

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 67

DICIEMBRE 2017

Nº 4

---

### Contenido

Páginas

#### TRABAJOS DE INVESTIGACION

##### Hábitos Alimentarios y Consumo de Alimentos

##### **Estudio de la situación nutricional y hábitos alimentarios de escolares de diferentes comunidades indígenas del municipio de Ixhuatlán de Madero, Estado de Veracruz (México)**

*Cristina García Pura, Emilio González-Jiménez, Juana María Meléndez Torres, Pedro A. García, Carmen J. García García*..... 238

##### **Fiabilidad de un cuestionario para evaluar el equilibrio alimentario de menús escolares**

*Cristóbal Llorens-Ivorra, Iлона Arroyo-Bañuls, Joan Quiles-Izquierdo, Miguel Richart-Martínez*..... 251

##### **Validity of a questionnaire to estimate vitamin A intake in pregnant women**

*Michela T. Isobe, Ivan S. Ferraz, Thalia M. M. Deminice, Alceu A. J. Júnior, Daniela S. Sartorelli, Carlos A. Nogueira-de-Almeida, .....* 260

## **Adulto Mayor, Presbifagia y Consumo de Alimentos**

### **Percepción de un grupo de adultos mayores con presbifagia sobre el fenómeno de la alimentación y las propiedades organolépticas de los alimentos.**

*Virginia García-Flores, Marcela Sanhueza-Garrido, Rodolfo Peña-Chávez, Nicole Catricheo-Villagrán, María Cofre-Hidalgo, Axel Sepúlveda-Troncoso, Javier Vergara-Rivera*..... 271

## **Bioquímica Nutricional**

### **Efectos del consumo de aceite de pescado sobre indicadores de síndrome metabólico en ratas obesas IIMb/Beta**

*Marta Posadas, Gilda Revelant, Verónica Labourdette, María Rosa Venezia, Darío Marinozzi, María Isabel Zingale, María Catalina Olguin*..... 282

## **Ciencia de Alimentos**

### **Evaluación de la capacidad antioxidante, características fisicoquímicas y perfil sensorial de *Opuntia robusta* y *O. ficus-indica*.**

*Areli E. Torres-Bojórquez, Oscar R. García-Rubio, Rita Miranda-López, Anaberta Cardador-Martínez*..... 291

### ***In vitro* antioxidant and bioactive properties of corn (*Zea mays* L.)**

*Paola Fabila-Garca, Octavio Dublán-García, Leobardo M. Gómez-Oliván, R. Baeza-Jiménez, Leticia X. López-Martínez* ..... 300

**INFORMACION PARA LOS AUTORES**..... 309

**INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 67, 2017**..... 311

**INDICE DE AUTORES** ..... 314

**INDICE DE MATERIAS**..... 319

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

---

VOL 67

DECEMBER 2017

N° 4

---

### Contents

Pages

#### RESEARCH PAPERS

##### Food Habits and Food Consumption

**A study of nutritional status and dietary habits among schoolchildren from different indigenous communities within the municipality of Ixhuatlán de Madero, State of Veracruz (Mexico)**

*Cristina García Pura, Emilio González-Jiménez, Juana María Meléndez Torres, Pedro A. García, Carmen J. García García*..... 238

##### Reliability of a questionnaire to evaluate the food balance of school menus

*Cristóbal Llorens-Ivorra, Iлона Arroyo-Bañuls, Joan Quiles-Izquierdo, Miguel Richart-Martínez*..... 251

##### Validity of a questionnaire to estimate vitamin A intake in pregnant women

*Michela T. Isobe, Ivan S. Ferraz, Thalia M. M. Deminice, Alceu A. J. Júnior, Daniela S. Sartorelli, Carlos A. Nogueira-de-Almeida*, ..... 260

<b>The Elderly, Presbyphagia and Food Consumption</b>	
<b>Perception of feeding phenomenon and organoleptic properties of food by a group of elderly people with presbyphagia</b>	
<i>Virginia García-Flores, Marcela Sanhueza-Garrido, Rodolfo Peña-Chávez, Nicole Catricheo-Villagrán, María Cofre-Hidalgo, Axel Sepúlveda-Troncoso, Javier Vergara-Rivera.....</i>	271
<b>Nutritional Biochemistry</b>	
<b>Effects of fish oil consumption on metabolic syndrome parameters in obese H1Mb / Beta rats</b>	
<i>Marta Posadas, Gilda Revelant, Verónica Labourdette, María Rosa Venezia, Darío Marinozzi, María Isabel Zingale, María Catalina Olguin.....</i>	282
<b>Food Science</b>	
<b>Evaluation of antioxidant capacity, physicochemical characteristics and sensory profile of <i>Opuntia robusta</i> and <i>O. ficus-indica</i>.</b>	
<i>Areli E. Torres-Bojórquez, Oscar R. García-Rubio, Rita Miranda-López, Anaberta Cardador-Martínez.....</i>	291
<b><i>In vitro</i> antioxidant and bioactive properties of corn (<i>Zea mays</i> L.)</b>	
<i>Paola Fabila-Garca, Octavio Dublán-García, Leobardo M. Gómez-Oliván, R. Baeza-Jiménez, Leticia X. López-Martínez .....</i>	300
<b>INFORMATION FOR AUTHORS .....</b>	309
<b>GENERAL INDEX OF VOLUME 67, 2017.....</b>	311
<b>AUTHORS INDEX .....</b>	314
<b>SUBJECT INDEX .....</b>	319

## Estudio de la situación nutricional y hábitos alimentarios de escolares de diferentes comunidades indígenas del municipio de Ixhuatlán de Madero, Estado de Veracruz (México)

*Cristina García Pura<sup>1</sup>, Emilio González-Jiménez<sup>2</sup>, Juana María Meléndez Torres<sup>3</sup>,  
Pedro A. García<sup>4</sup>, Carmen J. García García<sup>5</sup>.*

<sup>1</sup>Universidad Veracruzana. Xalapa Enríquez. Veracruz. México, <sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Granada. España. <sup>3</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora, México. <sup>4</sup>Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. España. <sup>5</sup>Facultad de Medicina. Universidad de Granada. España.

**RESUMEN.** México está inmerso en una situación de transición social y nutricional con consecuencias para la población general. Este estudio tuvo como objetivo analizar el estado nutricional de escolares indígenas mexicanos, dependiendo de su género, edad y comunidad indígena y analizar sus hábitos alimenticios. Estudio transversal realizado en 230 escolares (7-12 años de edad), reclutados de seis comunidades indígenas en México. Se evaluó el peso, la talla, talla sentado y el índice de masa corporal (IMC) de los sujetos. Para conocer sus hábitos alimentarios, los sujetos también participaron en una entrevista semi-estructurada y se les pidió que respondieran a un cuestionario de frecuencia de alimentos. Existieron diferencias significativas en la talla y talla sentado por edad ( $p < 0.05$ ) y no por sexo. El 17.8% presentó exceso de peso (sobrepeso + obesidad), con diferencias por edad ( $p < 0.05$ ), siendo superior en chicos (20.3%) frente a chicas (14.8%). Existió asociación ( $p = 0.005$ ) entre estado nutricional y comunidad de pertenencia. Existió una elevada ingesta diaria de carbohidratos (refrescos) 70.8% y de grasa mediante frituras (78.7% de casos). Existe una creciente prevalencia de sobrepeso y obesidad entre la población infantil perteneciente a las comunidades más aisladas y cuyo abastecimiento dependía del acceso a la tienda de cada comunidad.

**Palabras clave:** Estado nutricional; hábitos nutricionales; escolares; indígenas.

**SUMMARY:** A study of nutritional status and dietary habits among schoolchildren from different indigenous communities within the municipality of Ixhuatlán de Madero, State of Veracruz (Mexico). Mexico is currently immersed in a context of social and nutritional transition with important consequences for the general population. This study aimed to analyze the nutritional status of indigenous Mexican school children, depending on their gender, age and indigenous community. We also wished to analyze their eating habits. A cross-sectional study performed on 230 school children (7-12 years of age), recruited from six indigenous communities in Mexico. Weight, standing height, sitting height, and body mass index (BMI) of the subjects were evaluated. To assess their eating habits, the subjects also participated in a semi-structured interview and were asked to respond to a food frequency questionnaire. There were significant differences in standing height and sitting height in regard to age ( $p < 0.05$ ) though not in regard to gender. The 17.8% of the subjects had excess weight (overweight + obesity) with significant differences for age ( $p < 0.05$ ). There was a higher percentage of excess weight among boys (20.3%) than among girls (14.8%). Our study also detected an association ( $p = 0.005$ ) between nutritional status and indigenous community. The eating habits of the children were characterized by a high daily ingestion of carbohydrates in the form of soft drinks (70.8%) and fat from fried foods (78.7%). There is a growing prevalence of overweight and obesity in the child population in the more isolated indigenous communities, whose food supply directly depends on access to grocery stores at each location.

**Key words:** Nutritional status; nutritional habits; schoolchildren; indigenous.

## INTRODUCCIÓN

Estudios recientes sugieren un cambio en los hábitos alimentarios en la población tanto de países desarrollados como de países en vías de desarrollo, posibilitando la coexistencia de situaciones de desnutrición con estados de sobrepeso y obesidad (1). En este contexto, México está inmerso en una situación de transición social y nutricional, donde los cambios socioeconómicos y alimentarios se reflejan en el estado nutricional de la población. Datos procedentes de las Encuestas Nacionales (1988, 1999, 2006 y 2012), muestran la polarización epidemiológica en que vive la población mexicana actualmente: por un lado elevadas cifras de desnutrición y anemias y, por otro, cada día aumentan más las cifras de obesidad y sobrepeso en todos los grupos de población, aunque de forma especial entre los sectores sociales de menor edad (2). Así, en el estado de Veracruz, con las diferentes comunidades indígenas que lo integran, se percibe también este tipo de transición nutricional; en zonas urbanas se registra un foco de desnutrición crónica manifiesta en un 9.8% de la población, conviviendo con un 19% de sobrepeso y un 18.4% de obesidad, mientras en zonas rurales, donde hasta hace unas décadas sólo se registraban problemas de desnutrición, en el año 2006, la Encuesta Nacional de Salud revelaba una prevalencia de sobrepeso y obesidad del 22% entre la población general (2). Esta situación nutricional podría tener su explicación en los efectos que el proceso de globalización está teniendo sobre los hábitos y las costumbres alimentarias de la población mexicana, especialmente cuando se trata de comunidades indígenas con tradiciones alimentarias muy arraigadas, las cuales han hecho posible su supervivencia durante siglos. En la actualidad, en los escasos centros de abastecimiento de alimentos a los que tienen acceso, resulta más económico comprar un litro de cualquier bebida carbonatada que un litro de agua, unido a un

amplio número de alimentos procesados tales como sopas instantáneas, frituras variadas, diferentes tipos de salsas y bollería industrial, entre otros. Todo ello refleja la adaptación de dichas comunidades a un entorno social cada vez más urbano y globalizado, especialmente en materia de alimentación (3). Se trata por tanto de un país que no ha logrado erradicar la desnutrición a pesar de los programas alimentarios puestos en marcha, unido a una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad a edades tempranas, lo que generará individuos que al llegar a su edad adulta tendrán, muy probablemente, problemas cardiovasculares, diabetes mellitus, y una menor capacidad laboral, entre otras consecuencias (4). En este sentido, analizar la situación nutricional así como los hábitos alimentarios de la población infantil de comunidades indígenas pobres de Ixhuatlán de Madero, representa una prioridad como problema de salud pública, ya que permitirá conocer la dimensión del mismo, y delimitar los cambios que a nivel de hábitos nutricionales están sucediendo en esta población indígena, algo sin determinar hasta el momento. Los objetivos de este estudio fueron analizar el estado nutricional de escolares de seis comunidades indígenas mexicanas en función del sexo, edad y comunidad indígena de pertenencia. En segundo lugar, verificar una posible relación entre el estado nutricional y la comunidad indígena de pertenencia. Finalmente, conocer los hábitos alimentarios de los escolares indígenas estudiados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño y población de estudio

Estudio transversal, observacional y descriptivo. La población objeto de estudio fueron 544 sujetos de entre 7 y 17 años. Dada la dificultad de acceso a las poblaciones, solo 325 sujetos fueron examinados para su elegibilidad, de los cuales únicamente 230 completaron el estudio, todos ellos de entre 7 y 12 años de edad. A

lo largo de la fase de reclutamiento no se observó sesgo estadístico de inclusión o por autoselección de los participantes. Se seleccionaron dichas edades porque es durante este período y hasta los 17 años, cuando se producen los cambios somatológicos más importantes del desarrollo (5). Asimismo, no fueron incluidos sujetos en edades de 13 y 17 años de edad, fundamentalmente por la negativa de los menores a participar y por la no autorización en muchos casos de los padres. Todos los niños y niñas participantes pertenecían a seis comunidades indígenas de habla náhuatl del Estado de Veracruz, México. Estas comunidades fueron clasificadas por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (6) como comunidades con alto índice de marginación y pobreza. Las comunidades se sitúan en torno a una altiplanicie ubicada dentro del municipio de Ixhuatlán de Madero y se denominan: Loma Bonita, Ampliación Mirador, Siete Palmas Barrio Arriba, Siete Palmas Barrio Abajo, El Campo y Ojital Cuayo, siendo entre ellas las más aisladas Loma Bonita, Ampliación Mirador y Siete Palmas Barrio Abajo. Todas las comunidades comparten sistemas culturales similares, además de un nivel socioeconómico bajo, elevada marginalidad y mínimas opciones de empleo. Fueron excluidos de participar en el estudio, niños y niñas que presentaran algún problema de carácter físico o psíquico, dado que la toma de datos antropométricos en personas con cierta discapacidad debe realizarse de forma distinta y considerando valores de referencia diferentes (7).

### **Recogida de datos**

Para analizar el estado nutricional fue necesario realizar una evaluación antropométrica, siguiendo las recomendaciones del Protocolo Pediátrico Europeo (2004) (8). En dicha evaluación fueron valoradas las variables peso corporal, talla, talla sentada, así como el índice de masa corporal (IMC). Para definir el estado nutricional se consideraron

los criterios establecidos por el Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC) (9), según los cuales, valores de IMC comprendidos entre los percentiles 85 y 95 fueron utilizados para definir sobrepeso, valores de IMC comprendidos entre los percentiles 95 y 97 para obesidad y, por encima del percentil 97 para definir obesidad mórbida. Para medir la talla y la talla sentado de los sujetos se utilizó un estadímetro marca GPM; la medición se realizó en centímetros. La determinación del peso de los sujetos se llevó a cabo mediante una balanza electrónica marca TANITA H-D 314, autocalibrable y dotada de una precisión de hasta cien gramos. Todas las determinaciones antropométricas fueron realizadas en el ámbito escolar, a primera hora de la mañana (8:00 am). Para ello, cada centro educativo facilitó al equipo investigador un habitáculo dentro de sus instalaciones, generalmente el aula de usos múltiple.

El estudio de hábitos alimentarios de los sujetos se llevó a cabo durante el primer día de contacto con cada familia y a primera hora de la mañana, mediante la realización de una entrevista semiestructurada a la persona responsable de la alimentación diaria del menor, generalmente la madre. La entrevista fue realizada y transcrita en todos los casos por el mismo investigador, constando de nueve preguntas de respuesta abierta. Dichas preguntas permitían recoger información sobre el número de tomas de alimento realizadas a diario, causas que motivaban la realización de ese número de tomas de alimento, alimentos que el hijo/a consumía en cada toma de alimento, frecuencia con la que faltaba comida en el hogar familiar, lavado de frutas y verduras antes de su consumo, preocupación por la cantidad de comida ingerida a diario por su hijo/a, motivos que justifican la elección de un alimento u otro durante la compra, persona responsable de elaborar la comida a diario en el hogar familiar, procedencia de la carne y el pescado consumido (de caza y pesca propias o adquirido en el mercado). A fin

de establecer la validez de contenidos de dicho instrumento se utilizó el Coeficiente de Validez de Contenido Total (Cvct), siendo la puntuación obtenida de 0,84 otorgando con ello validez al instrumento.

Por otro lado, también durante el primer día, la madre o tutora responsable de la alimentación del menor a diario debía complementar un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario, el cual recogía además datos socioeconómicos del niño y su entorno familiar, incluyendo información sobre el nivel educativo de los padres, profesión del padre y de la madre y nivel económico expresado como “ingreso medio en pesos al mes”. Cuando la madre o tutora responsable era analfabeta, el cuestionario era complementado por el investigador con ayuda de ésta. El cuestionario utilizado fue elaborado por el equipo investigador, teniendo como referencia cuestionarios anteriores de otros estudios. La consistencia interna total del instrumento, esto es, el grado de consistencia del instrumento para medir lo esperado (fiabilidad del instrumento) se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, evidenciando una buena consistencia interna (Alpha de Cronbach = 0,75).

Se siguieron las directrices y principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos establecidos en la Asociación Médica Mundial (AMM) en la Declaración de Helsinki (Finlandia, 1994) y revisados periódicamente en sucesivas asambleas, siendo la más reciente la 64ª Asamblea General, celebrada en Fortaleza (Brasil) en octubre de 2013. Todos los alumnos participantes y sus padres o tutores legales, fueron informados detalladamente sobre los objetivos del estudio y características del mismo. Los padres o tutores legales, autorizaron la participación de los menores mediante la firma de un consentimiento informado.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS, versión 20.0. Se utilizó la

prueba de Shapiro-Wilk para comprobar si los valores de las variables cuantitativas seguían una distribución normal. No se consideraron transformaciones para las variables en las que no se observó normalidad (peso e IMC). La estadística descriptiva comprendió frecuencias para variables cualitativas y media y desviación estándar para las cuantitativas. Las pruebas de hipótesis utilizadas fueron Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ), para medir la asociación entre variables categóricas y la prueba t de Student para muestras independientes para variables numéricas en caso de normalidad y el test de Wilcoxon en el supuesto de no normalidad. Para contrastar hipótesis sobre variables referidas a factores con más de dos niveles, se utilizó el análisis de la varianza y el test de Kruskal-Wallis, en caso de normalidad y no normalidad respectivamente. Para todas las pruebas de hipótesis el nivel de significación estadística fue  $p < 0,05$ . Asimismo se utilizó un Análisis de Correspondencias Simple (ACS) para el análisis de la asociación del estado nutricional y la comunidad de procedencia.

## RESULTADOS

La población de escolares estudiada muestra una distribución en cuanto al sexo muy semejante, un 52,8% ( $n = 123$ ) eran chicos seguido de un 47,2% ( $n = 107$ ) de chicas. En general, el nivel educativo parental era bajo, tanto en padres como en madres. Un porcentaje muy alto de los padres (43,7%) no terminaron la educación primaria con una tasa de analfabetismo del 2%. Entre las madres, un porcentaje igualmente elevado (47,1%) no terminaron la educación primaria, siendo la tasa de analfabetismo del 6%. Socioeconómicamente, en los grupos domésticos estudiados se observó que en las familias nucleares es el hombre el jefe del hogar, de él depende económicamente el mantenimiento de la familia. Por su parte, las madres eran las responsables del cuidado y la alimentación de todo el grupo doméstico. Las

personas que trabajaban fuera del hogar eran mayoritariamente hombres (96%), siendo responsables de las tareas agrícolas para el autoconsumo de la familia. Únicamente un 2% de las mujeres poseían un trabajo remunerado siendo aquellas que tenían permitida la venta de alimentos en el patio de los colegios. En general, la mitad de las familias y grupos domésticos estudiados contaban con menos de mil pesos al mes (unos 170 euros al cambio) para su subsistencia, dedicando más del 70% del ingreso mensual a la alimentación, lo que les sitúa en un nivel de pobreza extremo.

En la Tabla 1 se muestran las principales características antropométricas de la población estudiada. Así, para la variable peso no se encontraron diferencias significativas por sexo ( $p = 0,372$ ) mientras que por edad si se aprecian ( $p < 0,05$ ). Se observó que los valores de peso se incrementaban conforme aumentaba la edad de los sujetos, excepto entre los 9 y 10 años, período durante el cual se observó un receso.

En la variable talla, al igual que el peso, no se encontraron diferencias significativas por sexo ( $p = 0,745$ ) y si por edad ( $p < 0,05$ ). Sus valores aumentaban conforme avanzaba la edad de los sujetos, observándose una ralentización en los 10 años.

En relación a la variable talla sentado, no se observaron dife-

TABLA 1. Características antropométricas de los escolares según edad, sexo y comunidad de pertenencia.

Edad	N	Peso (kg)			Talla (cm)			Talla sentada (cm)		
		X $\pm$ DT	Min	Max	X $\pm$ DT	Min	Max	X $\pm$ DT	Min	Max
7	32	21,2 $\pm$ 4,3	14,2	34	116,5 $\pm$ 5,1	107,4	126,1	63 $\pm$ 3,3	55,6	70,2
8	27	23,7 $\pm$ 4,1	18	33,5	121,8 $\pm$ 4,8	110,8	133,0	65,1 $\pm$ 2,7	59,5	79,9
9	38	27,1 $\pm$ 5,8	18,5	48,2	127,6 $\pm$ 5,5	115,2	138,4	67,4 $\pm$ 3,3	61,3	75
10	45	32,2 $\pm$ 7,1	20,1	49	133,2 $\pm$ 6,9	113,8	145,5	70,5 $\pm$ 3,7	57,4	80,5
11	44	34,6 $\pm$ 7,7	23,6	53,4	138,4 $\pm$ 7,7	123,5	155,7	73,1 $\pm$ 4,2	65,1	83
12	44	38,9 $\pm$ 10,1	25,3	74,1	142,6 $\pm$ 5,6	131,3	153,8	75,1 $\pm$ 6,1	48,9	88
Sexo	N	Peso (kg)			Talla (cm)			Talla sentada (cm)		
		X $\pm$ DT	Min	Max	X $\pm$ DT	Min	Max	X $\pm$ DT	Min	Max
Chicos	123	21,2 $\pm$ 4,3	14,2	34	116,5 $\pm$ 5,1	107,4	126,1	63 $\pm$ 3,3	55,6	70,2
Chicas	107	32,2 $\pm$ 7,1	20,1	49	133,2 $\pm$ 6,94	113,8	145,5	70,4 $\pm$ 3,7	57,4	80,5
Comunidad	N	Peso (kg)			Talla (cm)			Talla sentada (cm)		
		X $\pm$ DT	Min	Max	X $\pm$ DT	Min	Max	X $\pm$ DT	Min	Max
Loma Bonita	15	39,2 $\pm$ 16,7	16,4	74,1	136,9 $\pm$ 11,5	113,3	150,3	72,3 $\pm$ 9,1	59,1	88,0
Ampliación Mirador	29	28,7 $\pm$ 7,2	19,4	45,3	128,6 $\pm$ 9,5	112,3	145,1	68,7 $\pm$ 5,3	61,2	81,0
Siete Palmas Barrio Arriba	37	33,9 $\pm$ 9,5	14,2	50,3	135,7 $\pm$ 11,3	107,4	153,8	72,1 $\pm$ 6,1	57,4	82,9
Siete Palmas Barrio Abajo	47	31,8 $\pm$ 9,3	17,3	55,0	131,4 $\pm$ 11,3	110,8	151,3	69,8 $\pm$ 5,5	59,1	81,0
El Campo	25	30,1 $\pm$ 8,2	19,2	47,1	133,7 $\pm$ 11,0	113,8	155,7	69,8 $\pm$ 6,7	48,9	83,0
Ojital Cuayo	77	27,5 $\pm$ 6,6	15,9	53,4	128,8 $\pm$ 9,4	108,7	153,5	68,3 $\pm$ 4,8	55,6	79,2

Los datos se expresan en X = media, DT = desviación típica, Min = mínimo y Max = máximo, N = número de casos.



Entre las chicas y distinguiendo por grupos de edad se observa cómo las mayores tasas de sobrepeso se presentaron entre los 10 y los 12 años de edad. Entre los chicos, se apreciaron mayores tasas de sobrepeso a los 8 y 10 años seguido de los 11 y 12 años respectivamente. A nivel general, entre la población estudiada presentaron exceso de peso (sobrepeso + obesidad) un 17.8% de casos, observándose diferencias estadísticamente significativas para la edad ( $p < 0,05$ ) y no para el sexo ( $p = 0,505$ ), siendo su prevalencia mayor entre los chicos (20,3%) frente a las chicas (14,8%).

Analizando el estado nutricional de los sujetos según IMC y atendiendo a la comunidad de pertenencia (Tabla 2), los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,001$ ).

Además, en la Figura 1 y mediante un análisis de correspondencias simple (Paqueteca, R-project), se muestra la asociación existente entre las comunidades estudiadas y el estado nutricional de los sujetos. Para representar gráficamente la asociación entre la comunidad de pertenencia y estado nutricional de los sujetos, se han considerado todas las observaciones de obesidad y obesidad mórbida dentro de la categoría sobrepeso. En las comunidades Siete Palmas Abajo, Ampliación Mirador, Ojital Cuayo y El Campo se observó una mayor prevalencia de normopeso. Por su parte, era en las comunidades de Loma Bonita y Siete Palmas Barrio Arriba donde existía un menor número de sujetos en normopeso. El estadístico  $\chi^2$  asociado (30,61), ( $p < 0,005$ ), evidenció una asociación entre el estado nutricional de los sujetos y la comunidad de pertenencia.

Con relación al estudio de los hábitos alimentarios, en la Tabla 3 se muestran las ingestas

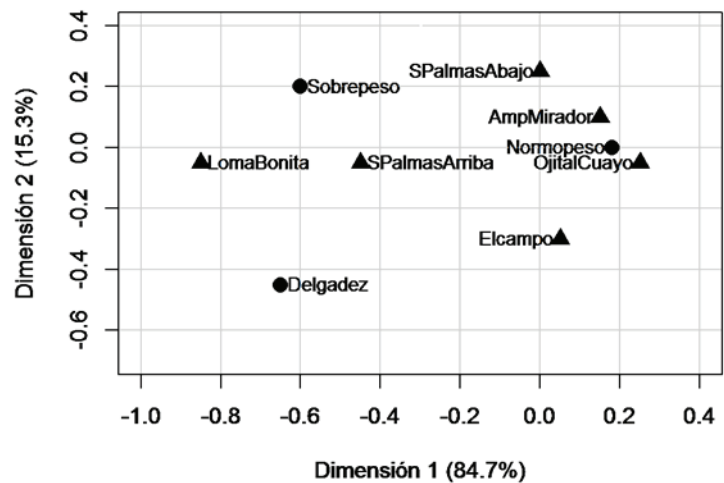


FIGURA 1. Mapa perceptual (ACS) de las categorías de los atributos analizados.

de alimento que realizaban los escolares según el sexo y la comunidad a la cual pertenecían. Se observó que la toma de alimento principal era la comida de medio día, siendo realizada por todos los escolares y en todas las comunidades. De lunes a viernes, en el recreo, la mayoría de los niños (73%) no ingerían nada. De aquellos que sí lo hacían un 33% consumían frituras, refrescos, chucherías, productos todos ellos vendidos en el lugar de recreo. El restante 4% ingería productos aportados por la madre o tutora durante el recreo y que generalmente eran enchiladas o enfrijoladas. Durante la cena, con frecuencia ingerían café con galletas o pan dulce y fruta.

En relación al tipo de alimentación que seguían los escolares, en la Tabla 4 se muestra la frecuencia de consumo de los principales alimentos que integraban su alimentación. Se observó que el maíz y el frijol (cultivados por las familias para su propio consumo) eran alimentos básicos y consumidos a diario por el 100% de los niños en las comunidades estudiadas. Les seguían con una ingesta elevada el chile, café, los refrescos, productos consumidos a diario por la mayoría de escolares estudiados. Alimentos como el huevo, pollo, pastas, arroz, leche,

TABLA 3. Tomas diarias de alimento de los escolares según sexo y comunidad de pertenencia.

Sexo	Desayuno (7.00-7.30 am)		Media mañana (10.00-10.30 am)		Comida (15.00-15.30 pm)		Cena (18.00-19.00 pm)	
Chicos	16,7%		27%		100%		79,3%	
Chicas	23,9%		13,8%		100%		51,7%	

Comunidad	%	Tipo alimento	%	Tipo alimento	%	Tipo alimento	%	Tipo alimento
Ampliación Mirador	12	Galletas, pan	32	Frituras, dulces,	100	Sopas, guiso,	10	Café, leche,
Barrio Arriba Siete Palmas	16	dulce, café,	42	enfrijolada, tacos	100	platos donde la base es	15	galletas, pan
Barrio Abajo	18	leche, agua.	34	de huevo.	100	el maíz	11	dulce y fruta.
Loma Bonita	9		48		100		4	
Ojital Cuayo	21		11		100		18	
El Campo	27		21		100		12	

% = porcentaje

TABLA 4. Frecuencia de consumo de alimentos en los escolares.

Alimentos	Diario		Varias veces/semana		Nunca	
	N	%	N	%	N	%
Maíz	230	100	-	-	-	-
Frijol	230	100	-	-	-	-
Chile	214	93	16	7	-	-
Café	199	86,52	21	9,14	10	4,34
Refresco	163	70,86	67	29,13	-	-
Pan-galletas	66	28,70	164	71,30	-	-
Frituras	-	-	181	78,70	-	-
Leche	-	-	198	86,07	-	-
Huevo	-	-	230	100	-	-
Pollo	-	-	230	100	-	-
Arroz y pasta	-	-	225	97,80	5	22
Verduras y hortalizas	-	-	101	43	129	56
Frutas	-	-	23	10,90	107	46,52
Dulces	-	-	174	75,60	56	24,40
Pescado-marisco	-	-	61	26,52	169	73,48
Agua natural	-	-	57	24,77	173	75,21
Cerdo	-	-	24	10,20	206	89,80
Ternera	-	-	-	-	230	100
Carne de caza	-	-	-	-	230	100
Atole	-	-	-	-	230	100

N = número de casos, % = porcentaje

frituras, dulces, pan y galletas eran de consumo muy frecuente durante la semana. En el caso del pollo y los huevos, ambos alimentos procedían de la crianza de animales en el seno de cada familia. Otros alimentos que nunca ingerían eran la carne de ternera, productos de caza e incluso los atoles, estos últimos antes muy consumidos. Por su parte, el cerdo era ingerido durante varias veces a la semana por solo un 10,2% de los participantes. Únicamente el 24,7% de los sujetos bebía agua natural varias veces a la semana, circunstancia que contrastaba con una elevada ingesta de refrescos. Se aprecia, además, que más de la mitad de los niños no tomaban a diario verduras, hortalizas, pescados, mariscos ni fruta.

## DISCUSIÓN

Este estudio proporciona datos originales y novedosos sobre la situación socioeconómica, el estado nutricional y hábitos alimentarios de niños pertenecientes a comunidades indígenas nahuas ubicadas en la vertiente este de la Mesa de Cacahuatenco. Las comunidades estudiadas se encuentran inmersas dentro de la definición de poblaciones pobres, que según el artículo 36 de la Ley General de Desarrollo Social del CONEVAL (10), son aquellas poblaciones donde no existe un ingreso continuo per cápita, unido a una inseguridad alimentaria constante, entendida ésta como lo define la FAO (11): “falta de acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir las necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana”. Todo lo anterior, unido a que son comunidades ubicadas en zonas rurales, con ocasionales problemas de accesibilidad como consecuencia de inundaciones y deslaves en temporada de lluvias, serán en su conjunto factores que condicionen el estado de salud de la población indígena y en particular de la población infantil.

El análisis del estado nutricional refleja

aspectos relevantes a considerar. Así, la variable peso se comporta de forma diferente en niños y niñas, encontrándose la población estudiada por debajo de los estándares de referencia del National Center for Health Statistics (NCSH) (12). Con respecto a la talla, sus valores entre las chicas se incrementaban con la edad, aunque por debajo de la media de los chicos, hasta alcanzar los 10 años, momento en el cual rebasaba la media de los chicos, coincidiendo, como en el caso del peso, con el inicio de la pubertad, momento en el cual la estatura tiende a estabilizarse. Por el contrario, los chicos continúan creciendo, por el hecho biológico de que ellos aún no han alcanzado la pubertad. Esta asincronía que redundará en dimorfismo sexual ha sido descrita igualmente por estudios previos en otras poblaciones infantiles de México (13), así como por otros estudios con poblaciones infantiles europeas (14). En relación a la variable talla sentado y en la línea de lo descrito por otros estudios (15), su evolución difiere igualmente entre ambos sexos a partir del desarrollo puberal, momento a partir del cual el crecimiento se acelera considerablemente entre las niñas frente a los niños.

Atendiendo a la comunidad indígena de pertenencia y su relación con el estado nutricional de los sujetos, los resultados obtenidos mostraron una asociación significativa, apreciándose una mayor prevalencia de normopeso entre sujetos de las comunidades de Ojital Cuayo, Ampliación Mirador, El Campo y Siete Palmas Barrio Abajo. Por su parte, era en las comunidades de Loma Bonita y Siete Palmas Barrio Arriba donde existía un menor número de sujetos en situación de normopeso. Estas diferencias en el estado nutricional dentro de cada comunidad podrían tener su explicación en el grado de aislamiento y, consecuentemente, en el desigual acceso a los alimentos que sus habitantes tenían. Así, en las comunidades más alejadas de la cabecera municipal, esto es, Loma Bonita y Siete Palmas Barrio Arriba, sus habitantes tienen un menor

acceso a alimentos proteicos como la carne y el pescado, pastas y verduras en general, dado que solo se pueden adquirir en el mercado semanal o tiendas de la cabecera municipal (6).

Considerando la variable IMC, a nivel general, entre la población estudiada presentaban bajo peso o delgadez un número reducido de sujetos de ambos sexos, coincidiendo con lo reportado por otros estudios con poblaciones geográfica y culturalmente diferentes (16). Se encontró exceso de peso (sobrepeso + obesidad) en un 17,8% de casos, siendo los chicos los más afectados (20,3%) frente a las chicas (14,8%). Estos resultados difieren de los hallazgos descritos por Méndez-Villa y colaboradores (17), quienes en una población de escolares mexicanos de Querétaro describen una prevalencia general de sobrepeso y obesidad del 47,3%. En el caso del estudio desarrollado por Rincón y colaboradores (18), en 922 niños venezolanos de la ciudad de Mérida, se observa una prevalencia de sobrepeso y obesidad considerablemente inferior a la de este estudio (9,5% de sobrepeso y 7,9% obesidad respectivamente). En otros estudios como el desarrollado por Rosique y colaboradores (19), en niños indígenas de Embera (Colombia), sus autores describen una prevalencia de sobrepeso del 33%, muy por encima de la observada en nuestro estudio. Estas diferencias en términos de prevalencia, podrían tener su explicación en las diferentes características culturales, geográficas y sociodemográficas de las poblaciones analizadas en cada estudio.

En lo referente a las tomas de alimento, los resultados de este estudio muestran que un elevado número de niños y niñas (80% aproximadamente), acuden al colegio diariamente sin desayunar, seguido de un 20% quienes solo toman un vaso de leche o café con un pan dulce. Estos hallazgos resultan preocupantes ya que según el Comité de Expertos de la Academia Americana de Pediatría (20), el hábito del desayuno constituye un factor de gran importancia para mantener un adecuado

estado nutricional. Estudios con población infantil y adolescente española (21), muestran una situación igualmente preocupante sobre la omisión del desayuno, si bien, el número de sujetos que no desayunan a diario es considerablemente inferior al observado entre los niños y adolescentes indígenas de este estudio. Otros estudios como el desarrollado por Flores-Huerta y colaboradores (2008) (22), en una población de 2532 escolares de la Ciudad de México, encuentran tasas de omisión del desayuno igualmente elevadas, esto es, sólo el 72,2% de los niños desayunaban a diario antes de acudir al colegio y hasta un 27,8% de escolares asistía a diario a la escuela en situación de ayuno. De estos resultados se desprende la necesidad de realizar nuevos estudios a fin de analizar los factores que intervienen en la adopción de hábitos poco saludables como es la omisión de algunas de las principales tomas de alimento.

Por otro lado, más del 60% de niños y niñas no realizan ninguna toma de alimento a media mañana, y, si lo hacen, su consumo se restringe a frituras industriales, golosinas y algunas veces enchiladas o tacos de huevo, en un 61% de casos acompañado de refresco. Estos resultados difieren de lo descrito por estudios previos (23). Dicha omisión de alimento a media mañana, hace aún más necesaria la realización de una adecuada merienda escolar, particularmente entre aquellos escolares que omiten el desayuno a diario. En lo referente a la comida y la cena, todos los niños y niñas realizan la toma de mediodía o comida y hasta un 80% de ellos la cena, resultados éstos similares a los descritos por otros autores (24).

Por su parte, el análisis de frecuencia de consumo de alimentos muestra que el maíz es el alimento básico para los niños de estas comunidades. Aunque este producto junto con el frijol y el chile se sitúan en la base de la alimentación infantil, a estos alimentos se suman los refrescos, pan dulce y frituras como base diaria de las comidas. En cambio las verduras y hortalizas, frutas y carnes en general son

alimentos de muy bajo consumo. En términos generales, las comunidades estudiadas presentan un patrón de alimentación caracterizado por una ingesta elevada de azúcares mediante la ingesta de refrescos y harinas industriales, así como de grasa por medio de frituras. Estos hallazgos muestran un evidente patrón de consumo tendiente a afianzar la denominada dieta occidental, la cual llevará a su vez a una creciente prevalencia de sobrepeso y la obesidad. Estos resultados coinciden con lo descrito por Balcazar y colaboradores (25) con indígenas tarahumaras y con lo reportado por Arnaud y colaboradores (26) con población de Oaxaca. Todos ellos concluyen que la desnutrición y el sobrepeso conviven en las comunidades indígenas de México, que por lo general se sitúan en condiciones de extrema pobreza.

De acuerdo con Cabrera (27), estos resultados evidencian una transformación del modelo alimentario tradicional de estas comunidades, apreciándose un creciente consumo de determinados alimentos, esto es, prestando una mayor atención a productos nuevos como los refrescos embotellados, ricos en azúcares y harinas industriales. Niños y niñas de estas comunidades alegan que los sabores de estos productos son mejores que los de frutas y verduras, dejando de lado sus propiedades nutricionales. Ejemplo de ello son las bebidas tradicionales que, como el atole, han sido sustituidas entre la población infantil por aguas con saborizantes artificiales y ricas en azúcares. En esta misma línea, muchas de las mujeres responsables de la alimentación de la familia, durante la entrevista comentaban que el consumo de ciertos alimentos publicitados en televisión o de consumo habitual en la ciudad, les hacía tener una mayor consideración social; esto es, dejaban de ser “indios”. Esta circunstancia representa un claro ejemplo de pérdida de identidad cultural, en este caso, a través de la práctica alimentaria. Además, aquellas poblaciones más alejadas de la

cabecera municipal (Loma Bonita, Ampliación Mirador y Siete Palmas Barrio Abajo), y por ello con un menor acceso a la comida industrializada y refrescos, son por el contrario, las comunidades con mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad entre los niños, frente a aquellas otras más cercanas a la cabecera del municipio, donde el acceso a este tipo de productos es algo más sencillo. En nuestra opinión, este fenómeno podría explicarse en base a que las poblaciones más alejadas son aquellas que tienen mayor población indígena y un menor número de mestizos, y para ellos el dejar de ser “indio” y con ello mejorar su nivel socioeconómico, depende fundamentalmente de asumir las prácticas alimentarias más urbanas. Este estudio posee como limitación la ausencia de información sobre variables potencialmente influyentes en el desarrollo de sobrepeso y obesidad como es el nivel de actividad física y tiempo de sedentarismo. Otra limitación es el reducido porcentaje de sujetos que declaró consumir agua natural durante varias veces a la semana (24,7%), lo cual podría indicar una infravaloración por los participantes sobre la ingesta de agua autodeclarada.

## CONCLUSIONES

En conclusión, los resultados obtenidos muestran una creciente prevalencia de sobrepeso y obesidad entre la población infantil perteneciente a las comunidades más aisladas y cuyo consumo alimentario depende de la disponibilidad de alimentos que les ofrece el comercio. Todo ello ha condicionado un alejamiento del modelo alimentario tradicional de estas comunidades indígenas. Estos resultados constituyen una referencia importante para futuros estudios, siendo los primeros datos originales publicados sobre población infantil indígena mexicana perteneciente al municipio de Ixhuatlán de Madero, en el estado de Veracruz.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la participación en este estudio de las familias y niños de las comunidades indígenas de Ixhuatlán de Madero.

## REFERENCIAS

- Anzman-Frasca S, Mueller MP, Sliwa S, Dolan PR, Harelick L, Roberts SB, Washburn K, Economos CD. Changes in children's meal orders following healthy menu modifications at a regional U.S. restaurant chain. *Obesity (Silver Spring)*. 2015;23(5):1055-1062.
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT). Resultados por Entidad Federativa. Veracruz. Instituto Nacional de Salud Pública y Secretaría de Salubridad y Asistencia, 2012.
- Meléndez Torres JM, Cañez de la Fuente GM, Frías Jaramillo E. Comportamiento alimentario y obesidad infantil en Sonora, México. *Rev Latinoam Cienc Soc Niñez Juv*. 2010;8(2):331-347.
- García Pura C. Alimentación y nutrición infantil en comunidades indígenas de Ixhuatlán de Madero (Veracruz), México. Un abordaje desde la antropología. Tesis Doctoral. Universidad de Granada; 2012.
- Faulhaber J. Somatometría de la adolescencia. Universidad Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, 1989.
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Regiones indígenas de México, 2010. [Consultado 20 de Octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.gob.mx/cdi>
- González-Jiménez E, Schmidt-RioValle J, Montero-Alonso MA, Padez C, García García CJ, Perona JS. Influence of Biochemical and Anthropometric Factors on the Presence of Insulin Resistance in Adolescents. *Biol Res Nurs*. 2016;18(5):541-548.
- Sobradillo B, Agirre A, Aresti U, et al. Curvas y tablas de crecimiento (Estudio longitudinal y transversal). Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo. Bilbao: Fundación Faustino Orbeago; 2004.
- Center of Disease Control/NCHS. CDC growth charts: United States, 2000. [Consultado 15 de Enero de 2016]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/>
- Consejo Nacional de la Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Evaluación de la pobreza en México, 2010. [Consultado 8 de Enero de 2016]. Disponible en: [http://www.coneval.gob.mx/contenido/med\\_pobreza/3967.pdf](http://www.coneval.gob.mx/contenido/med_pobreza/3967.pdf).
- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO). La nueva carga del mundo en desarrollo: la obesidad, 2006. [Consultado 5 de Diciembre de 2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/home/en/>
- National Center for Health Statistics (NCHS), Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Clinical growth charts, 2000. *Advance Data*. 2000; 314. [Consultado 3 de Diciembre de 2015]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nchs/data/ad/ad314.pdf>.
- Ramírez E, Grijalva-Haro MI, Ponce JA, Valencia ME. Prevalence of overweight and obesity in northwest Mexico by three references of body mass index: differences in classification. *Arch Latinoam Nutr*. 2006;56(3):251-256.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Gobierno de España. Estudio de prevalencia de la obesidad infantil. Estudio ALADINO (Alimentación, Actividad física, Desarrollo Infantil y Obesidad). Estrategia NAOS. Disponible en: <http://www.naos.aesan.msps.es/naos/investigacion/aladino>.
- Winham DM. Growth status among low-income Mexican and Mexican-American elementary school children. *Am J Hum Biol*. 2012;24(5):690-695.
- Zhang YX. Changes in the nutritional status of children and adolescents in Shandong, China. *Public Health Nutr*. 2016;28:1-4. [Epub ahead of print].
- Méndez-Villa L, García-Solís P, Solís-S JC, García-Gutiérrez DG, Pérez-Mora VA, Robles-Osorio L, Sampson-Zaldívar E. Alta de yodo y sal Tomas y obesidad no modifican la función tiroidea en México escolares. *Biol Trace Elem Res*. 2015;22. [Epub ahead of print].
- Rincón Y, Paoli M, Zerpa Y, Briceño Y, Gómez

- R, Camacho N, Martínez JL, Valeri L, Grupo de Estudio CREDEFAR. Sobrepeso-obesidad y factores de riesgo cardiometabólico en niños y adolescentes de la ciudad de Mérida, Venezuela. *Invest Clin* 2015;56(4):389-405.
19. Rosique J, Restrepo M, Manjarrés L, Gálvez A, Santa J. Estado nutricional y hábitos alimentarios en indígenas embera de Colombia. *Rev Chil Nutr.* 2010; 37 (3): 270-80.
20. Barlow SE and the Expert Committee. Expert Committee Recommendations Regarding the Prevention, Assessment, and Treatment of Child and Adolescent Overweight and Obesity: Summary Report. *Pediatrics.* 2007;120:164-169.
21. Moreno LA, Gottrand F, Huybrechts I, Ruiz JR, González-Gross M, DeHenauw S; HELENA Study Group. Nutrition and lifestyle in European adolescents: the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) study. *Adv Nutr.* 2014;5(5):615S-623S.
22. Flores-Huerta S, Klünder-Klünder M, Medina-Bravo P. Elementary school facilities as an opportunity to prevent overweight and obesity in childhood. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2008; 65: 626-638.
23. Fugas V, Berta E, Walz F, Fortino MA, Martinelli MI. Breakfast habit and quality in students from two public primary schools in the city of Santa Fe. *Arch Argent Pediatr.* 2013;111(6):502-507.
24. Sámano R, Zelonka R, Martínez-Rojano H, Sánchez-Jiménez B, Ramírez C, Ovando G. Asociación del índice de masa corporal y conductas de riesgo en el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes mexicanos. *Arch Latinoam Nutr.* 2012;62(2):145-154.
25. Balcazar M, Pasquet P, De Garine I. Dieta actividad física y estado de nutrición en escolares tarahumaras de México. *Rev Chil Salud Pública.* 2009;13(1):59-72.
26. Arnaud MR, López Frías M, Mataix Verdú J. Entorno social y desnutrición en niños de 1 a 4 años de comunidades indígenas de México. *Rev Esp Nutr Comunitaria.* 2005; 11(3): 128-134.
27. Cabrera C. Política social: cambios y resultados. En: Cordera R, Cabrera C (coord.): *La Política Social en México: Tendencias y Perspectivas*: 70. Facultad de Economía. UNAM, México, 2007.

Recibido: 23-05-2017  
Aceptado: 05-08-2017

## Fiabilidad de un cuestionario para evaluar el equilibrio alimentario de menús escolares

*Cristóbal Llorens-Ivorra<sup>1</sup>, Ilona Arroyo-Bañuls<sup>2</sup>, Joan Quiles-Izquierdo<sup>3</sup>, Miguel Richart-Martínez<sup>4</sup>.*

<sup>1</sup>Centro de Salud Pública de Dénia, FISABIO, Valencia, España; Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante, España. <sup>2</sup>Conselleria d'Educació, Cultura i Esport. Generalitat Valenciana. España. <sup>3</sup>Dirección General de Salud Pública. Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. Generalitat Valenciana. España. FISABIO, Valencia, España. CIBERESP. <sup>4</sup>Departamento de Enfermería de la Universidad de Alicante. España.

**RESUMEN:** Una adecuada planificación del menú escolar puede servir como estrategia en la prevención de la obesidad infantil y las enfermedades crónicas no transmisibles. El objetivo del estudio fue aportar evidencias de fiabilidad de un cuestionario capaz de evaluar el equilibrio alimentario (cualitativo) de menús escolares. El cuestionario estudiado constaba de 17 ítems referidos a grupos de alimentos, técnicas culinarias y la combinación de los platos para su uso en la evaluación de la oferta alimentaria en comedores escolares (cuestionario EQ-MEs). Para la fiabilidad se analizó la reproducibilidad (coeficiente de correlación intraclase y de Pearson), tanto el grado de acuerdo intraobservador como entre dos observadores, de una muestra de 255 planificaciones mensuales de menús para 20 días ofrecidos en la Comunitat Valenciana (España). Se completó el estudio con el análisis gráfico de Bland-Altman. La asociación intraobservador mostró un coeficiente de correlación intraclase entre 0,940 y 1, y de Pearson entre 0,900 y 0,990. La comparativa interobservadores reflejó una asociación con valores entre 0,771 y 0,980 para el coeficiente de correlación intraclase (excepto para el ítem combinación de platos con 0,516), y entre 0,895 y 0,845 para el de Pearson (excepto para el ítem combinación de platos con 0,350). El análisis gráfico de Bland-Altman mostró también las altas asociaciones encontradas. En conclusión, el cuestionario EQ-MEs es un instrumento fiable para evaluar el equilibrio de menús escolares, de fácil utilización y que permite clasificarlos.

**Palabras clave:** Menú escolar; fiabilidad; cuestionario; escuela primaria.

**SUMMARY:** **Reliability of a questionnaire to evaluate the food balance of school menus.** Proper school menu planning can serve as a strategy in the prevention of childhood obesity and chronic non-communicable diseases. The aim of the study was to provide reliable evidence of a questionnaire that allows to evaluate the food balance of school menus. There was studied the reliability of a questionnaire of 17 articles referred to groups of food, culinary technologies and the combination of the plates for his use in the evaluation of the food offer in school dining rooms (questionnaire EQ-MEs). For the reliability there was analyzed the reproducibility (intraclass correlation coefficient and of Pearson), so much degree of agreement intra-observer as between two observers, of a sample of 255 monthly plannings of menus for 20 days offered in the Valencian Community (Spain). The study was completed with the Bland-Altman graphical analysis. The association test-retest showed an intraclass correlation coefficient between 0.940 and 1, and of Pearson between 0.900 and 0.990. Comparative inter-observers it reflected an association with values between 0.771 and 0.980 for the intraclass correlation coefficient (except for the article combination of plates with 0.516), and between 0.895 and 0.845 for that of Pearson (except for the article combination of plates with 0.350). Bland-Altman's graphical analysis showed also the high opposing associations. In conclusion, the EQ-MEs questionnaire is a reliable instrument to evaluate the balance of school menus, easy to use and classifying them.

**Key words:** School menu; reliability; questionnaire; primary school.

## INTRODUCCIÓN

Una alimentación adecuada en la infancia y adolescencia es imprescindible para el correcto crecimiento y desarrollo. Junto a otros hábitos de vida saludable, previene el desarrollo de enfermedades como las cardiovasculares, la diabetes, la obesidad o el cáncer. Además, los hábitos alimentarios se fijan en estos primeros años y perduran en el tiempo (1).

En este sentido, el comedor escolar desempeña un cometido importante, no sólo por la ingesta, sino por su función educativa que lleva asociada. Sirve de vehículo de educación nutricional, reforzando el conocimiento adquirido con la práctica de una alimentación saludable. El medio escolar, junto al familiar, representa el ámbito pedagógico de mayor influencia para la adquisición de hábitos alimentarios y estilos de vida saludables. Las actividades a adoptar por los centros escolares en aspectos nutricionales deberían ser ejemplarizantes y contribuir, en consecuencia, a evitar el exceso de peso corporal en niños y adolescentes.

El comedor escolar también tiene gran relevancia en el entorno mediterráneo, tanto por el número de escolares que lo usan, como por hacerse cargo de una de las más importantes ingestas del día. De forma orientativa, y por ser la comida del medio día, la principal en los países mediterráneos, debería proveer el 30-35% de la energía y nutrientes que los escolares necesitan cada día (2). Según fuentes del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, el 31,15% de los alumnos de educación primaria lo usaron durante 9 meses, 5 días a la semana durante el curso 2013-2014 (3). Las comunidades autónomas donde mayor número de escolares utilizaron el comedor escolar fueron País Vasco (66,65%), Madrid (54,9%) y Navarra (47,23%), observándose un menor uso en la Región de Murcia (10,8%), y las ciudades de Ceuta (9,87%) y Melilla (6,55%).

El estudio ALADINO 2015 (4) (escolares de 6 a 9 años) en España, muestra un incremento de su uso pasando del 39% al 44,05%. En algunas comunidades autónomas, como la Comunitat Valenciana, su utilización también se ha incrementado en los últimos años, pasando del 18,6% en 2001 y el 34,7% en 2005, al 55,2% en 2010 (5).

A la hora de planificar los menús escolares, no sólo se tiene que pensar en el contenido de nutrientes, sino también en la forma en la que son suministrados, es decir, cuáles son los alimentos elegidos, cómo se preparan y con qué frecuencia semanal son servidos (6). Y no sólo es importante la correcta planificación del menú escolar para el equilibrio de la alimentación infantil, sino también su evaluación, para comprobar que cumple las recomendaciones (2).

También hay evidencias de que los servicios de comedor escolar contribuyen a mejorar los hábitos saludables de la población infantil (6). Incluso encontramos un efecto protector del comedor escolar en la obesidad infantil (4,7). Por otra parte, estudios realizados en otros países en los que los escolares eligen su menú (tipo autoservicio), reflejan que no cumplen con las recomendaciones (8,9).

Este aspecto, unido al incremento de la prevalencia mundial de obesidad infantil y sus complicaciones (10), ha propiciado diferentes iniciativas basadas en la implementación de normas para la adecuación del menú escolar a una nutrición sana como estrategia para reducir la obesidad infantil, como el ejemplo de la OMS (11).

La prevalencia de exceso de peso (sobrepeso y obesidad) en población infantil en España se encuentra entre las mayores de Europa, según diversos estudios entre el 41,3% y el 45,4% (4).

Por todo ello, hay un creciente interés por la calidad de los menús escolares y el diseño

de instrumentos para proceder a su evaluación (12-14). Aunque existen cuestionarios validados que miden los hábitos de vida o el consumo alimentario (15-17), se carece de un instrumento validado que permita evaluar el equilibrio de un menú escolar. Se entiende que un menú escolar está equilibrado (2,14) cuando contiene las raciones de los grupos de alimentos en su cantidad recomendada, permitiendo un correcto crecimiento y desarrollo de los escolares.

El objetivo de este estudio es aportar evidencias de fiabilidad de un cuestionario que permita evaluar el equilibrio alimentario (cualitativo) de menús escolares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Es un estudio instrumental para la valoración de la fiabilidad de un cuestionario para evaluar el equilibrio alimentario de menús escolares y su clasificación.

El cuestionario, denominado Equilibrio alimentario de Menús Escolares (EQ-MEs), recoge el número de raciones de los distintos grupos de alimentos y otras características (Tabla 1). Su diseño y contenido se validó por un panel de expertos en nutrición y salud pública, a partir de recomendaciones de organismos oficiales, en un estudio previo (14). También en otro estudio previo se aportaron evidencias de validez discriminante (tipo de colegio, ubicación geográfica, empresa responsable de su elaboración) (18).

TABLA 1: Cuestionario EQ-MEs, con el Índice y Escala de Equilibrio.

GRUPO DE ALIMENTO	Recomendaciones de raciones mensuales (14)	Puntuación según cumplimiento de recomendaciones
1. Hortalizas frescas; ensalada	16 – 20	0-1
2. Verdura cocida	4 – 8	0-1
3. Total patatas	4 – 8	0-1
4. Patatas fritas	0 – 3	0-1
5. Pasta y arroz	8 – 12	0-1
6. Legumbres	6 – 8	0-1
7. Total carne	6 – 10	0-1
8. Derivados cárnicos: embutido, fiambres, Frankfurt...	0 – 3	0-1
9. Total pescado	8 – 12	0-1
10. Pescado precocinado: varitas, formas...	0 – 3	0-1
11. Pescado azul	4 – 8	0-1
12. Otros precocinados o fritos: empanadillas, croquetas, nuggets	0 – 3	0-1
13. Total huevos	4 – 6	0-1
14. Total lácteos	0 – 4	0-1
15. Postre dulce: natillas, flan, helado, mousse	0 – 3	0-1
16. Fruta natural	16 – 20	0-1
17. Buena combinación (días)	15 – 20	0-1
Índice de equilibrio:		0-17
Buena información (días)	15-20; <15 menú no valorable	
Escala de equilibrio		
De 0 a 3 puntos	Muy poco equilibrado	
De 4 a 8 puntos	Poco equilibrado	
De 9 a 13 puntos	Adecuado	
De 14 a 17 puntos	Equilibrado	

Los colegios eran de educación primaria (de 6 a 12 años), de la Comunitat Valenciana (España) con gestión del comedor propia del centro escolar o mediada por una empresa externa.

El cuestionario está conformado por 17 ítems referidos a grupos de alimentos (verdura cruda o ensalada, otros tipos de verdura, patatas, cereales como arroz o pasta, legumbres, carne, pescado, huevos, lácteos y fruta fresca), alimentos específicos (derivados

cárnicos, pescado azul y postre dulce), técnicas culinarias (patatas fritas, pescado precocinado y fritos) y la combinación del primer y segundo plato en el menú diario. Se considera que un menú diario está mal combinado cuando el ingrediente principal del primer plato es del mismo grupo que el del segundo plato, o la guarnición del segundo es del mismo grupo que el ingrediente principal del primero. Los ingredientes principales del primer y segundo plato se consideran como una ración, y los ingredientes secundarios o guarniciones como media ración. Cada uno de estos ítems (número total de raciones) se compara con la recomendación de consumo mensual de su grupo, otorgándole el valor 0 si no la cumple y 1 si la cumple. La puntuación final se obtiene sumando los puntos de los 17 ítems, dando lugar al índice EQ-MEs (rango entre 0-17 puntos). La ordenación según este índice permite realizar una clasificación del equilibrio del menú: se considera “muy poco equilibrado”, de 0 a 3 puntos; se clasifica como “poco equilibrado”, de 4 a 8 puntos; se considera “adecuado”, de 9 a 13 puntos; y se clasifica como “equilibrado”, entre 14 y 17 puntos.

Con una muestra de 255 planificaciones mensuales de 20 menús cada uno, se analizó la fiabilidad (19,20). Se determinó la reproducibilidad (coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el coeficiente de correlación de Pearson), tanto para valorar el grado de acuerdo intraobservador (observador 1) como para valorar el grado de acuerdo interobservadores (entre el observador 1 y el observador 2).

Las evaluaciones del grado de acuerdo por parte del observador 1 se hicieron con un año de diferencia, en 2014 y 2015. La evaluación del observador 2 se produjo en 2016. Ambos investigadores son nutricionistas y con formación previa para utilizar el cuestionario EQ-MEs.

Con la misma muestra de 255 planificaciones

de menús, se completó el estudio de la fiabilidad con el análisis gráfico de Bland-Altman, con el que se puso de manifiesto el grado de acuerdo mediante dos gráficas que comparaban la media de los puntos del cuestionario (tanto intraobservador como entre observador 1 y observador 2) y la diferencia de esas medias.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS v.17, con un grado de confianza del 95%.

## RESULTADOS

Los valores de CCI con respecto al grado de acuerdo intraobservador se muestran en la tabla 2, siendo considerados muy buenos, entre 0,940 y 1. El recuento de puntos del cuestionario obtuvo 0,997 y la escala 0,992. El coeficiente de correlación de Pearson mostró una asociación fuerte, entre 0,900 y 0,990. El recuento de puntos del cuestionario obtuvo 0,994 y la escala 0,984.

En los resultados de la comparativa interobservadores (Tabla 3) los valores de CCI también fueron buenos o muy buenos (entre 0,771 y 0,980), si se exceptúa el ítem de combinación de platos (0,516), que fue moderado. El recuento de puntos del cuestionario obtuvo 0,895 y la escala 0,845. El coeficiente de correlación de Pearson tuvo una correlación débil para el ítem de combinación de platos (0,350). Para el resto de ítems fue moderada o fuerte (0,628-0,971), donde el recuento de puntos del cuestionario obtuvo 0,811 y la escala 0,730.

El análisis gráfico de Bland-Altman reflejó el excelente grado de estabilidad intraobservador (Figura 1), con una diferencia entre las medias de -0,02 (IC95% = 0,23; -0,27), y el muy buen grado de acuerdo entre observadores (Figura 2), con una diferencia entre las medias de 0,14 (IC95% = 1,36; -1,08), ya que la mayoría de los puntos se encontraban entre las dos líneas de  $\pm 2DT$ .

TABLA 2. Correlación intraobservador entre grupos de alimentos, puntuación y resultados de la escala.

Ítems*	Media 1 <sup>a</sup> observación (DT)	Media 2 <sup>a</sup> observación (DT)	CCI (IC95%)	R de Pearson
Ensalada	16,51 (5,91)	16,48 (5,93)	0,999 (0,999-0,999)	0,998a
Verdura cocida	5,84 (1,83)	5,84 (1,83)	1 (0,999-1)	0,999a
Patata	4,76 (2,18)	4,77 (2,18)	0,999 (0,999-0,999)	0,998a
Patata frita	3,38 (2,04)	3,38 (2,04)	1 (1-1)	1a
Arroz-Pasta	12,55 (1,73)	12,55 (1,73)	1 (1-1)	0,999a
Legumbre	5,35 (1,37)	5,35 (1,37)	1 (0,999-1)	0,999a
Carne	13,44 (2,11)	13,43 (2,1)	1 (1-1)	0,999a
Embutido	2,6 (1,34)	2,59 (1,34)	1 (1-1)	1a
Pescado	7,53 (1,9)	7,53 (1,9)	1 (1-1)	1a
Pescado Azul	1,73 (1,36)	1,72 (1,34)	0,998 (0,997-0,998)	0,996a
Pescado precocinado	2,67 (1,42)	2,65 (1,42)	0,988 (0,984-0,990)	0,980a
Huevo	4,2 (1,44)	4,19 (1,45)	1 (0,999-1)	0,999a
Fritos	4,24 (1,88)	4,24 (1,88)	1 (1-1)	1a
Lácteo	6,21 (4,49)	6,21 (4,49)	0,997 (0,996-0,998)	0,994a
Postre dulce	1,92 (2,44)	1,83 (2,28)	0,949 (0,935-0,960)	0,906a
Fruta	14,48 (3,08)	14,5 (3,06)	0,991 (0,989-0,993)	0,982a
Combinación	16,92 (2,1)	16,92 (2,1)	1 (1-1)	1a
Puntos**	9,17 (2,28)	9,18 (2,27)	0,997 (0,996-0,998)	0,994a
Escala***	1,61 (0,5)	1,62 (0,5)	0,992 (0,990-0,994)	0,984a

DT: Desviación Típica; CCI: Coeficiente de Correlación Intraclase; IC: Intervalo de Confianza al 95%

\*raciones/mes; \*\*0-17 puntos; \*\*\*0-3; ap<0.001

TABLA 3. Concordancia interobservadores entre grupos de alimentos, puntuación y resultados de la escala.

Ítems*	Media 1 <sup>a</sup> observación (DT)	Media 2 <sup>a</sup> observación (DT)	CCI (IC95%)	R de Pearson
Ensalada	16,51 (5,91)	16,72 (5,87)	0,985 (0,981-0,988)	0,971a
Verdura cocida	5,84 (1,83)	7,55 (2)	0,777 (0,715-0,826)	0,640a
Patata	4,76 (2,18)	5,01 (2,1)	0,917 (0,894-0,935)	0,847a
Patata frita	3,38 (2,04)	2,98 (1,88)	0,927 (0,907-0,943)	0,867a
Arroz-Pasta	12,55 (1,73)	11,75 (1,69)	0,885 (0,853-0,910)	0,794a
Legumbre	5,35 (1,37)	4,98 (1,42)	0,906 (0,879-0,926)	0,829a
Carne	13,44 (2,11)	13,67 (2,17)	0,883 (0,851-0,909)	0,795a
Embutido	2,6 (1,34)	3,39 (1,6)	0,799 (0,742-0,843)	0,677a
Pescado	7,53 (1,9)	7,51 (2,13)	0,920 (0,897-0,937)	0,859a
Pescado Azul	1,73 (1,36)	1,68 (1,27)	0,885 (0,852-0,910)	0,795a
Pescado precocinado	2,67 (1,42)	1,95 (1,39)	0,847 (0,805-0,881)	0,735a
Huevo	4,2 (1,44)	3,94 (1,48)	0,925 (0,904-0,942)	0,861a
Fritos	4,24 (1,88)	4,26 (1,99)	0,771 (0,706-0,821)	0,628a
Lácteo	6,21 (4,49)	6,19 (4,51)	0,954 (0,942-0,964)	0,913a
Postre dulce	1,92 (2,44)	1,75 (2,13)	0,892 (0,862-0,916)	0,812a
Fruta	14,48 (3,08)	14,43 (3,06)	0,965 (0,955-0,973)	0,933a
Combinación	16,92 (2,1)	18,24 (1,91)	0,516 (0,318-0,622)	0,350a
Puntos**	9,17 (2,28)	9,27 (2,29)	0,895 (0,866-0,918)	0,811a
Escala***	1,61 (0,5)	1,61 (0,49)	0,845 (0,990-0,994)	0,733a

DT: Desviación Típica; CCI: Coeficiente de Correlación Intraclase; IC: Intervalo de Confianza al 95%

\*raciones/mes; \*\*0-17 puntos; \*\*\*0-3; ap<0.001

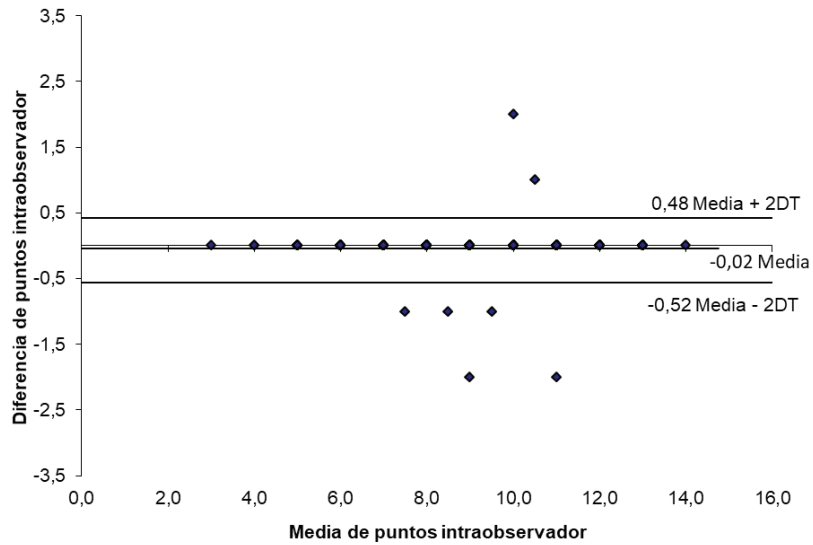


FIGURA 1. Gráfico Bland-Altman para la estimación del acuerdo intraobservador de los puntos del cuestionario EQ-MEs.

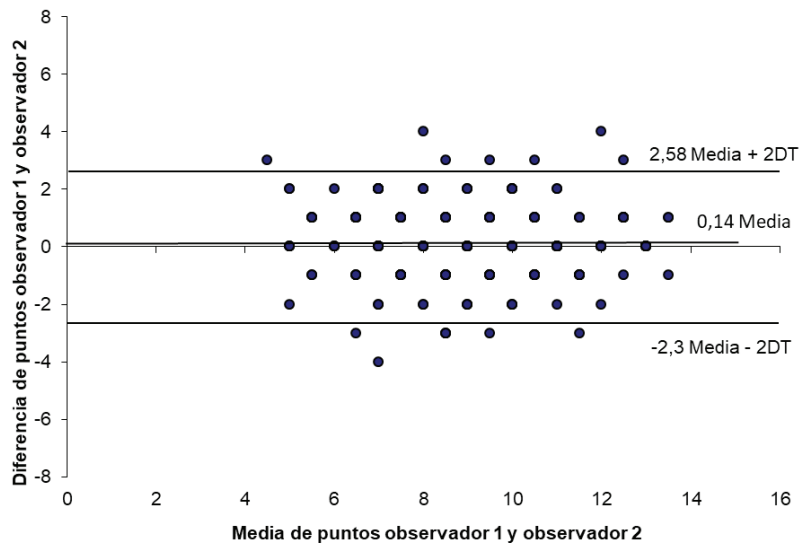


FIGURA 2. Gráfico Bland-Altman para la estimación del acuerdo de los puntos del cuestionario EQ-MEs entre observador 1 y observador 2.

**DISCUSIÓN**

El objetivo del estudio fue aportar evidencias de fiabilidad del cuestionario EQ-MEs, que permite evaluar el equilibrio alimentario de menús escolares. La validez basada en el contenido

y otras evidencias de validez discriminante ya fueron reportadas previamente (14,18). Por otro lado, el instrumento es muy fiable, pues mostró un alto grado de acuerdo intraobservador y un buen acuerdo entre observadores.

No se pueden comparar los resultados con otros estudios de fiabilidad de cuestionarios de evaluación de menús escolares, pero sí se pueden comparar con otros que validan cuestionarios de frecuencia de consumo alimentario infantil.

El grado de acuerdo intraobservador con el coeficiente de correlación de Pearson está entre 0,900 y 0,990, mayor que en otros estudios de validación de cuestionarios de alimentación y actividad física de escolares entre 8 y 12 años en México (0,572-0,827) (15), así como en niños y adolescentes japoneses entre 3 y 16 años (0,540-0,840) (16). El rango del acuerdo intraobservador medida con el CCI oscila entre 0,940 y 1. El intervalo en otros estudios es menor, encontrándose entre 0,310-0,750 (21) en un trabajo sobre la fiabilidad de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos ricos en calcio en EEUU, en escolares entre 5 y 21 años; entre 0,300-0,820 (22) en la valoración de la reproducibilidad de un cuestionario administrado a padres daneses de niños de 3 a 9 años; entre 0,310-0,730 (23) en la valoración de la fiabilidad de un cuestionario administrado a padres libaneses de niños de 5 a 10 años; y entre 0,350-0,780 (17) en la valoración de la reproducibilidad de un cuestionario en niños neozelandeses de 9 a 10 años.

Exceptuando la correlación moderada del ítem de combinación de platos (CCI=0,516 y r de Pearson=0,350), se pueden resaltar los buenos resultados de la armonía interobservadores (CCI entre 0,771-0,980 y r de Pearson entre 0,628-0,971), aunque no es posible compararlos con otros estudios, ya que en el caso de test-retest los cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos los contesta siempre la misma persona, y en el cuestionario para evaluar un menú lo pueden cumplimentar diferentes evaluadores.

El análisis gráfico de Bland-Altman permite visualizar el grado de acuerdo de las puntuaciones de las diferentes evaluaciones del

equilibrio de los menús escolares. Este método se utiliza en algunos estudios (16, 22, 23) para aportar información adicional y alternativa, de una manera muy visual y sencilla, sobre la fiabilidad de cuestionarios de frecuencia de consumo alimentario. En este sentido, la fiabilidad del cuestionario EQ-Mes se comporta de manera similar a estos estudios. En la Figura 1 se observan menor número de puntos (aunque el número de menús analizados es el mismo), ya que la mayoría coinciden en la línea de la diferencia de puntos del número cero.

Entre las limitaciones encontradas en el estudio presentado se destaca la dificultad de recuento de algunos ingredientes principales o secundarios en determinados platos del menú ofrecido en papel. Se debe a la falta de información al no especificar el ingrediente secundario o la guarnición, o al propio nombre de la receta (si no se detallan los ingredientes), o la interpretación del plato (si incluye o no verdura, etc.). La combinación del primer y segundo plato también puede llevar en ocasiones a alguna confusión entre observadores por la clasificación de los ingredientes en principales o secundarios y su pertenencia al mismo grupo. También puede aparecer el sesgo del cálculo del grado de acuerdo intraobservador, que puede sobreestimar el acuerdo por el efecto del recuerdo, de la memoria de la primera valoración sobre la segunda. Sesgo que es poco probable en este estudio porque entre las dos evaluaciones dista un año.

## CONCLUSIONES

El cuestionario EQ-MEs es un instrumento fiable para evaluar el equilibrio alimentario de menús escolares. Es fácil de utilizar y permite clasificar los menús escolares.

La utilización de este cuestionario puede ser relevante para la planificación y el diseño de

políticas públicas que permitan el control de la obesidad infantil y las enfermedades crónicas no transmisibles en el ámbito escolar.

### REFERENCIAS

1. Moreno JM, Galiano MJ. Alimentación del niño preescolar, escolar y del adolescente. *Pediatría Integral*. 2015;XIX:268-76.
2. De Arpe C, Villarino A. La nutrición y el comedor escolar: su influencia sobre la salud actual y futura de los escolares. En: *Nutrición y alimentación en el ámbito escolar*. Madrid, Jesús Román Martínez Álvarez, editor; 2012.p.45-57.
3. Alumnado usuario de servicios complementarios por titularidad del centro, comunidad autónoma/provincia, tipo de servicio y enseñanza. *Educabase*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. [Consultado el 15-09-2016] Disponible en: <http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/no-universitaria/centros/centros-servicios-estadisticas/2013-2014-Ultimos-RD.html>.
4. Estudio ALADINO 2015: Estudio de Vigilancia del crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2016.
5. Viedma P, Torner MJ, Irlas MA, López R, editores. *Encuesta de Salud de la Comunitat Valenciana*. Valencia: Generalitat, Conselleria de Sanitat;2012.498p.
6. Raulio S, Roos E, Pártala R. School and workplace meals promote healthy food habits. *Public Health Nutr*. 2010;13:987-92.
7. Zurriaga O, Pérez-Panadés J, Quiles J, Costa MG, Anes Y, Quinones C, et al. The OBICE study: a case-control study based on sentinel networks. *Public Health Nutr*. 2011;14:1105-13.
8. Nelson M, Lowes K, Hwang V. The contribution of school meals to food consumption and nutrient intakes of young people aged 4-8 years in England. *Public Health Nutr*. 2007;10:652-62.
9. Woods J, Bressan A, Langelaan C, Mallon A, Palermo C. Australian school canteens: menu guideline adherence or avoidance? *Health Promot J Austr*. 2014;25:110-15.
10. Herouvi D, Karanasios E, Karayianni C, Karavanaki K. Cardiovascular disease in childhood: the role of obesity. *Eur J Pediatr*. 2013;172:721-32.
11. Organización Mundial de la Salud. Informe de la Comisión para acabar con la obesidad infantil. Ginebra: OMS;2016. Disponible en: [www.who.int/end-childhood-obesity/es](http://www.who.int/end-childhood-obesity/es).
12. Patterson E, Quetel AK, Lilja K, Simma M, Olsson L, Elinder LS. Design, testing and validation of an innovative web-based instrument to evaluate school meal quality. *Public Health Nutr*. 2012;16:1028-36.
13. Mateo B, Canina MA, Ojeda B, Enciso LC, de la Cruz Marcos S, de Miguelsanz JMM, et al. Diseño y aplicación de un cuestionario de calidad dietética de los menús escolares. *Nutr Hosp*. 2015;31:225-35.
14. Llorens-Ivorra C, Quiles-Izquierdo J, Richart-Martínez M, Arroyo-Bañuls I. Diseño de un cuestionario para evaluar el equilibrio alimentario de menús escolares. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2016;20:39-46.
15. Guerrero G, López J, Villaseñor N, Gutiérrez C, Sánchez Y, Santiago L, et al. Diseño y validación de un cuestionario de hábitos de vida de alimentación y actividad física para escolares de 8-12 años. *Rev Chil Salu Publica*. 2014;18:249-56.
16. Kobayashi T, Kamimura M, Imai S, Toji C, Okamoto N, Fukui M, et al. Reproducibility and validity of the food frequency questionnaire for estimating habitual dietary intake in children and adolescents. *Nutr J*. 2011;10:27.
17. Saeedi P, Skeaff SA, Wong JE, Skidmore PM. Reproducibility and relative validity of a short food frequency questionnaire in 9-10 year-old children. *Nutrients*. 2016;8:271.
18. Llorens-Ivorra C, Arroyo-Bañuls I, Quiles-Izquierdo J, Richart-Martínez M. Evaluación del equilibrio alimentario de los menús escolares de la Comunidad Valenciana (España) mediante un cuestionario. *Gac Sanit*. En prensa 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.01.010>.
19. Carvajal A, Centeno C, Watson R, Martínez M, Sanz Rubiales A. ¿Cómo validar un instrumento de medida de la salud? *An Sist Sanit Navar*. 2011;34:63-72.

20. Mokkink LB, Prinsen CAC, Bouter LM, de Vet HC, Terwee CB. The COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments (COSMIN) and how to select an outcome measurement instrument. *Braz J Phys Ther.* 2016;20:105-13.
21. Ollberding NJ, Gilsanz V, Lappe JM, Oberfield SE, Shepherd JA, Winer K, et al. Reproducibility and intermethod reliability of a calcium food frequency questionnaire for use in hispanic, non-hispanic black, and non-hispanic white youth. *J Acad Nutr Diet.* 2015;115:519-26.
22. Buch-Andersen T, Pérez-Cueto FJA, Toft U. Relative validity and reproducibility of a parent-administered semi-quantitative FFQ for assessing food intake in Danish children aged 3-9 years. *Public Health Nutr.* 2015;19:1184-94.
23. Moghames P, Hammami N, Hwalla N, Yazbeck N, Shoaib H, Nasreddine L, et al. Validity and reliability of a food frequency questionnaire to estimate dietary intake among Lebanese children. *Nutr J.* 2016;15:4.

Recibido: 05-05-2017

Aceptado: 25-09-2017

## Validity of a questionnaire to estimate vitamin A intake in pregnant women

*Michela T. Isobe<sup>1</sup>, Ivan S. Ferraz<sup>1</sup>, Thalia M. M. Deminice<sup>1</sup>,  
Alceu A. J. Júnior<sup>1</sup>, Daniela S. Sartorelli<sup>1</sup>, Carlos A. Nogueira-de-Almeida<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil.

<sup>2</sup>Federal University of São Carlos - UFSCAR, São Carlos, SP, Brazil.

**SUMMARY:** The objective was to assess the relative validity of a food frequency questionnaire (FFQ) to estimate daily vitamin A intake in pregnant women using two biomarkers as references, maternal serum retinol and breast milk retinol. This is an observational, descriptive, analytical, cross-sectional study. FFQ was applied to 161 pregnant women at the largest public maternity hospital in Ribeirão Preto, Brazil. The FFQ recall period was the last 30 days before childbirth. The mother was asked if she had consumed or not each food item over the last 30 days, how often and which portion size. Samples of maternal blood and breast milk for determination of retinol concentrations were collected. Partial Pearson correlation test, agreement by kappa quadratic statistics, cross-classification into quartiles and the method of triads with two biomarkers were performed. The mean FFQ intake of vitamin A was 875 µg/day and the frequency of inadequate intake was 52.8%. Low correlation coefficients were observed between the FFQ and both biomarkers. In cross-classification, considering foods sources with or without provitamin A, 63.6% to 68.3% of the results fell into the same or adjacent quartiles, respectively; less than 10% of all results were classified into opposite quartiles. The validity coefficient of the FFQ was 0.484. FFQ performed better when considering only food sources of preformed vitamin A and both biomarkers ( $\rho=0.554$ ). As a conclusion, FFQ provided an estimate of vitamin A intake with moderate accuracy, being suitable to rank pregnant women according to categories of intake.

**Key words:** Food Consumption, validation studies, vitamin A, pregnant women, nutritional status

**RESUMO:** Validação de um questionário para estimar a ingestão de vitamina A em mulheres grávidas.

O objetivo foi avaliar a validade relativa de um Questionário de Frequência Alimentar (QFA) para estimar o consumo de vitamina A em mulheres grávidas usando dois biomarcadores como referência, retinol sérico materno e retinol de leite materno. Trata-se de um estudo observacional, descritivo, analítico e transversal. O QFA foi aplicado a 161 gestantes na maior maternidade pública de Ribeirão Preto. O período de abrangência do QFA foi de 30 dias antes do parto. Questionava-se à mãe se ela havia ingerido ou não cada item de alimento contido em um álbum fotográfico nos últimos 30 dias e qual era a frequência e o tamanho da porção consumida. Foram coletadas amostras de sangue materno e leite materno para determinação das concentrações de retinol. Foi realizado o teste de correlação parcial de Pearson, concordância de kappa, classificação cruzada em quartis e o método de triades com dois biomarcadores. A ingestão média pelo QFA de vitamina A foi de 875mg / dia e a frequência de ingestão inadequada foi de 52,8%. Baixos coeficientes de correlação foram observados entre o QFA e ambos os biomarcadores. Na classificação cruzada, considerando fontes de alimentos com ou sem provitamina A, 63,6% a 68,3% dos resultados caíram no mesmo quartil ou adjacentes, respectivamente; Menos de 10% de todos os resultados foram classificados em quartis opostos. O coeficiente de validade do QFA foi de 0,484. O QFA apresentou melhor desempenho quando considerou apenas fontes alimentares de vitamina A pré-formada e ambos os biomarcadores ( $\rho = 0,554$ ). A acurácia do QFA para a estimativa de vitamina A foi considerada moderada, sendo adequado para categorizar as gestantes em categorias de consumo.

**Palavras chave:** Consumo de alimentos, estudos de validação, vitamina A, gestantes, estado nutricional.

## INTRODUCTION

The human embryo depends exclusively on the maternal circulation retinol for its vitamin A supply; it reaches the embryo through the maternal-fetal barrier, that is, the placenta and the yolk sac. In general, circulating retinoid concentrations reflect maternal vitamin A status, which is determined by both the inventories and recent intake; therefore, changes in these concentrations affect the amount of vitamin A available to cross the placenta and reach the fetus (1). This transfer is fundamental since vitamin A has an important role in the processes of cell differentiation and growth of the fetus and is necessary for the development of several organs such as lungs, heart, kidneys and eyes (1). In addition, retinol also plays an important role in early embryo development, skeletal and spinal cord formation, and other neural structures. The extreme deficiency of this micronutrient during pregnancy can lead to the so-called vitamin A deficiency syndrome, characterized by cardiac, pulmonary, skeletal and urinary tract ocular malformations (2). Maternal vitamin A status before and during pregnancy influences its levels in breast milk and in the newborns (3); breast milk is the only source of vitamin A for exclusively breastfed infants (4). Poor vitamin A intake is the primary cause of vitamin A deficiency (VAD), a leading nutritional problem worldwide, which is associated with increased maternal and infant morbidity and mortality (5).

The assessment of dietary intake by appropriate methods is a great challenge in research on health and nutrition. The food frequency questionnaire (FFQ) is a widely used tool for the assessment of food intake at the population level. However, FFQs developed for different population groups have been used to estimate the intake of pregnant women (6) since FFQs developed and validated for this population are still scarce in the scientific literature (7).

The validity of an FFQ is defined by the degree of accuracy with which this method measures the dietary aspect for which it was designed. The lack of a gold standard to estimate food consumption motivates the search for better methods of evaluation.

The method of triads (7) has been used to determine the accuracy of the FFQ compared to the estimate obtained by 24-h recalls or food records and biomarkers. Due to the high intraindividual variability of vitamin A, 19 replications of 24-h recall or food records would be required to estimate the intake during the pregnancy, which would make the use of these methods unfeasible for population studies (8).

In this context, biomarkers have been presented as a potential gold standard in validation studies, since errors generated by them are not only related to ingestion, but also to metabolism. It is important that the compared methods present errors as independent as possible (8). Applying two biomarkers in the same triad seems to be useful regarding measurement errors, but it's still uncommon (9).

The aim of this study was to assess the relative validity of a FFQ for estimating vitamin A intake using biomarkers as references in pregnant women.

## MATERIAL AND METHODS

This is an observational, descriptive, analytical, cross-sectional study. Pregnant women seen at the largest maternity hospital (Centro de Referência de Saúde da Mulher – Mater) of Ribeirão Preto (SP, Brazil) participated in this study. Data were collected between August and October 2012. One hundred sixty-one mother-newborn pairs were selected since the mother had completed FFQ data. Additionally, mothers' blood and breast milk were obtained in order to determine retinol concentrations. This sample

size is considered suitable for validation studies including biomarkers (10).

Inclusion criteria were healthy women aged between 18 and 39 years old (median: 24 years old), mothers of a single healthy fetus born by vaginal or cesarean delivery at term (gestational age between 37 and 42 weeks), with birth weight greater than 2500 g. Exclusion criteria were women under 18 years old, seropositive mothers for human immunodeficiency virus (HIV), mothers with diabetes mellitus, hypertension, lung disease, heart disease, acute infection or bleeding with hemodynamic instability, and premature newborns or term ones with low birth weight, twins, with asphyxia, meconium aspiration or congenital abnormality.

The present study was approved by the Ethics Committee in Research of the University Hospital, Medical School of Ribeirão Preto, Brazil (number 388.724/2013).

### Data collection and analysis

Maternal blood was collected during the initial admission in the antepartum room. Some obstetric and anthropometric data of the mother and newborn were obtained from the medical records or during the postpartum interview, when the mother had already returned to her room.

Breast milk samples (about 1 to 2 ml of colostrum) were collected the day after delivery and before discharge, by manual milking of either breast (if necessary, milking was done on both breasts, until the minimum volume (1 ml) of milk was obtained). On that occasion, the mother also responded to the FFQ.

Both blood samples and colostrum samples were collected in tubes protected from light to prevent photodegradation of vitamin A. After collection, blood samples were centrifuged in the maternity laboratory and the serum was separated and frozen at  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , until the moment of the analyzes. Colostrum samples were immediately

frozen after collection at  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  until the time of analysis.

Samples of blood and breast milk were analyzed at the Laboratory of Nutrition and Metabolism, Department of Internal Medicine, Medical School of Ribeirão Preto, University of São Paulo. Both samples were analyzed by HPLC. The procedure proposed by Arnaud et al. (11) was used for the serum samples and a technique from Giuliano et al. (12) adapted by Ribeiro et al (13) was used for the breast milk samples. The cutoffs for VAD were  $0.70\text{ }\mu\text{mol/L}$  for maternal serum retinol and  $1.05\text{ }\mu\text{mol/L}$  for breast milk retinol (5). The Institute of Medicine criteria was employed to assess pre-pregnancy BMI adequacy (14) and adequacy of BMI was evaluated according to gestational age (15).

### The FFQ

Vitamin A intake was assessed by the Simplified Dietary Assessment (SDA) developed by the International Vitamin A Consultative Group (IVACG), previously adapted to the Brazilian population (16) but not previously validated.

The present study applied a FFQ with 32 items based on the list of potential food sources of vitamin A and carotenoids described by Tuma (16). Some foods were grouped into the same item, e.g. raw kale and stewed kale.

The FFQ recall period was the last 30 days before childbirth. The mother was asked if she had consumed or not each food item over the last 30 days, how often and which portion size. An album with colored pictures of small, medium and large portions of food sources of vitamin A (arranged from top to bottom, a page for each food item), developed by Tuma (16) was used to illustrate the portion sizes, characterizing the questionnaire as semi-quantitative. The mother was asked to point at the picture that was closest to the portion size she had consumed.

Calculation of vitamin A intake using the FFQ

The measurement of vitamin A from data collected with the FFQ was based on the Food Composition Database of the Brazilian Household Budget Survey 2008-2009 (17). For foods which the unit was retinol equivalents (RE), conversion was performed to retinol activity equivalents (RAE) by dividing the value by 2. The medium and larger portion sizes were considered two and three times larger than the small size, respectively (16). Calculations were performed using Microsoft Excel 2010 software and results are reported as RAE/day. The use of supplements during pregnancy was also considered and the amount was added to the intake when a supplement containing vitamin A was reported. Intake values <550 µg RAE were considered inadequate (18).

### Statistical analysis

Descriptive characteristics were presented as mean and standard deviation, and as absolute frequency and percentage. The average income was calculated according to the number of minimum wages in the state of São Paulo in 2012. The Brazil Criteria of economic classification (19) was used.

The Pearson correlation test was applied to determine the correlation between biomarkers and between each biomarker, i.e., maternal serum retinol or breast milk retinol, and estimated vitamin A intake from the FFQ. The amount of vitamin A from supplements was added to the vitamin A intake in a second application of the test in order to determine if the supplement would be an adjustment variable. Additionally, the FFQ was tested to estimate preformed vitamin A, including only foods of animal origin (cakes were excluded). Additional variables were tested as adjustment for the partial correlation analysis. Quadratic kappa statistical analysis and cross-classification into quartiles were performed to assess the agreement between the FFQ and the biomarkers. All data were log transformed prior to analysis.

The method of triads (20) was used to estimate the validity coefficient between the real intake (unknown) and the estimated intake obtained by the FFQ and two biomarkers. Originally, that method is a triangular comparison of an FFQ, a biomarker and reference methods, the latter being 24-hour recall or food record. The validity coefficient is calculated according to the following equations:

$$\rho_{QI} = \sqrt{(r_{QB} \times r_{QR}) + r_{BR}}$$

$$\rho_{BI} = \sqrt{(r_{QB} \times r_{BR}) \div r_{QR}}$$

$$\rho_{RI} = \sqrt{(r_{QR} \times r_{BR}) + r_{QR}}$$

where  $\rho_{QI}$ ,  $\rho_{BI}$  and  $\rho_{RI}$  are validity coefficients between the real intake (I) and the FFQ (Q), the biomarker (B), and the reference method (R), respectively; and  $r_{QB}$ ,  $r_{QR}$  and  $r_{BR}$  represent the correlation between the biomarker and the FFQ, the FFQ and the reference method, the biomarker and the reference method, respectively. In the present study, two biomarkers were used instead of only one with the reference method.

## RESULTS

One hundred sixty-one mother-newborn pairs completed the FFQ and were therefore included in the study. Maternal serum retinol was obtained from all 161 mothers and 140 milk samples were obtained for the determination of retinol; in 21 cases collection was not possible (grounds for refusal or lack of material for laboratory analysis).

Table 1 describes the maternal sociodemographic characteristics, nutritional status and lifestyle. On average, gestational age was 39.7 weeks and mothers were 25.6 years old, reported living with a partner, earned a little more than half the current minimum wage, had at least full elementary education and did not report a risky lifestyle (smoking, alcohol drinking

TABLE 1. Sociodemographic characteristics, nutritional status and lifestyle of 161 mothers seen at Centro de Referência de Saúde da Mulher – Mater. Ribeirão Preto, SP, Brazil, 2012.

Characteristic	Mean (SD)
Age (years)	25.6 (±5.4)
Gestational age (weeks)	39.7 (±1.2)
Monthly per capita income (minimum wage)	0.6 (±0.3)
Living with a partner	Yes
Education (years of study)	109 (67.7)
	<8
	62 (38.5)
	≥8
	99 (61.5)
Use of vitamin and mineral supplements	
	With vitamin A
	15 (9.3)
	Others
	132 (82)
	None
	14 (8.7)
Smokers	17 (10.6)
Consumption of alcoholic beverage	4 (2.5)
Drug use	3 (1.9)
Pre-pregnancy BMI (kg/m <sup>2</sup> )	n=152
	<18.5
	20 (13.2)
	18.5-24.9
	72 (47.4)
	25-29.9
	35 (23.0)
	30+
	25 (16.4)
Pregnancy weight gain*	n=149
	Below the normal value
	36 (24.2)
	Adequate
	35 (23.5)
	Above the normal value
	78 (52.3)

\*According to Atalah, Castillo e Castro(32). BMI: body mass index.

and drug use); most of the mothers had consumed one type of vitamin or mineral supplement but without vitamin A. Additionally, most of the mothers were of normal weight prior to pregnancy, 52.3% showed a larger weight gain relative to their pre-pregnancy weight, and mean gestational weight gain was 14.3 kg.

The median estimate of dietary vitamin A alone was 500.3 µg RAE/day. When considering the vitamin A content of the supplements, the median estimate was 571.8 µg RAE; in both cases the estimate ranged from 51 to 7205 µg RAE. The FFQ was also applied considering only the items containing vitamin A of animal origin (preformed vitamin A), which included only 9 food items: fried beef liver, mozzarella cheese, fried fish or fish cooked with a sauce,

fried egg or omelet, whole milk, fried chicken, butter, margarine and cheese curd. In both cases, vitamin A values ranged from 17 to 7195 µg RAE and the median was 265.8 µg RAE.

Eight (5.0%) mothers had an estimated level of vitamin intake above the tolerable upper intake level (UL), ie, 3000 µg RAE(21), but none of these cases was due to the use of supplements. These data were not excluded. Eight-five mothers (52.8%) had a vitamin intake below that recommended (550 µg RAE) (21). The proportion of mothers with a vitamin intake (only dietary) below the EAR and simultaneously serum retinol ≤0.70 µmol/L was 32.9%.

The mean concentrations of maternal serum retinol and breast milk retinol were 0.66 µmol/L (SD:±0.26 µmol/L) and 2.97 µmol/L (SD:±0.27 µmol/L), respectively. Thirty-six percent of the maternal blood samples had a serum retinol content considered marginal (>0.70 µmol/L and <1.05 µmol/L), and 55.3% of the mothers had VAD (serum retinol ≤0.70 µmol/L). Regarding the milk samples, 27.1% had retinol concentrations <1.05 µmol/L. After logarithmic transformation of the variables with non-normal distribution, the Pearson correlation coefficient was calculated between breast milk retinol and maternal serum retinol (r=0.063).

Cross-classification analysis between the FFQ and each biomarker revealed both a decrease in the proportion of rating on opposite

quartiles and a slightly higher kappa agreement when only preformed vitamin A was considered (Table 2).

Figures 1 and 2 present the results of FFQ analysis by the method of triads - with all items (carotenoids and retinol food sources) and

with only preformed vitamin A food sources, respectively. The best validity coefficient for the FFQ was obtained in the triangular comparison between the biomarkers of retinol in breast milk and in the mother's serum when only preformed vitamin A food sources were considered.

TABLE 2. Kappa agreement and cross-classification between food frequency questionnaire and biomarkers of mothers and newborns seen at Centro de Referência de Saúde da Mulher – Mater. Ribeirão Preto, SP, Brazil, 2012.

	Maternal serum retinol		Breast milk retinol	
	FFQ	FFQ'	FFQ	FFQ'
Same quartile	53 (32.9%)	57 (35.4%)	34 (24.3%)	38 (27.1%)
Adjacent quartile	54 (33.5%)	53 (32.9%)	55 (39.3%)	55 (39.3%)
Opposite quartile	14 (8.7%)	11 (6.8%)	13 (9.3%)	13 (9.3%)
Kappa quadratic	0.215	0.2844	-*	0.0994

FFQ: food frequency questionnaire estimates for total vitamin A. FFQ': food frequency questionnaire estimates for preformed vitamin A; \*not calculated because the observed agreement was lower than random chance.

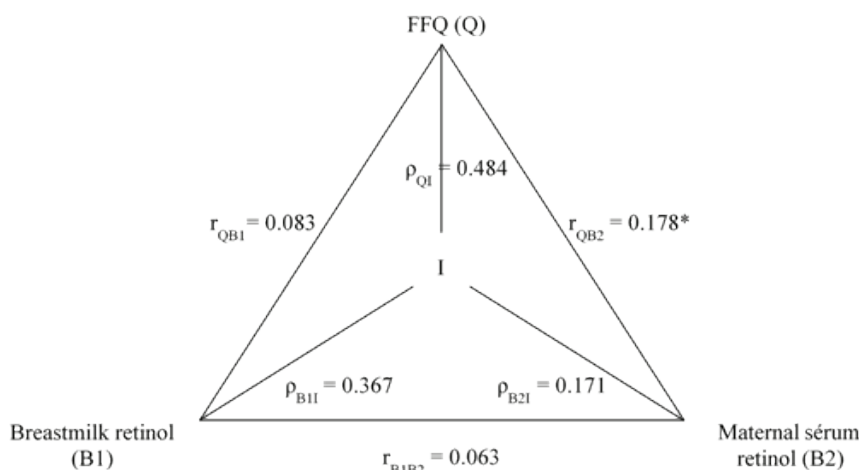


FIGURE 1. Triangular comparison between the FFQ and biomarkers of vitamin A status (maternal serum retinol and breast milk retinol) from mothers and newborns seen at Centro de Referência de Saúde da Mulher – Mater. Ribeirão Preto, SP, Brazil, 2012.

Q: food frequency questionnaire; B1: biomarker 1; B2: biomarker 2; I: real intake; rQB1: correlation between FFQ and B1; rQB2: correlation between FFQ and B2; rB1B2: correlation between biomarkers;  $\rho_{QI}$ : validity coefficient of FFQ;  $\rho_{B1I}$ : validity coefficient of B1;  $\rho_{B2I}$ : validity coefficient of B2. Modified from Kaaks(33); \* $p < 0.05$ .

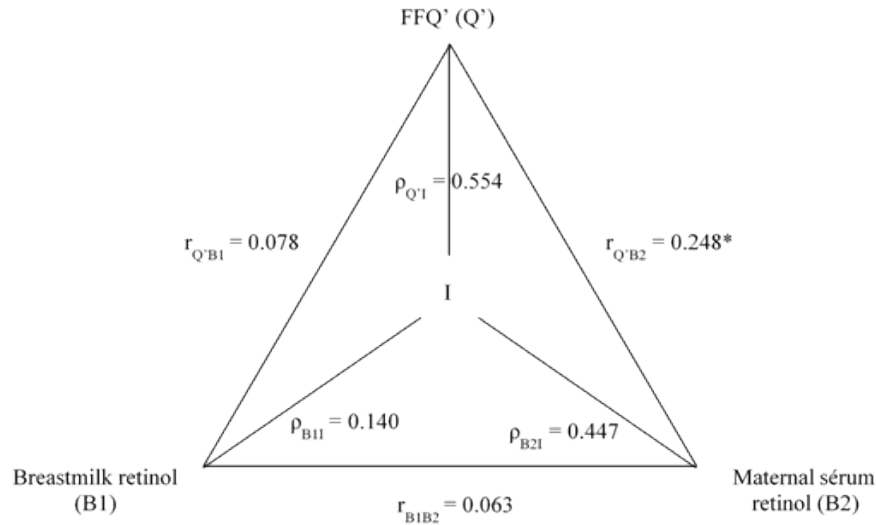


FIGURE 2. Triangular comparison between FFQ' (FFQ estimates for preformed vitamin A) and biomarkers of vitamin A status (maternal serum retinol and breast milk retinol) from mothers and newborns seen at Centro de Referência de Saúde da Mulher – Mater. Ribeirão Preto, SP, Brazil, 2012.

Q': food frequency questionnaire with only preformed vitamin A food sources; B1: biomarker 1; B2: biomarker 2; I: real intake;  $r_{Q'B1}$ : correlation between FFQ' and B1;  $r_{Q'B2}$ : correlation between FFQ' and B2;  $r_{B1B2}$ : correlation between biomarkers;  $\rho_{Q'I}$ : validity coefficient of FFQ';  $\rho_{B1I}$ : validity coefficient of B1;  $\rho_{B2I}$ : validity coefficient of B2. Modified from Kaaks(33); \* $p < 0.05$ .

### DISCUSSION

The objective of the present study was to validate the use of an FFQ to estimate the intake of vitamin A in pregnant women seen at the largest public maternity of Ribeirão Preto, Brazil.

Despite the high frequency of inadequate intake, the FFQ estimated an average intake of vitamin A of 875  $\mu\text{g}/\text{day}$ , higher than the value recommended for pregnant women (EAR: 550  $\mu\text{g}$  RAE; RDA: 770  $\mu\text{g}$  RAE). It should be pointed out that 8 mothers (5.0%) had an estimated vitamin intake above UL (3000  $\mu\text{g}$  RAE) and their data were not excluded from the analysis. These levels were associated with consumption of beef liver, which contains a large amount of preformed vitamin A.

In the present study, although 50% of the

mothers reported excessive weight gain during pregnancy, 52.8% had an inadequate intake of vitamin A; moreover, 55.3% of mothers had serum retinol  $\leq 0.70 \mu\text{mol}/\text{L}$  and 27.1% presented retinol concentrations  $< 1.05 \mu\text{mol}/\text{L}$  in breast milk. The IBGE Institute of Statistics family budget surveys (17) carried out the first Brazilian National Dietary Survey and observed a high prevalence of inadequate intake of micronutrients in the overall population, including a high prevalence of inadequate nutrient intake in pregnant women and also in women of reproductive age: for vitamin A, 71% vs. 72%, respectively. Brazilian women do not change their food consumption during pregnancy in order to reach the increased nutritional goal (22). As reported by the IBGE, Brazilian women have a high consumption of foods with a high-energy content and a low

micronutrient content (17).

It was observed that the FFQ presented a moderate accuracy for the estimate of vitamin A intake by the mothers under study. An additional analysis was performed considering only the food sources of preformed vitamin – which has better bioavailability than provitamin A -, revealing a better performance of the questionnaire. In this analysis, maternal serum retinol was the biomarker that best estimated vitamin A intake (Figures 1 and 2).

In general, the inclusion of vitamin A content from supplements did not improve the correlation coefficients. The same occurred when only preformed vitamin A was considered. Low correlations (less than 0.4) were expected since various factors influence the concentrations of these markers far beyond the nutrient intake, such as absorption, metabolism and physiological regulation (20). However, the correlations between the FFQ estimated vitamin A and biomarkers in the present study was higher than the verified in previous studies conducted among pregnant women in Brazil(23) and Japan(23). In a review of validation studies of FFQs, which included 164 papers, Cade et al. (2004) described that the mean correlation between the estimative of vitamin A (from FFQ) and weighted records was 0.39; when unweighted records and food recalls were used as the reference methods the mean were 0.38, and 0.39, respectively. Finally, when biomarkers were used as the reference method, the mean correlation was 0.35. Regarding the transfer of retinol to human milk, there are still many unknown stages of the process and, therefore, a linear relationship between the vitamin A concentrations in blood and maternal milk cannot be accepted. These observations may help explain the results observed in the present study.

The scientific literature recommends that agreement tests be applied in addition to the

correlation tests and considers as desirable results that indicate over than 50% of subjects being correctly classified, less than 10% misclassified into opposite quartiles and kappa values above 0.4 (24). The present results (Table 2), when considered in the same quartile or adjacent quartile, indicate that the proportion exceeds 60% for any comparison. Low agreement kappa values and a satisfactory result in cross-classification may be related to the distribution of data into quartiles: data close to the cutoff point may be in different quartiles; likewise, data far from each other may be classified in the same quartile (24). This characteristic may influence the correlation values, especially if the sample size is small; this is a limitation of the present study.

The use of biomarkers for reference purposes in the method of triads has an advantage since there is no relationship between the errors measured by them and the measurement errors that occur in dietary investigations. However, the literature indicates that this advantage applies only to recovery biomarkers. Biomarkers of concentration, such as vitamin A (retinol and carotenoids) generally do not have the same quantitative relationship with food intake for all individuals; therefore, their results cannot be transformed into an absolute intake per unit of time. This kind of biomarkers only provides a correlation with food intake. However, the method of triads has been applied in the literature even when using biomarkers of concentration (25). Adjustment for energy could be an alternative to reduce random error when the FFQ provides this type of information (26), although this was not available in the present study. It should be noted that, in the absence of a gold standard for the assessment of dietary intake, validating the FFQ is considered relative(8, 10).

The use of two biomarkers in the same triangular comparison rather than just one excludes the use of a recall or food record, which

is used to reduce the intra- and interpersonal variations. Vitamin A is a nutrient with high individual variability and therefore multiple dietary recalls would be needed to obtain the habitual intake of this micronutrient, with a more difficult process of data collection. Moreover, despite the increased cost of analysis, using two biomarkers may be more advantageous regarding measurement errors (9). Biomarkers have been used separately in distinct triangular comparison analysis; however, the use of two biomarkers in the same triad is exceptional in the scientific literature and has been shown to be an important complement in assessing food intake (27).

A study conducted with 119 Norwegian pregnant women (27) collected urine and blood samples for analysis of flavonoids and carotenoids, respectively. The highest validity coefficient of the FFQ was 0.65 for citrus fruits or juice in a triangular comparison with hesperetin and zeaxanthin and the lowest was 0.37 when the FFQ was compared with phloretin and  $\alpha$ -carotene. In the cross-classification, about 60% of the participants were correctly classified when the FFQ and biomarkers were compared (27). Another study compared two biomarkers (plasma carotenoids and urinary flavonoids) in the same triad but not conducted with pregnant women and detected a validity coefficient for the FFQ ranging from 0.6 to 0.94 (25). This fact may be related to the items of each FFQ and to the application of the questionnaire during the interview, which, in the present study, was conducted during the immediate postpartum period, when mothers may have had some kind of recall bias.

An important limitation of using the method of triads in this study is that both biomarkers might be subject to the same type of error because the same micronutrient was measured in different biological samples. Moreover, both biomarkers were determined by HPLC. Furthermore, although the process of retinol transfer from

blood to human milk is not fully known, there must be a relationship between the micronutrient concentrations in the two fluids.

Lack of 24h-recall or food records is another limitation of the present study; however, as it was mentioned earlier, 19 replications of 24-h recall would be required to estimate the intake during the pregnancy, which would make the use of these methods unfeasible for population studies.

Regarding vitamin A, some considerations must be made about its metabolism. Serum retinol dosage has a good correlation with the body's reserves when the results are lower than  $0.70 \mu\text{mol} / \text{L}$  or higher than  $1.05 \mu\text{mol} / \text{L}$ , but it has a limited value in diagnosing VAD in intermediate values (28). In addition, if not used immediately, dietary retinol may be stored in the liver in star cells (29); thus, serum retinol concentrations may not reflect recent intake of the micronutrient. It is also known that colostrum naturally contains higher concentrations of retinol than the transition and mature milks (30). These observations need to be taken into account in the interpretation of the data when a micronutrient with these characteristics is used and may constitute a limitation of the study.

Finally, it is necessary to point out that pregnancy is a unique period in which important changes occur in the female organism. Pregnant women have plasma volume expansion of 45% on average, which changes the concentrations of serum proteins and hormones (31). This fact has to be considered. Thus, not only the nutritional status of pregnant women but also the gestational period during which their vitamin A status is assessed should be taken into account.

More studies in the nutritional area are needed, especially about the methodology of food intake assessment. New methods and new types of statistical analyses considering factors inherent to pregnancy – such as plasma volume expansion - should be developed in order to

obtain more accurate results consistent with reality. Assessment of food intake will always be a challenge.

## CONCLUSIONS

The FFQ permitted a moderately accurate estimate of vitamin A intake in pregnant women, especially when only preformed vitamin A food sources were considered. Since a high proportion of women classified correctly into the same or adjacent quartiles, we conclude that the FFQ was suitable to rank pregnant women according to categories of intake.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Maternity Hospital “Centro de Referência em Saúde da Mulher – Mater”, Ribeirão Preto and the Laboratory of Nutrition and Metabolism, Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo. We would also like to thank “Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel” (CAPES, Brazil) for the financial support (scholarship sponsor) of this study.

## REFERENCES

1. Spiegler E, Kim YK, Wassef L, Shete V, Quadro L. Maternal-fetal transfer and metabolism of vitamin A and its precursor beta-carotene in the developing tissues. *Biochim Biophys Acta*. 2012;1821(1):88-98.
2. Clagett-Dame M, Knutson D. Vitamin A in reproduction and development. *Nutrients*. 2011;3(4):385-428.
3. Oliveira JMd, Oliveira NS, Bergamaschi DP. Concentrações de vitamina A no leite humano e características socioeconômicas e nutricionais maternas: resultados de estudos brasileiros. *Rev Bras Saude Mater Infant*. 2009;9(1):11-20.
4. Gomes MM, Saunders C, Accioly E. Papel da vitamina A na prevenção do estresse oxidativo em recém-nascidos. *Rev Bras Saude Mater Infant*. 2005;5(3):275-82.
5. WHO. Indicators for assessing vitamin A deficiency and their application in monitoring and evaluation programs. Geneva, Switzerland; 1996.
6. Giacomello A, Schmidt MI, Nunes MAA, Duncan BB, Soares RM, Manzolli P, et al. Validação relativa de Questionário de Frequência Alimentar em gestantes usuárias de serviços do Sistema Único de Saúde em dois municípios no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Saude Mater Infant*. 2008;8(4):445-54.
7. Vian I, Zielinsky P, Zilio AM, Mello A, Lazzeri B, Oliveira A, et al. Development and validation of a food frequency questionnaire for consumption of polyphenol-rich foods in pregnant women. *Matern Child Nutr*. 2015;11(4):511-24.
8. Willet WC. *Nutritional Epidemiology*. 2 ed. Oxford: Oxford University Press; 1998.
9. Yokota RTdC, Miyazaki ES, Ito MK. Applying the triads method in the validation of dietary intake using biomarkers. *Cad Saude Pública*. 2010;26(11):2027-37.
10. Cade J, Thompson R, Burley V, Warm D. Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutr*. 2002;5(4):567-87.
11. Arnaud J, Fortis I, Blachier S, Kia D, Favier A. Simultaneous determination of retinol, alpha-tocopherol and beta-carotene in serum by isocratic high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr*. 1991;572(1-2):103-16.
12. Giuliano AR, Neilson EM, Kelly BE, Canfield LM. Simultaneous quantitation and separation of carotenoids and retinol in human milk by high-performance liquid chromatography. *Meth Enzym: Elsevier BV*; 1992. p. 391-9.
13. Ribeiro KDS, Araújo KF, Pereira MC, Dimenstein R. Avaliação dos níveis de retinol no colostro humano coletado no intervalo de 24 horas. *J Ped (Rio de Janeiro)*. 2007;83(4):377-80.
14. IOM. *Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines*. IO M, editor. Washington DC: The National Academies Press; 2009.
15. Atalah SE, Castillo CL, Castro RS. Propuesta de un nuevo estándar de evaluación nutricional em embarazadas. *Rev Med Chile*. 1997;125:1429-36.
16. Tuma MAF. Evaluation of vitamin A intake by pregnant women assisted at the Health Care Center in Catanduva (São Paulo). Araraquara, SP, Brazil: Unesp; 2005.

17. IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares (POF) 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro, RJ, Brazil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); 2011.
18. IOM. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, DC: The National Academies Press; 2001 2001/06/19. Report No.: <http://id.crossref.org/isbn/978-0-309-07279-3>.
19. ABEP. Brazilian income classification criteria: Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa; 2014 [Available from: <http://www.abep.org/new/criterioBrasil.aspx>].
20. Kaaks RJ. Biochemical markers as additional measurements in studies of the accuracy of dietary questionnaire measurements: conceptual issues. *Am J Clin Nutr.* 1997;65(4):1232-39.
21. IOM. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington (DC): National Academies Press (US); 2001.
22. dos Santos Q, Sichieri R, Marchioni DM, Verly Junior E. Brazilian pregnant and lactating women do not change their food intake to meet nutritional goals. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2014;14(1):186.
23. Rondo PH, Villar BS, Tomkins AM. Vitamin A status of pregnant women assessed by a biochemical indicator and a simplified Food Frequency Questionnaire. *Arch Latinoamer Nutr.* 1999;49(4):322-5.
24. Masson LF, McNeill G, Tomany JO, Simpson JA, Peace HS, Wei L, et al. Statistical approaches for assessing the relative validity of a food-frequency questionnaire: use of correlation coefficients and the kappa statistic. *Public Health Nutr.* 2003;6(3):313-21.
25. Carlsen MH, Carlsen A, Lillegaard IT, Gran JM, Drevon CA, Blomhoff R, et al. Relative validity of fruit and vegetable intake estimated from an FFQ, using carotenoid and flavonoid biomarkers and the method of triads. *Br J Nutr.* 2011;105(10):1530-8.
26. Serra-Majem L, Frost Andersen L, Henrique-Sanchez P, Doreste-Alonso J, Sanchez-Villegas A, Ortiz-Andrelluchi A, et al. Evaluating the quality of dietary intake validation studies. *Br J Nutr.* 2009;102 Suppl 1(S1):S3-9.
27. Brantsaeter AL, Haugen M, Rasmussen SE, Alexander J, Samuelsen SO, Meltzer HM. Urine flavonoids and plasma carotenoids in the validation of fruit, vegetable and tea intake during pregnancy in the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Public Health Nutr.* 2007;10(8):838-47.
28. Kelleher SL, Lonnerdal B. Long-term marginal intakes of zinc and retinol affect retinol homeostasis without compromising circulating levels during lactation in rats. *J Nutr.* 2001;131(12):3237-42.
29. D'Ambrosio DN, Clugston RD, Blaner WS. Vitamin A metabolism: an update. *Nutrients.* 2011;3(1):63-103.
30. Szlagatys-Sidorkiewicz A, Zagierski M, Jankowska A, Luczak G, Macur K, Baczek T, et al. Longitudinal study of vitamins A, E and lipid oxidative damage in human milk throughout lactation. *Early human development.* 2012;88(6):421-4.
31. Faupel-Badger JM, Hsieh CC, Troisi R, Lagiou P, Potischman N. Plasma Volume Expansion in Pregnancy: Implications for Biomarkers in Population Studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2007;16(9):1720-3.
32. Atalah SE, Castillo CL, Castro RS. Propuesta de un nuevo estándar de evaluación nutricional en embarazadas. *Rev Med Chile.* 1997;125:1429-36.
33. Kaaks RJ. Biochemical markers as additional measurements in studies of the accuracy of dietary questionnaire measurements: conceptual issues. *Am J Clin Nutr.* 1997;65(4):1232-9.

Recibido: 20-08-2017  
Aceptado: 05-10-2017

## Percepción de un grupo de adultos mayores con presbifagia sobre el fenómeno de la alimentación y las propiedades organolépticas de los alimentos.

*Virginia García-Flores<sup>1</sup>, Marcela Sanhueza-Garrido<sup>1</sup>, Rodolfo Peña-Chávez<sup>1</sup>,  
Nicole Catricheo-Villagrán<sup>1</sup>, María Cofre-Hidalgo<sup>1</sup>, Axel Sepúlveda-Troncoso<sup>1</sup>,  
Javier Vergara-Rivera<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Universidad del Bio-Bio, Escuela de Fonoaudiología. Chillán, Chile.

**RESUMEN.** El envejecimiento conlleva cambios fisiológicos y no fisiológicos que afectan la percepción del adulto mayor sobre el fenómeno de la alimentación, sin embargo, las investigaciones internacionales podrían no representar a la población chilena, existiendo escasa información acerca de la percepción del adulto mayor con presbifagia y los factores que influyen en su alimentación. El objetivo del presente estudio cualitativo y de diseño fenomenológico es conocer la percepción de los adultos mayores con presbifagia sobre el fenómeno de la alimentación, abarcando factores fisiológicos y no fisiológicos, junto a las propiedades organolépticas de los alimentos que prefieren. Para ello se aplicó una entrevista semiestructurada a ocho adultos mayores con presbifagia asistentes a un Centro de Actividades Prácticas (muestreo por saturación). El discurso se procesó mediante codificación axial en dos niveles: formación de códigos (a través de citas del entrevistado), memos (conceptos de los investigadores) y la codificación selectiva, mediante la integración de los códigos en familias, aplicando el método de comparaciones constantes, utilizando Atlas.ti 6. Los resultados indican que en la alimentación intervienen factores sociales y psicológicos. Las propiedades organolépticas que influyen en la percepción del adulto mayor son: tamaño, consistencia, sabor, temperatura e intensidad del color, las cuales afectan la elección de los alimentos. En conclusión la percepción del adulto mayor con presbifagia sobre la alimentación, está influenciada por factores fisiológicos y no fisiológicos, los cuales determinan la preferencia de propiedades organolépticas y elección de alimentos. Además de encontrarse influenciada por hábitos alimentarios adquiridos y ubicación geográfica.

**Palabras clave:** Anciano, percepción, alimentación, comportamiento del consumidor.

**SUMMARY: Perception of feeding phenomenon and organoleptic properties of food by a group of elderly people with presbyphagia.** Aging involves physiological and non-physiological changes that affect the perception of the elderly on the phenomenon of food, however, international investigations could not represent the Chilean population, because of the little information about the perception of the elderly with presbyphagia and the factors that influence their diet. The purpose of this qualitative study with phenomenological design is to know the perception of older adults with presbyphagia about food phenomenon, considering physiological and non-physiological factors along with the organoleptic properties of foods that they prefer. For this, a semi-structured interview was applied to eight older adults with presbyphagia attending at the Practical Activities Center (sampling by saturation). The speech was processed through axial coding in two levels: formation of codes (through appointments of the interviewee), memos (concepts of researchers) and selective coding, through the integration of family codes, applying the method of constant comparisons, using Atlas.ti 6. The results indicate that social and psychological factors are involved in feeding. Organoleptic properties that influence the perception of the elderly are: size, consistency, taste, temperature and intensity of the color, which affect the choice of food.

In conclusion the perception of the elderly with presbyphagia food, is influenced by physiological and non-physiological factors which determine the preference of organoleptic properties and food choices. In addition to being influenced by acquired habits and geographic location.

**Key words:** Elderly, perception, food, consumer behavior.

## INTRODUCCIÓN

La población de los países está envejeciendo y seguirá haciéndolo en las próximas décadas. El porcentaje de personas mayores de 65 años ha ido aumentando significativamente en los países europeos (1). La población latinoamericana también ha experimentado transformaciones en su estructura desde fines de la mitad del siglo XX. Específicamente en Chile los datos publicados en el 2013 por el Servicio Nacional del Adulto Mayor (2), indican que la población de adultos mayores (personas de 60 años y más) corresponde al 15,6%. Estos cambios demográficos obligarán a generar medidas que respondan a las necesidades de esta población con el objetivo de mejorar su calidad de vida.

La desnutrición y el riesgo de padecerla son características frecuentes en los estudios que se hacen sobre el estado nutricional y de salud del paciente anciano (3). La prevalencia de desnutrición se reporta según las series entre 1 a 15% en ancianos ambulatorios, de 17 a 70% en los hospitalizados y hasta en un 85% en los institucionalizados. La desnutrición en conjunto con los cambios fisiológicos propios del envejecimiento generan pérdida de la masa muscular, pérdida de la fuerza e infiltración de grasa a nivel del músculo (sarcopenia), este fenómeno se puede observar inclusive en la musculatura orofacial y del sistema estomatognático vinculados con el acto deglutorio, afectándose y generando presbifagia (4). Lo anterior sumado a la pérdida de piezas dentarias, disminución de la coordinación de los movimientos orales y cambios en la agudeza visual y olfativa afecta la palatabilidad de los alimentos y modifica el comportamiento alimentario de este segmento de la población, disminuyendo el apetito y generando deficiencias nutricionales (3).

Como se mencionó, existen una serie de cambios fisiológicos que afectan la alimentación de los adultos mayores, a los que se agregan los no fisiológicos, que aluden a factores psicológicos

y sociales que acompañan al envejecimiento y pueden repercutir negativamente sobre el estado nutricional de la persona mayor (3).

Es debido a lo anterior que diferentes profesionales de la salud, entre ellos médicos, odontólogos, nutricionistas y fonoaudiólogos, han centrado su interés en la investigación de la alimentación del adulto mayor considerando los cambios estructurales y funcionales que sufre su organismo, sus preferencias alimentarias y las propiedades organolépticas de los alimentos que consumen, además de algunos métodos sensoriales utilizados para mejorar la alimentación y con ello la nutrición. Esto con un objetivo común, que es mejorar la calidad de vida en este segmento de la población (5-6).

En este contexto, esta investigación tiene como propósito conocer la percepción de los adultos mayores con presbifagia sobre el fenómeno de la alimentación a través de una entrevista semiestructurada para identificar los factores que influyen en el proceso alimentario y las propiedades organolépticas de los alimentos que prefieren consumir a la hora de alimentarse.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de Estudio y sujetos

Enfoque cualitativo con abordaje fenomenológico con un grupo de 8 adultos mayores con presbifagia sin alteraciones de la cognición y la comunicación, que asisten a un taller de estimulación cognitiva del Centro de Actividades Prácticas de la Universidad del Bío-Bío, Chile. Fueron seleccionados mediante un muestreo intencional y según el punto de saturación, al cual se llegó a través del uso del programa atlas ti 6 cuando las respuestas a cada una de las preguntas de la entrevista no entregaron aporte de nuevos elementos.

### Instrumentos de evaluación

Para la evaluación se utilizó el Gugging

Swallowing Screen (GUSS) el cual corresponde a un screening que evalúa la deglución, detectando el riesgo de aspiración y la presencia de disfagia. Sobre 20 puntos se considera la presencia de una deglución normal (7). Luego se aplicó Addenbrooke's Cognitive Examination Revised Chile (ACE-R-Ch) con el objetivo de evaluar el rendimiento cognitivo a través de 5 dominios, Orientación y Atención, Memoria, Fluencias Verbales, Lenguaje y Habilidades Visoespaciales. Puntajes sobre 81 puntos serán considerados normalidad (8). Finalmente se aplicó una entrevista semiestructurada confeccionada especialmente para fines de este estudio (Tabla 1), la cual contaba con 17 preguntas orientadas a propiedades organolépticas, factores no fisiológicos y fisiológicos que pueden influir en la alimentación. La entrevista se confeccionó según categorías apriorísticas basadas en la revisión bibliográfica, juicio de expertos y cumpliendo los criterios de claridad, pertinencia y de amplitud. Se realizó pilotaje a 12 adultos mayores que cumplieran con los criterios de inclusión del estudio.

### Procedimiento

En una primera instancia

TABLA 1. Entrevista Semiestructurada.

Categorías apriorísticas	Subcategorías apriorísticas	Preguntas	
Propiedades organolépticas	Color	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tono</li> <li>• Intensidad</li> <li>• Brillo</li> </ul>	(1) A la hora de elegir un alimento ¿qué color elegiría? ¿Por qué? (2) ¿La intensidad del color le interesa? ¿Por qué?
	Apariencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma</li> <li>• Tamaño</li> </ul>	(3) Cuando usted consume un alimento ¿qué forma prefiere? ¿Por qué? (4) ¿Qué tamaño prefiere?
	Aroma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido</li> <li>• Dulce</li> <li>• Salado</li> <li>• Amargo</li> </ul>	(5) ¿Qué aroma prefiere en los alimentos? Definalo, ¿por qué? (el entrevistado debe decir a qué alimento atribuye el aroma que prefiere)
	Sabor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido</li> <li>• Dulce</li> <li>• Salado</li> <li>• Amargo</li> </ul>	(6) ¿Cuál es el sabor que prefiere? ¿Por qué?
	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frio</li> <li>• Tibio</li> <li>• Caliente</li> </ul>	(7) Al momento de alimentarse ¿Qué temperatura del alimento prefiere?
	Consistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólido</li> <li>• Semisólido</li> <li>• Líquido</li> </ul>	(8) ¿Qué tipo de consistencia prefiere al alimentarse? ¿Por qué? (dar ejemplos si el entrevistado no majea el término) (9) ¿Cuál es la consistencia que a usted se le hace más fácil de tragar? (10) ¿Cuál es la consistencia que consume habitualmente?
Factores no fisiológicos	Psicológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depresión</li> <li>• Apatía</li> <li>• Estado de ánimo</li> </ul>	(11) ¿Consume alimentos que no sean de su agrado? ¿Por qué no le gustan? (12) ¿Cree usted que influye el estado de ánimo en su alimentación? (13) Describa brevemente su rutina de alimentación. Cuántas comidas principales come al día.
	Sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vivir solo</li> <li>• Viudez</li> <li>• Aislamiento social</li> <li>• Cambios ambientales</li> </ul>	(14) ¿Quién es el encargado de preparar su almuerzo? ¿Por qué? (15) ¿Con qué frecuencia participa de comidas familiares o reuniones sociales? (16) Si se encuentra solo ¿Siente deseo de comer?
Factores fisiológicos	Los sentidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro sensorial</li> </ul>	(17) ¿Siente que ha disminuido alguno de sus sentidos (vista, audición, olfato y gusto) Influye en la selección del alimento.

se generó una charla para informar a los participantes sobre el propósito del estudio, donde cada persona firmó un consentimiento informado en el que declaraba estar al tanto del procedimiento y del objetivo del estudio. Luego se procedió a realizar la evaluación de la deglución y cognitiva a cargo de un Fonoaudiólogo, quien según los puntajes establecidos de cada test determinó la presencia de presbifagia en los adultos mayores que presentaron un puntaje de GUSS inferior a 20 puntos y ausencia de deterioro cognitivo en los participantes

que alcanzaron un puntaje de ACE-R-Ch sobre 81. Los participantes que presentaron presbifagia y ausencia de deterioro cognitivo ingresaron al estudio y fueron citados para la aplicación de la entrevista semiestructurada (Tabla 1), la cual también fue aplicada por un fonoaudiólogo. Los audios de cada entrevista se registraron a través de una grabadora Tascam-DR 05.

### Procesamiento de la información

Se aplicó análisis hermenéutico para examinar el discurso de los participantes mediante técnicas de codificación. La codificación de los datos se realizó considerando dos niveles:

En el primer nivel se identificaron unidades de significado y se asignaron códigos a las categorías y en el segundo se examinaron las unidades dentro de las categorías disociadas de los participantes que las expresaron, localizando patrones que aparecieron de manera repetitiva formando temas que recibieron un código. Los temas fueron las bases de las conclusiones que

emergieron del análisis. Se utilizó la fase de relativización para interpretar los datos obtenidos a partir de la codificación previamente realizada. Para el análisis de la información se utilizó el software Atlas.ti versión 6, como instrumento para ordenar, categorizar y realizar análisis cualitativo.

### RESULTADOS

La distribución por sexo fue de seis mujeres y dos hombres, todos laboralmente inactivos. Las edades de los entrevistados oscilaban entre 67 y 85 años (Tabla 2).

#### *Factores Fisiológicos.*

En cuanto a los deterioros causados por el envejecimiento, la mayoría de los entrevistados señalaron que al menos uno de sus sentidos se encuentra deteriorado, sin embargo este deterioro, según su percepción, no influiría en su alimentación. Por ejemplo, el entrevistado N°1

TABLA 2. Características de los entrevistados que participaron en el estudio.

Entrevistado	Edad	Género	Vive solo/acompañado	Resultados GUSS*	Puntaje ACE-R-Ch**
N°1	82	Femenino	Sola	Presbifagia	91
N°2	85	Femenino	Sola	Presbifagia	85
N°3	68	Femenino	Sola	Presbifagia	82
N°4	69	Masculino	Con su esposa y cuñado	Presbifagia	89
N°5	72	Femenino	Con su marido	Presbifagia	98
N°6	67	Masculino	Con su esposa e hija	Presbifagia	90
N°7	72	Femenino	Con su marido	Presbifagia	95
N°8	78	Femenino	Con su esposo	Presbifagia	97

\*Gugging Swallowing Screen.

\*\* Addenbrooke's Cognitive Examination Revised Chile.

señaló “no he notado que influya, pero el olfato lo he detectado que me falla”. El entrevistado N°8 fue el único que relacionó la disminución de la agudeza visual con repercusiones en la alimentación, diciendo “si, para limpiar las legumbres y lavar las verduras”.

#### *Factores No Fisiológicos.*

Se consultó si el estado anímico influye en los deseos de comer, a lo que la mayoría de los entrevistados respondieron que no influía. Por ejemplo, el entrevistado N° 8 señaló “no, no influye”; y el entrevistado N°4 expresó “como de todas formas, nada que ver una cosa con otra”.

Con respecto al aspecto sociodemográfico, los entrevistados indicaron que el hecho de vivir solo no afecta su apetito. El entrevistado N°2 expuso: “Aunque esté solo como, no me afecta, si tengo hambre como”, así como el entrevistado N°1 dijo “no me influye, pero el otro día me dieron deseos de hacer sopaipillas, y dije ¿para mi sola haciendo sopaipillas? finalmente no hice, pero me dan ganas de comer cosas ricas”.

En cuanto a la preparación del alimento, más de la mitad de los entrevistados señalaron encargarse de su comida. El entrevistado N°4 mencionó: “yo cocino, mi señora se encarga de otras cosas” y la entrevistada N°5: “yo cocino, porque no tenemos nana y soy la dueña de casa”.

En relación a la frecuencia de comidas sociales o con amigos, algunos entrevistados señalaron que asisten al menos una vez al mes, como por ejemplo el entrevistado N°1, quien dijo: “yo me reúno una vez al mes con un grupo de señoras”; otros entrevistados indicaron que asisten de forma trimestral a estos eventos como el N°6 que afirmó: “una vez cada tres meses”.

En cuanto al lugar geográfico en el que vivieron y los alimentos que prefieren, la entrevistada N°1 indicó: “después que me casé en el norte en Coquimbo, mi marido me enseñó, porque

yo no quería comer cangrejo”; por su parte el entrevistado N°5 dijo “Estamos acostumbrados a la sopa porque somos sureños, mi familia es de Osorno, entonces allá las sopas se comen mucho”.

Respecto de la cantidad de comidas que realizan diariamente, la totalidad de los entrevistados señaló comer tres comidas principales al día. Por ejemplo la respuesta del entrevistado N°6 representa a toda la muestra del estudio, indicando “son tres comidas al día, desayuno, almuerzo y merienda-cena.

En relación a la variedad de almuerzos que consumen, la mayoría de los entrevistados señalaron que tenían establecida una minuta semanal, motivo por el que su almuerzo estaría predeterminado, por ejemplo, el entrevistado N°6 indicó: “Un plato de fondo que tenemos establecido por día de semana. Mi señora es la que programa, planifica y quien prepara” y la entrevistada N°7 agregó: “Tengo organizada mi comida para la semana”. Los entrevistados, en general, mencionaron que la organización de la minuta semanal se realizaba para mantener una buena salud.

Al consultar sobre los alimentos que no son de su agrado la mayoría de los entrevistados señalaron que no les desagradaba ningún alimento y que consumían todo tipo de alimentos, por ejemplo el entrevistado N°2 señaló “No hay algo que no me guste” y el entrevistado N°7 dijo “es que me gusta todo y si no me lo como igual”.

Los entrevistados señalaron preocupación por consumir alimentos saludables y dejar de lado aquellos que consideraban dañinos para su salud. En efecto, el entrevistado N°3 indicó al respecto: “la mantequilla no me gusta, no como casi nunca, muy raro, no me gusta porque no la encuentro para mi, ya que escuchado que no es conveniente tampoco para la edad de nosotros comer muchas cosas con grasa”. La mayor parte de los entrevistados estaba consciente que existen

alimentos dañinos para la salud y que debían cuidarse, incluso indicaron preocuparse por las fechas de caducidad. El entrevistado N°3 señaló: “compro leche en polvo, porque la otra leche si no la consumo luego se me echa a perder”, así como el entrevistado N°7 indicó “me fijo en la fecha de vencimiento al momento de comprar y preparar” y el entrevistado N°1 dijo: “yo compro en pocas cantidades, porque vivo sola, entonces se me echan a perder los alimentos si compro en muchas cantidades”.

#### *Propiedades Organolépticas.*

En cuanto a la apariencia de los alimentos, la forma no fue relevante para los entrevistados, por ejemplo el entrevistado N°1 señaló “no me importa la forma, me importa más el sabor”, esta opinión representó en general la del grupo.

Respecto al tamaño de los alimentos a ingerir, la mayoría prefirió alimentos de tamaño más pequeño, por ejemplo el entrevistado N°2 indicó “más chiquititos, es más fácil”; respecto al mismo tema el entrevistado N°6 refirió “normales, pequeños porque encuentro que te permite compartir con el que estás comiendo” y el entrevistado N°1 menciona: “corto en trocitos y después lo pico chico porque tengo los dientes gastados, entonces evito masticar tanto”.

Acerca de la preferencia de color al momento de elegir un alimento, siete de ocho entrevistados señalaron que no les interesaba un color en particular, pero si preferían que estos fueran intensos, ya que la intensidad del color en los alimentos para ellos era significado de frescura y calidad. El entrevistado N°5 dijo “un color... tirado a rojo, por ejemplo la manzana, porque llama más la atención y te da más deseos de comerlo”, indicando que un color más intenso hace más deseable el alimento. Lo que es apoyado por el entrevistado N°6, que dijo: “solo me interesa un color siempre... la yema del huevo fijate, yo encuentro que mientras más intensa

la yema, es de mejor calidad y mejor sabor el huevo” relacionando la intensidad del color con la calidad y sabor del alimento.

En relación al sabor, la mayoría de los entrevistados señalaron preferir sabores dulces y sólo algunos el sabor salado; el entrevistado N°2 señaló: “los dulces”, el entrevistado N°4 indicó: “desgraciadamente el dulce por eso sufro de diabetes”. Cabe destacar que dos de los entrevistados señalaron su agrado por la sensación picante, específicamente el entrevistado N°7 que dijo “me gustan las cosas más picantes, me gusta hacer pastas de ají porque cambia el sabor del alimento, le da a uno más apetito y sale de lo común también”.

Al preguntar acerca de la preferencia por aromas de los alimentos, la mayoría de los entrevistados indicaron aromas salados, algunos dulces, en menor cantidad el cítrico. Algunas de las respuestas fueron: entrevistado N°8: “aroma dulce porque es más agradable”, el entrevistado N°3 señaló “yo soy más de salado, por ejemplo le digo que si paso por una pastelería no me entusiasma tanto como cuando paso por una churrasería” y el entrevistado N°4 dijo “el aroma de la carne, como salado”.

En relación a la preferencia de temperatura, la mayoría de los entrevistados se inclinaron por la temperatura caliente. El entrevistado N°3 señaló “me gusta calentito, me cargan las comidas frías” y el entrevistado N°2 dijo “caliente (...) por costumbre debe ser”.

Al preguntarles acerca de la consistencia que se les hace más fácil deglutir, la mayoría de los entrevistados señalaron deglutir con mayor facilidad la consistencia semisólida y en ocasiones la líquida, descartado de plano la consistencia sólida como fácil de deglutir: el entrevistado N°2 declaró “lo que no es muy duro, término medio”, el entrevistado N°6 declaró: “semisólidos, porque ésta puede variar el sabor, por ejemplo,

a un puré le puedes agregar algo especial, ya sea un zapallo... un yogur y le cambias el sabor”, aludiendo a la versatilidad de esta consistencia al momento de ser combinada con otros alimentos.

En tanto que las consistencias que menos les agradaban fue la sólida, por ejemplo, el entrevistado N°2 dijo “yo diría las que son muy duras para los dientes,” y el entrevistado N°1 señaló “las sólidas, tengo los dientes gastados, entonces necesito alimentos blandos”.

### DISCUSIÓN

Si se consideran los resultados del estudio, respecto a cómo los factores fisiológicos afectan la alimentación, encontramos que en estudios previos la disminución o distorsión de los sentidos puede conducir a la falta de apetito e inadecuada elección de alimentos (9), encontrándose que los cambios olfatorios con el envejecimiento son mayores que los producidos en el gusto (5). En los resultados de este estudio, casi la totalidad de los entrevistados identificaron deterioro de al menos uno de sus sentidos y según su percepción esto no influiría en la selección de sus alimentos. Sin embargo no se realizó una evaluación sensorial que permitiera objetivar la presencia de estos deterioros.

Es importante mencionar que los participantes eran independientes y autónomos en las habilidades de la vida diaria, lo que es importante mencionar ya que previamente se había encontrado una relación inversa entre el nivel de dependencia del adulto mayor y sus habilidades orosensoriales (10), lo que de alguna manera explicaría porque los participantes no encontraron que los deterioros sensoriales influyeran en la selección.

Se ha encontrado que los diversos cambios propios del envejecimiento tales como, cambios en: la fisiología del cuerpo, funcionamiento psicológico, circunstancias sociales, enfermedades y uso de medicación (9, 11) afectarían el apetito,

disminuyéndolo. En específico el estado anímico y el hecho de vivir solos influirían la selección y preparación de alimentos deseados (12). Hallándose previamente en un grupo de adultos mayores viudos que la pérdida del cónyuge repercutía en el ánimo, en la forma de cocinar y en las relaciones sociales, debido a que comer sólo se tornaba menos placentero y a la vez generaba que las señales sociales al momento de comer disminuyeran (11). Sin embargo el grupo de este estudio indicó no ver afectado su apetito ni por el ánimo, ni por el hecho de estar solos, pero mencionaron que la soledad limitaba la preparación de “platos especiales” ya que consideraban que estos debían ser compartidos.

Si consideramos que el acto de preparar las comidas muchas veces se dificulta debido a que las habilidades motoras y sensoriales van disminuyendo, siendo necesaria la constante ayuda de familiares, amigos u otras personas, además de que existe una baja en la motivación por comer alimentos sanos (12), se encuentra que la mayoría de los usuarios del estudio preparaban sus comidas de forma independiente. Esto coincide con lo encontrado en un estudio previo en el cual personas mayores activas y con apropiadas funciones ejecutivas tendrían mayor facilidad para ejecutar habilidades de la vida diaria que se relacionan con la planificación y preparación de comidas (13), versus aquellos que no tenían una vida social activa y presentaban algún grado de deterioro cognitivo.

Considerando la actividad social se registró que la frecuencia de participación en comidas variaba entre una vez por semana y una vez cada tres meses. Lo anterior incluye reuniones con familiares que habitan fuera del hogar o con pares de la misma edad. Respecto de esto se señala que los adultos mayores sanos e independientes responden a contextos sociales en la misma forma que los adultos jóvenes (5,12). Sin embargo las oportunidades para participar pueden disminuir

(12). Lo anterior se corrobora con lo encontrado debido a que los entrevistados mostraron interés en participar de actividades sociales, pero estas solían ser escasas.

Se encontró como relevante que los factores geográficos y aspectos culturales influirían en las preferencias y en la frecuencia de consumo de algunos alimentos (14). Por lo tanto la memoria alimentaria afectaría las expectativas, la selección y la ingesta de alimentos (5,14). Observándose que las señales de algunos alimentos eran más eficaces para aumentar la ingesta cuando son capaces de evocar recuerdos de alimentos o comidas anteriores (15), hallándose el disfrute recordado de un alimento como un importante predictor del comportamiento del consumidor (5). Por lo tanto no es extraño encontrar que los adultos mayores del estudio preferían y comían constantemente alimentos que relacionaban con la zona geográfica donde habían vivido.

La rutina alimentaria de todos los entrevistados constaba de al menos tres comidas principales al día, descritas como desayuno, almuerzo y merienda-cena. Lo que coincide con estudios anteriores en los cuales los hábitos alimentarios de la mayoría de los adultos mayores incluyen tres comidas; siendo el más relevante para ellos el almuerzo, el cual realizan en casa (16). Señalan además que la conducta alimentaria de las personas mayores se ve determinada por factores como la tradición, valores y prácticas, transmitidas de generación en generación, las cuales que marcan pautas de comportamiento que se repiten en el tiempo. (15,16).

Dentro de la rutina alimentaria, indicaron tener almuerzos predeterminados para los distintos días de la semana, ya que estaban programados por el cónyuge. Encontrándose que las personas mayores no varían mucho la dieta de alimentos que consumen una vez que encuentran sabores y texturas que les agradaban (6). Sin embargo en un estudio acerca de la variedad de alimentos

que consumen los adultos mayores sanos institucionalizados se encontró que aumentan la ingesta cuando los alimentos son variados en el tiempo versus cuando se les da una serie idéntica semanalmente (17). Es importante mencionar que ninguno de los entrevistados de este estudio era institucionalizado, por lo que se presume que la dieta semanal utilizada por algunos de los entrevistados responde a preferencias respecto de sabor y texturas, además de que consideran importante que estos sean saludables. Es por esto que evitan aquellos considerados nocivos para la salud, entre los que destacan los alimentos grasosos y fritos. Junto a esto es importante mencionar que las necesidades calóricas disminuyen con la edad, repercutiendo directamente en la cantidad de alimentos que compran y el tiempo que estos se mantienen en las despensas; siendo un factor relevante para ellos la fecha de caducidad para efectos mantenimiento y preparación (18).

En cuanto a la apariencia de los alimentos no hubo preferencias, siendo considerado algo irrelevante. Lo que coincide con lo encontrado previamente (19) donde la forma del alimento es una variable poco relevante para los mayores al momento de elegir su comida. Sin embargo se hace necesario que se realicen mayores investigaciones que traten en profundidad el tema para determinar su verdadera trascendencia en el fenómeno de la alimentación.

El tamaño preferido es el pequeño, argumentando como motivos el menor trabajo masticatorio y eficiencia deglutoria. Lo cual se correlaciona con estudios previos (20) donde las personas de edad avanzada preferían alimentos de tamaño pequeño, esto debido a que el uso prótesis dentales y la pérdida de la fuerza muscular producto de la sarcopenia, que afecta la musculatura del sistema estomatognático, limita los movimientos orales y la contracción de la musculatura encargada del la deglución (4).

La mayoría de los entrevistados expresaron

no interesarse en el color de los alimentos. En relación a la intensidad de este, señalaron preferir colores intensos porque son más deseables y de apariencia más sana. La preferencia por colores más saturados, intensos y brillantes en sus comidas podría deberse a que la capacidad de distinguir colores e intensidades disminuye con los años, siendo muy notorio en el adulto mayor (6). Ambas investigaciones coinciden en la relevancia de la intensidad del color como una variable de importancia en las elecciones.

El sabor preferido a la hora de consumir un alimento fue el dulce, lo que puede ser explicado debido a que durante el envejecimiento se reducen y distorsionan la intensidad de los estímulos (9). Además de que la percepción del sabor se deteriora, afectando principalmente el sabor amargo, seguido por el sabor ácido, luego el salado y finalmente y con menor afectación el sabor dulce. Es importante señalar que durante la entrevista algunos de los participantes indican la preferencia por la sensación picante en los alimentos. Lo anterior se relaciona con investigaciones previas quienes señalan que los adultos mayores suelen utilizar altas cantidades de ají y mostaza en la comida para compensar la pérdida del gusto y del olfato (9), aumentando la intensidad del sabor y por consiguiente la palatabilidad y aceptación del alimento. Por lo que se sugiere como una variable importante de considerar en próximas investigaciones.

El olfato también sufre deterioros producto de la edad, encontrándose dificultad para la detección de determinados agentes odorantes, disminución en la percepción de la intensidad del olor y dificultades en la discriminación de los olores (6, 21). Encontrándose que la prevalencia de problemas olfatorios en la población mayor de 65 años supera el 60% (21). Lo que no se condice por lo encontrado en el presente estudio, donde la mayoría de los entrevistados no reconocieron tener pérdida en el olfato, sin embargo esto no fue

evaluado clínicamente. Respecto de la preferencia de algunos de los entrevistados por el aroma salado es necesario continuar investigando acerca de que olores en específico son los primeros en deteriorarse.

En relación a la temperatura preferida para consumir los alimentos se mencionó la caliente e indicaron a la temperatura fría como la menos favorita. Esto puede ser explicado debido a la disminución de la sensibilidad térmica y dolorosa en los mayores (22), quienes tienden a preferir temperaturas calientes por el hecho de que serían mejor percibidas. Sin embargo es importante considerar que las temperaturas frías facilitan la deglución (23). A partir de esto se hace necesario profundizar la investigación en este aspecto.

La consistencia sólida es la que menos les agrada; por lo que prefieren y consumen habitualmente consistencias semisólidas, debido al estado de las piezas dentarias y la versatilidad de la consistencia al realizar preparaciones. Estudios previos indican que la eficiencia y capacidad masticatoria están asociadas con el número y distribución de los dientes. Lo que en el caso de los adultos mayores se ve afectado debido al desgaste y pérdida de piezas dentarias, repercutiendo en la formación del bolo alimenticio (24). Además es importante mencionar que en esta población existe una reducción de la producción de saliva (25), encontrándose previamente que alrededor del 25% de los ancianos sufren de sequedad bucal; esto debido a que la cantidad de acinos salivales disminuyen y la cantidad de tejido graso y fibroso aumenta. A partir de lo anterior se considera que la consistencia semisólida ayudaría a compensar esta dificultad.

## CONCLUSIÓN

La percepción de los ancianos con presbifagia sobre el fenómeno de la alimentación está influenciada por factores fisiológicos, no fisiológicos y las propiedades organolépticas de

los alimentos. Además de sus hábitos alimentarios adquiridos, la ubicación geográfica donde han pasado su vida y sus habilidades orosensoriales.

En relación a los factores fisiológicos, se identifica principalmente que el deterioro de los sentidos según la percepción de los adultos mayores del presente estudio no influiría en su alimentación. De lo que se concluye que los ancianos no son conscientes de las repercusiones que conllevan su deterioro sensorial respecto al fenómeno de la alimentación.

En general los participantes del estudio afirman no ver afectada la alimentación por los factores no fisiológicos, sin embargo esto podría deberse a las características del grupo, los cuales contaban con alto grado de independencia en las AVD, socialmente activos y con adecuadas habilidades cognitivas.

En cuanto a las propiedades organolépticas de los alimentos, los adultos mayores prefieren alimentos de tamaño pequeño, sabor dulce, temperatura caliente y consistencias semisólida y señalaron no considerar más relevante el color, pero sí la intensidad de este. Estos factores se relacionan y modifican entre sí y son relevantes a considerar, ya que su manipulación puede propiciar una mejor alimentación y calidad de vida en esta población.

Para complementar la información, se sugiere realizar previamente una evaluación sensorial a los sujetos de la muestra, para así dirigir de mejor manera las preguntas y confirmar las relaciones derivadas de los resultados.

### AGRADECIMIENTOS

Al grupo de adultos mayores asistentes al Taller de estimulación Cognitiva del Centro de Actividades Prácticas de la Universidad del Bío-Bío de Chile.

### REFERENCIAS

1. Walker A, Maltby T. Active ageing: A strategic policy solution to demographic ageing in the European Union. *Int. J. Soc. Welf.* 2012 21: 117-130. doi 10.1111/j.1468-2397.2012.00871.x.
2. Servicio Nacional del Adulto Mayor, SENAMA. Chile y sus mayores. Resultados Tercera Encuesta Nacional Calidad de Vida en la Vejez, 2013.
3. Giacalone D, Wendin K, Kremer S, Bom M, Bredie W, Olsson V, Otto M, Skjoldborg S, Lindberg U. & Risvik E. Health and quality of life in an aging population. *Food and beyond. Food Quality and Preference* 2015; 47: 166-170. doi 10.1016/j.foodqual.2014.12.002.
4. Laguna L, Sarkar A, Artigas G, Chen J. A quantitative assessment of the eating capability in the elderly individuals. *Physiology & Behavior* 2015; 147, 274-281.
5. Doets E, Kremer S. The silver sensory experience – A review of senior consumers' food perception, liking and intake. *Food Quality and Preference* 2016; 48: 316-332. doi 10.1016/j.foodqual.2015.08.010.
6. Song X, Giacalone D, Bolling Johansen S, Bom Frost M. Strategies for counteracting its influence on food preferences among older adults. *Trends in Food Science & Technology* 2016; 53: 49-59. doi 10.1016/j.tifs.2016.04.004.
7. Trapl M, Enderle P, Nowotny M, Teuschl Y, Matz K, Dachenhausen A, Brainin M. Dysphagia Bedside Screening for Acute-Stroke Patients, The Gugging Swallowing Screen. *Stroke* 2007; 38(11) 2948-2952.
8. Muñoz-Neira C, et al. Propiedades psicométricas y utilidad diagnóstica del Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R) en una muestra de ancianos chilenos. *Rev. Med Chile* 2012; 140: 1006-1013. doi.org/10.4067/S0034-98872012000800006.
9. Schiffman S, Graham B. Taste and smell perception affect appetite and immunity in the elderly. *Eur J Clinical Nutr.* 2000; 54 (3): 54-63.

10. Sulmont-Rossé I, Amand M, Symoneaux R, Van Wymelbeke V, Caumon E, Tavares J, Issanchou S. Evidence for different patterns of chemosensory Alterations in the Elderly Population: Impact of Age Versus Dependency. *Chem Senses* 2015; 40 (3): 153-164. doi 10.1093/chemse/bju112.
11. Pilgrim A, Robinson S. An overview of appetite decline in older people. *Nurs Older People* 2015; 27(5): 29–35. doi:10.7748/nop.27.5.29.e697.
12. Hughes G, Hughes K, Hetherington M. Old and alone: barriers to healthy eating in older men living on their own. *Appetite* 2004; 43: 269-276. doi 10.1016/j.appet.2004.06.002
13. Provencher V, Demers L, Gélinas I, Giroux F. Cooking task assessment in frail older adults: who performed better at home and in the clinic?. *Scand J Occup Ther* 2013; 20(5):374-83. doi: 10.3109/11038128.2012.743586.
14. Cardoso C, Lourenço H, Costa S, Gonçalves S, Nunes M. Survey into the seafood consumption preferences and patterns in the portuguese population. Gender and regional variability. *Appetite* 2013; 64: 20-31. doi 10.1016/j.appet.2012.12.022.
15. Martin A, Davidson TL. Human cognitive function and the obesogenic environment. *Physiol Behav.* 2014; 136:185-93. doi: 10.1016/j.physbeh.2014.02.062.
16. Restrepo S, Morales R, Ramírez M, López M, Varela L. Los hábitos alimentarios en el adulto mayor y su relación con los procesos protectores y deteriorantes de la salud. *Rev. Chil. Nutr.* 2006; 33(3): 1-18. doi.org/10.4067/S0717-75182006000500006.
17. Hollis J, Henry C. Dietary variety and its effect on food intake of elderly Adults. *J Hum Nutr Diet.* 2007; 20: 345-351. doi 10.1111/j.1365-277X.2007.00796.x
18. García, T. & Ildefonso Grande. Determinants of food expenditure patterns among older consumers. The Spanish case. *Appetite* 2010; 54: 62-70. doi 10.1016/j.appet.2009.09.007
19. Song HJ, Simon JR, Patel DU. Food preferences of older adults in senior nutrition programs. *J Nutr Gerontol Geriatr.* 2014; 33(1):55-67. doi: 10.1080/21551197.2013.875502.
20. Van der Meij B, Wijnhoven H, Finlayson G, Oosten B, Visser M. Specific food preferences of older adults with a poor appetite. A forced-choice test conducted in various care settings. *Appetite* 2015; 90: 168-175. doi: 10.1016/j.appet.2015.03.011.
21. Yasari M, Sagit M, Polat H. An assessment of olfactory function in An elderly population. *Turk Geriatri Dergisi* 2015;18 (1):42-46.
22. Heft M, Robinson M. Age Differences in Orofacial Sensory Thresholds. *J Dent Res.* 2010; 89 (10): 1102-1105. doi 10.1177/0022034510375287.
23. Michou E, Mastan A, Ahmed S, Mistry S, Hamdy S. Examining the Role of Carbonation and Temperature on Water Swallowing Performance: A Swallowing Reaction-Time Study. *Chem Senses* 2012; 37: 799-807.
24. Unell L, Johansson A, Ekback, G, Ordell S, Carlsson E. Dental status and self-assessed chewing ability in 70- and 80-year-old subjects in Sweden. *J Oral Rehabil.* 2015; 42: 693-700. doi 10.1111/joor.1229.
25. De Medeiros S, De Brito M, Magalhaes H. Autopercepção da capacidade mastigatória em indivíduos idosos: Self-perception of chewing ability in elderly. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.* 2014; 17 (4): 807-817. doi.org/10.1590/1809-9823.2014.1315.

Recibido: 12-04-2017  
 Aceptado: 17-05-2017

## Efectos del consumo de aceite de pescado sobre indicadores de síndrome metabólico en ratas obesas IIMb/Beta

Marta Posadas<sup>1</sup>, Gilda Revelant<sup>2</sup>, Verónica Labourdette<sup>1</sup>, María Rosa Venezia<sup>2</sup>,  
Darío Marinozzi<sup>2</sup>, María Isabel Zingale<sup>2</sup>, María Catalina Olguin<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Cátedra de Biología. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Rosario.

<sup>2</sup> Área Bromatología y Nutrición. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas.  
Universidad Nacional de Rosario. Santa Fé - Argentina.

**RESUMEN.** Existe consenso científico acerca de la necesidad de cambiar hábitos de alimentación y aumentar la actividad física como estrategias para prevenir y paliar la epidemia de sobrepeso y obesidad. En este estudio se evaluaron los efectos de dietas isocalóricas e isolipídicas, con diferente calidad de lípidos, sobre algunos indicadores de síndrome metabólico en ratas de la línea IIMb/Beta de 70 días de edad. Este modelo murino manifiesta obesidad acompañada de hipertriacilglicerolemia y resistencia insulínica desde la pubertad y desarrolla diabetes tipo 2 en la adultez. Se suministraron durante 90 días tres dietas formuladas según AIN-93 (American Institute of Nutrition-93) *ad libitum*: Dieta AIN con aceite de girasol como fuente de lípidos; Dieta JB con grasa bovina (reemplazando al aceite de girasol) y Dieta JBn-3 con grasa bovina más ácidos grasos poliinsaturados n-3 provenientes de aceite de pescado. Los animales que consumieron la dieta JBn-3 manifestaron disminución ( $p < 0,05$ ) en algunos indicadores de síndrome metabólico como la hiperinsulinemia, la hipertriacilglicerolemia y el depósito de lípidos totales, colesterol y triacilglicérols hepáticos. Si bien se requieren más estudios, se confirma la validez de las intervenciones dietarias para el abordaje de la obesidad y sus comorbilidades recomendadas por los organismos internacionales.

**Palabras clave:** AGPI n-3, síndrome metabólico, ratas obesas.

**SUMMARY: Effects of fish oil consumption on metabolic syndrome parameters in obese IIMb / Beta rats.** There is scientific consensus about the importance of changing dietary habits and increasing physical activity for the prevention and treatment of obesity and its co-morbidities. The effects of isocaloric and isolipidic diets with different type of fat on symptoms of the metabolic syndrome in 70 days old IIMb/Beta rats were evaluated. This murine model develops obesity, hypertriacilglycerolemia and insulin resistance since puberty, progressing to type 2 diabetes in adulthood. Three diets formulated according to AIN-93 (American Institute of Nutrition-93) were offered *ad libitum* during 90 days: Diet AIN with sunflower oil; Diet JB with bovine fat (replacing sunflower oil) and Diet JBn-3 with bovine fat and PUFA n-3 from fish oil. The group fed JBn-3 diet showed diminution ( $p < 0,05$ ) on several of the clinical manifestations of the metabolic syndrome, such as: hyperinsulinemia, hypertriacilglycerolemia and hepatic total lipids, cholesterol and triacylglycerols. Although more research is required, the study supports the beneficial effects of dietary approaches on obesity and its co-morbidities.

**Key words:** PUFA n-3, metabolic syndrome, obese rats.

---

### INTRODUCCIÓN

Actualmente el sobrepeso y la obesidad se encuentran entre los principales factores de riesgo de enfermedad y muerte a nivel mundial; cada año fallecen alrededor de 3,4 millones de personas

adultas por esta causa. Además, gran parte de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), tanto en países de altos como en los de medianos y bajos ingresos, se asocian al exceso de peso, como el caso de la diabetes (44%), las

cardiopatías isquémicas (23%) y ciertos tipos de cánceres (entre el 7% y el 41%) (1). En Argentina los resultados de la 3ra Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR) del año 2013 son contundentes: se detectó una prevalencia de sobrepeso de 37,1%, valor que se mantuvo constante con respecto a la 2da ENFR, de 2009, pero mayor que en la 1ra ENFR de 2005 (34,4%). Con respecto a la obesidad: 20,8% en 2013, siendo este valor 15,6% mayor que el registrado en 2009 (2).

Los organismos internacionales involucrados en el estudio y la promoción de la salud han coincidido en recomendar cambios en los hábitos alimentarios como paso fundamental para prevenir y paliar esta pandemia (3). Las propuestas incluyen: disminución de la ingesta de azúcares, grasas saturadas y sal y aumento en el consumo de frutas, vegetales y grasas insaturadas; es destacable la recomendación de incorporar a la dieta alimentos naturales y productos alimenticios con compuestos bioactivos, los así llamados “alimentos funcionales”.

Entre los compuestos con actividad biológica cuyos efectos han demostrado ser beneficiosos para la salud se cuentan los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (AGPI n-3) cuyas formas más representativas en los alimentos son el eicosapentaenoico (20:5 n-3 o EPA), el docosahexaenoico (22:6 n-3 o DHA) y el alfa linolénico (18:3 n-3 o  $\alpha$ -ALA). Los AGPI n-3 EPA y DHA se encuentran en pescados y algunos tipos de algas mientras que el  $\alpha$ -ALA proviene de fuentes vegetales (4,5). Las primeras investigaciones acerca de la relación entre el consumo elevado de AGPI n-3 y la menor incidencia de enfermedades cardiovasculares (ECV) datan de los años 70 y fueron llevados a cabo en poblaciones esquimales del norte de Groenlandia (6). Desde esos primeros hallazgos, numerosos estudios han evaluado las respuestas provocadas por la incorporación a la dieta de AGPI n-3 en diferentes lapsos y dosis, concluyendo en

la mayoría de ellos, que los efectos diferían según que los síndromes evaluados fueran de tipo agudo o crónico (7).

Algunos trabajos refieren a la eventual acción protectora de los AGPI n-3 frente a las agresiones que suponen las recientes modificaciones en los patrones alimentarios, tales como el consumo excesivo de bebidas azucaradas y de alimentos ultraprocesados.

La acción preventiva de los AGPI n-3 sobre las ECV y otras enfermedades crónicas como el síndrome metabólico (SM) y la diabetes tipo2 (DMT2) ha sido reportada en animales de experimentación en los que dichas alteraciones metabólicas fueron inducidas.

Los AGPI n-6 y n-3 son relevantes para la composición y la fluidez de las membranas de la célula y para una óptima función de ésta. Además actúan como precursores de los eicosanoides y docosanoides involucrados en la regulación de la inflamación, la inmunidad y la agregación plaquetaria (8). Mientras la familia n-6 promueve el aumento de productos pro inflamatorios derivados del ácido araquidónico, los AGPI n-3 EPA y DHA -ya sea sintetizados de modo endógeno o provenientes de la dieta- dan lugar a productos que ejercen efectos benéficos en los ya mencionados procesos inmunológicos, de agregación plaquetaria e inflamatorios. Otras acciones descritas son las uniones de los AGPI n-3 a diversos receptores nucleares (PPARs, Factor nuclear hepático, Receptores x del hígado) que regulan la expresión génica, mecanismo por el cual ejercerían su efecto sobre, entre otros, el metabolismo lipídico (9).

La línea de ratas IIMb/Beta desarrolla una obesidad no hiperfágica, definida tanto por el sobrepeso como por el volumen de los panículos adiposos, de grado moderado -30% de masa grasa- si se compara con la de otras ratas como las fa/fa en las que el porcentaje de grasa corporal alcanza el 50% del peso total. La obesidad

-que se manifiesta tanto cuando se alimenta a los animales con la dieta formulada según el American Institute of Nutrition (AIN-93) como cuando se les suministra el alimento balanceado comercial para animales de experimentación- es de instalación peripuberal, alrededor de los 50 días de edad, y afecta a ambos sexos con mayor notoriedad en los machos (10). La manifestación corporal de la obesidad se acompaña con hipertriacilglicerolemia y resistencia insulínica (RI) que progresa hacia la DMT2 en la adultez (11). La colesterolemia total y sus fracciones se mantienen dentro de los límites normales. Otro indicador de SM que se presenta en esta línea de ratas es el depósito excesivo de triacilglicérols hepáticos o hígado graso. Este modelo murino de obesidad y dislipidemia ha demostrado en diversos trabajos experimentales marcada susceptibilidad a los cambios en la composición de la dieta, respaldando plenamente las recomendaciones de las organizaciones científicas internacionales en el sentido de intervenir en el ambiente nutricional con el fin de atenuar la manifestación de la obesidad y sus comorbilidades (12-14).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los beneficios del consumo de aceite de pescado sobre algunas manifestaciones de SM en ratas obesas IIMb/Beta. Las variables evaluadas fueron la biomasa, el depósito adiposo abdominal, la glucemia, la insulinemia (e Índice HOMA-IR), las transaminasas hepáticas y el perfil lipídico en sangre e hígado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales

Ratas macho de la línea obesa IIMb/Beta de 70 días de edad (criadas en la Cátedra de Biología de la Escuela de Medicina de la Universidad Nacional de Rosario) recibieron por un lapso de 90 días, dietas isocalóricas e isolipídicas formuladas con distinta calidad de lípidos, efectuándose los ajustes necesarios para que el aporte del resto

de los nutrientes fuera adecuado y semejante en todos los casos, según AIN-93.

Durante el experimento los animales fueron alojados en jaulas individuales en condiciones habituales de criadero: acceso ad libitum al agua y a la comida, iluminación con fotoperiodicidad controlada (12hs), temperatura ambiental de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (calefacción y/o ventilación) e higiene diaria.

La cría y la manipulación de las ratas se llevaron a cabo de acuerdo con el protocolo para el cuidado y uso de animales de experimentación del Instituto Nacional de Salud (NIH) de los Estados Unidos de Norteamérica y fue aprobado por el Comité de Bioética y el de Bioseguridad de la Universidad Nacional de Rosario.

### Dietas

Las dietas experimentales se prepararon según AIN-93. Estas fueron isocalóricas e isolipídicas difiriendo únicamente en su composición lipídica. (Tablas 1 y 2)

Dieta AIN (control): AIN-93 M, con aceite de girasol.

Dieta JB: AIN-93 M modificada reemplazando el aceite de girasol por primer jugo bovino (grasa bovina). Según el Código Alimentario Argentino el primer jugo bovino se define como el producto separado por fusión a temperatura no mayor de  $80^{\circ}\text{C}$  de los tejidos y partes adiposas limpias e inalteradas de animales bovinos (15). El reemplazo del aceite vegetal (rico en ácidos grasos insaturados) por el jugo bovino (rico en ácidos grasos saturados), tiene por objetivo maximizar la expresión del síndrome característico de esta línea de ratas ya descrito en la introducción.

Dieta JBn-3: Dieta JB + cápsulas de aceite de pescado (disponibles en el mercado para consumo humano). El aceite de pescado se adicionó a la dieta mezclado con la grasa bovina en una proporción de 25mg cada 100g de dieta. La concentración de AGPI n-3 /100g de alimento fue de 8,55mg y la de AGPI n-6 de 45,08 mg. La rela-

TABLA 1. Composición de las dietas (g/100g) y valor calórico (kcal/100g) (kJ/100g)

	AIN-93	JB	JBn-3
Almidón	53,0	53,0	53,0
Proteína	17,0	17,0	17,0
Sacarosa	10,0	10,0	10,0
Aceite girasol	5,0	----	----
1er jugo Bovino	----	5,0	4,975
Aceite de pescado	0,0	0,0	0,025
Mezcla mineral	3,5	3,5	3,5
Mezcla vitamínica	1,0	1,0	1,0
Celulosa	5,0	5,0	5,0
Bitartrato de colina	0,25	0,25	0,25
Cisteína	0,18	0,18	0,18
Valor Calórico			
kcal/100g (kJ/100g)	365 (1526)	365 (1526)	365 (1526)

AIN-93: dieta recomendada por el American Institute of Nutrition, 1993.

JB: dieta AIN-93 con grasa bovina en lugar de aceite de girasol.

JB n-3: dieta JB + aceite de pescado.

TABLA 2. Perfil de ácidos grasos (g/100g) de lípidos empleados en la preparación las diferentes dietas.

Acidos Grasos	Aceite de Girasol	Primer Jugo Bovino	Cápsulas Aceite de Pescado
C 14:0	0,2	3,2	13
C 14:1	0	0,6	0,3
C 16:0	12,4	27	27
C 16:1 n-9	0	2	14
C 18:0	3	26	1,8
C 18:1 n-9	25	40	9
C 18:2 n-6	59	0,9	1,2
C 18:3 n-3	0	0	0,2
C 20:5 n-3	0	0	27
C 22:6 n-3	0	0	7

ción AGPI n-6/AGPI n-3 fue 5,3:1. Diseño experimental

Los animales (n: 21) de peso promedio  $207,4\text{g} \pm 15,5\text{g}$  (media  $\pm$  desviación estándar) se dividieron de forma aleatoria en tres grupos de siete ratas cada uno. Día por medio se les midió el peso corporal y con igual frecuencia se evaluó la ingesta de alimento. Con estos datos se calculó la eficiencia de conversión del alimento según la

siguiente ecuación:

Eficiencia de conversión de alimento = Aumento de peso corporal (g)/alimento consumido (g).

Al final del experimento se recolectaron muestras de sangre post ayuno y tras sacrificar los animales se extrajeron los hígados y los panículos adiposos retroperitoneales y epididimales que se lavaron con buffer PBS, se secaron con papel de filtro y se pesaron.

Se calcularon los pesos relativos de hígados y panículos con la siguiente ecuación:

Peso relativo de órgano = peso absoluto de órgano (g)/ peso corporal total (g) x 100.

El método de eutanasia fue por sobredosis de pentobarbital sódico inyectado por vía intraperitoneal (American Veterinary Medical Association. Guidelines on Eutanasia. Formerly Report of the AVMA Panel on Eutanasia, 2007).

#### Procedimientos analíticos

Se determinó el perfil de ácidos grasos de los lípidos empleados en la formulación de cada dieta mediante cromatografía gas/líquido con un equipo Shimadzu GCMS – QP modelo 2010, Japón (cromatógrafo gaseoso acoplado a espectrómetro de masa).

Se determinaron en plasma: glucosa, triacilgliceroles, colesterol total, alanino amino transferasa (ALAT) y aspartato amino transferasa (ASAT) con técnicas enzimáticas espectrofotométricas empleando equipos de diagnóstico Wiener (Wiener Laboratorios SAIC; Rosario, Argentina).

Se cuantificó la insulina utilizando un kit de radioinmunoensayo específico para insulina de rata (Rat insulin Millipore, USA) y un contador de centelleo sólido Alfa nuclear modelo Cmos.

El índice HOMA-IR se calculó según la siguiente ecuación: Insulinemia en ayunas (mU/l) x Glucemia (mg/dl) /405 (16).

Las muestras de hígado se trataron en un homogeneizador Potter-Elvehahn, se extrajeron los lípidos con cloroformo/metanol y se cuantificaron gravimétricamente después de la evaporación de la mezcla de solventes (17).

Los triacilgliceroles y el colesterol hepáticos se determinaron con los mismos procedimientos analíticos empleados para los lípidos plasmáticos.

#### Análisis estadístico

Los resultados, que se informan como media  $\pm$  desviación estándar, se analizaron con el test de ANOVA. Se utilizó el paquete estadístico Prism 3.0 y se consideraron diferencias estadísticamente significativas a un nivel de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Biomasa, panículos adiposos, consumo de alimento y eficiencia.(Tabla 3)

La evolución del peso corporal de los animales fue semejante en los tres grupos. La diferente calidad de la grasa dietaria no afectó la ganancia de peso y al final del experimento la biomasa no difirió significativamente. Tampoco difirió el depósito de grasa abdominal: el peso de los panículos adiposos perigonadales y retroperitoneales no mostró diferencias ( $p > 0,05$ ).

Parámetros plasmáticos (Tabla 4)

Los valores de glucosa basal en sangre fueron igualmente altos en los tres grupos, no así la insulina circulante. Tal como se ve reflejado en el índice HOMA-IR, la dieta JB provocó una RI significativamente mayor que la dieta AIN ( $p < 0,05$ ). Con la dieta JBn-3 se manifestó una disminución de la RI que no logró ser significativa ya que los animales de este grupo no alcanzaron los valores de HOMA-IR del grupo control.

Las concentraciones de colesterol plasmático no difirieron entre los grupos, pero sí lo hicieron los valores de triacilglicerolemia que fueron significativamente mayores para el grupo JB. Los animales con la dieta JBn-3, a diferencia del resto mostraron una concentración de triacilgliceroles

TABLA 3. Biomasa final, panículos adiposos, consumo acumulado de alimento y eficiencia de los animales según la dieta recibida.\*

	AIN	JB	JBn-3
Biomasa final (g)	425,0 $\pm$ 39,4 a	418,0 $\pm$ 24,5 a	412,5 $\pm$ 23,2 a
Peso relativo panículos	6,82 $\pm$ 1,37 b	7,25 $\pm$ 0,55 b	7,18 $\pm$ 0,62 b
Consumo alimento (g)	2081 $\pm$ 132 c	2162 $\pm$ 101 c	2251 $\pm$ 75 c
Eficiencia	10,4 $\pm$ 0,8 d	9,7 $\pm$ 0,9 d	9,2 $\pm$ 1,6 d

AIN: dieta recomendada por el American Institute of Nutrition, 1993. JB: dieta AIN con grasa bovina en lugar de aceite de girasol. JB n-3: dieta JB + aceite de pescado.

\*Media  $\pm$  desviación estándar; n=7; letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

TABLA 4. Parámetros plasmáticos de los animales según la dieta recibida.\*

	AIN	JB	JBn-3
Glicemia (mg/dL)	249,8 ± 40,9 a	245,1 ± 23,2 a	264,4 ± 43,3 a
Insulinemia (pmol/L)	390,5 ± 173,2 b	695,2 ± 211,5 c	532,0 ± 133,0 c
HOMA-IR	42,1 ± 10,8 d	68,6 ± 18,2 e	56,5 ± 8,9 de
Colesterolemia (mg/dL)	184,7 ± 24,9 f	147,4 ± 17,7 f	143,1 ± 10,7 f
Triacilglicerolemia (mg/dL)	190,2 ± 95,5 g	238,7 ± 78,8 g	126,4 ± 41,0 h
GOT - ASAT (UI/L)	84,5 ± 14,2 i	86,0 ± 16,7 i	101,7 ± 28,9 i
GPT - ALAT (UI/L)	33,5 ± 4,8 j	33,3 ± 7,7 j	31,9 ± 7,9 j

AIN: dieta recomendada por el American Institute of Nutrition, 1993. JB: dieta AIN con grasa bovina en lugar de aceite de girasol. JB n-3: dieta JB + aceite de pescado.

\*Media ± desviación estándar; n=7; letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05)

en sangre significativamente inferior a las de los otros dos grupos (p<0,05).

Las concentraciones plasmáticas de las aminotransferasas ASAT y ALAT no difirieron estadísticamente entre los grupos.

Grasa total, colesterol y triacilgliceroles hepáticos (Tabla 5)

Los lípidos hepáticos analizados fueron todos más altos en el grupo JB, difiriendo estadísticamente de los del grupo JBn-3 (p<0,05).

TABLA 5. Grasa total, colesterol y triacilgliceroles hepáticos de los animales según la dieta recibida.\*

	AIN	JB	JBn-3
Grasa total (g/100g)	2,52 ± 0,44 a	3,59 ± 0,62 b	1,45 ± 0,32 ab
Colesterol (mg/100g)	118,1 ± 28,7 c	206,8 ± 47,3 d	97,2 ± 18,4 cd
Triacilgliceroles (mg/100g)	605,8 ± 113,3 e	1171,0 ± 239,2 f	490,1 ± 180,4 eg

AIN: dieta recomendada por el American Institute of Nutrition, 1993. JB: dieta AIN con grasa bovina en lugar de aceite de girasol. JB n-3: dieta JB + aceite de pescado.

\*Media ± desviación estándar; n=7; letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

## DISCUSIÓN

La interacción compleja entre los factores genéticos y los ambientales como condicionante de patologías tales como la obesidad y sus comorbilidades, se vio una vez más reflejada en este trabajo: en las ratas de la línea IIMb/Beta, el desorden metabólico, puesto de manifiesto aún con el alimento AIN, se expresó en diferente grado dependiendo de la composición de la dieta.

En discordancia con Priego et al (18), quienes proponen un sobreconsumo provocado por los ácidos grasos saturados de la dieta -atribuido a la inhibición que éstos producirían sobre los receptores largos de leptina a nivel hipotalámico- el consumo de alimento fue semejante en los tres grupos. El aumento de la biomasa fue igual en los tres grupos; por ello el cálculo de la eficiencia de conversión del alimento fue similar en todos los animales y evidenció igual palatabilidad y capacidad de saciación de las dietas.

Existe consenso en que la diferente sensibilidad de los tejidos a la acción de la insulina se vincula con la composición lipídica de la membrana de sus células, por lo que una baja concentración de AGPI n-3 de cadena larga en las mismas podría ser responsable de la sensibilidad disminuida (19). En concordancia con esto, la dieta rica en ácidos grasos saturados provocó -tal como lo revelan los valores de HOMA-IR- un aumento de la RI propia de la línea así como de la hiperinsulinemia compensadora (20). Este efecto, generado por el reemplazo de los lípidos de la Dieta AIN por ácidos grasos saturados (Dieta JB), fue atenuado cuando se incorporaron los AGPI n-3 (Dieta JBn-3).

Diversos autores han reportado que la incorporación de AGPI n-3 a la dieta logra reducir el nivel de triacilglicerol plasmáticos, probablemente por incremento de la beta-oxidación y disminución consecuente de la lipogénesis de novo (21-23). Coincidiendo con los estudios tanto sobre animales de

experimentación como en humanos, en nuestra investigación el agregado de AGPI n-3 disminuyó la triacilglicerolemia -aún la potenciada por el agregado de ácidos grasos saturados- llevándola a un nivel normal e incluso inferior al alcanzado por el grupo alimentado con la Dieta AIN.

El desarrollo de esteatosis se considera el factor predisponente más reproducible para la enfermedad grasa no alcohólica del hígado (EHGNA) y el de primera aparición. Este signo, ya incluido en la definición del SM está estrechamente relacionado con la obesidad y la RI (24,25). Su manifestación en la línea de ratas Beta fue atenuada por la adición de los AGPI n-3 de aceite de pescado a la dieta que incluso ejercieron una acción preventiva al provocar un depósito de lípidos hepáticos menor que la dieta control.

La promoción del empleo de los AGPI n-3 en el tratamiento de la EHGNA tanto en animales de experimentación como en humanos no solo se ha fundamentado en la disminución del depósito hepático de grasa sino también en la atenuación de marcadores enzimáticos (26). En este experimento, sin embargo, no se encontraron alteraciones en los niveles de ASAT ni de ALAT indicando que no alcanzó a alterarse la función hepática en ninguno de los grupos.

## CONCLUSIONES

La incorporación de AGPI n-3 de aceite de pescado a la dieta demostró efectos beneficiosos sobre algunas de las manifestaciones del síndrome metabólico, siendo particularmente destacable la acción sobre la esteatosis hepática, con posible prevención de su avance hacia estadios de mayor gravedad.

La respuesta de este modelo murino de obesidad y diabetes espontáneas respalda las recomendaciones internacionales acerca de la importancia de las intervenciones dietarias como estrategia para la prevención de la obesidad

y la terapéutica de enfermedades crónicas no transmisibles de alta prevalencia en la actualidad.

### AGRADECIMIENTOS

A Wiener Lab. SAIC por la provisión de los equipos de diagnóstico bioquímico.

A la Universidad Nacional de Rosario por el subsidio otorgado.

### REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud (OMS), Obesidad y Sobrepeso, Nota N° 311. Junio de 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>. [Acceso: 03/05/2017].
2. Tercera Encuesta Nacional de Factores de Riesgo para Enfermedades no Transmisibles [http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000000544cnt2015\\_09\\_04\\_encuesta\\_nacional\\_factores\\_riesgo.pdf](http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000000544cnt2015_09_04_encuesta_nacional_factores_riesgo.pdf) [Acceso: 03/05/2017].
3. Evert A, Boucher J, Cypress M, Dunbar S, Franz M, Mayer Davis J et al. Nutrition Therapy Recommendations for the Management of Adults with Diabetes. *Diabetes Care*. 2014. 37, Supplement 1, S120–S143.
4. Swanson D, Block R, Mousa SA. Omega 3 fatty acids EPA and DHA: Health benefits throughout life. *Adv. Nutr* 2012; 3 (1) 1-7.
5. Mozzafarian D, Wu JH. (n-3) fatty acids and cardiovascular health: are effects of EPA and DHA shared or complementary? *J Nutr*. 2012; 142 (3): 6145-255.
6. Ebbenson SO, Adler AI, Risica PM, Ebbenson LO, Yeh J, Go OT. Cardiovascular disease and risk factors in three Alaskan Eskimo populations: the Alaska-Siberia Project. *Int J Circumpolar Health*. 2005 64 (4):365-86.
7. Castellanos L, Rodríguez M. El efecto de omega-3 en la salud humana y consideraciones en la ingesta. *Rev Chil Nutr*. 2015; 42: (1) 90-95.
8. Simopoulos AP. Omega 3/Omega 6 essential fatty acids: biological effects. *World Rev Nutr Diet*. 2009 99:1 -16
9. Calder P. Mechanisms of action of (n-3) fatty acids. *J Nutr*. 2012; 142 (3): 592-599.
10. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr*. 1993; 123:1930–1951
11. Festing M. Abbreviated list of inbred strains of rats. In: Lion Litho Ltd (Eds.) *International Index of Laboratory Animals*. Carlshalton, Surrey, U.K. 1993; 56-67.
12. Calderari S, González A, Gayol MC. Spontaneous hypertriglyceridemic obesity and hyperglycemia in an inbred line of rats. *Int J Obes*. 1987; 11: 571–579.
13. Posadas Marta Delia. Tesis Doctoral: “Efecto a largo plazo de distintas dietas sobre el cuadro de obesidad y los perfiles glucídico y lipídico de ratas de la línea obesa Beta”. Doctorado en Ciencias Biomédicas. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Rosario, 2004.
14. Olguin MC, Posadas MD, Revelant GC, Marinozzi DO, Labourdette VB, Zingale MI, Venezia MR. Milk improved the metabolic syndrome in obese Beta rats. *MEDICINA (Buenos Aires)*. 2014; 74: 24-28.
15. Código Alimentario Argentino. Ley 18284 Capítulo VII Artículo 543 - (Res 2012, 19.10.84). [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp) [Acceso: 25/09/2017].
16. Matthews D, Hosker J, Rudenski A, Naylor B, Treacher D, Turner R. Homeostasis model assessment: insulin resistance and B-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985; 28: 412-9
17. Folch J, Lees M, Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *JBiol Chem*. 1957; 226: 497–509.
18. Priego T, Sánchez J, Palou A, Picó C. Effect of high-fat diet feeding on leptin receptor expression in white adipose tissue in rats: depot- and sex-related differential response. *Genes Nutr*. 2009; 4: 151-6.
19. Sanhueza J, Valenzuela A. Nutrigenómica: revelando los aspectos moleculares de una nutrición personalizada. *Rev Chil Nutr*. 2012. Vol. 39, (1): 71-85.
20. Calderari S, Posadas M, Gayol MC, Picena JC, Figueroa N. Hiperinsulinemia moderada y

- resistencia a la insulina endógena en ratas Beta genéticamente obesas. *Medicina (Buenos Aires)* 1989; 49:5, 422.
21. Lorente Cebrián S, Costa AG, Navas-Carretero S, Zabala M, Martínez JA, Moreno-Aliaga JA. Role of omega-3 fatty acids in obesity, metabolic syndrome and cardiovascular diseases: a review of the evidence. *J Physiol Biochem.* 2013; Sept 69 (3) 633-51.
  22. Puglisi MJ, Hasty AH, Saraswathi V. The role of adipose tissue in mediating the beneficial effects of dietary fish oil. *J Nutr Biochem.* 2011, 22 (2): 101-8.
  23. De Castro GS and Calder PC Non alcoholic fatty liver disease and its treatment with n-3 polyunsaturated fatty acids. *Clin Nutr.* 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2017.01.006>
  24. Farese Jr RV, Zechner R, Newgard CB, Walther TC. The problem of establishing relationships between hepatic steatosis and hepatic insulin resistance. *Cell Metab.* 2012; 15:570-3.
  25. Musso G, Gambino R, Bo S, Uberti B, Biroli G, Pagano G, Cassader M. Should NAFLD be Included in the Definition of Metabolic Syndrome? *Diabetes Care.* 2008; 31:562–568.
  26. Obika M, Noguchi H. Diagnosis and evaluation of non alcoholic fatty liver disease. *Exp Diabetes Research.* 2012 doi: 10.1155/2012/145754

Recibido: 11-07-2017  
 Aceptado: 10-10-2017

## Evaluación de la capacidad antioxidante, características fisicoquímicas y perfil sensorial de *Opuntia robusta* y *O. ficus-indica*.

Areli E. Torres-Bojórquez<sup>1</sup>, Oscar R. García-Rubio<sup>1</sup>, Rita Miranda-López<sup>2</sup>,  
Anaberta Cardador-Martínez<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro Qro. México. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Celaya, Gto. México. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Santiago de Querétaro, Qro. México.

**RESUMEN.** Las *Opuntia* spp. son un recurso fitogenético Mexicano de gran valor nutritivo y alto contenido de betalaínas, compuestos conocidos por sus propiedades antioxidantes. Este estudio evaluó las características fisicoquímicas, el contenido de betalaínas y su capacidad antioxidante (CA), así como el perfil sensorial de frutos de *O. robusta* y *O. ficus-indica*. Esta última presentó mayor acidez y contenido de sólidos solubles (F= 769,2; P= 0,0001), (F= 360,4; P ≤0,0001), que *O. robusta*. En humedad y contenido de cenizas no hubo diferencias significativas entre ambas especies. La concentración de betalaínas fue superior en *Opuntia robusta* (F=529,1; P= ≤0,0001) betacianinas (0,114 mg/mL pulpa) y betaxantinas (0,073 mg/ mL de pulpa), en *O. ficus-indica* (0,023 mg/ mL de pulpa y 0,0198 mg/ mL de pulpa). Se encontraron diferencias significativas en la CA (F=545,9; P ≤0,0001), en *O. ficus-indica* hasta 195,38 μmol equivalente Trolox/ mL por el método Ácido2, 2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)6-sulfónico (ABTS) y 22% de inhibición de radicales libres por el método 2,2 difenil-1-pricrilhidrazilo (DPPH), para *O. robusta* 165,6 μmol equivalente Trolox/ mL y más del 36% de inhibición de radicales libres. Los resultados mostraron que la CA está directamente relacionada con la concentración de betacianinas y betaxantinas. Ambas variedades de *Opuntia* exhiben una tendencia a lo dulce y ácido, con aromas, sabores y resabios con notas frutales y vegetales. Estos resultados sugieren que estas especies pueden ser empleadas para la extracción de betalaínas debido a su gran potencial para utilizarse en la industria como fuente de pigmentos naturales con propiedades antioxidantes y agradables características sensoriales.

**Palabras clave:** *Opuntia robusta*, *Opuntia ficus-indica*, capacidad antioxidante, perfil fisicoquímico, características sensoriales.

### **SUMMARY: Evaluation of antioxidant capacity, physicochemical characteristics and sensory profile of *Opuntia robusta* and *O. ficus-indica*.**

*Opuntia* spp. are a Mexican phytogetic resource with great nutritive value and high betalains (compounds known for their antioxidant properties) content. Our main goal was to evaluate the physicochemical characteristics, betalains concentration and antioxidant capacity (AC), as well as sensory profiles of *Opuntia robusta* and *O. ficus-indica*, where the later one showed higher acidity and soluble solids content (F= 769.2; P= 0.0001 and F= 360.4; P ≤0.0001 respectively) than *O. robusta*. There was no significant difference between the species in terms of humidity and ash content. Betalains concentrations were higher in *Opuntia robusta* (F=529.1; P= ≤0.0001), while betacyanins (0.114 mg/ mL pulp) and betaxantins (0.073 mg/ mL de pulp) were higher in *O. ficus-indica* (0.023 mg/ mL pulp and 0.0198 mg/ mL de pulp). Significant differences for AC were found (F=545.9, P ≤0.0001), with *O. ficus-indica* showing up to 195.38 μmol Trolox equivalent / mL by the method 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) and 22% of free radicals inhibition by the method 2, 2 diphenyl-1-pricrylhydrazyl (DPPH), while 165.6 μmol Trolox equivalent / mL and more than 36% free radicals inhibition were found for *O. robusta*. Results showed that the antioxidant capacity is directly related with betacyanins and betaxantines concentration. Both *Opuntia* varieties exhibit a tendency to sweetness and acidity, with aromas, flavors and scents within fruity and vegetable notes. These results suggest that both species could be used in the extraction of betalains due to their great industrial potential as a source of natural pigments with antioxidant properties and pleasant sensorial characteristics.

**Key words:** *Opuntia robusta*, *Opuntia ficus-indica*, antioxidant capacity, physicochemical profile, sensory characteristics.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas del género *Opuntia* se distribuyen ampliamente en las regiones áridas y semiáridas de América ya que se encuentran bien adaptadas a las condiciones ambientales extremas (1). Su plasticidad genética, en sinergia con el hecho de que la Familia Cactaceae es uno de los grupos más populares dentro de las plantas en horticultura (2) ha promovido que el género sea una especie invasora exitosa en los desiertos y semidesiertos de todos los continentes (3). A pesar de ello, este grupo ha brindado notables beneficios al hombre; su presencia cosmopolita así como el amplio aprovechamiento del fruto (tuna) y sus cladodios (paletas), han motivado las investigaciones sobre formas novedosas para el incremento del rendimiento agrícola, adaptabilidad y desarrollo de la planta (4), así como el aprovechamiento de las propiedades nutricionales del fruto, principalmente su capacidad antioxidante (3), o para el aislamiento de metabolitos secundarios, como betalaínas y carotenoides (2). Todas estas investigaciones persiguen el propósito de diversificar el mercado de productos frutícolas, tanto frescos como procesados.

El fruto se denomina como tuna, es ovoide con un pericarpio grueso, la pulpa es jugosa y dulce, y contiene numerosas semillas. El consumo de tuna aporta lípidos, proteínas, minerales, fibra, aminoácidos, vitamina C, compuestos fenólicos y pigmentos betalaínicos (5), así como altas concentraciones de agentes antioxidantes que le confieren al fruto las características de un alimento funcional, es decir, un alimento que además de sus características nutricionales cumple una función específica como puede ser el mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades como el cáncer y enfermedades cardiovasculares (6).

Las betalaínas son pigmentos solubles en agua e incluyen a las betacianinas de color rojo-violeta y las betaxantinas de color amarillo; el color del fruto es resultado de la concentración y el tipo de betalaínas presentes (3). Estos pigmentos

muestran una importante actividad antioxidante y un uso potencial como pigmentos naturales (6).

Actualmente, existe la tendencia de consumo de alimentos nutraceuticos o funcionales porque se ha reportado que previenen algunas enfermedades degenerativas y contribuyen a mantener la buena salud de sus consumidores, lo cual ha provocado un mayor interés en el estudio de fitoquímicos con actividad antioxidante (7).

Actualmente el betabel (*Beta vulgaris* L.) es la principal fuente de colorante rojo natural, conocido como “remolacha roja”. La betanina es el componente principal del colorante rojo extraído de esta raíz y es uno de los productos más utilizados debido a su alto contenido de este compuesto; lo que permite aislarlo a nivel industrial (8). Sin embargo se ha demostrado que este tubérculo presenta algunos problemas sensoriales, entre ellos el sabor terroso, ocasionado por el contenido de geosminas y pirazinas además de su incompatibilidad con lácteos, características que no poseen los pigmentos obtenidos de *Opuntia* spp. (9). Stintzing y Carle (10) consideran que la familia Cactaceae, principalmente el género *Opuntia*, es una excelente alternativa como fuente de betalaínas. El género ha sido poco explotado en el área de obtención de pigmentos y producción de aditivos nutraceuticos, como cápsulas, concentrados, pulpas, bebidas en polvo, etc., con propiedades antioxidantes, hipoglucémicas, hipocolesterolémicas y diuréticas (6).

En México, el género *Opuntia* tiene una amplia distribución, particularmente en la Sierra Madre Oriental, la Mesa del Centro y el Eje Neovolcánico, donde su diversificación de especies es significativa. Esta diversidad es una fuente potencial de diversos productos, como paletas y nieves, productos deshidratados, jaleas, bebidas y concentrados para la industria alimenticia (11). Dos especies de interés son *Opuntia robusta* y *O. ficus-indica* que se distribuyen a lo largo de los estados de Hidalgo, Guanajuato, Michoacán, Querétaro, San Luís

Potosí y Zacatecas (12). Debido al alto contenido de betalaínas en estas variedades (5), se consideró que pueden ser una fuente potencial de colorantes y otros posibles aditivos para la industria alimentaria. Hay abundante literatura sobre las actividades biológicas de estos compuestos, particularmente sobre su actividad antioxidante que se ha vinculado con la actividad anti cáncer. Si bien la remolacha ha sido incluida entre los 10 vegetales con mayor poder antioxidante, los frutos de *Opuntia* han mostrado también alta capacidad antioxidante además de presentar considerables ventajas tecnológicas y sensoriales (13). Un ensayo publicado en 2005 mostró que la contribución de las betalaínas a la actividad antioxidante in vitro observado para extractos de *Opuntia* era mayor que la aportada por el ácido ascórbico (10).

Por ello, la meta de este trabajo fue determinar el perfil fisicoquímico, el contenido de betalaínas, la capacidad antioxidante y las características sensoriales de los frutos de *O. ficus-indica* y *O. robusta* como herramientas para determinar la viabilidad de estas especies como fuente de producción y extracción de betalaínas; así como su posible uso como aditivo en la industria alimenticia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material Biológico

Los frutos de *O. robusta* y *O. ficus-indica* fueron colectados en el semidesierto Queretano en los Cerros San Martí y El Patol (N 20° 44' 18.89" W 99° 58' 27.04" y N 20° 49' 19.55" W 99° 55' 48.49", respectivamente) durante los meses de octubre y noviembre de 2015. La elección de los frutos e índice de cosecha se basó en la expresión de un color rojo intenso o morado y el tamaño del fruto (más de 7 cm en *O. ficus-indica* y más de 11 cm en *O. robusta*). Los especímenes fueron identificados en campo, y su especie se corroboró en el Herbario Dr. Jerzy Rzedowski QMEX de la Universidad Autónoma de Querétaro.

### Caracterización fisicoquímica

La pulpa de tuna se obtuvo trozando las tunas previamente peladas y separando las semillas, esta masa se pasó a través de un tamiz de 2 mm (#10). La pulpa se envasó en bolsas de polipropileno 500 g y se congeló a -20° C hasta el momento de su uso. Los sólidos solubles totales en la pulpa fueron determinados con un refractómetro digital (escala de 0-53 %) (ATAGO, Japón) y expresados como °Brix. La determinación del pH se hizo con un equipo Thermo Orion (420 A, USA), para ello se disolvieron 2,0 g de pulpa en 20 mL de agua destilada; la mezcla fue filtrada antes de emplearla. La acidez titulable fue cuantificada en una solución de 10 g de pulpa con 50 mL de agua destilada. La muestra se filtró y se ajustó a pH 8,2 con la adición de NaOH 0,01 N Sigma Chemical®. La acidez fue reportada como ácido málico 100 g-1 de pulpa. Métodos de la AOAC (14) fueron utilizados para cuantificar la humedad y cenizas.

### Contenido de betalaínas

El contenido de betacianinas y betaxantinas se determinó según lo descrito por Castellanos y Yahia (3), mediante la absorbancia de los extractos de betalaínas a 538 y 473 nm en un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 25® UV/Vis (USA). Para la conversión de las unidades de absorbancia en unidades de concentración se utilizó la expresión  $B \text{ (mg/g)} = (A \times FD \times PM \times V) / (\epsilon \times L)$ , donde B es betacianinas o betaxantinas, A es la absorbancia a 538 nm para betacianinas y 476 nm para betaxantinas, FD es el factor de dilución al momento de leer en el espectrofotómetro, PM es el peso molecular de betacianina o betaxantina, V es el volumen del extracto,  $\epsilon$  es el coeficiente de extinción molar, y L es la longitud de la celda (1 cm).

### Capacidad antioxidante

#### Método 2,2 difenil-1-pricrilhidracilo (DPPH)

La capacidad antioxidante de los extractos se midió a través de la inhibición del radical estable 2,2 difenil-1-pricrilhidrazilo (DPPH)

Sigma Aldrich®. Para esto se colocaron 3 mL de una solución metanólica de DPPH  $6,1 \times 10^{-5}$  M y se hicieron reaccionar con 0,1 mL de tres concentraciones de cada extracto (15). La mezcla se dejó reaccionar en oscuridad y se monitoreo el cambio en la absorbancia de las muestras por un periodo de 60 min., en un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 25® UV/Vis (USA). El porcentaje de inhibición DPPH fue calculado conforme a la Ecuación 1.

Ecuación 1: % Inhibición de radicales libres =  $[(Ac-As)/Ac] \times 100$ .

Dónde:

Ac = absorbancia del DPPH antes de la reacción.

As = absorbancia de la mezcla de DPPH con la muestra.

*Método ácido 2,2'azinobis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico (ABTS)*

Se hizo reaccionar ABTS Sigma Aldrich® (7 mM) con persulfato potásico, Sigma Aldrich® (2,45 mM, concentración final) a temperatura ambiente ( $25 \pm 1^\circ$  C) y en la oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical ABTS se diluyó con etanol hasta obtener un valor de absorbancia alrededor de 0,70 ( $\pm 0,1$ ) a 754 nm (longitud de onda de máxima absorción). Las muestras filtradas se diluyeron con etanol hasta que se produjo una inhibición del 20 al 80%, después se añadieron 20  $\mu$ L de la muestra a 980  $\mu$ L de dilución del radical ABTS. La absorbancia se midió de forma continua transcurridos 7 minutos a 754 nm. El antioxidante sintético de referencia Trolox® se ensayó a una concentración de 0-15  $\mu$ M (concentración final) en etanol, en las mismas condiciones. Los resultados se expresan en TEAC (Capacidad Antioxidante Equivalente a Trolox).

### Perfil Sensorial

Para obtener el perfil se llevó a cabo un análisis descriptivo, que consiste en la determinación de las propiedades sensoriales y su medición.

En función del tipo de análisis varía el número de panelistas, el grado de entrenamiento, y el número de parámetros sensoriales. Para el análisis sensorial descriptivo se emplearon 15 panelistas, en función de su habilidad para reconocer diferentes estímulos sensoriales. Se capacitaron en la teoría sobre los principios básicos del análisis sensorial, explicando las técnicas establecidas para la evaluación. Posteriormente se les entrenó en reconocer sabores, aromas y textura. La escala de intensidad empleada fue 1= apenas detectable, 3= moderadamente intenso y 5= intensidad extrema. Para la evaluación de los frutos se empleó un análisis sensorial de tipo descriptivo, ya que el objetivo fue describir la intensidad de sabor, aroma y resabio de la pulpa extraída directamente de *O. robusta* y *O. ficus-indica*.

### Análisis Estadístico

Todas las pruebas fisicoquímicas, la concentración del pigmento así como los resultados de la actividad antioxidante fueron llevadas a cabo por triplicado para las dos variedades (*O. robusta* y *O. ficus-indica*), el diseño experimental fue completamente al azar, para comparar las variables de respuesta se hizo un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey. Posteriormente, para determinar la actividad antioxidante y el contenido de Betalaínas, se llevó a cabo un análisis de correlación para determinar relaciones lineales entre este par de variables, considerando como criterio que por lo menos 50 % ( $r^2 = 0,5$ ) de la variación de una variable esté explicada por otra. En cuanto a la evaluación sensorial, los resultados obtenidos de los 15 panelistas (tres repeticiones por panelista), de cada uno de las características de los atributos (aroma, sabor y resabio), de las dos pulpas degustadas (*O. robusta* y *O. ficus-indica*), fueron comparadas por medio de un análisis de varianza. Los análisis se hicieron con el paquete estadístico JMP 7.0.1 (SAS Institute Inc.).

## RESULTADOS

### Caracterización fisicoquímica

De las dos especies estudiadas, *O. robusta* tuvo el valor más alto de sólidos solubles totales difiriendo significativamente ( $F= 360,4$ ;  $P \leq 0,0001$ ) de *O. ficus-indica* (TABLA 1). En cuanto a la acidez titulable el contenido de ácido fue significativamente diferente ( $F= 769,2$ ;  $P= 0,0001$ ). En el contenido de humedad y contenido de cenizas no se presentaron diferencias significativas entre las variedades.

### Contenido de Betalaínas

La concentración de Betalaínas (determinada como betacianinas y betaxantinas) fue mayor en *O. robusta*, con una concentración de betacianinas de 0,114 mg/ mL pulpa base húmeda y betaxantinas de 0,0732 mg/ mL pulpa base húmeda. *O. ficus-indica* presentó valores menores (0,0225 mg/ mL de Betacianina en pulpa y 0,0089 mg betaxantinas/ mL de pulpa respectivamente),

difiriendo significativamente de los exhibidos por *O. robusta* (TABLA 2).

### Capacidad Antioxidante

#### DPPH

La capacidad antioxidante está directamente relacionada con el contenido de pigmentos del fruto. Se determinó la capacidad antioxidante en la pulpa de tuna de ambas variedades, utilizando el método de radical DPPH se observó que *O. robusta* a diferentes concentraciones tuvo el mayor porcentaje de decoloración con un 36,97% contra un 22,4 % de *O. ficus-indica* (TABLA 3).

#### ABTS

Mediante este método, *O. ficus-indica* presentó una actividad antioxidante más alta en promedio que *O. robusta* (TABLA 3). Lo que implica que además de los compuestos responsables del color, existen otros que están aumentando la capacidad antioxidante, como polifenoles y

TABLA 1. Características fisicoquímicas de dos variedades de *Opuntia*.

Característica	X±DE Pulpa de <i>O. robusta</i>	X±DE Pulpa <i>O. ficus-indica</i>
pH	4,56 ± 0,017	4,23 ± 0,012
Sólidos solubles (°Brix)	11,7 ± 0,100a	10,17 ± 0,058b
Acidez Titulable (g.100g-1)	0,65 ± 0,024a	0,24 ± 0,029b
Cenizas (%)	49,42 ± 0,560	51,65 ± 0,400
Humedad (%)	84,10 ± 0,140	83,73 ± 0,310

Letras diferentes en la misma fila muestran diferencia significativas ( $p < 0,05$ ).

TABLA 2. Concentración de pigmentos en dos variedades de *Opuntia*.

Variedad	X±DE Betacianinas mg/ mL	X±DE Betaxantinas mg/ mL
<i>O. robusta</i>	0,1144 ± 0,026a	0,0732 ± 0,025a
<i>O. ficus-indica</i>	0,0225 ± 0,009b	0,0198 ± 0,002b

Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

TABLA 3. Valores de capacidad antioxidante por método de DPPH y ABTS en dos variedades de fruto de *Opuntia*.

Variedad	X±DE Concentración de betalainas (mg/mL) <sup>1</sup>	X±DE % DPPH <sup>2</sup>	X±DE ABTS (TEAC) <sup>3</sup>
<i>O. robusta</i> C1	0,00715± 0,003	36,97 ± 0,41a	165,6 ± 2,91c
<i>O. robusta</i> C2	0,00545± 0,008	21,46 ± 0,95b	128,0 ± 1,68d
<i>O. robusta</i> C3	0,00443± 0,002	17,47 ± 0,56c d	71,8 ± 2,78e
<i>O. ficus-indica</i> C1	0,00562± 0,002	22,42 ± 1,59b	195,38 ± 1,68b
<i>O. ficus-indica</i> C2	0,00375± 0,001	19,00 ± 0,39c	207,38 ± 2,34a
<i>O. ficus-indica</i> C3	0,00205± 0,003	16,61 ± 0,31d	54,49 ± 3,01f

<sup>1</sup> Concentración de betalainas utilizadas para la determinación de la actividad antioxidante por ambos métodos.

<sup>2</sup> Porcentaje de decoloración de radicales libres. <sup>3</sup> μmol de equivalente Trolox/ ml de extracto de fruto de las dos variedades de frutos de *Opuntia*. \*Letras diferentes en la misma columna significan diferencias significativas (p< 0,05).

vitaminas quienes pueden hacer una diferencia en la medición de la capacidad antioxidante. Se observó una correlación entre la concentración de betalainas y la capacidad antioxidante para los métodos ABTS ( $r^2= 0,5$ ) y DPPH ( $r^2= 0,82$ ). La capacidad antioxidante de un fruto depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él.

### Análisis Sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial de las pulpas, muestran que no existieron diferencias significativas respecto a la calidad de los atributos de olor, sabor y resabio entre las dos variedades de tuna. El sabor y resabio mostraron una relación ácido-dulce. En cuanto al aroma, sobresalen los aromas frutales con una intensidad de 4, garambullo, vegetal fresco, vegetal y floral (FIGURA 1).

En los resultados del perfil de sabor, predomina el dulce, amargo y ácido, específicamente las notas a betabel, garambullo, tuna, pepino y vegetal, siendo más intensos en *O. robusta* (FIGURA 2).

Los resultados de resabio (FIGURA 3), nos muestra una tendencia a lo dulce, amargo y ácido, que concuerda con lo arrojado en

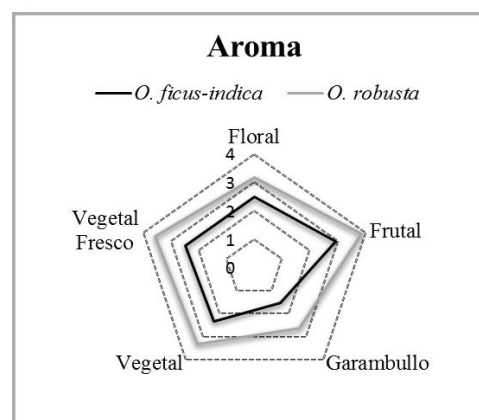


FIGURA 1. Aromas de mayor intensidad reportados en el análisis sensorial de dos variedades de tuna.

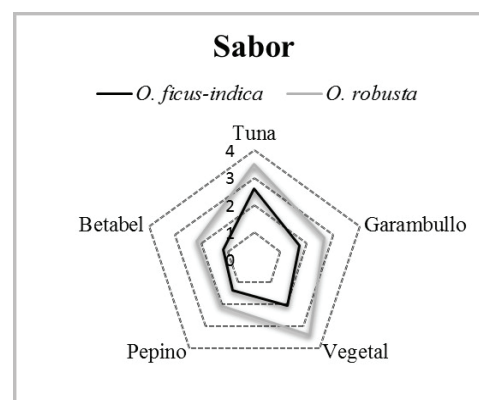


FIGURA 2. Sabores de mayor intensidad reportados en el análisis sensorial de dos variedades de tuna.

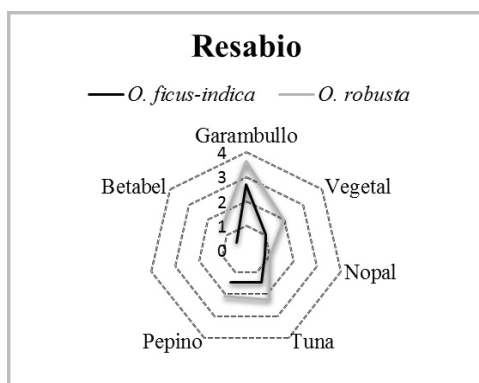


FIGURA 3. Resabios principales de mayor intensidad reportados en el análisis sensorial de dos variedades de tuna.

sabores, específicamente se muestra resabio a tuna, garambullo, nopal, betabel y vegetal principalmente.

### DISCUSIÓN

Los sólidos solubles totales mostraron valores inferiores (TABLA 1) a los 15,61 a 15,67 °Brix que mencionan Rodríguez (16). La menor concentración puede ser reflejo de la época de colecta, que fue cerca del invierno. De acuerdo con lo reportado por Sáenz y Sepúlveda (17), la concentración de azúcares tiende a disminuir cuando las colectas se hacen en esta estación, comparado con la concentración de azúcares producida en verano. A pesar de ello, la muestra está dentro de los intervalos especificados para tuna roja y morada mencionados por Crivelli y Nani (18). Se asume que las muestras de *O. robusta* y *O. ficus-indica* que se encuentran en un intervalo de 10 a 17° Brix contienen principalmente azúcares reductores, donde predomina la glucosa y la fructosa en segundo lugar, lo que hace que la pulpa de la tuna sea “muy dulce” (18). Piga (9) encontró intervalos de 10 a 15° Brix para los azúcares reductores en tunas, lo cual coincide con lo que se reporta en este estudio. En cuanto al pH, se acerca más a la zona

de productos ácidos, *O. robusta* tuvo (0,6767 g ác. Málico/100 g muestra) lo cual concuerda con lo reportado por Crivelli y Nani (18), mientras que *O. ficus-indica* difiere con un valor por debajo de lo reportado por los anteriores (0,2412 g ác. Málico/100 g muestra), *O. ficus-indica* presentó pH 4,22, mientras que para *O. robusta* fue de 4,57 unidades, lo cual se encuentran dentro del intervalo determinado por Crivelli y Nani (18). En el contenido de humedad encontrado en los frutos fue ligeramente menor al reportado por Aquino-Bolaños (19) que varía entre 84 y 90%, así como también menor de 88,4% reportado para *Opuntia boldinghii* por Vilorio- Matos (20). Las variaciones en la caracterización fisicoquímica pueden ser atribuidas a factores como la variedad, las prácticas culturales, el fotoperiodo, clima de la región y estación de cosecha, entre otros factores (19). En el contenido de Betalainas, las concentraciones que se encontraron son similares a las reportadas para frutos *O. ficus-indica* (20). A pesar de que la concentración de betalainas es menor a la reportada para betabel (21), en comparación con otros frutos de cactáceas, *Opuntia robusta* mostró concentraciones superiores a la pitahaya roja (*Hylocereus polyrhizus*) que presenta  $1,03 \pm 0,22$  mg/g (22); y la jiotilla (*Escontria chiotilla*) que contiene 0,89 mg/g de betacianinas (23). La Capacidad Antioxidante de un extracto o fruto se puede expresar en función del porcentaje de DPPH. En este trabajo se encontró que a medida que aumenta la concentración de betalainas en los extractos de fruto de *Opuntia* el porcentaje de DPPH aumenta, por lo tanto *Opuntia robusta* posee una capacidad antioxidante mayor a la de *O. ficus-indica*. Se ha informado que las betacianinas son antioxidantes más potentes que las betaxantinas (23), y estas últimas son las predominantes en ambas variedades de *Opuntia*. Por el contrario en el método de ABTS, *Opuntia ficus-indica* con una menor concentración de betalainas (0,225 mg/g peso fresco) presentó mayor capacidad

antioxidante (195,38  $\mu\text{mol}$  equivalente Trolox/ml de extracto de fruto), por el contrario, *O. robusta*, a pesar de tener una concentración superior de betalaínas (1,144 mg/g peso fresco), presentó una capacidad antioxidante menor (165,6  $\mu\text{mol}$  equivalente Trolox/ml de extracto de fruto). Se observó correlación entre la concentración de betalaínas y la capacidad antioxidante para los métodos ABTS y DPPH. Para ABTS ( $r^2= 0,5$ ) mientras que para DPPH ( $r^2= 0,82$ ). Esto implica que además de los compuestos responsables del color, deben estar presentes otros compuestos como vitaminas y polifenoles que están aportando capacidad antioxidante en *O. ficus indica* (5, 6).

Para el perfil sensorial la combinación de sabores y resabios dulces, ácidos y amargos con distintivas notas frutales, así como aromas florales y frutales característicos de las dos variedades de tuna, resultan agradables al paladar y al olfato, siendo también compatibles con muchos alimentos, incluyendo los lácteos. Estas características, hacen de los frutos ensayados una excelente alternativa como fuente de colorantes y aditivos alimenticios (24), en comparación con los sabores terrosos que distinguen a los colorantes obtenidos del betabel, y a su clásica aversión a los lácteos (9). El sabor y resabio mostraron una relación ácido-dulce, debida principalmente al aumento de la acidez y a la disminución de la concentración de azúcares que tienden a tener los frutos colectados cerca del invierno (17). Otra característica sobresaliente de las betalaínas de *Opuntia* es su alto coeficiente de extinción molar que les brinda un poder de tinción comparable al de los colorantes sintéticos (25).

### CONCLUSIONES

El conocimiento de las características de especies de *Opuntia* no cultivadas es importante con la finalidad de difundir sus características e impulsar su aprovechamiento. Sus cualidades organolépticas, notas dulces, frutales y florales tanto en aroma como en sabor y sus características

fisicoquímicas grado de acidez y contenido de azúcares, fueron parecidas ya que no se detectaron diferencias significativas, lo que corrobora la aceptabilidad para su consumo en fresco. Por otro lado, la concentración de betalaínas disponibles en ambos frutos, les confiere la cualidad de poder ser empleadas para la producción y extracción de betalaínas que a su vez pueden ser componentes de productos nutraceuticos por su fuente natural de antioxidantes y sabor dulce afrutado, además de utilizarse en la industria como pigmentos naturales y aditivos alimenticios de origen vegetal los cuales se encuentran en creciente demanda en la industria.

### AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada (No. de beca 231489). Al Instituto Tecnológico de Celaya y al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Querétaro, por permitirnos el uso de sus instalaciones y equipo para el desarrollo del presente trabajo y a FOFI 2013, por el financiamiento del proyecto. Al proyecto PFCE-2017 por otorgar los recursos para la publicación de este manuscrito.

### REFERENCIAS

1. Guillot D. y P. Van Der Meer. Algunos taxones nuevos del género *Opuntia* mil en la comunidad Valenciana. *Flora Montiberica*. (2006) 32:39-50.
2. Patel S. "Reviewing the prospects of *Opuntia pears* as low cost functional foods". *Rev Environ Sci Biotechnol*. (2013) 12: 223-234
3. Castellanos-Santiago E. y E. M. Yahia. Identification and quantification of betalains from the fruits of 10 mexican prickly pear cultivars by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem*. (2008) 56: 5758-5764.
4. Stintzing F., K. Herbach, M. Mosshammer, R. Carle, W. Yi, S. Sellappan, C. Akoh, R. Bunch y P. Felker. Color, betalain pattern and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* spp) clones. *J. Agric. Food Chem*. (2005) 53: 442-451.

5. Sumaya-Martínez M. T., S. Cruz-Jaime, E. Madrigal-Santillán, J. D. García-Paredes, R. Cariño-Cortés, N. Cruz-Cansino, C. Valadez-Vega, L. Martínez-Cárdenas y E. Alanís-García. Betalain, acid ascorbic, phenolic contents and antioxidant properties of purple, red, yellow and white cactus pears. *Int. J. Mol. Sci.* (2011) 12:6452-6468.
6. Ramírez-Ramos M., M. R. García-Mateos, J. Corrales-García, C. Ybarra-Moncada y A. M. Castillo-González. Compuestos antioxidantes en variedades pigmentadas de tuna (*Opuntia* sp.). *Rev. Fitotec. Mex.* (2015) 38:4, 349-357.
7. Aparicio-Fernández X., S. Loza-Cornejo, M. G. Torres-Bernal, N. J. Velázquez-Placencia y H. J. Arreola-Nava. Características físico-químicas de frutos de variedades silvestres de *Opuntia* de dos regiones semiáridas de Jalisco, México. *Polibotanica.* (2017). (43), 219-244.
8. Attia G. Y., M. E. M. Moussa y E. R. Sheashea. Characterization of red pigments extracted from red beet (*Beta Vulgaris*, L.) and its potential uses as antioxidant and natural food colorants. *Egypt. J. Agric. Res.* (2013) 91:3, 1095-1110.
9. Piga A. Cactus Pear: A fruit of nutraceutical and functional importance. *J. PACD.* (2004) 6: 9-22.
10. Stintzing F. C. y R. Carle. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Food Sci.* (2004) 15: 19-38.
11. Lee Y. C., Y. H. Pyo, C. K. Ahn y S. H. Kim. Food functionality of *Opuntia ficus-indica* var. cultivated in Jeju Island. *Food Sci Nutr.* (2005) 10:103-110.
12. Sumaya M., T. Suárez, N. Cruz y E. Alanís. Innovación de productos de alto valor agregado a partir de la tuna mexicana. *Quinta Época.* (2010) 27: 435-441.
13. Alba-Jiménez J., J. Chávez-Servia, I. Verdalet-Guzmán y E. Aquino-Bolaños. Betalainas, polifenoles y actividad antioxidante en tuna roja mínimamente procesada, almacenada en atmósferas controladas. *Gayana. Bot.* (2014) 71(2), 222-226.
14. AOAC, Official Methods of Analysis. 15th, U.S.A. Association of Official Analytical Chemists. (1990).
15. Brand-Williams W., M. E. Cuvelier y C. Berset. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.* (1995) 28, 25-30.
16. Rodríguez S., C. Orphee, S. Macias, S. Generoso y L. Gomes. Tuna: Propiedades físico-químicas de dos variedades. *La Alimentación Latinoamericana.* (1996) 210: 34-37.
17. Sáenz C. y E. Sepúlveda. Alternativas de industrialización de la tuna (*Opuntia ficus-indica*). *Alimentos.* (1993) 18: 29-32.
18. Crivelli G. y R. Nani. "Utilizzazione industriale de lla frutta tropicalee subtropicale". *Inf. Agrar.* (1993) 3: 93-96.
19. Aquino-Bolaños E., Y. Chavarría-Moctezuma, J. L. Chávez-Servia, R. I. Guzmán-Gerónimo, E. R. Silva-Hernández e I. Verdalet-Guzmán. Caracterización fisicoquímica de siete variedades de tuna (*Opuntia* spp.) color rojo-violeta y estabilidad del pigmento de las dos variedades con mayor concentración. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.* (2012) 20 (55): 3-10.
20. Vilorio-Matos A., D. Corbelli-Moreno, M. J. Moreno-Álvarez, y C. Belen. Stability in betalains from tuna pulp (*Opuntia boldinghii*) submitted to a lyophilization process. *Revista de la Facultad de Agronomía.* (2002) 19: 324-331.
21. Kujala T. S., J. M. Lopenen, D. K. Klika y K. Pihlaja. Phenolics and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. *J. Agric. Food Chem.* (2000) 48:5338-5372.
22. Wu L. C., H. Hsiu-Wen, C. Yun-Chen, C. Chih-Chung, L. Yu-In y A. H. Ja-An. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chem.* (2006) 95:319-327.
23. Sanjay P.C., N.R. Sheth, I.S. Rathod, B.N. Suhagia y R.B. Maradia. "Analysis of betalains from fruits of *Opuntia* species". *Phytochem Rev.* (2013) 12:1: 35-45.
24. Azeredo H. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. *Int. J. F. Sci. Tech.* (2008) 44: 2365-2376.
25. Strack D., T. Vogt y W. Schliemann. Recent advances in betalain research. *Phytochem.* (2003) 62: 247-269.

Recibido: 22-06-2017  
 Aceptado: 05-09-2017

## ***In vitro* antioxidant and bioactive properties of corn (*Zea mays* L.)**

Paola Fabila-Garca<sup>1</sup>, Octavio Dublán-García<sup>1</sup>, Leobardo M. Gómez-Oliván<sup>1</sup>,  
R. Baeza-Jiménez<sup>2</sup>, Leticia X. López-Martínez<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Chihuahua, México. <sup>3</sup>CONACYT-  
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Culiacán, Sinaloa, México.

**SUMMARY:** This study investigated the antioxidant activity, inhibitory effects on  $\alpha$ -glucosidase, angiotensin-converting enzyme (ACE) and aldose reductase (AR) of five types of corn cultivars (white, yellow, black, red and purple). The total phenolic content (TPC) and total anthocyanins (TA) ranged from 146.28 to 598.71 mg GAE/g and from 1.66 to 446.38 mg C3G/100 g respectively. All tested extracts were capable of scavenging peroxynitrite (ONOO-) at level of 1.6 mg/mL of TPC to extents ranging from 41.29 to 86.23%. All of the extracts also inhibited the activity of  $\alpha$ -glucosidase with efficacies values from 17.75 to 69.83% whereas moderate inhibitory activity ACE (17.22-42.4%) and AR inhibitory activity from 22.7 to 87.2% was shown. Differences in inhibition of peroxynitrite formation and inhibition of enzymatic activities appeared to be dependent on the profile of total phenolic compounds, anthocyanins and another non phenolic compounds present in each type of corn.

**Key words:** Bioactivity, peroxynitrite inhibition, total phenolic compounds, corn.

### **RESUMEN: Propiedades antioxidantes y bioactivas *in vitro* de maíz (*Zea mays* L.)**

La actividad antioxidante, efectos inhibitorios sobre las enzimas  $\alpha$ -glucosidasa, enzima convertidora de angiotensina (ECA) y aldosa reductasa (AR) de cinco tipos de maíz (blanco, amarillo, negro, rojo y morado) fueron analizadas. El contenido de compuestos fenólicos totales (CFT) y antocianinas totales (TA) se encontraron de 146,28 a 598,71 mg GAE/g y de 1,66 a 446,38 mg C3G/100 g respectivamente. Todos los extractos probados fueron capaces de inhibir la formación de peroxinitrito (ONOO-) de 41,29 a 86,23% a una concentración de CFT de 1.6 mg/mL. Todos los extractos también fueron capaces de inhibir la actividad de  $\alpha$ -glucosidasa con eficacias de inhibición de 17,75 a 69,83% y una actividad inhibidora de AR de 22,7 a 87,2%, mientras la actividad de inhibición sobre ACE se mostró moderada (17,22 a 42,4%). Las diferencias de la inhibición de la formación de peroxinitrito y de las actividades enzimáticas parecen ser dependientes del perfil de compuestos fenólicos totales y antocianinas además de otros compuestos de naturaleza no fenólica presentes en cada tipo de maíz.

**Palabras clave:** Bioactividad, inhibición de peroxinitrito, compuestos fenólicos totales, maíz.

---

### **INTRODUCTION**

Peroxynitrite (ONOO-) possesses strong oxidizing properties toward various cellular constituents such as lipids, amino acids and DNA, besides the inhibition of the enzymes involved in maintaining genetic integrity and cell damage; their overproduction are implicated for pathological conditions such as stroke, atherosclerosis, cancer and diabetes

(1). Evidence has suggested that diabetic patients are under oxidative stress, which may partially mediate the initiation and progression of diabetes-associated complications (which is one of the major metabolic disorders in people diagnosed with prediabetes or diabetes) due to the absorption of glucose released in the small intestine by  $\alpha$ -glucosidase, such increase could be controlled by the inhibition of the

enzyme. For instance, the consumption of natural inhibitors from the dietary constituents could be an effective therapy for managing hyperglycemia postprandial with minimal side effects (2). Furthermore one of the main macrovascular complications of diabetes is hypertension. One of the key actions of ACE is the regulation of blood pressure together with the water and salt metabolism, since it cleaves angiotensin I into the potent vasopressor angiotensin II. The result of ACE action is an elevation of blood pressure (3). On other hand, in hyperglycemia condition, the excess of glucose will not only be metabolized by glycolysis, but the polyol pathway in which glucose is converted to sorbitol by the catalytic activity of AR. Previous studies have provided evidence related to the involvement of AR in diabetic complications namely neuropathy, retinopathy, nephropathy and cataract (4). Modulation of ACE and AR by phenolic-based dietary ingredients may be a strategy to manage the possible diabetic complications such as hypertension and cataracts.

Corn (*Zea mays* L.) is one of the most important grains that provide food for most of world population. It is a source of macro and micronutrients and also is rich in phytochemicals such as phenolic acids and anthocyanins among others compounds (5). The antioxidant properties of phenolic compounds from corn have been associated with bioactivity for hyperglycemia and hypertension management (6), therefore extracts of corn might have the potential to control some effects of postprandial hyperglycemia. For the above mentioned, the aim of the present work was to characterize five corn cultivars grown in Mexico in relation to the total phenolic compounds and anthocyanins contents, and to evaluate their contribution to the antioxidant activity, and the inhibition of  $\alpha$ -glucosidase, ACE and AR using in vitro methods.

## MATERIALS AND METHODS

### Corn types

The types of corn used in this study were yellow, white, red, purple and black. Types white and yellow were obtained from a local market in Veracruz and Oaxaca, respectively. The purple and red types were purchased from a local market in Toluca City (Estado de México), whereas the black type was obtained in local market in Mexico City, during the years 2014 and 2015. Kernels were sun-dried to a water content of ca. 20%; all grains samples were milled into whole grain flour using a 60-mesh size screen, thoroughly mixed and stored at 4°C.

### Preparation of crude extracts

Five grams of flour was extracted with 25 mL of 95% ethanol in amber glass bottles at 40°C for 24 h with constant stirring. The resulting slurry was filtered through a Whatman No. 4 filter paper and subjected to rotary evaporation (Buchi rotavapor R 110, Flawil, Switzerland) at 40°C to remove the solvent followed by lyophilization during 72 h at 13.3 Pa. Lyophilized extracts were stored in amber glass vials at 40°C.

### Determination of Total Phenolic Content (TPC)

TPC of the extracts was determined with modifications according to (7). Briefly, 15  $\mu$ L of the extract were mixed into a 96-well Costar® flat bottom microplate with 240  $\mu$ L of distilled water and 15  $\mu$ L of 2N Folin-Ciocalteu reagent, after incubation for 3 min, 30  $\mu$ L of 4N Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> were added to neutralize the reaction mixture, and then the resulting mixture was allowed to stand in the dark for 2 h. The absorbance was measured at 725 nm using a Synergy HT Absorbance Microplate Reader (BioTek Co., USA). A standard calibration curve was prepared using gallic acid and TPC in each extract was calculated and expressed as milligram of gallic acid equivalent per 100 g of dry sample (mg GAE/100 g).

### Determination of Total Anthocyanins (TA)

Analysis of total anthocyanins was carried out according to the method of Abdel-Aal and Hucl (8), by measuring the absorbance of ethanolic extracts at pH 1.0. One gram of ground whole grain sample was homogenized in a 50 mL centrifuge tube with 25 mL of an acid-ethanol solution (0.225 M HCl in ethanol-water (95:5, v/v)). The tube was flushed with nitrogen gas, agitated for 30 min and then centrifuged at 3000 x g (Sorvall RC5C, Sorvall Instruments, Dupont, Wilmington, DE) for 15 min and the supernatants collected. Absorbance readings at 535 nm were taken and corrected for background absorbance at 700 nm (due to turbidity) in a photodiode array spectrophotometer (Model 8452A; Hewlett-Packard Co., Waldbronn, Germany). Anthocyanins were expressed as mg of cyanidin 3-glucoside equivalents per 100 g (mg C3G/100 g) using a molar extinction coefficient of 25,965 cm<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup> and a molecular weight of 449.2 g/mol.

### Peroxynitrite-mediated nitration of tyrosine assay

Peroxynitrite was synthesized according to Rehman et al. (9). Briefly, 20 mL of an acidic solution (0.6 M HCl) of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0.7 M) was mixed with 20 mL of KNO<sub>2</sub> (0.6 M) on ice for 10 s, and the reaction was quenched with 20 mL of ice-cold NaOH (1.2 M). Residual H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> was removed by adding 10–15 mg of MnO<sub>2</sub>. The solution was then filtered and frozen overnight at -20°C. The yellow top layer formed by freeze fractionation was separated by scraping, and the concentration stock of ONOO<sup>-</sup> was determined at 302 nm, using a molar extinction coefficient of 1670 cm<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>. Peroxynitrite scavenging was followed by inhibition of nitration of tyrosine by peroxynitrite. For each extract, a dilution series (0.2–2.0 mg/mL) and a control solution without sample were prepared. Tyrosine (10 mM) was prepared by dissolving 18.1 mg of the pure compound in 8 mL of water adding to 250 µL of 10% KOH, followed by neutralization with 250 µL of a 5%

phosphoric acid solution with 1.5 mL of water. Tyrosine solution (100 µL), together with 10 µL of sample (0.1–1.0 mg/mL), were added to a plastic test tube containing 880 µL of buffer (500 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, pH 7.4) and pre-incubated in water bath at 37°C, for 15 min. After this time, peroxynitrite (10 µL) was added under vigorous stirring (20 s), and the resulting mixture (pH 7.4–7.5) was incubated at 37°C for another 15 min. DL-Penicillamine was used as positive control. Measurement of 3-nitrotyrosine was performed using a LiChrospher RP-18 (150 mm x 4 mm, 5 µm) column. The mobile phase was 500 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, pH 3.0 with 20% methanol (v/v) at a flow rate of 1 mL/min. Detection was achieved with a UV detector set at 274 nm. Peak heights of 3-nitrotyrosine were measured and their concentrations calculated from a standard curve.

### α-glucosidase inhibitory assay

The inhibitory properties of the corn extracts against α-glucosidase were assayed according to Matsui et al. (10), with some modifications. The appropriate dilution of crude extract (1.0–7.0 mg/mL TPC) and 100 µL of α-glucosidase solution (1.0 U/mL) in a 0.1M phosphate buffer (pH 6.9) was incubated at 25°C for 10 min. Then, 50 µL of 5mM p-nitrophenyl -α-D-glucopyranoside solution was added to the 0.1M phosphate buffer (pH 6.9). The mixtures were incubated at 25°C for 5 min prior to reading the absorbance at 405 nm in a photodiode array spectrophotometer. Acarbose (0.44 mg/mL in final assay mixture) was used as a reference inhibitor. Controls were representative of the 100% of enzymatic activity, were conducted in an identical fashion replacing the sample with buffer.

### Angiotensin-converting enzyme inhibition assay (ACE)

ACE inhibitory activity of the extracts was determined using the method of Hayakari et al. (11) with some modifications. Briefly, 50 µL (1.5–13.0 mg/mL total phenolic content) were dissolved

in 200  $\mu$ L of 0.1 M borate buffer containing 0.3M NaCl (pH 8.3) and mixed with 50  $\mu$ L ACE solution (2 mU/mL). The mixture was then preincubated at 37°C for 10 min, after this time 150  $\mu$ L of 5.0 mM substrate (hippuryl-histidyl-leucine) was added. The enzyme-substrate mixture was incubated for 60 min at 37°C and then 500  $\mu$ L of 0.5 N HCl was added to stop the reaction. The hippuric acid produced was extracted by adding 1.5 mL ethyl acetate and stirring vigorously during 1 min. After separation by standing during 5 min, 800  $\mu$ L of the ethyl acetate layer was transferred into a 2 mL Eppendorf tube and dried in a hot water bath with nitrogen flow. After drying, 1 mL of distilled water was added and the absorbance was determined in a photodiode array spectrophotometer at 288 nm. Blank samples were prepared without addition of enzyme, and control samples were prepared without the addition of extracts. Captopril (1.0 mg/mL in final assay mixture) was used as a reference inhibitor. ACE inhibitory activity was calculated using the following equation:

#### **Aldose reductase inhibitory assay (AR)**

The aldose reductase inhibitory effect was evaluated according to Karasu et al. (12) with some modifications. Porcine lenses (20 g), supplied by a slaughter house located in Mexicaltzingo, Mexico; were homogenized with 100 mL of 0.067 M phosphate buffer (pH 6.2 at 4°C). The homogenate was centrifuged at 10 000  $\times$  g during 15 min and supernatant (crude aldose reductase extract) was collected and stored at 4°C until use. Aldose reductase was assayed spectrophotometrically by determining NADPH consumption at 340 nm and was expressed as decrease of the optical density. The reaction mixture contained 4.67 mM D,L-glyceraldehyde as a substrate, 0.11 mM NADPH, 0.067 M phosphate buffer, pH 6.2 and 100  $\mu$ L of the crude enzyme extract in a total volume of 3 mL. The reference blank contained all the above reagents except the substrate D,L-glyceraldehyde to correct for the oxidation of NADPH not associated with

reduction of the substrate. The reaction was initiated by adding the D,L-glyceraldehyde, and the resulting mixture was incubated at 37°C for 20 min. The reaction was stopped by adding 5 M ammonium chloride (20  $\mu$ L) and cooling the mixture. The inhibitory effect on aldose reductase was evaluated by adding 100  $\mu$ L of corn extracts to the reaction mixture. The aldose reductase inhibitory activity was expressed as the percentage of inhibition using quercetin as a reference inhibitor (1.0 mg/mL).

Data were reports as mean + standard deviation (SD) for three replicates.

#### **Statistical analyses**

All experiments used completely randomized block designs and significant differences between treatment means was established using one-way ANOVA and a significance level of 0.05 with the statistical software MINITAB® v. 14.

## **RESULTS**

#### **Total phenolic compounds and total anthocyanins (TPC and TA)**

TPC and TA of the isolates from raw yellow, red, purple and black corn are shown in Table 1. The range was from 215.05 to 588.4 mg GAE/100 g and differed significantly among varieties ( $p > 0.05$ ), the extracts of purple type displayed higher content followed by red, black, yellow and white varieties. The TA of raw corn varied from 1.25 to 446.3 mgC3G/100 g. The purple type contained the highest content of TA, whereas the white, yellow, red and black counterparts contained approximately 0.28, 0.37, 32.6 and 54.1%, respectively of the amount of anthocyanins found in purple corn.

#### **Antioxidant activity**

Table 1 shows the pattern of inhibition of peroxynitrite, mediated by inhibition of nitrotyrosine formation of the corn extracts. Crude extracts from yellow corn showed the

TABLE 1. Total phenolic content (TPC), total anthocyanins (TA) and inhibition of peroxynitrite formation of crude extracts from corn.

Type raw corn	Total phenolic content (mg GAE/100 g)	Total anthocyanins (mg C3G/100 g)	Inhibition of peroxynitrite formation (%)
White	146.28 +11.4a	1.66 + 0.4a	74.88 + 4.4a
Yellow	215.01 +17.2b	1.25 + 0.12a	86.23 + 6.1b
Red	380.76 +27.2c	145.81 +5.7b	41.91 + 3.5c
Black	575.13 +49.2d	241.57 +15.3c	66.30 + 4.7d
Purple	598.71 +28.4e	446.38 +12.2c	60.15 + 4.2 d

<sup>†</sup>Determined at 1.6 mg/mL. The results represent the mean from three independent replicates. Means accompanied by different letter within each column are different (p>0.05)

highest level of inhibition (86.2%) followed by white corn (74.8%). The activity of the pigmented varieties ranged from 41.91 to 66.3%. The extract from red corn had the lowest scavenging potential. This ability in maize kernel extracts was not correlated to the content or total phenolic compounds (r<sup>2</sup>=0.52).

**In vitro α-glucosidase, ACE and AR inhibitory activities.**

The different corn types were evaluated in relation to the possible inhibition of α-glucosidase enzyme (Figure 1). The inhibition shows the dose-dependent trend to the different corn extracts. Significant inhibition against α-glucosidase was exhibited by all extracts, α-glucosidase activities ranging from 17.75 to 69.83% at the highest sample dose (7 mg/mL), the extract from yellow corn showed the highest α-glucosidase inhibition (69.8%) followed by white, black, purple and red extracts (60.62, 20.56, 18.20 and 17.48%) respectively. The inhibitory effect of the most potent corn extracts competed the effect of the acarbose (74 %).

The inhibitory activity of ACE is depicted in Figure 2, the activity increased proportionally to extract concentration. Pigmented corn extracts

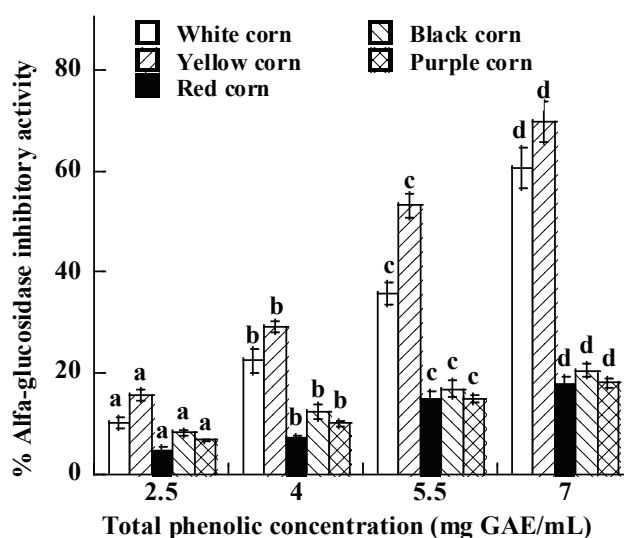


FIGURE 1. Inhibitory activity of α-glucosidase of raw corn extracts at different concentration of total phenolic content. Means of the same type of corn with the same superscript letter are not significantly different (p>0.05).

showed the lowest inhibitory activity, which ranged from 17.23 to 20.1%, while non pigmented corn were two fold as high than pigmented corn (35.7 and 42.4 %) for white and yellow varieties. However, those activities are lower than the

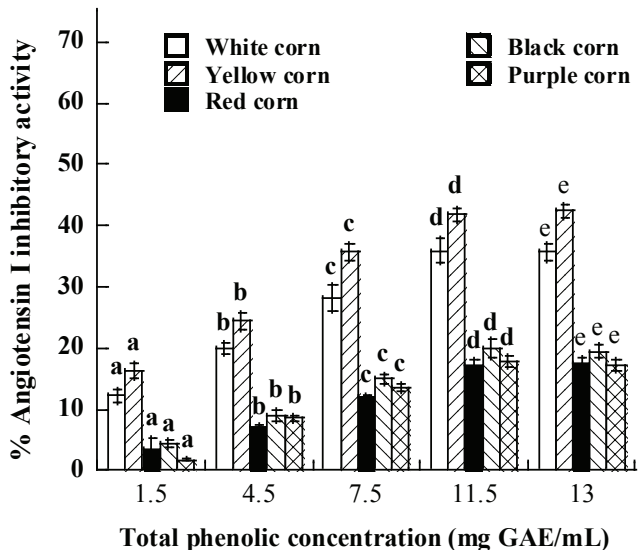


FIGURE 2. Angiotensin converting enzyme inhibitory activity of raw corn extracts at different concentration of total phenolic content. Means of the same type of corn with the same superscript letter are not significantly different ( $p>0.05$ ).

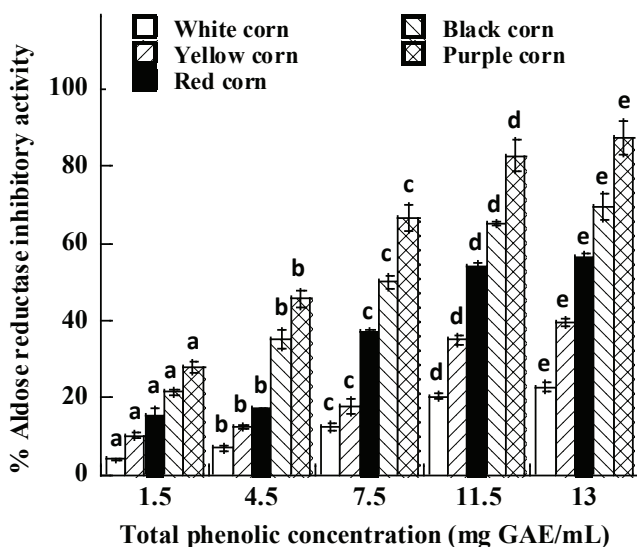


FIGURE 3. Aldose reductase enzyme inhibitory activity of raw corn extracts at different concentration of total phenolic content. Means of the same type of corn with the same superscript letter are not significantly different ( $p>0.05$ ).

synthetic drug utilized in control of hypertension captopril (90.3%).

The profile of AR inhibition is presented in Figure 3. The inhibitory effect of the extracts increased with the increase of total phenolic concentration. Among the extracts, purple corn (87.20%) exhibited highest AR inhibitory activity followed by black, red, yellow and white that showed the lowest inhibition (22.72%) at the maximum dose (15 mg/mL). Extracts from purple corn at 15 mg/mL could compete with quercetin a standard inhibitor of aldose reductase that showed 96.3% of inhibition.

## DISCUSSION

TPC, TA and inhibitory activity of extracts varied considerably depending on type of corn. The content of TPC differs to those previously reported. Lopez-Martinez et al. (13), found a total phenolic content in the range of 290.20 to 465.9 mgGAE/100 g of five varieties of corn, whereas Moreno et al. (14) reported lower values in different cultivars of corn ranged from 21.3 to 90.4 mg GAE/100 g. Anthocyanins are the main compounds responsible for the color in pigmented corn and are located in pericarp or aleurone, or pericarp and aleurone.

The non-pigmented types of corn (yellow and white) had the lowest anthocyanins levels; this can be explained by their colorations, which indicate the presence of carotenoids such as lutein and zeaxanthin, the most abundant pigments in this type of corn (15). Thus, from types of corn examined those that contained an elevated content of total phenolic compounds showed an elevated content of total anthocyanins. The observed differences among studies in total phenolic content and anthocyanins could be attributed to various factors such as genotype, agronomic practices, maturity at harvest, and storage condition (16).

In our previous studies we concluded that corn possess antioxidant activity (5,

13). Therefore, a better understanding of antioxidant capacity in corn would be possible by considering the inhibition of peroxynitrite formation induced by inhibition of tyrosine nitration. Crude extracts for non pigmented corn were higher in inhibition of peroxynitrite formation compared to those extracts from pigmented ones. The extract from yellow corn was the type with the highest scavenging potential among all varieties tested. Soluble compounds in water such as some flavonoids, ferulic acid and *p*-coumaric acid, react with peroxynitrite either by directing the nitration to their own structures or by deactivation by electron donation (17). Besides the presence of non phenolic components in non pigmented corns such as carotenoids and tocopherols which are ethanol extractable can scavenge peroxynitrite radicals (18), this could explain that white and yellow corn possess higher inhibition activity than pigmented varieties.

$\alpha$ -glucosidase inhibitors are currently used to reduce glucose postprandial plasma level in type 2 diabetes and in case of obesity. Similar results were reported by (6), they evaluated 32 varieties of corn and found that yellow samples overall had the highest  $\alpha$ -glucosidase inhibition (72.5%), Lee et al. (18) also observed a similar behavior in 18 corn strains where yellow samples showed the highest  $\alpha$ -glucosidase inhibition (50%) and the pigmented samples had inhibitory capacity ca. 25%. The non-pigmented varieties contained ferulic acid as the major phenolic compounds, which have been reported as strong  $\alpha$ -glucosidase inhibitor (19).

Similar to our study Ademiluyi et al. (20) reported that the ACE inhibitory activity in phenolic –rich extracts of soybean were not associated with their phenolic content. Hellström et al. (21) reported weak ACE inhibitory activity for chokeberry juice. Besides phenolic

compounds, the ACE inhibition showed for the corn extracts could be due to the presence of other soluble components including peptides, which possess ACE inhibitory activities.

The current study aimed to identify potential AR inhibitors from corn extract that would be useful in the treatment of diabetic complications. Differences in inhibition of AR among the pigmented and non-pigmented varieties could be related with the phenolic compounds on each extracts. Yawadio et al. (22) isolated from black pigmented rice cyanidin 3-glucoside, peonidin 3-glucoside and ferulic acid, they found that the inhibitory activity of isolated compounds was as follows: cyanidin 3-glucoside > ferulic acid > peonidin-3-glucoside. Non pigmented genotypes of corn possesses high concentration of free ferulic acid (23) while the pigmented varieties have high concentration of anthocyanins (5), this could explain the different inhibitory effect between pigmented and no pigmented varieties.

## CONCLUSIONS

The crude extracts obtained from the different types of corn have several potential beneficial effects, including, inhibition of  $\alpha$ -glucosidase, ACE and AR. There are considerable differences in the content of total phenolic compounds, total anthocyanins, inhibition of peroxynitrite formation,  $\alpha$ -glucosidase and AR inhibition. Among raw corns, the purple type had the highest total phenolic content and AR inhibitory activity, whereas yellow showed elevated inhibitory  $\alpha$ -glucosidase activity and moderate ACE inhibition suggesting that non-phenolic compounds may be involved.

The antioxidant activity coupled with the anti-diabetic potential, suggest that corn could be used in prevention and management of diabetes and its complications. Continuing work is important in order to identify the compounds that present

the bioactivities studied which are beneficial to the human health and the effect of the processing of raw corn in masa, tortilla or chips on residual bioactivities.

## REFERENCES

- Sadowska-Bartosz I, Adamczyk R, Bartosz G. Protection against peroxy-nitrite reactions by flavonoids. *Food Chem.* 2014; 164, 228-233.
- Hogan S, Zhang L, Li J, Sun S, Canning C, Zhou K. Antioxidant rich grape pomace extract suppresses postprandial hyperglycemia in diabetic mice by specifically inhibiting alpha-glucosidase. *Nutr Met.* 2010; 7(1), 71.
- Johnston CI. Renin-angiotensin system: a dual tissue and hormonal system for cardiovascular control. *J Hypertens.* 1992; 10S, 13-26.
- Alexiou P, Pegklidou K, Chatzopoulou M, Nicolaou I, Demopoulos VJ. Aldose reductase enzyme and its implication to major health problems of the 21(st) century. *Curr Med Chem.* 2009; 16(6), 734-752.
- Lopez-Martinez LX, Oliart-Ros RM, Valerio-Alfaro G, Lee CH, Parkin KL, Garcia HS. Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. *LWT-Food Sci Technol.* 2009; 42(6), 1187-1192.
- González-Muñoz A, Quesille-Villalobos AM, Fuentealba C, Shetty K, Gálvez Ranilla L. (2013). Potential of Chilean native corn (*Zea mays* L.) accessions as natural sources of phenolic antioxidants and in vitro bioactivity for hyperglycemia and hypertension management. *J Agric Food Chem.* 2013; 61(46), 10995-11007.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology.* 1999; 152-178.
- Abdel-Aal ES, Hucl P. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chem.* 1999; 76(3), 350-354.
- Rehman A, Whiteman M, Halliwell B. Scavenging of hydroxyl radicals but not of peroxy-nitrite by inhibitors and substrates of nitric oxide synthases. *Brit J Pharmacol.* 1997; 122(8), 1702-1706.
- Matsui T, Ueda T, Oki T, Sugita K, Terahara N, Matsumoto K.  $\alpha$ -glucosidase inhibitory action of natural acylated anthocyanins. I Survey of natural pigments with potent inhibitory activity. 2001; *J Agr Food Chem* 49(4), 1948-1951.
- Hayakari M, Kondo Y, Izumi H. A rapid and simple spectrophotometric assay of angiotensin-converting enzyme. *Anal Biochem.* 1978; 84(2), 361-369.
- Karasu Ç, Cumaoglu A, Gúrpinar A, Kartal M, Kovacicova L, Milackova I, Stefek M. Aldose reductase inhibitory activity and antioxidant capacity of pomegranate extracts. *Interdiscip Toxicol.* 2012; 5(1), 15-20.
- Lopez-Martinez, L X, Parkin K L, Garcia HS. Effect of processing of corn for production of masa, tortillas and tortilla chips on the scavenging capacity of reactive nitrogen species. *Int J Food Sci Tech.* 2012; 47(6), 1321-1327.
- Moreno Y S, Chavez F J C, Ortiz S A D, Gonzalez F C. Pigmented maize grains from Chiapas, physical characteristics, anthocyanin content and nutraceutical value. *Rev Fitotec Mex.* 2012; 35(1), 33-41.
- Masisi K, Diehl-Jones WL, Gordon J, Chapman D, Moghadasian MH, Beta T. Carotenoids of aleurone, germ, and endosperm fractions of barley, corn and wheat differentially inhibit oxidative stress. *J Agric Food Chem.* 2015; 63(10), 2715-2724.
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J Agric Food Chem.* 2005; 53(6), 2297-2306.
- Pannala A, Razaq R, Halliwell B, Singh S, Rice-Evans CA. Inhibition of peroxy-nitrite dependent tyrosine nitration by hydroxycinnamates: nitration or electron donation?. *Free Radical Bio Med.* 1998; 24(4), 594-606.
- Lee CH, Garcia HS, Parkin KL. Bioactivities of kernel extracts of 18 strains of maize (*Zea mays*). *J Food Sci.* 2010; 75(8), C667-C672.
- Shobana S, Sreerama YN, Malleshi NG. Composition and enzyme inhibitory properties of finger millet (*Eleusine coracana* L.) seed coat

- phenolics: Mode of inhibition of  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic amylase. *Food Chem.* 2009; 115(4), 1268-1273.
20. Ademiluyi AO, Oboh, G. Soybean phenolic-rich extracts inhibit key-enzymes linked to type 2 diabetes ( $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase) and hypertension (angiotensin I converting enzyme) in vitro. *Exp Toxicol Pathol.* 2013; 65(3), 305-309.
  21. Hellström JK, Shikov AN, Makarova MN, Pihlanto AM, Pozharitskaya ON, Ryhänen EL., & Mattila PH. Blood pressure-lowering properties of chokeberry (*Aronia mitchurinii*, var. Viking). *J Funct Foods.* 2010; 2(2), 163-169.
  22. Yawadio R, Tanimori S, Morita N. Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. *Food Chem.* 2007; 101(4), 1616-1625.
  23. Del Pozo-Insfran D, Brenes CH, Saldivar SOS, Talcott ST. Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays* L.) products. *Food Res Int.* 2006; 39(6), 696-703.

Recibido: 22-07-2017

Aceptado: 02-10-2017

## 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 sobre pasará 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 \$ 30 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>

## ÍNDICE GENERAL DEL VOLUMEN 67, 2017

<b>EDITORIAL</b> .....	76	<b>PERSPECTIVA</b>	
<b>ARTÍCULOS GENERALES</b>		<b>Dietary patterns nutritional profile and body mass index in Mexican schoolchildren: a cross-sectional study</b>	
<b>Relationship between nutritional status and sleep duration in Chilean school-age children</b>		<i>Víctor Manuel Zamora-Gasga, Efigenia Montalvo-González, Guadalupe Flavia, Loarca-Piña, Alejandra Martina Chacón-López, Juscelino Tovar, Sonia Guadalupe Sáyago-Ayerdi</i> .....	6
<i>Samuel Durán Agüero, Guastavo Cediel Giraldo, Jerusa Brignardello Guerra</i> .....	1	<b>Comparison of nonnutritive artificial sweetener consumption among university students in Latin American: Multicentric Study</b>	
<b>Concordancia entre los índices de masa corporal nacional e internacional, como predictores de la composición corporal de adolescentes premenárquicas y menárquicas</b>		<i>Samuel Durán Agüero, María del Pilar Rodríguez Noel, Karla Cordón Arrivillaga, Julieta Salazar de Ariza, Jiniva Record Cornwall, María del Pilar Cereceda Bujaico, Sonia Antezana Alzamora, Sissy Espinosa Bernardo, Claudia Encina Vega</i> .....	178
<i>Betty Méndez-Pérez, Joana Martín-Rojo, Maura Vásquez, Guillermo Ramírez, Coromoto Macías-Tomei, Mercedes López.-Blanco</i> .....	78	<b>Ingredients of mayonnaise: future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts</b>	
<b>Moringa oleifera: revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos</b>		<i>Izabela Alves Gomes, Flávia dos Santos Gomes, Otniel Freitas-Silva, Janine Passos Lima da Silva</i> .....	187
<i>Guillermo Doménech Asensi, Alba Manuela Durango Villadiego y Gaspar Ros Berruezo</i> .....	86	<b>TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Comparative performance of NEMS-S surveys in latino food stores in the Greater Boston Area</b>		<b>Nutrición Infantil</b>	
<i>Emily Caplan, Rebecca Kanter, Richelle Bearup, Noel W. Solomons, Odilia I. Bermudez</i> .....	98	<b>Aceptabilidad de un atole fortificada con 21 micronutrientes e impacto en la salud y nutrición de niños menores de 6 años de edad en la ciudad de Guatemala</b>	
<b>Cocoa and classical music: effect on anxiety and antioxidant activity in Wister rats</b>		<i>Ana M Palacios, Lisa M. Villanueva, Diana Cuy-Castellanos, Gregory A. Reinhart</i> .....	15
<i>Anice Milbratz de Camargo, Henrique Bonde, Débora Delwing Dal Magro, Daniela Delwing de Lima, Luciane Coutinho de Azevedo Campanella</i> ....	06	<b>Estado nutricional de los escolares de una zona rural de extrema pobreza de Ccorza, Perú. Proyecto INCOS</b>	
<b>WHO body mass index for age chart overestimate thinness and overweight compared to international and US charts applied to indigenous and non-indigenous Mexican children</b>		<i>Carla Ballonga Paretas, Sabina López Toledo, Pilar Echeverría Pérez, Óscar Vidal Corrons, Josefa Canals Sans, Victoria Arija Val</i> .....	23
<i>Erik Ramírez, Juan E .Ramos Salas, Martha Barrera Bustillos, Luis Ricardo González Franco, Elena Flores Guillen, Alfredo Pérez Jacome, Mauro E Valencia</i> .....	159	<b>Crecimiento alcanzado e estado nutricional de escolares</b>	
<b>Suplementos nutricionales como modificadores de morbimortalidad en pacientes con cáncer</b>		<i>Jane Laner Cardoso, Adriana Nishimoto Kinoshita, Thiele de Cássia Libardoni, Viviane Gabriela Nascimento, Claudio Leone</i> .....	116
<i>Annette Faria, Jeanette Coriat, María Camila Rueda-Rodríguez, Camilo Casteñeda-Cardona, Diego Rosselli</i> .....	169		

**Bioquímica Experimental**

**La diarrea inducida con lactosa es más severa, prolongada y produce mayores pérdidas fecales de macronutrientes en ratas intactas**  
*Miryam Montbrun, Marlén Gutiérrez, Anna M. Cioccia, Patricio Hevia*..... 32

**Índice de masa corporal y porcentaje de grasa en adultos indígenas ecuatorianos Awá**  
*Mariana Oleas Galeas, Amparito Barahona, Raquel Salazar Lugo*..... 42

**Nutrición Animal**

**Composición química e indicadores de calidad del frijol de soya (Glycine max) integral procesado con vapor para la alimentación de aves y cerdos**  
*Colina J., M. León, M. Casteñeda, A. Matos*..... 49

**Ciencia de Alimentos**

**Evaluación del contenido de amilosa en arroz mediante espectroscopia de infrarrojo cercano-NIRS**  
*Johana Katerine Loaiza, Jesús E. Larrahondo*..... 56

**Influence of extraction solvent on phenolic content and antioxidant capacity level of a commercial food supplement from *Moringa oleifera* leaves**  
*Vania Urías-Orona, Guadalupe Gutiérrez-Soto, Jahir Ruiz-Bautista, Raúl Flores-Alonso, Isac Montiel-Ramos, Guillermo C. G. Martínez-Ávila, Juana Aranda-Ruiz, Guillermo Niño-Medina*..... 211

**The effect of foliar fertilization with organic products on some nutritional value during post-harvest storage of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill)**  
*Dinu Maria, Soare Rodica, Dumitru Mihaela Gabriela*..... 218

**Evaluación de la capacidad antioxidante, características fisicoquímicas y perfil sensorial de *Opuntia robusta* y *O. ficus-indica***  
*Torres-Bojórquez, Areli E., Oscar R. García-Rubio, Rita Miranda-López, Anaberta Cardador-Martínez*..... 291

**In vitro antioxidant and bioactive properties of corn (*Zea mays* L.)**  
*Paola Fabila-Garca, Octavio Dublán-García, Leobardo M. Gómez-Oliván, R. Baeza-Jiménez, Leticia X. López-Martínez*..... 300

**Latin Foods. Composición de Alimentos**

**Evaluación nutricional de la papa de aire (*Dioscorea bulbifera* L.) cultivada en Panamá**  
*Manuel Jiménez-Montero y Sergio Sánchez Silvera*..... 62

**Composición nutricional, compuestos fenólicos y capacidad antioxidantes de cascarilla de garbanzo (*Cicer arietinum*)**  
*Guillermo Niño-Medina, Dolores Muy-Rangel, Aurora de Jesús Garza-Juárez, Jesús Alberto Vázquez-Rodríguez, Gerardo Méndez-Zamora, Vania Urías-Orona*..... 68

**Comportamiento Alimentario**

**Asociación entre sedentarismo y malos hábitos alimentarios en estudiantes de nutrición**  
*Rodrigo Gatica, Wilma Yunge, Carol Quintana, María Ana Helmrich, Eloina Fernández, Andrea Hidalgo, Jessica Fuentes, Pamela Fehrmann, Claudia Delgado, María Teresa Silva, Samuel Durán- Agüero*..... 122

**Diferencia entre conductas alimentarias de preescolares que recibieron sucedáneos de la leche humana**  
*Alethia Guadalupe Mariscal Rizo, Edgar M. Vásquez Garibay, Ma. Irene Santos Torres, María del Carmen Espinosa Gómez, Rogelio Troyo Sanromán, Clío Chávez Palencia*..... 130

**Intervención Educativa y Nutricional**

**Efecto de una intervención educativa nutricional en un entorno laboral**  
*Natalie Ríos, Margarita Samudio, Fabiana Paredes, Fernando Vio*..... 138

**Fibra Dietaria y Salud**

**Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud: revisión**  
*Fulgencio Vilcanqui-Pérez, Carlos Vilchez-Perales*.... 146

**Riesgo Cardiometabólico**

**Cintura e índice de masa corporal: los mejores predictores antropométricos en la reducción y progresión de la agregación de factores de riesgo cardiometabólicos**  
*Giovanna Valentino, María José Bustamente, Samuel Durán Agüero, Lorena Orellana, Marcela Adasme, Fernando Baraona, Gastón Chamarro, Jorge Jalil, Carlos Navarrete y Mónica Acevedo*..... 200

**Tecnología de Alimentos****Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol**

*Norma Soler Martínez, Octelina Castillo Ruíz,  
Guadalupe Rodríguez Castillejos, Adriana  
Perales-Torres, Ana Luisa González Pérez.....* 227

**Hábitos Alimentarios y Consumo de Alimentos****Estudio de la situación nutricional y hábitos alimentario de escolares de diferentes comunidades indígenas del municipio de Ixhuatlán de Madero, Estado de Veracruz (México)**

*Cristian García Pura, Emilio González-Jiménez,  
Juana María Meléndez Torres, Pedro A. García,  
Carmen J. García García.....* 238

**Adulto Mayor, Presbifagia y Consumo de Alimentos****Percepción de un grupo de adultos mayores con presbifagia sobre el fenómeno de la alimentación y las propiedades de los alimentos**

*Virginia García-Flores, Marcela Sanhuesa-Garrido,  
Rodolfo Peña-Chávez, Nicole Catricheo-Villagrán,  
María Cofre Hidalgo, Axel Sepúlveda-Troncoso.....* 271

**Bioquímica Nutricional****Efectos del consumo de aceite de pescado sobre indicadores de síndrome metabólico en ratas obesas IIMb/Beta**

*Marta Posada, Gilda Revelant, Verónica Labourdette,  
María Rosa Venezia, Darío Marinozzi, María Isabel  
Zingale, María Catalina Olguín.....* 282

## ÍNDICE DE AUTORES DEL VOLUMEN 67, 2017

### A

- Acevedo, Mónica.** Véase Valentino, Giovanna 67 (3): 200-210; 2017
- Adasme, Marcela.** Véase Valentino, Giovanna 67 (3): 200-210; 2017
- Alves Gomes, Isabela.** Ingredients of mayonnaise: future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts 67(3): 187-199; 2017
- Antezana Alzamora, Sonia.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(3): 178-186; 2017
- Aranda-Ruíz, Juana.** Véase Urías-Orona, Vania 67(3): 211-217; 2017
- Arija Val, Victoria.** Véase Ballonga Paretas, Carla 67(1): 23-31; 2017
- Arroyo-Bañuls, Ilona.** Véase Llorens-Ivorra, Cristóbal 67(4): 251-259; 2017

### B

- Baeza-Jiménez, R.** Véase Fabila-Garca, Paola 66(4): 300-308; 2017
- Ballonga Paretas, Carla.** Estado nutricional de los escolares de una zona rural de extrema pobreza de Ccorza, Perú. Proyecto INCOS 67(1): 23-31; 2017
- Barahona, Amparito.** Véase Oleas Galeas, Mariana 67(1): 42-48; 2017
- Baraona, Fernando.** Véase Valentino, Giovanna 67(3): 200-210; 2017
- Barrera Bustillos, Martha.** Véase Ramírez, Erik 67(3): 159-168; 2017
- Bearup, Richelle.** Véase Caplan, Emily 67(2): 98-105; 2017
- Bermudez, Odilia I.** Véase Caplan, Emily 67(2): 98-105; 2017
- Bonde, Henrique.** Véase Milbratz de Camargo, Anice 67(2): 106-115; 2017
- Brignardello Guerra, Jerusa.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(1): 1-5; 2017
- Bustamante, María José.** Véase Valentino, Giovanna 67(3): 200-210; 2017

### C

- Canals Sans, Josefa.** Véase Ballonga Paritas, Carla 67(1): 23-31; 2017

### Caplan, Emily

- Comparative performance of NEMS-S surveys in latino food stores in the Greater Boston Area 67(2): 98-105; 2017
- Cardador-Martínez, Anaberta.** Véase Torres-Bojórquez, Areli E. 67(4): 260-270; 2017
- Cássia Libardoni, Thiele de.** Véase Laner Cardoso, Jane 67(2): 116-121; 2017
- Castañeda, M.** Véase Colina, J. 67(1): 49-55; 2017
- Castañeda-Cardona Camilo.** Véase Faria, Annette 67(3): 169-177; 2017
- Castillo Ruíz, Octelina.** Véase Soler Martínez, Norma 67(3): 227-234; 2017
- Catricheo-Villagrán, Nicole.** Véase García-Flores, Virginia 67(4): 271-281; 2017
- Cediel Giraldo, Gustavo.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(1): 1-5; 2017
- Cerecida Bujaico, María del Pilar.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(3): 178-186; 2017
- Chacón-López, Alejandra Martina.** Véase Zamora-Gasga, Víctor Manuel 67(1): 6-14; 2017
- Chamarro, Gastón.** Véase Valentino, Giovanna 67(3): 200-210; 2017
- Chávez Pérez, José Felix.** Editorial: Una trayectoria de luz 67(2): 76-77; 2017
- Chávez Palencia, Clío.** Véase Mariscal Rizo, Alethia Guadalupe 67(2): 130-137; 2017
- Cioccia, Anna M.** Véase Montbrun, Miryan 67(1): 32-41; 2017
- Cofre-Hidalgo, María.** Véase García-Flores, Virginia 67(4): 271-281; 2017
- Colina, J.** Composición química e indicadores de calidad del frijol de soya (*Glycine max*) integral procesado con vapor para la alimentación de aves y cerdos 67(1): 49-55; 2017
- Cordón Arrivillaga, Karla.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(3): 178-186; 2017
- Coriat, Jeanette.** Véase Faria, Annette 67(3): 169-177; 2017
- Coutinho de Azevedo Campanella, Luciane.** Véase Milbratz de Camargo, Anice 67(2): 106-115; 2017
- Cuy-Castellanos, Diana.** Véase Palacios, Ana M. 67(1): 15-22; 2017

## D

- Delgado, Claudia.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017
- Delwing Dal Magro, Débora.** Véase Milbratz de Camargo, Anice 67(2): 106-115; 2017
- Delwing de Lima, Daniela.** Véase Milbratz de Camargo, Anice 67(2): 106-115; 2017
- Deminice, Thalia M. M.** Véase Isobe, Michela T. 67(4): 260-270; 2017
- Dinu, María.** The effect of foliar fertilization with organic products on some nutritional value during post-harvest storage of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill) 67(3): 218-226; 2017
- Doménech Asensi, Guillermo.** *Moringa oleifera*: revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos 67(2): 86-97; 2017
- Dos Santos Gomes, Flávia.** Véase Alves Gomes, Izabela 67(3): 187-199; 2017
- Dublán-García, Octavio.** Véase Fabila-Garca, Paola 67(4): 300-308; 2017
- Dumitru, Mihaela Gabriela.** Véase Dinu, María 67(3): 218-226; 2017
- Durán-Agüero, Samuel.** Comparison of nonnutritive artificial sweetener consumption among university students in Latin American: Multicentric Study 67(3): 178-186; 2017
- Relationship between nutritional status and sleep duration in Chilean school-age children 67(1): 1-5; 2017. Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017. Véase Valentino, Giovanna 67(3): 200-210; 2017
- Durango Villadiego, Alba Manuela.** Véase Doménech Asensi, Guillermo 67(2): 86-97; 2017

## E

- Echevarría Pérez, Pilar.** Véase Balloga Paretas, Carla 67(1): 23-31; 2017
- Encina Vega, Claudia.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(3): 178-186; 2017
- Espinosa Gómez, María del Carmen.** Véase Mariscal Rizo, Alethia Guadalupe 67(2): 130-137; 2017
- Espinoza Bernardo, Sissy.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(3): 178-186; 2017

## F

- Fabila-Garca, Paola.** *In vitro* antioxidant and bioactive properties of corn (*Zea mays* L.) 67(4): 300-308; 2017
- Faria, Annette.** Suplementos nutricionales como modificadores de morbimortalidad en pacientes con cáncer 67(3): 169-177; 2017
- Fehrmann, Pamela.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017

- Fernández, Eloina.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017
- Ferraz, Ivan S.** Véase Isobe, Michela T. 67(4): 260-270; 2017
- Flores-Alonso, Raúl.** Véase Urías-Orona, Vania 67(3): 211-217; 2017
- Flores Guillen, Elena.** Véase Ramírez, Erik 67(3): 159-168; 2017
- Freitas-Silva, Otniel.** Véase Alves Gomes, Izabela 67(3): 211-217; 2017
- Fuentes, Jessica.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017

## G

- García, Pedro A.** Véase García Pura, Cristina 67(4): 238-250; 2017
- García-Flores, Virginia.** Percepción de un grupo de adultos mayores con presbifagia sobre el fenómeno de la alimentación y las propiedades de los alimentos 67(4): 271-281; 2017
- García García, Carmen J.** Véase García Pura, Cristina 67(4): 238-250; 2017
- García Pura, Cristina.** Estudio de la situación nutricional y hábitos alimentario de escolares de diferentes comunidades indígenas del municipio de Ixhuatlán de Madero, Estado de Veracruz (México) 67(4): 238-250; 2017
- García-Rubio, Oscar R.** Véase Torres-Bojórquez, Areli E. 67(4): 291-299; 2017
- Garza-Juárez, Aurora de Jesús.** Véase Niño-Medina, Guillermo 67(1): 68-73; 2017
- Gatica, Rodrigo.** Asociación entre sedentarismo y malos hábitos alimentarios en estudiantes de nutrición 67(2): 122-129; 2017
- Gómez-Oliván, Leobardo M.** Véase Fabila-Garca, Paola 67(4): 300-308; 2017
- González Franco, Luis Ricardo.** Véase Ramírez, Erik 67(3): 159-168; 2017
- González-Jiménez, Emilio.** Véase García Pura, Cristina 67(4): 238-250; 2017
- González Pérez, Ana Luisa.** Véase Soler Martínez, Norma 67(3): 227-234; 2017
- Gutiérrez, Marlén.** Véase Montbrun, Miryan 67(1): 32-41; 2017
- Gutierrez-Soto, Guadalupe.** Véase Urías-Orona, Vania 67(3): 211-217; 2017

## H

- Helmrich, María Ana.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017

**Hevia, Patricio.** Véase Montbrum, Miryan 67(1): 32-41; 2017

**Hidalgo, Andrea.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017

**I**

**Isobe, Michela T.** Validity of a questionnaire to estimate vitamin A intake in pregnant women 67(4): 260-270; 2017

**J**

**Jalil, Jorge.** Véase Valentino, Giovanna 67(3): 200-210; 2017

**Jiménez-Montero, Manuel.** Evaluación nutricional de la papa de aire (*Dioscorea bulbifera* L.) cultivada en Panamá 67(1): 62-67; 2017

**Júnior, Alceu A. J.** Véase Isobe, Michela T. 67(4): 260-270; 2017

**K**

**Kanter, Rebecca.** Véase Caplan, Emily 67(2): 98-105; 2017

**L**

**Labourdette, Verónica.** Véase Posadas, Marta 67(4): 282-290; 2017

**Laner Cardoso, Jane.** Crecimiento alcanzado e estado nutricional de escolares 67(2): 116-121; 2017

**Larrahondo, Jesús E.** Véase Loaiza, Johana Katherine 67(1): 56-61; 2017

**León, M.** Véase Colina, J. 67(1): 49-55; 2017

**Leone, Claudio.** Véase Laner Cardoso, Jane 67(2): 116-121; 2017

**Llorens-Ivorra, Cristóbal.** Fiabilidad de un cuestionario para evaluar el equilibrio alimentario de menús escolares 67(4): 251-259; 2017

**Loaiza, Johana Katherine.** Evaluación del contenido de amilosa en arroz mediante espectroscopia de infrarrojo cercano-NIRS 67(1): 56-61; 2017

**Loarca-Piña, Guadalupe Flavia.** Véase Zamora-Gasga, Víctor Manuel 67(1): 6-14; 2017

**López-Blanco, Mercedes.** Véase Méndez-Pérez, Betty 67(2): 78-85; 2017

**López-Martínez, Leticia X.** Véase Fabila-García, Paola 67(4): 300-308; 2017

**López Toledo, Sabina.** Véase Ballonga Paretas, Carla 67(1): 23-31; 2017

**M**

**Macías-Tomei, Coromoto.** Véase Méndez-Pérez, Betty 67(2): 78-85; 2017

**Marinozzi, Dario.** Véase Posada, Marta 67(4): 282-290; 2017

**Mariscal Rizo, Alethia Guadalupe.** Diferencia entre conductas alimentarias de preescolares que recibieron sucedáneos de la leche humana 67(2): 130-137; 2017

**Martín-Rojo, Joana.** Véase Méndez-Pérez, Betty 67(2): 78-85; 2017

**Martínez-Ávila, Guillermo C. G.** Véase Urías-Orona, Vania 67(3): 211-217; 2017

**Mata, A.** Véase Colina, J. 67(1): 49-55; 2017

**Meléndez Torres, Juana María.** Véase García Pura, Cristina 67(4): 238-250; 2017

**Méndez-Pérez, Betty.** Concordancia entre los índices de masa corporal nacional e internacional, como predictores de la composición corporal de adolescentes premenárquicas y menárquicas 67(2): 78-85; 2017

**Méndez-Zamora, Gerardo.** Véase Niño-Medina, Guillermo 67(1): 68-73; 2017

**Milbratz de Camargo, Anice.** Cocoa and classical music: effect on anxiety and antioxidant activity in Wistar rats 67(2): 106-115; 2017

**Miranda-López, Rita.** Véase Torres-Bojórquez, Areli E. 67(4): 291-299; 2017

**Montalvo-González, Efigenia.** Véase Zamora-Gasga, Víctor Manuel 67(1): 6-14; 2017

**Montbrun, Miryan.** La diarrea inducida con lactosa es más severa, prolongada y produce mayores pérdidas fecales de macronutrientes en ratas intactas 67(1): 32-41; 2017

**Montiel-Ramos, Isac.** Véase Urías-Orona, Vania 67(3): 211-217; 2017

**Muy-Rangel, Dolores.** Véase Niño-Medina, Guillermo 67(1): 68-73; 2017

**N**

**Nascimento, Viviane Gabriela.** Véase Laner Cardoso, Jane 67(2): 116-121; 2017

**Navarrete, Carlos.** Véase Valentino, Giovanna 67(3): 200-210; 2017

**Niño-Medina, Guillermo.** Composición nutricional, compuestos fenólicos y capacidad antioxidantes de cascarrilla de garbanzo (*Cicer arietinum*) 67(1): 68-73; 2017. Véase Urías-Orona, Vania 67(3): 211-217; 2017

**Nishimoto Kinoshita, Adriana.** Véase Laner Cardoso, Jane 67(2): 116-121; 2017

**Nogueira-de-Almeida, Carlos A.** Véase Isobe, Michela T. 67(4): 260-270; 2017

### O

**Oleas Galeas, Mariana.** Índice de masa corporal y porcentaje de grasa en adultos indígenas ecuatorianos Awá 67(1): 42-48; 2017

**Olguin, María Catalina.** Véase Posadas, Marta 67(4): 282-290; 2017

**Orellana, Lorena.** Véase Valentino, Giovanna 67(3): 200-210; 2017

### P

**Palacios, Ana M.** Aceptabilidad de un atole fortificada con 21 micronutrientes e impacto en la salud y nutrición de niños menores de 6 años de edad en la ciudad de Guatemala 67(1): 15-22; 2017

**Paredes, Fabiana.** Véase Ríos, Natalie 67(2): 138-145; 2017

**Pasos Lima da Silva, Janine.** Véase Alves Gomes, Isabela 67(3): 187-199; 2017

**Peña-Chávez, Rodolfo.** Véase García-Flores, Virginia 67(4): 271-281; 2017

**Perales-Torres, Adriana.** Véase Soler Martínez, Norma 67(3): 227-234; 2017

**Pérez Jacome, Alfredo.** Véase Ramírez, Erik 67(3): 159-168; 2017

**Posadas, Marta.** Efectos del consumo de aceite de pescado sobre indicadores de síndrome metabólico en ratas obesas IIMb/Beta 67(4): 282-290; 2017

### Q

**Quiles-Izquierdo, Joan.** Véase Llorens-Ivorra, Cristóbal 67(4): 251-259; 2017

**Quintana, Carol.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017

### R

**Ramírez, Erik.** WHO body mass index for age chart overestimate thinness and overweight compared to international and US charts applied to indigenous and non-indigenous Mexican children 67(3): 159-168; 2017

**Ramírez, Guillermo.** Véase Méndez-Pérez, Betty 67(1): 78-85; 2017

**Ramos Salas, Juan E.** Véase Ramírez, Erik 67(3): 159-168; 2017

**Record Cornwall, Jiniva.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(3): 178-186; 2017

**Reinhart, Gregory A.** Véase Palacios, Ana M. 67(1): 15-22; 2017

**Revelant, Gilda.** Véase Posadas, Marta 67(4): 282-290; 2017

**Richard-Martínez, Miguel.** Véase Llorens-Ivorra, Cristóbal 67(4): 251-259; 2017

**Ríos, Natalie.** Efecto de una intervención educativa nutricional en un entorno laboral 67(2): 138-145; 2017

**Rodríguez Castillejos, Guadalupe.** Véase Soler Martínez, Norma 67(3): 227-234; 2017

**Rodríguez Noel, María del Pilar.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(3): 178-186; 2017

**Ros Berruezo, Gaspar.** Véase Doménech Asensi, Guillermo 67(2): 86-97; 2017

**Rosselli, Diego.** Véase Faria, Annette 67(3): 169-177; 2017

**Ruiz-Bautista, Jahir.** Véase Urías-Orona, Vania 67(3): 211-217; 2017

**Rueda-Rodríguez, María Camila.** Véase Faria, Annette 67(3): 169-177; 2017

### S

**Salazar de Ariza, Julieta.** Véase Durán Agüero, Samuel 67(3): 178-186; 2017

**Salazar Lugo, Raquel.** Véase Oleas Galeas, Mariana 67(1): 42-48; 2017

**Samudio, Margarita.** Véase Ríos, Natalie 67(2): 138-145; 2017

**Sánchez Silvera, Sergio.** Véase Jiménez-Montero, Manuel 67(1): 62-67; 2017

**Sanhueza-Garrido, Marcela.** Véase García-Flores, Virginia 67(4): 271-281; 2017

**Santos Torres, María Irene.** Véase Mariscal Rizo, Alethia Guadalupe 67(2): 130-137; 2017

**Sartorelli, Daniela.** Véase Isobe, Michela T. 67(4): 260-270; 2017

**Sáyago-Ayerdi, Sonia Guadalupe.** Véase Zamora-Gasga, Víctor Manuel 67(1): 6-14; 2017

**Sepúlveda-Troncoso, Axel.** Véase García-Flores, Virginia 67(4): 271-281; 2017

**Silva, María Teresa.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017

**Soare, Rodica.** Véase Dinu, María 67(3): 218-226; 2017

**Soler Martínez, Norma.** Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol 67(3): 227-234; 2017

**Solomons, Noel W.** Véase Caplan, Emily 67(2): 98-105; 2017

T

- Torres-Bojórquez, Areli E.** Evaluación de la capacidad antioxidante, características fisicoquímicas y perfil sensorial de *Opuntia robusta* y *O. ficus-indica* 67(4): 291-299; 2017
- Tovar, Juscelino.** Véase Zamora-Gasga, Víctor Manuel 67(1): 6-14; 2017
- Troyo Sanromán, Rogelio.** Véase Mariscal Rizo, Alethia Guadalupe 67(2): 130-137; 2017

U

- Urías-Orona, Vania.** Véase Niño-Medina, Guillermo 67(1): 68-73; 2017. Influence of extraction solvent on phenolic content and antioxidant capacity level of a commercial food supplement from *Moringa oleifera* leaves 67(3): 211-217; 2017

V

- Valencia, Mauro E.** Véase Ramírez, Erik 67(3): 159-168; 2017
- Valentino, Giovanna.** Cintura e índice de masa corporal: los mejores predictores antropométricos en la reducción y progresión de la agregación de factores de riesgo cardiometabólicos 67(3): 200-210; 2017
- Vásquez, Maura.** Véase Méndez-Pérez, Betty 67(2): 78-85; 2017
- Vázquez Garibay, Edgar M.** Véase Mariscal Rizo, Alethia Guadalupe 67(2): 130-137; 2017

**Vásquez-Rodríguez, Jesús Alberto.** Véase Niño-Medina, Guillermo 67(1): 68-73; 2017

**Venezia, María Rosa.** Véase Posadas, Marta 67(4): 282-290; 2017

**Vergara-Rivera, Javier.** Véase García-Flores, Virginia 67(4): 271-281; 2017

**Vidal Corrons, Óscar.** Véase Ballonga Paretas, Carla 67(1): 23-31; 2017

**Vilcanqui-Pérez, Fulgencio.** Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud: revisión 67(2): 146-156; 2017

**Vílchez-Perales, Carlos.** Véase Vilcanqui-Pérez, Fulgencio 67(2): 146-156; 2017

**Villanueva, Lisa M.** Véase Palacios, Ana M. 67(1): 15-22; 2017

**Vio, Fernando.** Véase Rios, Natalie 67(2): 138-145; 2017

Y

**Yunge, Wilma.** Véase Gatica, Rodrigo 67(2): 122-129; 2017

Z

**Zamora-Gasga, Víctor Manuel.** Dietary patterns nutritional profile and body mass index in Mexican schoolchildren: a cross-sectional study 67(1): 6-14; 2017

**Zingale, María Isabel.** Véase Posadas, Marta 67(4): 282-290; 2017

## ÍNDICE POR MATERIAS DEL VOLUMEN 67, 2017

<b>A</b>		Composición química.....	68
Aceite antioxidantes.....	187	Compuestos fenólicos.....	68
Aceite de pescado.....	282	Compuestos fenólicos totales .....	300
Aceite esencia.....	187	Concordancias.....	78
Acesulfame-K .....	178	Conductas alimentarias.....	130
Acidez titulable.....	218	Consumo de alimentario.....	23
Actividad antioxidante.....	68	Consumo de alimentos.....	260
Actividad física.....	122	Crecimiento.....	116
Adulto mayor.....	271	Crianza.....	116
AGPI n-3.....	282	Crecimiento.....	116
Alimentación.....	6, 271	Cultivo subutilizado.....	62
Alimento funcional.....	62	Cuestionario.....	251
Alimentos.....	86	<b>D</b>	
Ambiente alimentario.....	98	Definición.....	146
Amilosa.....	56	Delgadez.....	159
Anciano.....	271	Desarrollo antropométrico.....	23
Anemia.....	15	Desnutrición infantil.....	23
Ansiedad.....	106	Diarrea.....	32
Antimicrobianos naturales.....	187	Dietarios.....	122
Antioxidantes.....	62, 86	<b>E</b>	
Antioxidantes naturales.....	187	Educación nutricional.....	138
Antropometría.....	200	Edulcorantes no nutritivos.....	178
Arroz integral.....	56	Enfermedades crónicas no transmisibles.....	138
Atole fortificado.....	15	Enfermedades diarreica aguda.....	15
Azúcares neutros.....	68	Entornos laborales.....	138
<b>B</b>		Escolares.....	6, 116, 238
Bioactividad.....	300	Escuela primaria.....	251
Bioimpedancia.....	42	Estado nutricional.....	1, 116, 178, 238, 260
<b>C</b>		Estrés oxidativo.....	106
Cacao en polvo.....	106	Estilo de vida saludable.....	138
Cafeína .....	1	Estudiantes.....	122
Calibración.....	56	Estudio de validación.....	260
Campo abierto.....	106	Etnia Awá.....	42
Cáncer.....	169	<b>F</b>	
Capacidad antioxidante.....	211, 291	Fenólicos.....	211
Caquexia.....	66	Fiabilidad.....	251
Características sensoriales.....	291	Fibra dietaria.....	68, 146
Carotenos totales.....	218	Frijol.....	227
Cecotomizadas.....	32	<b>G</b>	
<i>Cicer arietinum</i> .....	68	Galletas.....	227
Cintura.....	200	Gestantes.....	260
Comportamiento del consumidor.....	271		
Composición corporal.....	42, 78		

Grasa.....	32
Grasa corporal.....	42

**H**

Hábitos alimenticios.....	6
Hábitos nutricionales.....	238
Harina compuesta.....	227

**I**

Índice de masa corporal.....	42
Indígenas.....	159, 238
Infecciones respiratorias agudas.....	15
Ingesta de energía.....	6
Ingesta estimada.....	178
Ingesta nutricional.....	23
Inhibición de peroxinitrito.....	300
Inhibidores de tripsina.....	49
Intervención nutricional.....	138

**L**

Laberinto en cruz elevado.....	106
Lactancia materna exclusiva.....	130
Lactosa.....	32
Latinos.....	98
Lisina.....	49

**M**

Maíz.....	300
Mayonesa.....	187
Menarquía.....	78
Menú escolar.....	251
Mestizos.....	159
México.....	159
<i>Moringa oleifera</i> .....	86, 211
Música clásica.....	106

**N**

NEMS-S.....	98
Niños.....	159
NIRS.....	56
Nutricional.....	169

**O**

Obesidad.....	1, 6, 116, 146
<i>Opuntia robusta</i> .....	291
<i>Opuntia ficus-indica</i> .....	291

**P**

Pan.....	86
----------	----

Panamá.....	62
Papa de aire.....	62
Percepción.....	271
Pérdidas fecales.....	32
Perfil fisicoquímico.....	291
Perú.....	23
Políticas alimentarias.....	98
Preescolar.....	15, 130
Presbifagia.....	271
Productos cárnicos.....	98
Propiedades fisiológicas.....	146
Propiedades funcionales.....	146
Proteína.....	32, 49

**R**

Ratas intactas.....	32
Ratas obesas.....	282
Razones de verosimilitud.....	78
Referencia nacional e internacional.....	78
Referencias.....	159
Relación cintura-cadera.....	200
Retardo de crecimiento.....	15

**S**

Sacarina.....	178
Salmonella.....	187
Severidad.....	32
Síndrome metabólico.....	00, 282
Sobrepeso.....	146, 159
Sorgo.....	227
Subproductos de soya.....	49
Sueño.....	1
Suplemento alimenticio.....	211
Suplementos nutricionales.....	169

**T**

Tomates.....	218
Transición nutricional.....	116
Trigo.....	227

**V**

Vitamina A.....	260
Vitamina C.....	18
Venezuela.....	78

**Z**

Zona rural.....	23
-----------------	----

## LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICIÓN (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN (2016-2018) está constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Juan Angel Rivera Dommarco
Vicepresidente (Presidente electo)	Rafael Figueredo Grijalba
Presidente saliente	Maria de las Nieves García Casal
Secretaria	Teresa Shamah Levy
Tesorera	Lucía Cuevas Nasu

### DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	José Félix Chávez Pérez
Editor Asociado	Maritza L. de Jiménez
Editor Asistente	Nilda Negretti

### COMITE EDITORIAL. PERÍODO 2016-2018

Elizabeth Dini Golding	Fanny Carrillo de Padilla
Betty Méndez Pérez	Elba Sangronis
Cristina Palacios Alzuru	Juscelino Tovar
Patricio Hevia Opazo	Pilar Hernández Serrano
Liseti Solano R.	Alexia Torres

### MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL. PERÍODO 2016 - 2018

Juan de Dios Alvarado - Ecuador	Laura B. López de Bellesi - Argentina
Hugo Amigo A. - Chile	Laura B. López de Ventades - Argentina
Marianella Anzola - Venezuela	Mariane Lutz Riquelme - Chile
Marián Araujo Yasselli - Venezuela	María Elena Maldonado Celis - Colombia
Marcela A. Araya Bannout - Chile	Marbella Marcano Martell - Venezuela
María Laura Arias E. - Costa Rica	Julio Sergio Marchini - Brasil
Linda Arturo - Ecuador	Mariana Mariño Elizondo - Venezuela
Eduardo Atalah Samur - Chile	María L. P. Martín de Portela - Argentina
Omar T. Barrionuevo - Argentina	Luis Antonio Mejia - Mexico
Luis A. Bello Pérez - México	Josefina Morales de León - México
Odilia Bermúdez - E.E.U.U.	Laura Moreno Altamirano - México
David Betancur-Ancona - México	Alvaro Ojeda - Venezuela
Adriana Blanco Metzler - Costa Rica	Manuel Olivares - Chile
Erick Boy - E.E.U.U.	Giovannina Orsini Velásquez - Venezuela
Jesús Bulux - Guatemala	Saturnino de Pablo - Chile
Ana M. Calderón de la Barca - México	Ingrid Rached Paoli - Venezuela
Luis A. Caballero M. - Venezuela	Sandra Restrepo Mesa - Colombia
Fernando Carrasco Naranjo - Chile	Delia Rodríguez Amaya - Brasil
Louella Cuningham - Costa Rica	Gaspar Ros Berruezo - España
Marcia Erazo - Chile	Manuel Ruz Ortiz - Chile
Luis Falque Madrid - Venezuela	Alba Morón de Salim - Venezuela
Patricia R. de Ferrer - Argentina	Norma Sammán - Argentina
María A. González Stäger - Chile	Sonia G. Sáyago Ayerdi - México
Marisela Granito - Venezuela	Teresa Shamah Levi - México
Marisa Guerra M. - Venezuela	Yaritza Sifontes - Venezuela
Marianella Herrera Cuenca - Venezuela	Ingrid Soto de Sanabria - Venezuela
Hector A. Herrera M. - Venezuela	Coromoto M. Tomei - Venezuela
Ileana Holst Schumacher - Costa Rica	Elio Vannucchi - Brasil
Marta Kaufer Horwitz - México	Maura Vásquez Ramírez - Venezuela
Aurelio López Malo - México	Iñigo Verdalet Guzman - México

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 67. N° 4, Diciembre 2017

Contenido

Páginas

## TRABAJOS DE INVESTIGACION

### Hábitos Alimentarios y Consumo de Alimentos

#### Estudio de la situación nutricional y hábitos alimentarios de escolares de diferentes

#### comunidades indígenas del municipio de Ixhuatlán de Madero, Estado de Veracruz (México)

*Cristina García Pura, Emilio González-Jiménez, Juana María Meléndez Torres,*

*Pedro A. García, Carmen J. García García.....* 238

#### Fiabilidad de un cuestionario para evaluar el equilibrio alimentario de menús escolares

*Cristóbal Llorens-Ivorra, Ilona Arroyo-Bañuls, Joan Quiles-Izquierdo,*

*Miguel Richart-Martínez.....* 251

#### Validity of a questionnaire to estimate vitamin A intake in pregnant women

*Michela T. Isobe, Ivan S. Ferraz, Thalia M. M. Deminice, Alceu A. J. Júnior,*

*Daniela S. Sartorelli, Carlos A. Nogueira-de-Almeida, ..... 260*

### Adulto Mayor, Presbifagia y Consumo de Alimentos

#### Percepción de un grupo de adultos mayores con presbifagia sobre el fenómeno de la alimentación y las propiedades organolépticas de los alimentos.

*Virginia García-Flores, Marcela Sanhuesa-Garrido, Rodolfo Peña-Chávez,*

*Nicole Catricheo-Villagrán, María Cofre-Hidalgo, Axel Sepúlveda-Troncoso,*

*Javier Vergara-Rivera.....* 271

### Bioquímica Nutricional

#### Efectos del consumo de aceite de pescado sobre indicadores de síndrome metabólico en ratas obesas IIMb/Beta

*Marta Posadas, Gilda Revelant, Verónica Labourdette, María Rosa Venezia,*

*Dario Marinozzi, María Isabel Zingale, María Catalina Olguin.....* 282

### Ciencia de Alimentos

#### Evaluación de la capacidad antioxidante, características fisicoquímicas y perfil sensorial de *Opuntia robusta* y *O. ficus-indica*.

*Areli E. Torres-Bojórquez, Oscar R. García-Rubio, Rita Miranda-López,*

*Anaberta Cardador-Martínez.....* 291

#### *In vitro* antioxidant and bioactive properties of corn (*Zea mays* L.)

*Paola Fabila-García, Octavio Dublán-García, Leobardo M. Gómez-Oliván,*

*R. Baeza-Jiménez, Leticia X. López-Martínez ..... 300*

INFORMACION PARA LOS AUTORES..... 309

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 67, 2017..... 311

INDICE DE AUTORES ..... 314

INDICE DE MATERIAS..... 319