillary zinc concentrations showed no statistical difference according to sex and growth, unlike that found for some hair characteristics that showed variations. Zinc deficiency is a health problem in the population studied with more vulnerability in children of lower age; socioeconomic conditions and hair characteristics can affect the capillary zinc concentration.

**Key words:** Child, preschool, nutritional status, anthropometry, zinc, capillary zinc.

### INTRODUÇÃO

A deficiência de zinco vem revelando-se como uma carência nutricional importante no mundo e nos países em desenvolvimento, precisando de maior conhecimento (1-3). Dados de populações marginalizadas de países desenvolvidos (4) e de populações de países prósperos como a Índia (5), o México (6) e o Brasil (2) revelam deficiências bioquímicas de zinco maiores de 10%, configurando problemas de saúde pública de nível moderado (2, 4) ou grave

(5, 6) segundo os critérios do International Zinc Consultative Group (7, 8).

Apesar desses achados, reconhece-se a carência de estudos relativos ao estado nutricional de zinco, associado a limitações condicionadas pela sensibilidade e especificidade dos métodos disponíveis para o diagnóstico da deficiência desse micronutriente (9). Com relação aos indicadores bioquímicos utilizados para caracterizar o estado nutricional das crianças, o *International Zinc Nu-*

*trition Consultative Group* (10) recomenda o uso das concentrações de zinco no soro e no cabelo, porém poucos estudos têm utilizado o último.

A determinação de zinco no cabelo apresenta vantagens em relação às concentrações séricas por ser um procedimento menos invasivo, pela facilidade de obtenção, estabilidade durante o transporte e armazenagem, e menores variações relacionadas ao momento do dia, jejum, consumo de alimentos e infecções agudas (9, 10). Entretanto, variações importantes nas concentrações de zinco capilar podem acontecer por fatores como a idade, sexo, estação e características do cabelo (10, 11). Por ser um indicador de depósitos, concentrações de zinco capilar refletem a ingestão habitual e têm maior apropriação para análise com desfechos crônicos (10).

Apesar das consequências da baixa ingestão alimentar de zinco no metabolismo celular, sistema imune e crescimento físico (2), principalmente em populações socioeconomicamente desfavorecidas (12), a associação entre os níveis de zinco no cabelo e a desnutrição crônica tem sido pouco abordada. Entre as deficiências de vitaminas e minerais, as maiores cargas de doenças são atribuídas à vitamina A e ao zinco (13). Para o zinco, o principal sinal de deficiência durante a infância é especificamente o retardamento do crescimento físico (14).

O presente estudo tem por objetivo analisar as concentrações de zinco capilar em crianças, avaliando diferenças de acordo com o sexo, idade, altura/idade, situação socioeconômica e características do cabelo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal com crianças selecionadas nas creches da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Humano do Governo da Paraíba, Brasil, desenvolvido em 2009. Funcionavam, na época do estudo, 45 creches em bairros distintos das cidades beneficiadas (João Pessoa, 30 creches; Campina Grande, nove creches; Areia, Bayeux, Mamanguape, Itaporanga, Soledade e Umbuzeiro, uma creche em cada cidade), situadas, geralmente, em áreas carentes que abrigam crianças de famílias de baixa renda. Adotou-se, como critérios, a inclusão das crianças com frequência à creche e a exclusão das crianças com sintomas e/ou diagnóstico prévio de doenças.

Foi selecionada uma amostra probabilística de cre-

ches e crianças utilizando-se um procedimento de amostragem em duas etapas. Para garantir a representatividade dos municípios, o sistema de referência para a primeira etapa de amostragem foi ordenado segundo estratos (João Pessoa, Campina Grande, outros municípios), possibilitando a obtenção de um tamanho amostral apropriado para cada estrato. Considerou-se também o porte da creche (número de crianças por creche). Na segunda etapa de amostragem, foram sorteadas, nas 14 creches selecionadas de forma aleatória na primeira etapa, as crianças a serem analisadas.

A opção para determinar o tamanho da amostra do estudo foi através do procedimento para descrição de proporções (15). Considerou-se total da população de 3310 crianças beneficiadas, proporção esperada de 7,0% (média do déficit de altura no Brasil de acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Mulher e da Criança (16) como indicador funcional da deficiência de zinco) e precisão arbitrária de 3%, totalizando 256 crianças. Esse valor foi corrigido em 10% para compensar eventuais perdas, ficando estabelecida a amostra de 282 crianças, as quais foram escolhidas de forma aleatória no momento do trabalho de campo.

O desenvolvimento do trabalho incluiu a avaliação da altura/idade e do estado nutricional relativo ao zinco das crianças, bem como o preenchimento de um questionário contendo informações relacionadas às crianças e ao contexto domiciliar. As informações do contexto domiciliar (tipo de casa, número de cômodos no domicílio, número de indivíduos no domicílio) foram obtidas a partir das fichas de identificação das crianças constantes nas creches. As outras informações contidas no questionário foram obtidas com as mães ou responsáveis pelas crianças, por meio de entrevista individualizada, incluindo a informação sobre o benefício do programa brasileiro de transferência de renda (Programa Bolsa Família). As características do cabelo das crianças (cor, tipo e tamanho) foram informadas pelas mães e conferidas pelos entrevistadores no momento das respostas. A idade das crianças foi calculada a partir da diferença entre a data de nascimento (obtida do cartão de saúde da criança) e a data da entrevista.

Para a avaliação da altura das crianças, as medidas de comprimento (crianças menores de 24 meses) e estatura (crianças de 25 – 72 meses) foram obtidas utilizando equipamentos e técnicas padronizadas, obedecendo aos procedimentos recomendados pela

Organização Mundial da Saúde (OMS) (17). Para cada criança, duas medições foram realizadas por antropometristas devidamente treinados, registrando a média das medidas. Foram consideradas com déficit de altura todas as crianças que apresentaram índice comprimento/idade ou estatura/idade dois Z score abaixo do valor mediano da referência do Multicentre Growth Reference Study (18, 19). Para o cálculo dos índices antropométricos foram utilizados os programas WHO Anthro 2009, para crianças abaixo de cinco anos de idade, e WHO Anthro Plus 2009, para crianças com cinco anos ou mais.

A variável resposta foi a concentração de zinco capilar e as variáveis explanatórias foram: sexo da criança (feminino, masculino), idade da criança (6-12 meses, 13-36 meses, 37-72 meses), altura/idade da criança (com déficit de altura, sem déficit de estatura), tipo de casa onde a criança mora (invadida, cedida/doada, alugada, própria), número de cômodos no domicílio que a criança mora ( $< 4$ ,  $\geq 4$ ), número de indivíduos no domicílio que a criança mora ( $\geq 6$ ,  $< 6$ ), benefício do Programa Bolsa Família (sim, não), cor do cabelo da criança (loiro, preto, castanho), tipo de cabelo da criança (liso, cacheado, crespo), tamanho do cabelo da criança (curto, mediano, comprido).

Para a obtenção das amostras de cabelo, os entrevistadores participaram de treinamento realizado por pesquisadores com experiência previa do Centro de Investigação em Micronutrientes da Universidade Federal da Paraíba. Os procedimentos para coleta e processamento das amostras de cabelo obedeceram às recomendações feitas por Harrison et al. (20). As concentrações de zinco capilar foram determinadas por Espectrofotometria de Absorção Atômica de Chama, empregando Espectrofotômetro Analyst 300 (Perkin-Elmer Norwalk, Ct, EUA) modelo 3100 a uma longitude de onda de 213 nm e com ar-acetileno. Concentrações de zinco no cabelo  $< 70 \mu\text{g/g}$  foram consideradas para indicar deficiência de zinco (10). As determinações de zinco capilar foram realizadas no Laboratório de Análises Mineraias, Solos e Água do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco.

A digitação dos dados foi realizada com dupla entrada, após a coleta da informação, em planilhas do programa Excel, de maneira tal que possibilitou a unificação entre os mesmos através de uma única variável identificadora da criança. Após o término da digitação,

os dois bancos de dados foram cruzados com a utilização do aplicativo Validate do programa Epi Info v. 6.04b, possibilitando, assim, verificar a consistência dos dados e gerando o banco final que foi usado para análise estatística. Todas as fichas foram criticadas antes da digitação.

Foi utilizado o teste t-student para analisar diferenças nas concentrações médias de zinco capilar entre as categorias das variáveis dicotômicas. Para o caso das variáveis não dicotômicas, utilizaram-se a análise de variância (ANOVA) e o teste LSD para verificar possíveis diferenças. As análises de significância estatística foram realizadas por meio do programa estatístico SPSS, versão 16.0, considerando o nível de significância de 5%.

O projeto de pesquisa foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba, protocolado sob o número 0021.0.133.000-09. As coletas de dados das crianças e das mães foram realizadas após consentimento informado das mães ou responsáveis. Uma vez com os resultados, os pais foram contatados para esclarecimentos sobre o estado de saúde das crianças e correspondentes orientações nutricionais.

## RESULTADOS

Do total de 282 crianças, registraram-se seis recusas. Do total de crianças, 25 (9,1%) apresentaram concentrações de zinco capilar indicativas de deficiência de zinco, com média da amostra total de  $306,06 \mu\text{g/g} \pm 245,13$  (dados não tabulados).

A tabela 1 apresenta a distribuição das concentrações de zinco capilar das crianças estudadas de acordo com o sexo, idade, altura/idade, situação socioeconômica e características do cabelo. As concentrações de zinco capilar não mostraram diferença estatística entre as crianças com déficit de altura e sem déficit de altura, nem entre as crianças do sexo feminino e masculino; diferente do resultado relacionado à idade das crianças que indicou maiores concentrações nas crianças de 37-72 meses do que nas crianças de 6-12 meses e de 13-36 meses. A influência da situação socioeconômica no estado nutricional relativo ao zinco observou-se ao indicar-se pior situação nas crianças cujos domicílios tinham menor número de cômodos, menor número de indivíduos e que não eram próprios. Apesar disso, crianças beneficiárias e não beneficiárias do

TABELA 1. Distribuição das concentrações de zinco capilar em crianças pré-escolares de acordo com o sexo, idade, altura/idade, situação socioeconômica e características do cabelo. Paraíba, 2009.

Variáveis/Categorias	n	%	Zinco capilar ( $\mu\text{g/g}$ )	
			Média (desvio-padrão)	p**
Sexo				0,55
Feminino	133	48,2	296,83 (224,99)	
Masculino	143	51,8	314,58 (262,86)	
Idade (meses)				0,014
06-Dic	6	2,2	292,35 (230,87)a	
13-36	72	26,1	322,96 (247,98)a	
37-72	198	71,7	605,22 (522,64)b	
Altura				0,058
Com déficit de altura*	25	9,1	213,38 (217,50)	
Sem déficit de altura	251	90,9	314,52 (245,87)	
Tipo de casa				0,026
Invadida	9	3,3	228,67 (71,36)a	
Cedida/Doadada	27	9,8	276,44 (260,08)a	
Alugada	92	33,3	305,84 (216,83)a	
Própria	148	53,6	431,08 (328,83)b	
Número de cômodos no domicílio				0,031
< 4	52	18,8	273,93 (223,06)	
>= 4	224	81,2	337,49 (261,95)	
Número de indivíduos no domicílio				0,017
>= 6	82	29,7	283,25 (250,79)	
< 6	194	70,3	360,68 (223,12)	
Benefício do Programa Bolsa Família				0,374
Sim	131	47,5	292,14 (230,65)	
Não	145	52,5	318,54 (257,57)	
Cor do cabelo				0,021
Loiro	34	12,3	205,33 (125,26)a	
Castanho	141	51,1	304,51 (254,20)b	
Preto	101	36,6	341,13 (254,09)b	
Tipo de cabelo				0,103
Liso	98	35,5	272,94 (235,32)a	
Cacheado	144	52,2	312,69 (241,44)	
Crespo	34	12,3	375,46 (278,61)b	
Tamanho do cabelo				0,189
Curto	158	57,2	324,56 (265,37)	
Mediano	88	31,9	295,47 (233,65)	
Comprido	30	10,9	237,39 (127,86)	

\* Déficit de altura: comprimento/idade ou estatura/idade < - 2 Z score. \*\* p-valor do teste t-student para variáveis dicotômicas e ANOVA para variáveis não dicotômicas. a, b Médias com diferentes letras em sobrescrito são significativamente diferentes,  $p \leq 0,05$  (teste LSD).

Programa Bolsa Família não apresentaram diferenças nas concentrações de zinco capilar. Variações nas concentrações de zinco capilar foram encontradas de acordo com características do cabelo. Crianças de cabelo loiro apresentaram médias de concentrações menores do que crianças de cabelo castanho e do que crianças de cabelo preto ( $p = 0,021$ ), e crianças de cabelo liso apresentaram concentrações menores do que crianças de cabelo crespo ( $272,94 \mu\text{g/g} \pm 235,32$  versus  $375,46 \mu\text{g/g} \pm 278,61$ ;  $p = 0,038$ ).

## DISCUSSÃO

Nos últimos anos, a deficiência de zinco tem adquirido crescente importância no cenário da epidemiologia nutricional. Estima-se que essa carência nutricional constitua um problema de saúde pública em diversos países em desenvolvimento (21), destacando o alto risco nas crianças durante o crescimento físico (22). A prevalência de deficiência de zinco capilar de 9,1% encontrada nas crianças desse estudo é próxima da encontrada em crianças de 6 a 24 meses de área rural da região de Diamantina, MG (16,8%) (2), e distante da encontrada em crianças de dois a cinco anos de idade, institucionalizadas em creches do município de João Pessoa, PB (61,9%) (21). A disparidade das prevalências de deficiência de zinco em diferentes localidades do Brasil fica evidente ao analisar estudos publicados a partir de 2007 com diagnóstico baseado em indicadores sanguíneos do estado nutricional de zinco em crianças pré-escolares: 0,5% em crianças com idade  $\geq 2$  e  $< 6$  anos de Ribeirão Preto, SP (23); 7,5% em crianças de famílias de baixa renda da região metropolitana do Rio de Janeiro (24); 11,2% em crianças de 6 a 24 meses de área rural da região de Diamantina, MG (2); 74,3% em crianças de 3 a 6 anos de idade assistidas em creches de Teresina, PI (12). Esses dados apontam a necessidade de maior quantidade de estudos sobre o tema em diferentes cenários epidemiológicos.

O zinco é um nutriente essencial para a otimização do processo de crescimento físico (25). Assim, postula-se que a maior velocidade de crescimento apresentada pelos indivíduos do sexo masculino contribuiria para o aumento das necessidades orgânicas de micronutrientes, tornando-os mais vulneráveis à deficiência de zinco (23). Contudo, no presente estudo, as concentrações médias de zinco não apresen-

taram diferenças estatísticas significativas entre os sexos. Tais achados corroboram outras pesquisas realizadas com crianças em cidades dos estados brasileiros de Minas Gerais (2), Paraíba (21) e Ceará (26), bem como com crianças de outros países (4-6).

Em virtude das altas taxas de crescimento, as necessidades de zinco podem ser maiores em bebês/crianças pequenas (27). Em conformidade com os resultados desta pesquisa, um levantamento nacional realizado no México revelou que a prevalência de deficiência de zinco foi maior em crianças com menos de dois anos e que diminuía com o avanço da idade (28). Desigualmente, diferenças no estado nutricional relativo ao zinco de acordo com a idade não foram observadas em crianças brasileiras (16, 24, 29) e não brasileiras (4-6), sendo um dos estudos de âmbito nacional, no México (6), publicado nove anos após o que lhe antecedeu com características similares (28). Maior controvérsia ao respeito da associação em questão pode ser presumida se considerarmos os resultados de um estudo com crianças da cidade de Ribeirão Preto, SP que constatou menores níveis de zinco na idade entre  $\geq 48$  e  $< 60$  meses ao estratificar a amostra de estudo em quatro intervalos de 12 meses ( $\geq 24$  a  $< 36$  meses,  $\geq 36$  a  $< 48$  meses,  $\geq 48$  a  $< 60$  meses,  $\geq 60$  a  $< 72$  meses) (23).

Estudo recente analisando a associação das deficiências de ferro, vitamina A e zinco com o déficit de altura, baseado em artigos observacionais publicados entre 1995 e 2009 que estudaram amostras representativas de crianças de diversos países, apontou que nenhum dos manuscritos revisados (sete transversais e dois de coorte) mostrou associação entre as concentrações sanguíneas de zinco e a altura das crianças (30). A ausência de associação entre as concentrações de zinco capilar e a altura/idade de crianças de 6 a 24 meses da região de Diamantina, MG foi constatada em estudo recente (2). Estes resultados, que convergem para os do presente trabalho, podem ser explicados pelas dificuldades para estabelecer a associação entre os déficits de altura e de zinco, devido a fatores como a agregação do estado nutricional de zinco à quantidade ou qualidade energética e/ou protéica, a deficiência simultânea de vários micronutrientes, a biodisponibilidade e interação entre micronutrientes, e a proporção dos respectivos déficits de altura e zinco (30), apesar do papel do zinco no crescimento físico estar devidamente fundamentado por seu efeito direto

no sistema hormonal primário (25).

A associação encontrada no presente estudo entre as concentrações de zinco capilar e as situações mais desfavoráveis relacionadas ao tipo de casa, número de cômodos no domicílio e número de indivíduos no domicílio, encontra explicação na maior vulnerabilidade em condições sociais e econômicas adversas do estado nutricional (2), inclusive o relativo ao zinco (10). Enquanto alguns trabalhos têm conseguido mostrar a associação de análise (4, 24, 29), muitos outros não têm conseguido (2, 5, 6, 23).

Nenhum estudo foi encontrado analisando diferenças nas concentrações de zinco capilar condicionada pelas características do cabelo. As diferenças encontradas neste estudo são importantes na medida em que podem afetar as prevalências da deficiência de zinco e as possíveis associações com outros fatores etiológicos. Além disso, é importante ressaltar que tais diferenças não invalidam a utilização das concentrações capilares de zinco como marcador biológico do estado nutricional desse micronutriente, se não a importância de considerá-las.

## CONCLUSÕES

Os resultados mostram a deficiência de zinco como importante problema de saúde na população estudada, a maior vulnerabilidade das crianças de menor faixa etária a menores concentrações de zinco capilar, a influência que condições socioeconômicas mais desfavoráveis podem exercer no estado nutricional de zinco e as características do cabelo como fatores que podem influenciar as concentrações de zinco capilar.

## REFERÊNCIAS

1. Silva APR, Vitolo MR, Zara LF, Castro CFS. Effects of zinc supplementation on 1 to 5 year old children. *J Pediatr (Rio J)* 2006; 82(3): 227-31.
2. Beininger MA, Menezes MABC, Silva JBB, Amorim FR, Jansen AK, Lamounier JA. Plasma zinc and hair zinc levels, anthropometric status and food intake of children in a rural area of Brazil. *Rev Nut* 2010; 23(1): 75-83.
3. Cruz JBF, Soares HF. Uma revisão sobre o zinco. *Ensaio e C* 2011; 15(1): 207-22.
4. Cole CR, Grant FK, Swaby-Ellis ED, Smith JL, Jacques A, Northrop-Cleaves CA, et al. Zinc and iron deficiency and their interrelations in low-income African American and Hispanic children in Atlanta. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 1027-34.
5. Dhingra U, Hiremath G, Menon VP, Dhingra P, Sarkar A, Sazawal S. Zinc Deficiency: Descriptive Epidemiology and Morbidity among Preschool Children in Peri-urban Population in Delhi, India. *J Health Popul Nutr* 2009; 27(5): 632-9.
6. Morales-Ruan MC, Villalpondo S, García-Guerra A, Shamah-Levy T, Robledo-Pérez R, Ávila-Arcos MA, Rivera JA. *Salud Pública de México* 2012; 54(2): 125-134.
7. de Benoist B, Darnton-Hill I, Davidson L, Fontaine O, Hotz C. Conclusions of the Joint WHO/UNICEF/IAEA/IZiNCG Interagency Meeting on Zinc Status Indicators. *Food Nutr Bull* 2007; 28(3 Supl): 480-4.
8. Hess SY, Peerson JM, King JC, Brown KH. Use of serum zinc concentration as an indicator of population zinc status. *Food Nutr Bull* 2007; 28(3 Supl): S403-29.
9. Figueroa Pedraza D, Rocha ACD, Queiroz EO, Sousa CPC. Estado nutricional relativo ao zinco de crianças que frequentam creches do estado da Paraíba. *Rev Nutr* 2011; 24(4): 539-52.
10. International Zinc Nutrition Consultative Group. Technical document # 1: Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Hotz C and Brown KH, editors. *Food Nutr Bull* 2004; 25(1 Suppl 2).
11. Rosa FT, Micheletto RF, Gabriel FR, Marchini JS. Situações clínicas de deficiência de zinco. In: Vannucchi H, Marchini JS (Org.). *Coleção de Metabolismo e Nutrição: Tópicos em Nutrição Clínica*. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2007, v. 1, p. 259-74.
12. Costa GA, Nascimento Marreiro D, Eulálio JML, Neto JMM, Amorim AC, Nogueira AMT, et al. Erythrocytary Zinc and the Infant Growth Profile in Northeast Brazil. *Biol Trace Elem Res* 2008; 126(Suppl 1): S15-20.
13. Black RE, Allen L, Bhutta ZA. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet* 2008; 371: 243-60.
14. Branca F, Ferrari M. Impact of Micronutrient deficiencies on Growth: The Stunting Syndrome. *Ann Nutr Metab* 2002; 46(Suppl 1): S8-17.
15. Oliveira EFT, Grácio MCC. Análise a respeito do tamanho de amostras aleatórias simples: uma aplicação na área de Ciência da Informação. *Revista de Ciência da Informação* 2005; 6(3): 1-11.
16. Brasil. Ministério da Saúde. Pesquisa nacional sobre demografia e saúde da criança e da mulher. Brasil: Ministério da Saúde; 2008.
17. World Health Organization. Working Group on Infant

- Growth. An evaluation of infant growth: the use and interpretation of anthropometry in infants. *Bull World Health Org* 1995; 73(2): 165-74.
18. World Health Organization. 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: World Health Organization; 2006.
  19. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmanna J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Org* 2007; 85(9): 660-7.
  20. Harrison WW, Yurachek JP, Benson CA. The determination of trace elements in human hair by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chim Acta* 1969; 23: 83-91.
  21. Silva-Santana SC, Diniz AS, Lóla MMF, Oliveira RS, Silva SMM, Oliveira SF, et al. Parameters of evaluation of zinc nutritional status: comparison between zinc hair rates and serum alkaline phosphatase in preschoolers of the Municipality of João Pessoa, Paraíba. *Rev Bras Saude Mater Infant* 2002; 2(3): 275-82.
  22. Macêdo EMC, Amorim MAF, Silva ACS, Castro CMMB. Efeitos da deficiência de cobre, zinco e magnésio sobre o sistema imune de crianças com desnutrição grave. *Rev Paul Pediatr* 2010; 28(3): 329-36.
  23. Ferraz IS, Daneluzzi JC, Vannucchi H, Jordão Jr AA, Ricco RG, Del Ciampo LA, et al. Nível sérico de zinco e sua associação com deficiência de vitamina A em crianças pré-escolares. *J Pediatr (Rio J)* 2007; 83(6): 512-7.
  24. Borges CVD, Veiga APV, Barroso GS, de Jesus GFO, Serpa RFB, Moreira S, et al. Associação entre concentrações séricas de minerais, índices antropométricos e ocorrência de diarreia entre crianças de baixa renda da região metropolitana do Rio de Janeiro. *Rev Nutr* 2007; 20(2): 159-69.
  25. Figueroa Pedraza D, Queiroz D. Micronutrientes no crescimento e desenvolvimento infantil. *Rev bras crescimento desenvolv hum* 2011; 21(1): 155-70.
  26. Chen P, Soares AM, Lima AAM, Gamble MV, Schorling JB, Conway M, et al. Association of vitamin A and zinc status with altered intestinal permeability: analyses of cohort data from northeastern Brazil. *J Health Popul Nut* 2003; 21(4): 309-15.
  27. Gibson RS. Zinc: the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proc Nutr Soc* 2006; 65: 51-60.
  28. Villalpando S, García-Guerra A, Ramírez-Silva CI, Mejía-Rodriguez F, Matute G, Shamah-Levy T, et al. Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age. A probabilistic national survey. *Salud Publica Mex* 2003; 45(Suppl 4): S520-9.
  29. Santos EB, Amancio OMS, Oliva CAG. Estado Nutricional, ferro, cobre, zinco em escolares de favelas da cidade de São Paulo. *Rev Assoc Med Bras* 2007; 53(4): 323-8. 2007.
  30. Figueroa Pedraza D, Rocha ACD, Sales MC. Deficiência de micronutrientes e crescimento linear: revisão sistemática de estudos observacionais. *Ciênc Saude Colet* 2013; 18(11): 3333-47.

Recibido: 03-07-2013

Aceptado: 07-11-2013

## Determinación de la capacidad antimicrobiana del té verde (*Camellia sinensis*) contra los agentes potencialmente patógenos *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Candida albicans* y *Aspergillus niger*

Andréina Mora, Jonathan Parra, José M. Chaverri, María Laura Arias.

Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CIET) y Facultad de Microbiología,  
Universidad de Costa Rica. Instituto de Investigaciones Farmacéuticas (INIFAR),  
Facultad de Farmacia, Universidad de Costa Rica

**RESUMEN.** En la literatura científica mundial, existen muchos estudios que demuestran la capacidad antimicrobiana de diferentes hierbas, incluyendo el té verde. No obstante, muchos resultados son divergentes o no comparables. También, existen en el mercado muchas formulaciones de té verde, de las cuales hay poca información respecto a su actividad. En el presente trabajo se determinó el potencial efecto antimicrobiano contra cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* y *Aspergillus niger* de 50 muestras diferentes de té verde seco y en infusión al 10%, distribuidas de manera comercial en Costa Rica. Se contrastó su actividad con la del té verde (*Camellia sinensis*) de origen chino. Se evaluaron diferentes solventes para preparar extractos ricos en polifenoles a partir del té verde. Los fenoles totales se determinaron mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu usando el ácido gálico como material de referencia. La evaluación de la capacidad antimicrobiana del extracto y las infusiones de té verde se llevó a cabo mediante el método de microplatos descrito por Breukink (2006). El etanol fue el solvente que mostró mayor eficiencia. No hubo efecto antimicrobiano de las diferentes muestras contra los microorganismos evaluados, excepto con *Listeria monocytogenes*, donde se evidenció un efecto inhibitorio en las concentraciones de 10,5 y 1,05 mg/mL de los extractos en el 70% de marcas analizadas y en el control. Ninguna de las infusiones evaluadas, incluyendo la del té control mostró efecto inhibitorio contra esta bacteria.

**Palabras clave:** Té verde, acción antimicrobiana, polifenoles

**SUMMARY.** Determination of the antimicrobial capacity of green tea (*Camellia sinensis*) against the potentially pathogenic microorganisms *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Candida albicans* and *Aspergillus niger*. Many studies can be found in scientific literature demonstrating the antimicrobial capacity of different herbs, including green tea. Nevertheless, many results are divergent or cannot be compared. Several green tea formulations may be found in market, but there is scarce or non-information about its activity. In this work, the potential antimicrobial effect of 50 samples of dry green tea and in 10% infusion against *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* and *Aspergillus niger* distributed in the metropolitan area of Costa Rica, was determined. This activity was compared with the effect produced by Chinese origin green tea (*Camellia sinensis*). Different solvents were evaluated for preparing polyphenol enriched extracts from green tea samples. Total phenols were determined using the Folin-Ciocalteu spectrophotometric methodology, using gallic acid as reference. Antimicrobial activity of green tea extracts and infusions was evaluated using the microplate methodology described by Breukink (2006). Ethanol was the most efficient solvent used for the polyphenol extractions. There was no antimicrobial effect of the different green tea extracts and infusions against the microorganisms evaluated, except for *Listeria monocytogenes*, where the extracts of 70% of samples analyzed and the control showed an inhibitory effect in the 10,5 mg/mL and 1,05 mg/L concentrations. None of the infusions tested, including the control, showed any effect against this bacteria.

**Key words:** Green tea, antimicrobial activity, polyphenols

### INTRODUCCIÓN.

Las sustancias naturales han sido utilizadas, desde tiempos ancestrales, para el control de agentes de importancia clínica en Salud Pública, así como para pre-

venir el deterioro de productos alimenticios o controlar la presencia de microorganismos patógenos en estos. Inicialmente, los productos naturales, incluyendo especias, plantas, hierbas y productos afines eran usados

ampliamente con este fin. No obstante, estos fueron sustituidos paulatinamente por los antibióticos (1,2). A finales del siglo XX se empezó a asociar el uso de estos últimos con efectos adversos, incluyendo la aparición y dispersión de cepas resistentes, razón por la cual los productos naturales recobraron fuerza como uso alternativo o complementario en el control de diversas enfermedades, con el propósito de mejorar y disminuir el riesgo para la salud (3,4).

El té verde ha sido conocido, tradicionalmente, por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes (1). Los principios bioactivos de éste incluyen bases tipo xantina y polifenoles (flavonoides, catecoles, taninos catéquicos y ácidos fenólicos) (5) considerándose las catequinas como los agentes de mayor importancia y actividad (6).

En la literatura científica mundial, existen muchos estudios que demuestran la actividad antimicrobiana de diferentes hierbas, incluyendo el té verde, contra agentes microbianos de interés en la salud pública (7). Ejemplos de ellos son los estudios de Bancirova (8) quien comparó la actividad ocasionada por infusiones de té no fermentados (té verde) y fermentados (té negro) sobre *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*, concluyendo que no existen diferencias significativas entre ambos. De manera contrastante, Almajano et al. (9) al analizar las infusiones de varios tipos de té contra *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Lactobacillus acidophilus*, *Candida albicans*, establecieron que la mayor actividad antimicrobiana era provocada por los té no fermentados relacionándolo con una concentración superior de polifenoles en las muestras no fermentadas.

Por otro lado, Tzung et al. (3) demostraron la actividad bactericida del té verde contra *Streptococcus sanguinis*, *S. mutans* y *S. sobrinus*). De la misma manera, Yoda et al. (10) reportan una mayor susceptibilidad por parte de bacterias Gram positivas en comparación con Gram negativos al extracto del té verde.

En cuanto a la acción del té verde como conservador de alimentos, Kumudavally et al. (11) evaluaron al extracto de té verde contra *S. aureus*, *E. coli* y *Pseudomonas sp* en carne fresca, demostrando un efecto bacteriostático sobre estas cepas, concluyendo que el uso de té verde podría extender la vida útil de este producto hasta por 4 días sin afectar sus características físicas, químicas y parámetros organolépticos. De la

misma manera, Chiu et al. (12) reportan que los extractos de té verde tienen un efecto inhibitorio sobre bacterias Gram positivas asociadas a alimentos, incluyendo *L. monocytogenes*, *B. cereus* y *S. aureus*.

Los diversos estudios realizados ponen de manifiesto el hecho de que el té verde contiene sustancias que le confieren características antimicrobianas de potencial uso a nivel terapéutico y de preservación de alimentos, no obstante, muchos resultados son divergentes y no comparables. Por otro lado, son muchas las formulaciones de té verde existentes en el mercado, de las cuales hay poca información con respecto a su actividad. Dado lo anterior, se pretendió con este trabajo determinar el potencial efecto antimicrobiano de los extractos de diversas marcas de té verde seco y en infusión al 10%, distribuidas de manera comercial en el área metropolitana de Costa Rica contra cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* y *Aspergillus niger* y contrastarlo con el efecto dado el té verde (*Camellia sinensis*) de origen chino, considerado estándar de comparación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Adquisición de las muestras de té verde

Se adquirieron en diferentes supermercados, mini-súper y tiendas de venta natural (Macrobióticas) ubicados en el Área Metropolitana de San José, Costa Rica. Al azar se seleccionaron 5 lotes de 10 marcas diferentes de té verde comercial, los cuales fueron transportadas a temperatura ambiente al Laboratorio de Microbiología de Alimentos, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica para su posterior análisis.

Las hojas de *Camellia sinensis* (Estándar de Comparación) cultivadas fueron adquiridas en la finca "Arcas de las Hierbas" ubicada en Santa Bárbara de Heredia, Costa Rica (USJ-101844).

### Extracción de las muestras de té verde

Se prepararon extractos ricos en polifenoles del té verde con extracción en caliente y reflujo utilizando diferentes disolventes para identificar aquel que extrajera mayor cantidad de polifenoles. Se utilizaron metanol, acetona y etanol, todos al 50% v/v en agua, de acuerdo la metodología descrita por Perva Uzunalic (6). Brevemente, se pesaron 10 g de las muestras de té verde, y se realizó la extracción con 100 ml de cada uno de los solventes. Se calentó a temperatura de ebullición durante 2 horas. Luego de este tiempo, se fil-

traron las muestras y se eliminó el disolvente por rota evaporación. El material seco fue almacenado en viales estériles.

#### **Cuantificación de los polifenoles totales presentes en las muestras de té verde**

Los fenoles totales se determinaron mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu. Se utilizó el ácido gálico como material de referencia. Brevemente, se realizó una curva de referencia con ácido gálico, utilizando concentraciones de 1 µg/mL, 5 µg/mL, 10 µg/mL, 100µg/mL y 150 µg/mL. La prueba se realizó utilizando un microlector de placas de Biotek Synergy HT, y una placa de 96 pocillos. A cada pocillo se le agregó 100µL de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) al 20%, 50 µL de la dilución del extracto y 50 µL de reactivo Folin-Ciocalteu 0,5 N. Se realizó la lectura a una longitud de onda de 750 nm, después de un tiempo de incubación de 30 minutos a temperatura ambiente.

El análisis estadístico del contenido de fenoles totales se realizó con el programa IBM® SPSS® Statistics v.19 (IBM Company© 2010), aplicando una Análisis de Varianza (ANDEVA) con valor  $\alpha = 0.05$ .

#### **Preparación de la infusión de las muestras de té verde**

Se siguió el método descrito por el fabricante. Brevemente, se procedió a medir un volumen total de 250 mL de agua destilada en un Erlenmeyer estéril, el cual fue llevado al punto de ebullición, luego de lo cual se procedió a agregar una bolsita de la muestra de té verde dejándola en reposo por un tiempo de 3 minutos. Transcurrido este tiempo se sacó la bolsita de té. A partir de esta infusión inicial se procedió a preparar diluciones seriadas decimales hasta  $10^{-4}$ .

#### **Determinación de la capacidad antimicrobiana de las muestras de té verde**

La evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto y las infusiones de té verde se llevó a cabo mediante el método en microplatos descrito por Breukink (2010) (13).

Se utilizó una concentración 10 mg/ml del extracto, concentración escogida con base en el trabajo de Tzung Hsun et al. (3). A partir de esta concentración se realizaron diluciones seriadas decimales hasta una dilución de  $10^{-4}$  utilizando caldo Muller Hilton.

La evaluación de la capacidad antimicrobiana de las infusiones de las muestras de té verde, se realizó siguiendo la misma metodología. A partir de la infusión inicial preparada tal y como se describió anterior-

mente, también se prepararon diluciones decimales seriadas hasta  $10^{-4}$  utilizando caldo Müller Hilton.

El extracto y la infusión del té verde fueron evaluados contra los siguientes microorganismos: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella enteritis* (ATCC 13076), *Listeria monocytogenes* (ATCC 19116), *Staphylococcus aureus*(ATCC 25923), *Apergillus niger*(Micoteca: UCR) y *Candida albicans* (ATCC 10231). Cada uno procedentes de cultivos de 24 horas y llevados a una turbidez ajustada al standard de McFarland 0,5.

El inóculo de *C. albicans* se preparó a partir de un cultivo en agar glucosado de Sabouraud de 24 horas de incubación. Se realizó una suspensión inicial de las levaduras en 5 ml de solución salina estéril y se procedió a ajustar su densidad celular también con solución salina estéril contra un estándar de McFarland de 0,5.

El inóculo estandarizado de *A. niger* se preparó a partir de tubos inclinados de agar Sabouraud glucosado, inoculados con el hongo e incubados por 7 días a 30°C. Para la obtención de las conidias, se procedió a agregar 1 ml de solución salina estéril (0,85%) al tubo, y las conidias fueron desprendidas pasando un aplicador estéril sobre la superficie del cultivo. La suspensión de las esporas fue transferida con una pipeta Pasteur estéril a un tubo cónico estéril y el volumen se ajustó a 5 ml con solución salina estéril. Las esporas en suspensión fueron contadas utilizando una Cámara de Neubauer y se ajustó su concentración al Standard de McFarland 0,5 utilizando solución salina estéril.

Para la determinación de la actividad antimicrobiana, se procedió a agregar en cada pocillo de la placa 100 µL del cultivo bacteriano a evaluar así como 100 µL de la dilución seriada de la muestra de té verde a evaluar. Las placas correspondientes a las bacterias y levaduras fueron incubadas a 35°C por 18-24 h, y las de *A. niger* por 5 días a temperatura ambiente. Así mismo, se evaluaron controles positivos de los microorganismos y controles negativos de los medios y de la muestra.

La lectura de la prueba se realizó de manera cualitativa, calificando en cruces el crecimiento y comportamiento de los microorganismos según se detalla en el Tabla 1.

## **RESULTADOS**

Extracción de las muestras de té verde y su contenido de fenoles totales.

TABLA 1. Criterios para evaluar el efecto antimicrobiano del té verde contra los agentes potencialmente patógenos.

Resultado de crecimiento	Criterio de evaluación
Negativo (-)	En la muestra no hay crecimiento del agente potencialmente patógeno. Hay efecto antimicrobiano
Positivo más /menos (±)	En la muestra hay un menor crecimiento con respecto al control positivo. Presencia de efecto inhibitorio.
Positivo (+)	En la muestra hay igual o mayor crecimiento con respecto al control positivo. No hay efecto antimicrobiano.

TABLA 2. Determinación de los fenoles totales en diferentes extractos de té verde (*Camellia sinensis*).

Solvente (50%v/v) en agua	Equivalentes de ácido gálico en el extracto (µg EAG/m)	Contenido de fenoles totales (g EAG/100g)
Metanol	45,72 ± 0,02	18,1 ± 0,4
Acetona	59,59 ± 0,01	23,4 ± 0,2
Etanol	91,14 ± 0,25	33,4 ± 8,3

El etanol fue el solvente que mostró mayor eficiencia en la extracción de polifenoles a partir de las muestras de té verde, tal y como se muestra en el Tabla 2. Utilizando la extracción con etanol al 50% v/v se cuantificó el contenido de fenoles totales en cada muestra, los resultados se muestran en la Figura 1.

El análisis por ANDEVA demostró diferencias significativas en el contenido de compuestos fenólicos totales entre los diferentes lotes de té verde comercializados en Costa Rica ( $p = 0.002$ ).

El valor de compuestos fenólicos totales en la muestra de té verde cultivado fue de  $26.0 \pm 0.2$  mgEAG/100g; lo que muestra que el contenido de fenoles totales en las diferentes marcas es similar o superior al encontrado en las hojas de *Camellia sinensis* cultivada.

#### **Determinación de la capacidad antimicrobiana de las diferentes muestras de té verde.**

Los resultados obtenidos demuestran un efecto inhibitorio sobre *Listeria monocytogenes*, en la concentración de 10,5 mg/ml en los extractos de las diferentes marcas así como en el té control. Este efecto también fue observado al evaluar la dilución 10-1 de los extractos en el 70% de marcas analizadas y en el control. No obstante, el efecto de las diferentes muestras de té verde fue nulo contra *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* y *Aspergillus niger*, tanto en la modalidad de extracto como de infusión (datos incluyen al té verde puro y al estándar de comparación).

## **DISCUSIÓN**

En los últimos tiempos, se ha limitado el uso de preservantes sintéticos en alimentos, razón por la cual se ha generado una creciente atención hacia el uso de antimicrobianos naturales. Entre los antimicrobianos naturales presentes en plantas más estudiados se encuentran los compuestos polifenólicos (14).

Cabe destacar que la mayoría de los estudios relacionados con la extracción de polifenoles en alimentos se basan en el uso de mezclas de solventes acuoso-orgánico y pH ácidos, por sus características fisicoquímicas que permiten un mejor rendimiento y estabilidad de los componentes extraídos (15). La elección del solvente con mejor capacidad de extracción de compuestos fenólicos del té verde resulta primordial, ya que diversas condiciones pueden influir en la eficacia y rendimiento del material extraído, incluyendo la naturaleza química del solvente, temperatura, pH, relación del disolvente, método utilizado, entre otros.

Los resultados del contenido de compuestos fenólicos totales, concuerdan con los obtenidos por Chan et al., (16), donde se demostraron diferencias significativas entre diferentes marcas de té verde obtenidas en supermercados. Dado que el contenido de compuestos fenólicos varía de acuerdo a la marca de té verde, es importante cuantificar el efecto antimicrobiano de diferentes marcas comerciales distribuidas en el mercado costarricense, con el fin de determinar posibles diferencias en su actividad biológica.

Varios estudios, incluyendo los de Perva Uzunalic (6) y Nihal Turkmen (17), han probado varios solventes y concentraciones de éstos para determinar el más eficiente en la extracción de compuestos fenólicos. A diferencia del presente estudio, ambos seleccionan a la acetona, poniendo de manifiesto la influencia e importancia de las condiciones de extracción utilizadas en el resultado final.

En cuanto a la acción antimicrobiana obtenida en

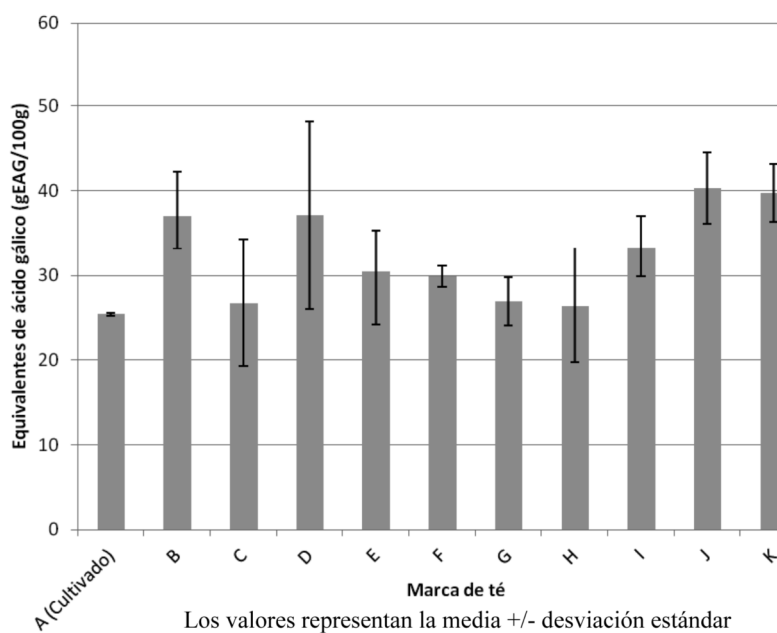


FIGURA 1. Contenido de fenoles totales expresados como equivalentes de ácido gálico (EAG) para las diferentes marcas de té verde comercializadas en Costa Rica.

el presente estudio contra los diversos microorganismos analizados, los resultados demuestran que no hubo efecto contra *Escherichia coli*, *Salmonella enteritis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* y *Aspergillus niger*, no obstante, se evidenció susceptibilidad aumentada de *Listeria monocytogenes* ante los polifenoles extraídos de las tisanas del té verde y del té verde puro (estándar de comparación). Se mostró un efecto inhibitorio en la concentración de 10.5 mg/ml y en la dilución  $10^{-1}$  en 7 de las 10 marcas analizadas; este efecto no fue observado en las diluciones mayores ni en las infusiones de las diferentes muestras, por lo que se podría decir que el efecto de los polifenoles es dependiente de la concentración, tal y como es mencionado por Von Staszewski et al. (18). Este dato es de gran importancia dada la ubicuidad de este patógeno, así como su capacidad de sobrevivencia en condiciones adversas. Resultados similares a los descritos fueron obtenidos por Kim et al, (14) donde todas las bacterias Gram negativas evaluadas mostraron una resistencia a los extractos de té, en comparación con las Gram positivas, incluyendo *S. aureus* y *L. monocytogenes* que sí mostraron inhibición parcial.

Cabe destacar que todas las marcas de té verde evaluadas mostraron la misma efectividad que el estándar de comparación escogido, lo cual permite inducir que

el componente antimicrobiano presente en el estándar de oro se conserva en las diferentes tisanas de té analizadas en el estudio.

Existen varias hipótesis sobre el mecanismo de acción de los polifenoles contra diferentes microorganismos, y de cómo interfieren en el crecimiento ejerciendo ya sea un efecto bacteriostático o bactericida. Un estudio presentado en el año 2007 por Shimamura (19) muestra que la galato de epigallocatequina (EGCG) se une al peptidoglicano de las bacterias y forma precipitados, produciendo una interrupción en el proceso de biosíntesis de la pared bacteriana. Por otro lado, Arakawa (20) sugiere que la formación de peróxido de hidrogeno por la acción de la EGCG con especies reactivas de oxígeno en presencia de la superóxido dismutasa (SOD) causa daño a la membrana celular.

En cuanto a los hongos, algunos estudios mencionan que la ECGC podría interferir en el metabolismo de los folatos y de esta manera inhibir la producción del ergosterol, el cual es importante porque es uno de los componentes esenciales de su pared celular (21).

Diversos autores describen que la susceptibilidad de las bacterias patógenas al té verde es divergente, dependiendo de la especie y cepa bacteriana evaluada (14). Se ha demostrado que la susceptibilidad hacia la ECGC varía dependiendo de la composición de la pared celular de cada especie. Al respecto el estudio de Yoda et al. (10), mostró que la ECGC presenta una mayor facilidad para unirse directamente al peptidoglicano, siendo las bacterias Gram positivas las más susceptibles debido a la ausencia de una membrana externa. Lo anterior permite explicar el efecto inhibitorio observado contra *L. monocytogenes* en el presente trabajo.

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que no hubo acción inhibitoria contra *S. aureus*, a pesar de ser una bacteria Gram positiva. Al respecto, algunos autores han reportado variación en la actividad inhibitoria de los compuestos fenólicos dependiendo del medio de crecimiento donde se determine la actividad antimicrobiana del té verde. Se describe

que medios sumamente ricos en nutrientes pueden enmascarar el efecto inhibitorio de los polifenoles presentes en té verde, especialmente aquellos dirigidos contra bacterias Gram negativas y algunas bacterias Gram positivas (22).

La efectividad antioxidante y antimicrobiana de las infusiones de té puede verse afectadas por diferentes variables, incluyendo la temperatura y el tiempo de preparación, lo cual puede influir en la eficiencia de extracción de los componentes bioactivos. Hilal y Engelhardt (23) demuestran que al realizar este procedimiento en bolsitas de té comerciales en un tiempo de 3 o 5 minutos a 100 °C la cantidad de compuestos fenólicos extraídos es menor, a diferencia si este es realizado a 80°C por 15 minutos en donde la cantidad de compuestos es mayor. Por otro lado, de Almajano et al, reportan que al realizar las infusiones a 100 °C por 5 min, se obtiene un efecto antimicrobiano sobre determinados microorganismos incluyendo a *L. monocytogenes* y *S. aureus*. Los resultados de este estudio evidencian que al realizar las infusiones del té verde de forma tal como lo sugiere el fabricante, no se logró observar la efectividad de éste, ya que no evidenció efecto alguno por parte de las infusiones sobre los diferentes microorganismos analizados.

Todas las evaluaciones realizadas en el presente trabajo fueron a una concentración de 10,5 mg/ ml. Probablemente, el uso de una concentración mayor hubiera producido inhibición en otros microorganismos. La razón de utilizar esta concentración es que se ha demostrado que concentraciones mayores pueden resultar inaceptables debido a la fuerte astringencia y amargor que producen (14).

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian un grado de inhibición por parte del té verde hacia *Listeria monocytogenes*, un patógeno de gran importancia en Microbiología de Alimentos. No obstante, no se puede dejar de lado el hecho de que las condiciones de crecimiento, recolecta, almacenamiento y método de manufactura del té verde pueden afectar la cantidad, la estabilidad y efectividad de los compuestos fenólicos presentes. Dado lo anterior, aquellos alimentos en que se pretenda utilizar el té verde como preservante deben de procesarse tratando de conservar las propiedades de éste, de manera que no se pierda su poder antioxidante, acción antimicro-

biana, sabor, olor y color entre otros.

### REFERENCIAS

1. Pornpimon, M. & Sakamon, D. Antimicrobial and antioxidant activities of Indian goose berry and galangal extracts. *Food Sci Technol*. 2008. 4: 1153–1159.
2. Rodríguez, S. & Nereyda, N. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*. 2011.7, 153-170.
3. Tzung Hsun, T., Tsung Hsien, T., You Chia, C., Chi Wei, L. & Po Jung Tin. *In vitro* antimicrobial activities against cariogenic streptococci and their antioxidant capacities: A comparative study of green tea versus different herbs. *Food Chem*. 2008. 110: 859–864, 859-864.
4. Palakawong, C., Sophanodora, P., Pisuchpen, S., & Phongpaichit, S. Antioxidant and antimicrobial activities of crude extracts from mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) parts and some essential oils. *Int Food Res J*. 2010. 17: 583-589.
5. Paladino, S. C. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L.). (Tesis de maestría inédita). Universidades Nacionales de Cuyo, Argentina. 2008.
6. Perva Uzunalic, A., Mojca, K., Kneza, Z., Weinreich, B., Otto, F. & Gruner, S. Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chem*. 2006. 96: 597–605.
7. Bansal, S., Choudhary, S., Sharma, M., Sharad Kumar, S., Lohan, S., Bhardwaj, V., Syan, N. & Jyoti, S. Tea: A native source of antimicrobial agents. *Food Res Int*. 2013. 1-17.
8. Bancirova, M. Comparison of the antioxidant capacity and the antimicrobial activity of black and green tea. *Food Res Int*. 2010. 43: 1379–1382.
9. Almajano, MP., Carbó, R., Jiménez, JA. & Gordon, MH. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chem*. 2008. 108: 55–63.
10. Yoda, Y., Qing Hu, Z., Hua Zhao, W. & Shimamura, T. Different susceptibilities of Staphylococcus and Gram-negative rods to epigallo catechingallate. *J Infect Chemother*. 2004. 10: 55-58.
11. Kumudavally, K.V., Phanindrakumar, H.S., Tabassum, A., Radhakrishna, K. & Bawa, A.S. Green tea – A potential preservative for extending the shelf life of fresh mutton at ambient temperature (25 ± 2°C). *Food Chem*. 2008. 107: 426–433
12. Chiu, P. & Shiu Lai, L. Antimicrobial activities of tapioca starch/decolorized hsian-tsao leaf gum coatings containing green tea extracts in fruit-based salads, ro-

- maine hearts and pork slices. *International J Food Microbiol.* 2010. 139: 23–30
13. Breukink, E. Protocol for Minimum Inhibitory Concentrations. Institute of Biomembranes, Universiteit Utrecht. 2010.
  14. Kim, S; Ruengwilysup, C & Fung, Y. Antibacterial Effect of Water-Soluble Tea Extracts on Foodborne Pathogens in Laboratory Medium and in a Food Model. *J Food Prot.* 2004.11: 2608-2612.
  15. Arranz Martínez, S. Compuestos polifenólicos (extraíbles y no extraíbles) en alimentos de la dieta española: metodología para su determinación e identificación. (Tesis de doctorado inédita). Universidad Complutense de Madrid, España. 2010.
  16. Chan, E., Soh, EY., Tie, PP. & Law, YP. Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. *Pharmacognosy Res.* 2011. 3(4): 266-272.
  17. Turkmen, N., Sari, F. & Velioglu, Y. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chem.* 2005. 93 (4): 713-718
  18. Von Staszewski, M., Pilosof, A. & Jagus, R. (2011). Antioxidant and antimicrobial performance of different Argentinean green tea varieties as affected by whey proteins. *Food Chem* 125,186-192.
  19. Shimamura, T., Zhao, W.-H. & Qing, Z. Mechanism of action and potential for use of tea catechin as an anti-infective agent. *Anti-Infective Agents in Medicinal Chemistry* 2007. 6: 57-62.
  20. Arakawa, H., Maeda, M. & Sachie, O. Role of hydrogen peroxide in bactericidal action of catechin. *Biol Pharmaceut Bull.* 2004. 27: 277-281.
  21. Navarro Martínez, M., García, F. & Rodríguez López, J. Tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate inhibits ergosterol synthesis by disturbing folic acid metabolism in *Candida albicans*. *J Antimic Chemother.* 2006. 57: 1083–1092.
  22. Toda, M., Okubo, S., Reiko, H. & Shimamura, T. The bactericidal activity of tea and coffee. *Lett Appl Microbiol.* 1989.8: 123-125
  23. Hilal, Y. & Engelhardt, U. Characterisation of white tea Comparison to green and black tea. *J Consumer Protect Food Safety.* 2007. 2: 414 – 421.

Recibido: 03-09-2013

Aceptado: 22-10-2013

## INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de investigación originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición, ciencia y tecnología de alimentos, microbiología de alimentos, revisiones científicas críticas, Editoriales y Cartas al Editor.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados No se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados.

### REQUISITOS PARA LA PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS VÍA ELECTRÓNICA

Resumen de requisitos:

- Todas las partes del manuscrito estarán presentadas en versión Word a doble espacio, con letra Times New Roman (tamaño 12) en páginas tamaño carta. El trabajo debe tener una extensión no mayor de 23 páginas, incluyendo las Tablas, Figuras e ilustraciones si la hubiere, las cuales deben estar incorporadas al final del texto. Todas las páginas deben estar numeradas.
- Revise la secuencia general: Título del manuscrito y autores, Resumen y palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, Tablas y Figuras.
- Adjunte carta de presentación y aceptación de autoría firmada por los investigadores involucrados. Los autores podrán sugerir los nombres de tres posibles árbitros con sus respectivas direcciones electrónicas.
- Envíe el manuscrito junto con la carta de presentación, a la siguiente dirección electrónica: [info@alanrevista.org](mailto:info@alanrevista.org)

### PORTADA

Debe contener: Título del manuscrito. Nombres, apellidos y la afiliación institucional de los autores. Nombre, dirección postal, número de teléfono y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia.

### RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Escrito en forma corrida y no en secciones, que no sobrepasará las 250 palabras de extensión. Agréguese de 3 a 6 palabras clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo. ALAN exige que si el trabajo original es en español o en inglés, deberá acompañarse de un resumen en inglés o en español o alternativamente en portugués con sus palabras clave.

### INTRODUCCIÓN

Enuncie la finalidad o el objetivo de investigación específico del estudio u observaciones, o bien la hipótesis que se ha puesto a prueba. Cite las referencias estrictamente pertinentes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Identifique los métodos, los aparatos y equipos (nombre y dirección del fabricante) y los procedimientos realizados. Identifique los reactivos y productos químicos utilizados.

Describa los métodos estadísticos con detalles e indique el método y modelo estadístico.

### RESULTADOS

Limite las Tablas y las Figuras al número necesario para explicar el argumento y resultados de la investigación y evaluar los datos en que se apoya. Se sugiere un máximo de 5 Tablas y 3 Figuras.

### DISCUSIÓN

Breve y concisa, contrastada con observaciones realizadas en otros estudios. Proponga nuevas hipótesis cuando

haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

### **CONCLUSIONES**

Refiérase a las más relevantes y oriente sobre posibles vías para continuar la investigación o el estudio emprendido. No cite referencias bibliográficas en esta sección.

### **AGRADECIMIENTOS**

Mencione la procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones (equipos, reactivos, medicamentos) y a las instituciones financiadoras del estudio, dependencia e instituciones que apoyaron su ejecución, así como a personas y colaboradores.

### **TABLAS Y FIGURAS**

Numérelas consecutivamente en arábigos siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto. Cerciórese de que cada Tabla y Figura aparezca citada en el manuscrito.

### **REFERENCIAS**

En el texto numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez y se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis.

Las Referencias serán listadas al final del manuscrito en orden numérico, no en orden alfabético. La veracidad de la información contenida en ésta sección es responsabilidad del autor (de los autores).

### **COSTO POR PÁGINA**

Debido a los altos costos de impresión y publicación, ALAN ha estipulado dentro de su política editorial el costo de US \$ 20 por concepto de página publicada, suma que deberá ser agenciada por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Se hace notar sin embargo, que este costo por página no condicionará de manera alguna la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo.

Debido a que no existe al presente una traducción oficial al español, se transcribe por razones de espacio, solo el título del documento que sigue: **RECOMMENDATIONS FOR THE CONDUCT, REPORTING, EDITING, AND PUBLICATION OF SCHOLARLY WORK IN MEDICAL JOURNALS Updated AUGUST 2013**. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>