

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 66

DICIEMBRE 2016

Nº 4

Contenido

Páginas

ARTÍCULOS GENERALES

- Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agroz (*Vaccinium meridionale* Swartz)**
Yuly Nataly Franco Tobón, Benjamín A. Rojano, Andrés Felipe Alzate Arbeláez, Diana Marcela Morales Saavedra, María Elena Maldonado Celis 261

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Experimental

- Análisis del precio de una dieta saludable y no saludable en la Región Metropolitana de Chile**
Giannina Verdugo, Vanessa Arias, Claudio Perez-Leighton 272

- Influencia del consumo de pulpa de aguacate, *Persea americana*, sobre el metabolismo lipídico en ratones normolipémicos e hiperlipémicos inducidos por dieta.**
Miguel A. Campuzano-Bublitz, Ruth A. Ubrán, Alma L. Rolón, EM Goretti Diarte, Carmen M Coronel, María L. Kennedy 279

- Comparación del consumo de alimentos de niños que habitan una zona urbana y una rural en la población de Arandas, México**
Yanina Dennis Togo-Luna, Enrique Romero-Velarde, Edgar M. Vásquez-Garibay, Clío Chávez Palencia, Erika Caro Sabido..... 287

Bioquímica Nutricional

Índice, carga glicémica y fibra dietética de los alimentos y su asociación con resistencia a la insulina en adultos chilenos.

Javiera Evans, Hugo Amigo, Patricia Bustos 294

Dietary patterns and gestational diabetes mellitus in a low income pregnant women population in Brazil – a cohort study

Graciliano R Nascimento, Lucas Victor Alves, Carla Leal Fonseca, José Natal Figueiroa, João Guilherme Alves 301

Indicadores de síndrome metabólico en escolares mexicanos con talla baja, sobrepeso u obesidad.

Guadalupe López-Rodríguez, Marcos Galván, Susana Jazmín Fuentes Galicia 309

Nutrición y Actividad Física

Ingesta dietética y actividad física en el tiempo libre de adultas-mayores en ámbito rural mediterráneo

Pedro Jesús Ruiz-Montero, Ricardo Martín-Moya 318

FE DE ERRATAS 325

INFORMACION PARA LOS AUTORES 326

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 66, 2016 328

INDICE DE AUTORES 331

INDICE DE MATERIAS 337

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 66

DECEMBER 2016

N° 4

Contents

GENERAL ARTICLES

Effect of storage time on the physicochemical characteristics, antioxidant and antiproliferative nectar of unripe (*Vaccinium meridionale* Swartz)

Yuly Nataly Franco Tobón, Benjamín A. Rojano, Andrés Felipe Alzate Arbeláez, Diana Marcela Morales Saavedra, María Elena Maldonado Celis 261

RESEARCH PAPERS

Experimental Nutrition

Comparison of price between a healthy and unhealthy diet in the Metropolitan Region, Chile

Giannina Verdugo, Vanessa Arias, Claudio Perez-Leighton 272

Influence of avocado (*Persea americana*) pulp consumption on lipid metabolism in normolipidemic and diet induced hyperlipidemic mice

Miguel A. Campuzano-Bublitz, Ruth A. Ubrán, Alma L. Rolón, EM Goretti Diarte, Carmen M Coronel, María L. Kennedy 279

Comparison of food consumption in children living in an urban area and a rural population in Arandas, Mexico

Yanina Dennis Togo-Luna, Enrique Romero-Velarde, Edgar M. Vásquez-Garibay, Clío Chávez Palencia, Erika Caro Sabido..... 287

Pages

Nutritional Biochemistry

Glycemic index, glycemic load and dietary fiber of foods and its association with insulin resistance in Chilean adults. <i>Javiera Evans, Hugo Amigo, Patricia Bustos</i>	294
Dietary patterns and gestational diabetes mellitus in a low income pregnant women population in Brazil – a cohort study <i>Graciliano R Nascimento, Lucas Victor Alves, Carla Leal Fonseca, José Natal Figueiroa, João Guilherme Alves</i>	301
Components of the metabolic syndrome in Mexican school-children stunted, normal weight and overweight. <i>Guadalupe López-Rodríguez, Marcos Galván, Susana Jazmín Fuentes Galicia</i>	309
Nutrition and Physical Activity	
Dietary intake and physical activity in leisure time of adult-elderly women in Mediterranean rural areas <i>Pedro Jesús Ruiz-Montero, Ricardo Martín-Moya</i>	318
ERRATUM	325
INFORMATION FOR AUTHORS	326
GENERAL INDEX OF VOLUME 66, 2016	328
AUTHORS INDEX	331
SUBJECT INDEX	337

Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*)

Yuly Nataly Franco Tobón, Benjamín A. Rojano, Andrés Felipe Alzate Arbeláez,
Diana Marcela Morales Saavedra, María Elena Maldonado Celis

Grupo Impacto de los Componentes Alimentarios en la Salud ICAS, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia UdeA, Medellín, Colombia. Laboratorio de Ciencia de los Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional UNAL, Medellín, Colombia..

RESUMEN. El Agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*), es una baya que posee alta capacidad antioxidante debido a su contenido de compuestos polifenólicos como antocianinas, ácidos fenólicos y flavonoides. El objetivo de este estudio fue evaluar la composición proximal inicial y el efecto en las características fisicoquímicas (pH, °Brix, acidez titulable (AT)), actividad antioxidante y antiproliferativa de néctares elaborados a partir de agraz liofilizado, almacenados durante 42 días. Se prepararon dos néctares: NA (sacarosa) y NB (aspartame), se evaluó cambio en pH, °Brix y AT cada 7 días durante el almacenamiento. Se determinó contenido de fenoles y antocianinas totales mediante Folin-Ciocalteu y método diferencial de pH, respectivamente, actividad antioxidante mediante FRAP y ORAC. Se analizó la actividad antiproliferativa con sulforodamina B en células SW480 (adenocarcinoma de colon). Los resultados mostraron que ambos néctares presentaron estabilidad en °Brix, pH y AT y el NB presentó menor aporte calórico. El contenido de fenoles totales aumentó durante el almacenamiento. El contenido de antocianinas y capacidad antioxidante se redujo significativamente ($p < 0,05$). NA presentó mejor actividad antiproliferativa a las 72h, con un porcentaje de inhibición del crecimiento celular a una concentración de 1g/mL de 63,50% ($IC_{50}=0,6g/mL$). Se puede concluir que NA presentó mayor capacidad antiproliferativa y NB mejor actividad antioxidante, que aunque disminuyó significativamente durante el almacenamiento, continuó siendo alta comparada con estudios reportados en la literatura. Para productos realizados a partir de bayas del género *Vaccinium*. Se requieren estudios adicionales "in vivo" que permitan comprobar su eficacia quimiopreventiva y dilucidar mecanismos moleculares de acción para beneficio de la salud humana, demostrando su potencial funcional descrito hasta ahora "in vitro".

Palabras clave: *Vaccinium meridionale*, néctar, características fisicoquímicas, actividad antioxidante, actividad antiproliferativa.

SUMMARY. Effect of storage time on the physicochemical characteristics, antioxidant and antiproliferative nectar of unripe (*Vaccinium meridionale Swartz*). Agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) is a berry that has high antioxidant capacity due to its content of polyphenolic compounds as anthocyanins, phenolic acids and flavonoids. The aim of this study was to evaluate the initial proximal composition and the effect on the physicochemical characteristics (pH, ° Brix, titratable and acidity (TA), antioxidant and antiproliferative activity of nectars made from unripe lyophilized and stored for 42 days. Two nectars were prepared: NA (sucrose) and NB (aspartame), was evaluated change in pH, °Brix and AT every 7 days during storage. It was determined and total phenols content by Folin-Ciocalteu anthocyanins and pH differential method, respectively, antioxidant activity by FRAP and ORAC. Antiproliferative activity with sulforhodamine B in SW480 cells (colon adenocarcinoma) were analyzed. The results showed that both were stable nectars ° Brix, pH and changes in AT. The NB has lower calories. The content of total phenols increased during storage. The anthocyanin content and antioxidant capacity was significantly reduced ($p < 0.05$). NA presented better antiproliferative activity at 72 h, with a percentage of inhibition of cell growth at a concentration of 1g / ml of 63.50% ($IC_{50} = 0.6 g/mL$). It can be concluded that NA had a higher antiproliferative capacity and NB better antioxidant activity than even decreased significantly during storage, remained high compared to studies reported in the literature. Further studies "in vivo" to verify their chemopreventive efficacy and elucidate molecular mechanisms of action for the benefit of human health, showing their functional potential described so far "in vitro" are required.

Key words: *Vaccinium meridionale*, nectar, physicochemical characteristics, antioxidant activity, antiproliferative activity.

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país con una gran variedad de frutas, da origen a por lo menos 150 frutos, y su consumo actualmente ha incrementado a nivel doméstico y en los mercados internacionales, tanto en fresco como procesadas, en vinos, mermeladas, jaleas y yogures. Sin embargo, está claro que la mejor forma de obtener antioxidantes es por medio del consumo directo de la fruta entera sin transformación (1). En Colombia en la actualidad, hay una mayor inclinación por el consumo de bebidas como néctares o jugos, especialmente aquellos que contienen fitoquímicos, con beneficios para la salud (2).

Dentro de los frutos colombianos, se encuentra el agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz), arbusto silvestre pequeño, entre 1 y 4m de altura, cuyo fruto es una baya globosa, con un tamaño entre 5 y 10 mm, de color púrpura en su mayor estado de madurez. Puede crecer en zonas tropicales de montaña y en altitudes bajas, por lo que se da en América Central y al norte de América del Sur, como en Venezuela (2200 a 3400msnm). Algunos estudios han documentado la composición de antocianinas, fenoles totales, actividad antioxidante y características fisicoquímicas del fruto o de sus extractos (3,4), demostrando su alta capacidad antioxidante. Además, un estudio realizado por Maldonado y col. (5), exhibió actividad citotóxica y antiproliferativa de los extractos de agraz, en células de adenocarcinoma de colon SW480, comparables a las de otras bayas del género *Vaccinium*.

Aunque existen estudios que resaltan los beneficios del fruto fresco de agraz o sus extractos, pocos evalúan sus propiedades fisicoquímicas y antioxidantes a través del tiempo en productos elaborados a partir de la fruta (néctar o jugos) siendo esta la manera como puede ser mayor su consumo, además no hay investigaciones donde se haya estudiado la capacidad antiproliferativa de dichos productos en modelos celulares. A su vez, teniendo en cuenta que el fruto agraz solo tiene dos picos altos de producción al año, y la baya aún no se encuentra domesticada, es importante pensar en técnicas para su preservación, con el fin de mantener disponibilidad constante para la elaboración de los productos. Los métodos de secado se convierten en una buena opción para la preservación del fruto, siendo la liofilización el proceso elegido, debido a que el uso de temperaturas y presiones bajas, evita la pérdida y el daño de componentes

del fruto tales, como antocianinas y otros compuestos fenólicos, ampliamente asociados con la actividad antioxidante y por ende con posibles efectos benéficos para la salud; además la liofilización a diferencia de otros tipos de secado, permite retención del aroma, color y la rápida rehidratación facilitando la elaboración de bebidas a partir de éste. En estudio previo se pudo mostrar las características de agraz liofilizado y cómo éste, a pesar de las pérdidas esperadas por la previa transformación, logra mantener el contenido de compuestos fenólicos y antocianinas (6), igualmente en el presente se hace un estudio de análisis sensorial de este producto para tener un perfil al respecto de la bebida de agraz liofilizado reconstituido que aquí se estudió, resultados que se publicarán en un estudio posterior a éste.

Es así como este trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto en las características fisicoquímicas (pH, °Brix y acidez titulable), además de la actividad antioxidante y antiproliferativa en néctares elaborados a partir de agraz liofilizado y almacenados durante 42 días en condiciones controladas de temperatura, luz y humedad relativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Agraz o mortiño

Bayas frescas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz), maduras (color negro-violáceo), obtenidas del municipio del Retiro (Antioquia, Colombia), a una altura de 2175 msnm, temperatura promedio de 16°C, fueron recogidas al azar para el estudio en mayo del año 2015, éstas fueron lavadas, seleccionadas, desinfectadas (hipoclorito de sodio 100 ppm), secadas y procesadas por 2 min a 2500 rpm y se liofilizaron en cámara de vacío a presión 0,427 + 0,5 mm Hg, a temperatura de -50°C, finalizada la liofilización se almacenaron a temperatura ambiente y protegido de la luz en cantidades de 200g en empaque PET aluminio, polietileno de baja densidad, para ser utilizadas como ingrediente en la posterior preparación del néctar.

Preparación del néctar

Se utilizaron bayas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) liofilizadas, se mezclaron con agua y azúcar (NA) 11,1°Brix; acidez titulable 4,33mg de ácido cítrico/mL; pH 3,06. Para el NB las bayas liofilizadas se mezclaron con agua y edulcorante (aspartame 3%), 5°Brix, acidez titulable 5,29 mg de ácido cítrico/mL; pH 3,06. Cumpliendo las normas de inocuidad y pará-

metros fisicoquímicos establecidos en normatividad vigente (7). Cada néctar se agregó a botellas de 500 mL en vidrio blanco y pasteurizado a 85°C por 10 min, se almacenó a 4°C ± 2°C protegido de la luz.

Acidez Titulable, pH y °Brix

La acidez titulable (AT) se determinó por titulación de la muestra (2g de homogeneizado + 50 mL de agua destilada libre de CO₂) con solución estandarizada de NaOH 0,1 N a pH 8,2. Fue expresada en gramos ácido cítrico por 100 g de muestra. El pH se midió sobre 2 g de homogeneizado en un pH-metro Metrohm modelo 744. Los °Brix fueron determinados usando refractómetro digital Pocket PAL® 88S (Japón). Estos análisis se realizaron de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NTC)-4624 (7) y NTC-440 (9).

Análisis de Composición Proximal: Se determinaron parámetros como humedad, grasa total, cenizas totales, proteína total, carbohidratos y calorías totales, actividad acuosa. Estos análisis fueron realizados de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Asociación Americana de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC 9234.03, AOAC 954.01) y Guías Técnicas Colombianas (GTC 1,14, GTC 6.1) Los carbohidratos y calorías totales se calcularon a partir de componentes.

Reactivos y equipos

Metanol, tricloruro de hierro, 2,4,6-tri(2-piridil) triazina (TPTZ), Trolox® (Ácido 6-hidroxi-2,5,8-tetrametilchromano-2-carboxílico), ácido ascórbico, ácido gálico, carbonato de sodio, persulfato de potasio fueron obtenidos de Sigma Chemical®; Reactivo de *Folin-Ciocalteu* fue obtenido de Merck®. El agua usada en los experimentos era grado HPLC. Los ensayos de absorción UV-Vis se hicieron en un espectrofotómetro Jenway® 6405 y en lector de placas Thermo Scientific Multiskan® Spectrum UV-Vis. Los ensayos ORAC fueron realizados en espectrofotómetro de fluorescencia, PerkinElmer® LS55

Determinación del contenido de antocianinas

Las muestras de néctar fueron centrifugadas a 3000 rpm durante 10 minutos y se usó el sobrenadante. Se utilizó el método diferencial de pH (10). La absorbancia fue medida en un espectrofotómetro Jenway® 6405 UV/Vis a 530 nm y 700 nm, en buffers pH 1,0 y 4,5, la estimación de las antocianinas totales se realizó usando la expresión: $A = [(A_{530} - A_{700})_{pH1.0} - (A_{530} - A_{700})_{pH4.5}]$, con un coeficiente de extinción molar para el cianidin-3-glucósido (C-3-G) de 26900. Los resultados fueron expresados como mg eq de cianidin-3-glucósido

(C3G) por 100 g de muestra para el agraz liofilizado y mg eq de cianidin-3-glucósido por 100 ml de muestra para los néctares.

Determinación del contenido de fenoles totales

Las muestras de néctar fueron centrifugadas a 3000 rpm durante 10 minutos, se usó el sobrenadante. Se realizó por el método colorimétrico descrito por *Folin-Ciocalteu* (10), se construyó una curva patrón usando como estándar ácido gálico. Se diluyó la muestra a una concentración en la cual el contenido de fenoles se encontrara dentro del intervalo de la curva patrón. Los resultados fueron expresados como mg equivalentes de ácido gálico (GAE)/100 g de muestra, para el liofilizado y para los néctares los resultados fueron expresados como mg equivalentes de ácido gálico (GA)/100 ml de muestra. La absorbancia fue medida en lector de placas Thermo Scientific Multiskan® Spectrum UV-Vis.

Ensayo FRAP

(*Ferric ion Reducing Antioxidant Power*)

Las muestras de néctar fueron centrifugadas a 3000 rpm durante 10 minutos y se usó el sobrenadante. Se realizó según el método de Benzie y Strain, 1996 (12). Se utilizaron 900 µL de solución de Fe⁺³, 50 µL de muestra y 50 µL de agua destilada. Luego de 30 min se leyó la absorbancia a una longitud de onda de 593 nm. Se construyó la curva de referencia usando ácido ascórbico estándar. Las actividades de las muestras se expresaron como mg equivalentes de ácido ascórbico/100g de muestra (AAC)/100g de muestra. La absorbancia fue medida en un espectrofotómetro Jenway® 6405 UV/Vis. Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

Ensayo ORAC

(*oxygen radical absorbance capacity*)

Las muestras de néctar fueron centrifugadas a 3000 rpm durante 10 minutos y se usó el sobrenadante. El procedimiento experimental fue basado en reportes (13) Ou *et al*; 2001, empleando el estándar de Trolox® y condiciones controladas de temperatura 37°C y pH 7,4. Las lecturas se realizan a una λ de excitación 493 nm con slit de excitación 10 nm; y λ de emisión 515 nm con slit de emisión 15 nm, atenuador del 1%. Para el desarrollo de la técnica se utilizan soluciones de fluoresceína 1x10⁻² M en PBS (75mM) AAPH 0,6 M, en PBS. La muestra contiene 21 µL de fluoresceína, 2,899 µL de PBS, 30 µL de diluciones de néctar de agraz y 50 µL de AAPH. El efecto protector antioxidante de las muestras es calculado usando las diferencias de áreas bajo la curva de decaimiento de la fluorescencia entre

un blanco y la muestra, se compara contra la curva del trolox y se expresa en valores TEAC/100g muestra (μmol equivalentes de trolox por 100ml de muestra), de acuerdo a la ecuación 1.

$$ORAC = \frac{(AUC - AUC^{\circ})}{(AUC_{Trolox} - AUC^{\circ})} f[Trolox] \quad (1)$$

Donde AUC es el área bajo la curva de la muestra, AUC $^{\circ}$ el área bajo la curva para el control, AUC $_{Trolox}$ área bajo la curva para el trolox, f es el factor de dilución de la muestra. La fluorescencia se midió en un espectrofotómetro de fluorescencia PerkinElmer[®]LS55.

Análisis microbiológico

Se evaluó la calidad microbiológica para recuento de heterótrofos en placa UFC/g según AOAC 988.18 ed.17, las muestras fueron diluidas y homogenizadas para preparar las diluciones consecutivas de 10⁻¹, 10⁻² y 10⁻³ en cajas de Petri estériles, se vertieron en éstas 15 mL de agar Plate Count fundido y mantenido a 45°C, se mezclaron y dejaron solidificar y se incubaron a 35°C \pm 2 durante 48 horas. El análisis de coliformes totales y fecales (NMP), se realizó de acuerdo a AOAC 966.24 ed. 17, las muestras fueron diluidas 1/10 y homogenizadas durante cinco minutos para preparar las diluciones de 10⁻¹, 10⁻² y 10⁻³ en agua peptonada. Se sembró en profundidad 1 mL de cada dilución en *Caldo Fluorocult*, incubándose a 37 °C por 48 h. Los mohos y levaduras (UFC/ml) fueron evaluados de acuerdo a AOAC 17.2.02 ed.17, alícuotas de 1 mL de cada dilución fueron sembradas en cajas Petri de agar OGY (agar extracto de levadura glucosa cloranfenicol), se incubaron a 25 °C por cinco días.

Análisis de la actividad antiproliferativa

Mediante el ensayo colorimétrico de sulforodamina B (SRB), se estimó el número de células por tinción indirecta de proteína celular total. Las células se incubaron por 48 y 72 horas; posteriormente el medio se descartó y las células se fijaron con 50 μL de ácido tricloroacético al 50% en frío. Las células se incubaron a 4°C durante 1 hora, y se lavaron las placas 5 veces con agua a temperatura ambiente, el exceso de agua se descartó y las placas se dejaron secar durante la noche. Luego se añadió 200 μL de SRB (0,4% m/v en 1% de ácido acético) por 30 minutos, finalmente las placas se lavaron con 50 mL de ácido acético 1%, y se enjuagaron 4 veces. Finalmente se adicionó buffer Tris 10mM (pH 10.5) y se leyó a densidad óptica de 490nm.

Cultivos celulares

Las células SW480, se obtuvieron del *American*

Type Culture Collection (ATCC, Manassas, USA) se mantuvieron como fue descrito en Maldonado et al 2009 (13). Brevemente, se utilizó medio *Dulbecco's Modified Eagle Medium* (DMEM) suplementado con 10% suero de caballo inactivado, 100 U/mL penicilina, 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ estreptomycin, y 1% de aminoácidos no-esenciales. Las incubaciones se hicieron a 37°C en atmósfera húmeda con 5% de CO₂. Para todos los experimentos, 24 h después de sembrar, se hizo reducción de la concentración del medio a 3% de suero, con 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ insulina, 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ de transferrina, 5 ng/mL de selenio.

Análisis Estadístico

Los análisis fueron realizados por triplicado. Los resultados se expresaron como promedio \pm desviación estándar, comprobando homogeneidad de varianzas por Levens y se realizaron las respectivas pruebas de normalidad. Para la determinación de la significancia estadística se usó la prueba de Tukey (P \leq 0,05). Se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurion XVI y el IBM SPSS Statistics versión 19.

RESULTADOS

Análisis microbiológico

El NA aumentó su contenido de mesófilos y levaduras al final del almacenamiento, mientras que el NB permaneció estable microbiológicamente, los resultados microbiológicos se muestran en la Tabla 1.

Las características del liofilizado de agraz que se utilizó como ingrediente para la elaboración de los néctares se observan en la Tabla 2.

La utilización del liofilizado como ingrediente para la elaboración de los néctares, permitió obtener productos con valores ORAC altos, comparados con otros alimentos de acuerdo a informe de la USDA, en el año

TABLA 1. Resultados análisis microbiológicos en ambos néctares periodo inicial y final del almacenamiento

Análisis	Néctar A		Néctar B	
	Día 1	Día 42	Día 1	Día 42
Recuento De Heterótrofos en Placa (UFC/g)	<10	300	<10	<10
Coliformes totales (NMP)	<3/ml	<3/ml	<3/ml	<3/ml
Coliformes fecales	<3/ml	<3/ml	<3/ml	<3/ml
Levaduras UFC/ml	<10	190	<10	<10
Mohos UFC/ml	<10	<10	<10	<10

2010 (15), esto se asocia con la capacidad antioxidante del producto, claro está sin olvidar que pueden existir múltiples efectos sinérgicos que contribuyen también con dicha actividad.

TABLA 2. Propiedades fisicoquímicas, fenoles totales, antocianinas totales y actividad antioxidante del agraz liofilizado utilizado como ingrediente para la elaboración de los néctares.

Característica	Liofilizado de agraz
pH (20°C)	3,05±0,12
°Brix	5,02±0,04
Acidez titulable (AT) *	5,13
Fenoles Totales* *	1046,01±26,95
Antocianinas Totales***	82,64±2,86
FRAP****	1115,76±34,70
ORAC*****	33935±2259

*g ácido cítrico/100 g de muestra

**mg Ácido gálico/100g muestra)

***mg Cianidin 3 glucósido/100 g muestra

****mg Ácido ascórbico/100g muestra

*****TEAC (μmol Trolox /100 g muestra).

Propiedades fisicoquímicas:

acidez titulable, pH, °Brix

Ambos néctares, indicaron estabilidad en °Brix y pH y disminución de la acidez titulable, durante el tiempo de análisis (Tabla 4 y 5).

Análisis de consumo proximal

Los resultados de la composición proximal de los néctares evaluados se muestran en la tabla 3. Se presentó diferencia estadística ($p < 0,05$) entre el % humedad, cenizas, proteína, carbohidratos y calorías totales del NA con respecto a NB.

Análisis fitoquímico: contenido de fenoles totales y antocianinas totales

El NB presentó un contenido mayor de antocianinas y fenoles totales que el NA desde el inicio del almacenamiento. Se observó cambio significativo ($p < 0,05$) del contenido de fenoles del día inicial al día 42 de almacenamiento para NA (217,93-285,02) y NB (242,55-299,40), a su vez se presentó disminución significativa ($p < 0,05$) del contenido de antocianinas a través del tiempo de almacenamiento (Tabla 4 y 5 y Figura 1A y 1B).

TABLA 3. Composición proximal del NA y NB, al inicio del almacenamiento

Néctar	Humedad (% m/m)	Cenizas* (%m/m)	Grasa total* (%m/m)	Nitrógeno total* (%m/m)	Proteína total* (%m/m)	Carbohidratos totales* (%m/m)	Calorías totales** (Kcal/100 g)
NA	87,46 ± 0,32	0,08± 0,0	0,01 ± 0,01	0 ± 0,00	0 ± 0,00	12,48 ± 0,24	49,98 ± 0,32
NB	93,77± 1,24	0,05± 0,01	0,03± 0,01	0,01 ± 0,00	0,07± 0,01	6,07± 0,2	24,88± 0,14

*g/100mL de néctar. ** Kcal/100 mL de néctar

TABLA 4. Características fisicoquímicas y capacidad antioxidante del Néctar A durante un periodo de almacenamiento de 42 días

NÉCTAR A							
Días	pH	AT*	°Brix	Fenoles totales**	Antocianinas totales***	FRAP ****	ORAC*****
0	3,06±0,01	4,35	11,03±0,12	217,93±3,22	56,44±2,90	459,51±4,19	6531,35±226,38
7	3,17±0,20	4,33	11,00±0,10	207,39±4,21	36,13±3,11	437,57±61,12	5543,78±136,26
14	3,19±0,25	4,41	10,99±0,19	181,36±28,54	29,50±6,67	454,32±38,96	4522,62±63,11
21	3,20±0,06	3,94	11,05±0,13	346,92±5,80	21,49±4,14	434,18±3,54	4028,29±179,75
28	3,22±0,01	3,83	10,87±0,06	330,12±16,91	22,32±2,15	429,19±20,45	4140,06±172,69
35	3,24±0,01	3,24	10,98±0,17	302,28±8,99	18,20±2,36	420,61±12,25	4043,34±180,01
42	3,25±0,02	2,57	10,90±0,10	285,02±7,91	16,48±2,24	412,04±18,90	3410,29±111,96

*AT: Acidez titulable (mg ácido cítrico/100 mL)

**mg Ácido gálico/100 mL

***mgeq Cianidin 3 glucósido/100 mL

****mg Ácido ascórbico/100 mL

*****TEAC (μmol Trolox /100 mL)

TABLA 5. Características fisicoquímicas y capacidad antioxidante del Néctar B durante un periodo de almacenamiento de 42 días

NÉCTAR B							
Días	pH	AT*	°Brix	Fenoles totales**	Antocianinas totales***	FRAP****	ORAC*****
0	3,10±0,01	5,29	4,97±0,06	242,55±7,41	63,57±1,58	580,27±9,85	7702,43±298,22
7	3,09±0,01	5,59	5,00±0,00	183,37±1,65	31,17±2,76	570,41±12,77	4767,50±242,87
14	3,13±0,01	5,29	4,90±0,00	181,96±28,54	30,06±3,82	556,83±24,96	4165,89±152,42
21	3,15±0,01	4,68	4,97±0,06	314,23±8,10	27,94±6,14	511,47±18,85	3956,10±34,47
28	3,16±0,01	4,62	4,83±0,06	319,53±25,85	27,39±1,00	495,61±8,51	3913,39±39,33
35	3,16±0,10	3,02	4,90±0,00	297,28±13,36	24,71±0,33	503,59±26,10	3450,45±151,40
42	3,17±0,02	2,21	5,00±0,00	299,40±3,39	22,71±9,20	455,52±42,28	1964,44±53,70

* AT: Acidez titulable (mg ácido cítrico/100 mL)

** mg Ácido gálico/100 mL

***mgeq Cianidin 3 glucósido/100 mL

****mg Ácido ascórbico/100 mL

*****TEAC (μmol Trolox /100 mL)

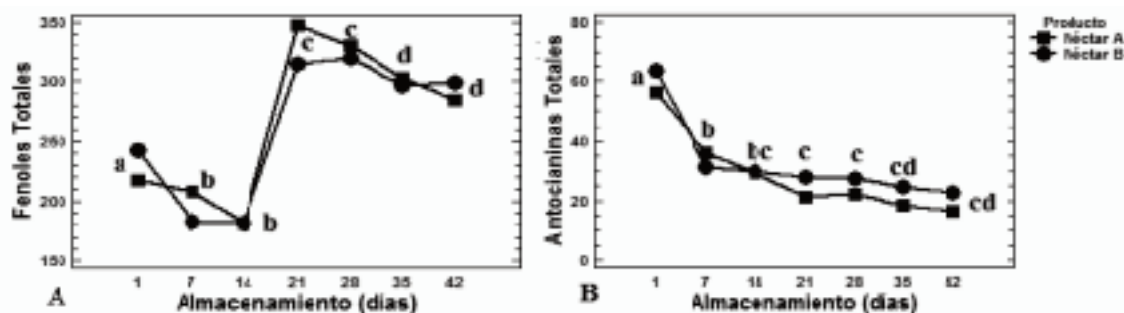


FIGURA 1. A. Fenoles totales durante almacenamiento. B. Antocianinas totales durante almacenamiento. Los datos se presentan como el promedio ± desviación estándar. Las letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, según la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

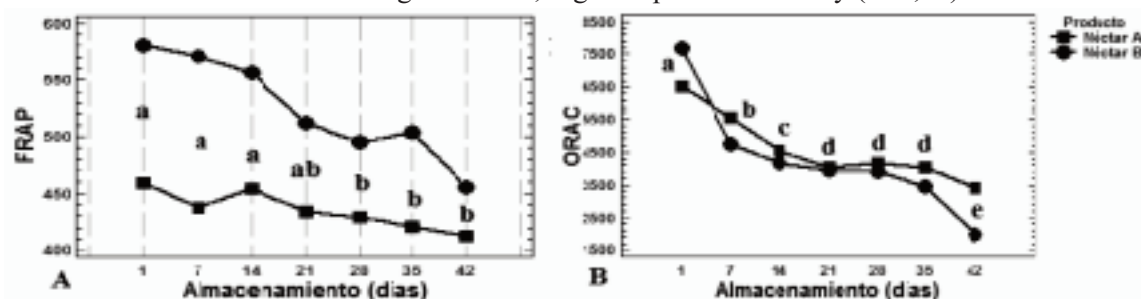


FIGURA 2. A. FRAP durante los días de almacenamiento. B. ORAC durante los días de almacenamiento. Los datos se presentan como el promedio ± desviación estándar. Las letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Propiedades antioxidantes

Posterior a la elaboración y en los días iniciales de almacenamiento, el NB presentó mayor valor FRAP y ORAC que el NA. Durante el tiempo de almacenamiento estudiado se observó disminución significativa ($p < 0,05$) entre la actividad antioxidante FRAP y ORAC de NA y NB, (Tabla 4 y 5 y Figura 2 A y 2 B)

Actividad antiproliferativa

La actividad antiproliferativa incrementó de forma dependiente de la dosis. Indicando un efecto citotóxico de los néctares de agraz sobre las células de adenocarcinoma de colon SW480. El valor IC_{50} para el tiempo de exposición de 48 horas del NA y NB fue 1,12 y 0,4g/mL respectivamente y para el tiempo de 72 horas fue 0,60 g/mL (NA) y 1,04 g/mL (NB) (Figura 3).

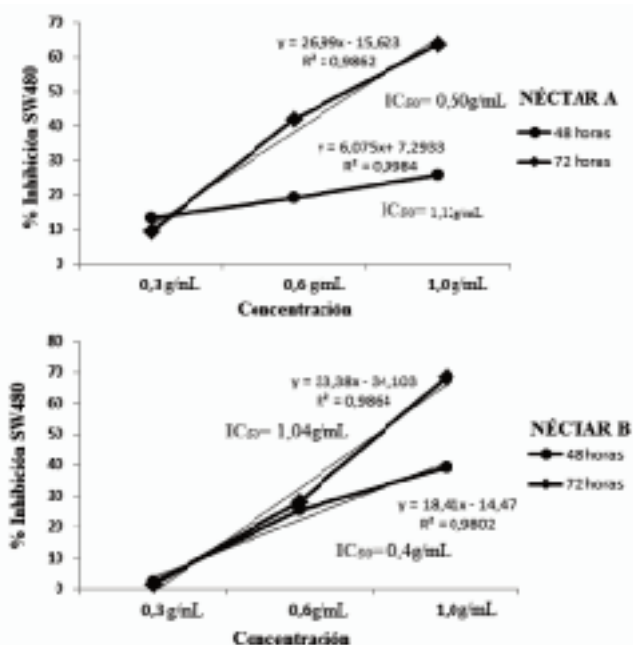


FIGURA 3. Efecto citotóxico de NA y NB sobre células de adenocarcinoma de colon SW480 durante un tiempo de exposición de 48 y 72 horas. Los datos son expresados como promedio \pm error estándar de la media ($n=3$)

DISCUSIÓN

Análisis microbiológico

Según la normatividad vigente (7), ambos néctares analizados cumplen con los estándares microbiológicos hasta el día final de almacenamiento. Sin embargo, pudo evidenciarse que el NB es mucho más estable microbiológicamente comparado con el NA, debido a que este último aumentó su contenido de mesófilos y levaduras al final del almacenamiento, lo que pudo deberse a que el NA es endulzado con sacarosa, una sustancia que fácilmente metabolizan los microorganismos (16).

Propiedades fisicoquímicas:

acidez titulable, pH, °Brix

Los °Brix fueron estables a través del tiempo de almacenamiento, y sus valores fueron consistentes con los reportados para productos similares de bayas del género *Vaccinium*, que reportan valores de $7,8 \pm 0,12\%$ °Brix (16). La diferencia significativa de los °Brix entre el NA y NB se debe a que al NA se le adicionó sacarosa como endulzante en la cantidad necesaria para cumplir con los °Brix exigidos por la normatividad vigente (7) para dicho producto; mientras que el NB fue endulzado con aspartame y este aporta sabor dulce, pero no contribuye con aumento de dicha variable, es decir que en

este caso este valor sería la cantidad de sacarosa que aporta la fruta por si sola.

Los valores encontrados de pH son consistentes con los reportados por la literatura para productos del género *Vaccinium*, encontrando valores para jugos de 3,04. (17), El cambio en el pH es consistente con lo reportado por otros autores durante el almacenamiento para diferentes tipos de *berries* (18).

La acidez titulable presentó un comportamiento tendiente a la disminución, consistente con reportes de otros estudios, esto podría ser un buen indicador de prolongación de la calidad del producto durante el almacenamiento (3, 19).

Análisis de consumo proximal

Se presentó una diferencia significativa ($p < 0,05$) del 6,31% en el contenido de humedad del NB con respecto al NA, dicha diferencia puede deberse a que la sacarosa para solubilizarse requiere mayor proporción de agua que el aspartame. A su vez se presentó diferencia entre el contenido de cenizas y proteína del NA con respecto a NB, el contenido de proteína pudo ser mayor en NB, debido a que el aspartame contiene fenilalanina, un aminoácido que contribuye al contenido proteico, mientras que la sacarosa no contiene dichos compuestos.

El aporte de carbohidratos y calorías totales encontrado en NA, es significativamente mayor ($p < 0,05$) al encontrado en NB, esto se debe a que NA fue endulzado con sacarosa, la cual aumenta carga calórica del producto, mientras que NB fue endulzado con aspartame, siendo este un edulcorante no calórico. Los resultados de carbohidratos totales obtenidos para NA son consistentes con los reportados por la literatura mientras que el aporte calórico es un poco inferior a dichos reportes, donde se han encontrado para néctar de mora azul, cantidades de carbohidratos totales de 15g/100g y 61 calorías por 100g, y para néctar con combinación de fresa, banana, uva y frambuesa se reporta un contenido de carbohidratos de 12g/100g y 53 calorías/100g, el promedio calórico reportado para néctares es de 56 ± 6 cal. (20).

En el NB se observó aporte de carbohidratos y calorías totales, significativamente ($p < 0,05$) menor que en NA por lo que se puede considerar un producto saludable, para todas las personas incluso aquellas que producen enfermedades crónicas, tales como la obesidad.

Análisis de metabolitos secundarios:

fenoles y antocianinas totales

Se observó pérdida significativa ($p < 0,05$) del con-

tenido de fenoles totales durante el proceso de elaboración de NA y NB. El comportamiento del contenido de fenoles totales durante el tiempo de almacenamiento fue similar en ambos néctares, observando un aumento de éstos, para NA en 30,8% y para NB en 23,44%; aumento observado también en estudio de almacenamiento de yogurt Saborizado (21) el cual puede atribuirse a varias razones, una de ellas a un efecto relacionado con una mayor producción de azúcares reductores durante el almacenamiento a lo que se refieren como "edulcorante en almacenamiento" y que son estos utilizados como sustratos para la síntesis de compuestos polifenólicos futuros, también puede deberse a un aumento en la actividad fenilalanina amonioliasa (PAL), que se traduce en un incremento en la concentración de compuestos polifenólicos libres, junto con el bajo nivel de actividad polifenoloxidasas que pueden reducir la oxidación de sustratos fenólicos a quinonas. A su vez podrían aumentar los metabolitos mencionados, como respuesta al estrés provocado durante el almacenamiento, ocurriendo reacciones derivadas del metabolismo de los compuestos fenólicos, algunos autores informan que las muestras vegetales comienzan la producción de glicoalcaloides y fenoles (22). El contenido de fenoles totales reportado al final de almacenamiento para NA y NB fue 285,02 y 455,52 (mg de ácido gálico/100 ml de muestra) respectivamente, otros autores han reportado valores inferiores para estos metabolitos medidos en (mg de ácido gálico/100 ml de muestra) en jugos de otros tipos de berries como: frambuesa roja (164,4), frambuesa negra (240,2), grosella negra (260,3), grosella roja (133) y arándano (236,3) (17); a su vez existen reportes de valores inferiores del contenido de compuestos fenólicos totales, para bebidas comerciales tales como "Berry Boost" que mezcla 4 diferentes bayas (mora, frambuesa, fresa y arándano) de la cual se reporta un contenido de 184 mg de ácido gálico/100 ml de muestra (23). Savikin y colaboradores en el año 2014 (24), reportaron un contenido de fenoles totales expresados en mg GAE/100ml para infusiones de berries como aronia (*Chokeberry*), arándano (*bilberry*) y grosellero negro (*Black currant*) de 88,77, 69,46 y 60,07 respectivamente; y para decocciones en las mismas especies de *berries* de 85,55, 63,82 y 58,64 respectivamente.

El NB mostró mayor contenido de estos compuestos fenólicos comparado con el NA.

En ambos néctares se presentó disminución signifi-

cativa ($p < 0,05$) del contenido de antocianinas desde el día inicial hasta el final de almacenamiento, dicha disminución pudo deberse a su degradación asociada a reacciones de oxidación y/o condensación con otros compuestos fenólicos (25). Se observó un porcentaje de disminución durante el tiempo de 70,8% para el NA y 64,28% para NB, disminución inferior a la reportada por Reque y colaboradores en el año 2013 para jugo de arándanos (*Vaccinium ssp.*) almacenados durante 10 días a 4°C, quienes reportan una disminución del 83%. A su vez la disminución observada en este estudio, es consistente con lo reportado en estudios por otros autores (26), algunos autores reportan valores de $0,18 \pm 0,03$ del contenido de antocianinas para el género *Vaccinium myrtillus* (15). Savikin y colaboradores en el año 2014 (24), reportaron un contenido de antocianinas totales expresados en mg C3G/100ml para infusiones de berries como aronia (*Chokeberry*), arándano (*bilberry*) y grosellero negro (*Black currant*) de 8,63, 25,68 y 8,94 respectivamente; y para decocciones en las mismas especies de *berries* de 8,12, 18,51 y 9,03 respectivamente. A pesar de presentarse en este estudio disminución durante el tiempo de almacenamiento del contenido de antocianinas totales, pudo encontrarse en el día 42 para ambos néctares un contenido alto, incluso mayor al reportado por otros autores para productos provenientes de bayas del mismo género, este contenido podría deberse a que las bayas fueron liofilizadas con epicarpio incluido, lo cual favorece el aumento del contenido de dichos compuestos. Esto permite rescatar que el néctar desarrollado a partir del liofilizado como un ingrediente, mantiene un contenido mayor de antocianinas, con respecto a valores encontrados en la literatura.

Propiedades antioxidantes

El tiempo inicial presentó un valor ORAC alto para ambos néctares, (Tabla 3 y 4), siendo este mayor en NB, posiblemente debido a que en este queda más solvente disponible, es decir agua, para solubilizar otros compuestos, la sacarosa para solubilizarse requiere mayor proporción de agua que el aspartame. El alto valor ORAC inicial podría ser atribuido en gran parte al contenido de fenoles totales; sin embargo el contenido de dichos fenoles, presentó un aumento durante el almacenamiento (Ver figura 1 A.), y esto no generó aumento en la actividad antioxidante, pues dicha actividad continuo un comportamiento tendiente a la disminución durante todo el periodo de estudio, por lo

que puede argumentarse que la actividad antioxidante puede estar mediada además, por el contenido de otros compuestos no polifenólicos, o incluso por la interacción sinérgica que se encuentra dentro de los componentes de cada néctar y que podría verse afectada durante el almacenamiento.

Existió pérdida significativa ($p < 0,05$) de la capacidad antioxidante medida por el valor ORAC durante la elaboración de los néctares; así mismo hubo disminución significativa ($p < 0,05$) durante el tiempo de almacenamiento del valor ORAC en ambos néctar para NA la disminución fue 52,2%; mientras que para el néctar B fue 74,6%, observando entonces mayor estabilidad en el néctar A.

El ensayo ORAC, permitió estimar “*in vitro*” el potencial que tiene cada uno de los néctares para aportar antioxidantes al organismo, y los resultados encontrados permiten ubicar a NA y NB, durante los primeros días de almacenamiento, como productos con alta capacidad antioxidante comparados con productos de otras especies de berries, encontrando valores ORAC (reportados en μmol equivalentes de trolox/100ml de muestra) de 1452 para jugo de arándano (*cranberry*) sin azúcar y 2370 para jugo de cereza negra (26); 2359 para jugos de mora azul (*blueberry*) y 1480 para uva y arándano (*cranberry*) (27), 10460 para jugo de frambuesa negra (27).

Existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre la capacidad antioxidante FRAP del liofilizado y cada uno de los néctares.

Los resultados de actividad antioxidante por FRAP, evidenciaron cambio significativo ($p < 0,05$) entre NA y NB, observándose mayor capacidad reductora en el néctar B al inicio del almacenamiento (Ver figura 3 B.); sin embargo el néctar A fue más estable durante el tiempo de almacenamiento observando una disminución de 8,37% de actividad antioxidante, mientras que en el néctar B se observó una disminución de 21,5%.

Actividad antiproliferativa

La actividad antiproliferativa incrementó de forma dependiente con la dosis (figura 5). Esto se ve reflejado en el aumento del % de inhibición de la viabilidad celular, dependiente de la concentración del néctar, lo que indicó un efecto citotóxico del néctar de agraz sobre las células cancerígenas SW480. La concentración con mayor efecto citotóxico fue 1,0g/mL, alcanzando un % de inhibición mayor del 30% para el néctar B después de 48 horas de exposición y más de un 50% en ambos

néctar después de 72 horas de exposición. El néctar B mostró mayor % de inhibición de crecimiento de células cancerígenas que el néctar A; 39,25% a las 48 horas de exposición a una concentración de 1,0g/mL y 68,30% a las 72 horas a esta misma concentración. El valor IC50 para el tiempo de exposición de 48 horas del NA y NB fue 1,12 y 0,4g/mL respectivamente y para el tiempo de 72 horas fue 0,60 g/ml (néctar A) y 1,04 g/mL (NB). Esto demuestra que el néctar A, a las 72 horas presenta mejor actividad antiproliferativa que el NB.

Nuestros resultados son consistentes con otros resultados previos de acción biológica “*in vitro*” de extractos y jugos (5, 17).

Se pudo observar estabilidad en las características fisicoquímicas °Brix y pH en ambos néctares durante el proceso de almacenamiento y cambios en la AT. El NB mostró mayor contenido de metabolitos secundarios antocianinas totales, fenoles totales y actividad antioxidante por FRAP y ORAC al inicio del almacenamiento, además presentó menor aporte calórico comparado con NA, por lo cual se considera mejor opción para aportar beneficios para la salud, favoreciendo incluso su consumo por personas que padecen enfermedades crónicas tales como diabetes y obesidad.

Pese a que durante el estudio el NA presentó menor contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante comparado con el NB, este último, mostró mejor actividad antiproliferativa contra células de adenocarcinoma de colon SW480, por lo que se sugieren más estudios comparativos de ambos productos para conocer los mecanismos de acción involucrados y los compuestos responsables del efecto antiproliferativo aquí observado contra esta línea celular, previo a su aplicación en modelos animales que permitan demostrar su eficacia quimiopreventiva contra el cáncer colorrectal.

CONCLUSIÓN

El tiempo de almacenamiento por 42 días disminuyó el contenido de fenoles y antocianinas totales con la consecuente reducción de la actividad antioxidante FRAP y ORAC, aunque no alteró significativamente las variables °Brix, pH. El néctar A mostró mayor actividad antiproliferativa. Podría pensarse como opción el mercadeo del agraz liofilizado como ingrediente directo para el desarrollo de néctar y otros productos nu-

tracéuticos, cuyo consumo debería ser en los primeros días de almacenamiento, debido a que fue el tiempo en el cual se presentó mayor capacidad antioxidante y acción antiproliferativa. Los resultados encontrados sugieren el potencial que tiene el néctar de agraz para aportar antioxidantes al organismo, presentando además actividad antiproliferativa “*in vitro*”, y siendo el NB una opción más saludable para consumo de sustancias antioxidantes comparado con NA, de acuerdo a los resultados encontrados en este estudio y a su bajo aporte calórico, apto para personas con enfermedades crónicas como diabetes u obesidad. Debido a que la evidencia de la capacidad anticancerígena de *Vaccinium meridionale* está limitada a un solo estudio *in vitro*, en células de adenocarcinoma de colon, son necesarios estudios adicionales tanto “*in vitro*” e “*in vivo*” con este tipo de baya, que permitan conocer su eficacia quimio-preventiva y mecanismos moleculares de acción para el cáncer colorrectal, así como ampliamente se ha estudiado otras bayas del mismo género pero no *Vaccinium meridionale* (agraz).

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la Universidad de Antioquia Alejandro Estrada Restrepo, Escuela de Nutrición y Dietética y Gabriel Agudelo Viana, Facultad de Ciencias Exactas, por sus enseñanzas, su apoyo y acompañamiento. A la Estrategia de Sostenibilidad 2014-2015 de la Universidad de Antioquia.

REFERENCIAS

1. Crowe KM, Murray, E. Deconstructing a fruit serving: comparing the antioxidant density of select whole fruit and 100% fruit juices. *J. Acad.Nutr. Diet.* 113(10), 2013. Pág. 1354 - 1358.
2. Mosquera AJ, Tamayo A, Rojano BA, Gaviria C, Medina C, Ochoa C, et al. Perspectivas del cultivo de agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz) en la zona altoandina de Colombia, Primera Ed. Bogotá: Gente Nueva Editorial.2009.
3. Garzón GA, Narváez CE, Riedl KM, Schwartz SJ. Chemical composition, anthocyanins, non-anthocyanin phenolics and antioxidant activity of wild bilderry (*Vaccinium meridionale* Swartz) from Colombia. *Food Chem* 122, (2010). Pág. 980 - 986.
4. Ávila Rodríguez HG, Cuspoca Riveros JA, Fischer G, Ligarreto Moreno GA, Quicazán de Cuenca MC. Caracterización fisicoquímica y organoléptica del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) almacenado entre 1 y 2°C. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín.* 60(2). (2007). Pág. 4179 - 4193
5. Maldonado ME, Arango SS, Rojano BA. Free radical scavenging, cytotoxic and antiproliferative effects of *Vaccinium meridionale* Sw in human colon cancer cell lines. *Rev. Cubana Plant Med* vol.19 no.2 Ciudad de la Habana. (2014). Pág. 172 - 184.
6. Franco Tobón YN. Composición, actividad antioxidante y antiproliferativa de pulpa congelada, pulpa liofilizada y néctares del fruto agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) [Tesis]. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias; 2016
7. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Resolución 3929/2013 de 02 de octubre. *Diario Oficial*, n° 48.933, (04-10-13).
8. ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación NTC 4624. Jugo de frutas y hortalizas. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico. Pág. 11. Bogotá-Colombia (1999)
9. ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación NTC 440. Productos alimenticios y métodos de ensayo. Bogotá-Colombia (2015)
10. Giusti M, Rodríguez E, Wrolstad. Molar absorptivity and color characteristics of acylated and non-acylated pelargonidin-based anthocyanins. *J. Agric. Food Chem* 47(11). (1999). Pág. 4631 - 4637.
11. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic -phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 1965; 16(3): 144-158.
12. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Anal.Biochem.*239(1). (1996). Pág. 70 - 76.
13. Ou BM, Hampsch-Woodill, Prior R. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J. Agric. Food Chem*49(10). (2001). Pág. 4619 - 4622.
14. Maldonado ME, Bousseruel S, Gossé F, Minker C, Lobstein A, Raul F. Differential induction of apoptosis by apple procyanidins in TRAIL-Sensitive Human Colon Tumor Cells and Derived TRAIL-Resistant Metastatic Cells. *J. cancer mol.* 5 (1). 2009. Pág. 21 - 30.
15. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2010. Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods, Release 2. Nutrient Data Laboratory Home Page: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata/orac> Bhagwat S. USDA Database for the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods, Release 2
16. Camacho A, Giles M, Ortegón A, Palao M, Serrano B,

- Velázquez O. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México, 2009.
17. Konic Ristic A, Savikin K, Zdunic G, Jankovic T, Juranic Z, Menkovic N, Stankovic I. Biological activity and chemical composition of different berry juices. *Food Chem.* 125. 2011. Pág. 1412 – 1417.
 18. Hornedo-Ortega, R; Álvarez-Fernández, A; Cerezo, Ana B; Troncoso, Ana M; García-Parrilla, MC. Influence of storage conditions on the anthocyanin profile and colour of an innovative beverage elaborated by gluconic fermentation of strawberry. *J.Funct. Foods*, 23. 2016. Pág. 198 – 209.
 19. Rincón Soledad MC, Buitrago Guacaneme CM, Ligarreto Moreno GA, Torres Aponte WS, Balaguera López HE. Behavior of agraz fruit (*Vaccinium meridionale Swartz*) harvested in different maturity stages and stored under refrigeration. *Rev. Fac.Nal.Agr. Medellín*, 65 (2). (2012). Pág. 6615 – 6625.
 20. Ninfali P, Chiarabini A, Angelino D. The ORAC/kcal ratio qualifies nutritional and functional properties of fruit juices, nectars, and fruit drinks. *Int J Food Sci Nutr*, 65(6). 2014. Pág. 708 – 712)
 21. Zapata IC, Sepúlveda-Valencia U, Rojano BA. Efecto del Tiempo de Almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*). *Inf. tecnol.* vol.26 no.2 La Serena 2015.
 22. Ginzberg I, Tokuhisa JG, Veilleux RE. Potato steroidal glycoalkaloids: Biosynthesis and genetic manipulation. *Potato Research.*: 52 (1), 2009. Pág. 1- 15.
 23. Medina M. Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. *J.Funct. Foods* 3. 2011. Pág 79 - 87
 24. Savikin K, Zdunić G, Janković T, Godevac D, Stanojković T, Pljevljakusić D. Berry fruit teas: Phenolic composition and cytotoxic activity. *Food Res. Int.* 62. 2014. Pág. 677 - 683.
 25. Reque PM, Steffens RS, Jablonski A, Flores SH, Rios AO, Jong EV. Cold storage of blueberry (*Vaccinium spp.*) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. *J. Food Comp. Anal*, 33, 2013. Pág. 111 - 116.
 26. Seeram NP, Aviram M, Zhang Y, Henning SM, Feng L, Dreher M, Heber D. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *J. Agric. Food Chem.*, 56, 2008. Pág. 1415 - 1422.
 27. Hager A, Howard LR, Prior RL, Brownmiller C. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed black raspberry products. *J. Food Sci*; 73. 2008. Pág. H134 - H140.

Recibido: 06-06-2016

Aceptado: 23-08-2016

Análisis del precio de una dieta saludable y no saludable en la Región Metropolitana de Chile

Giannina Verdugo, Vanessa Arias, Claudio Perez-Leighton

Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile. Center for Integrative Medicine and Innovative Science, Facultad de Medicina, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota, Minnesota, USA.

RESUMEN. La implementación de guías alimentarias basadas en alimentos (GABA) es una estrategia usada por países latinoamericanos para promover una dieta saludable y disminuir las tasas de obesidad. Sin embargo, evidencia sugiere que una alimentación saludable tiene un mayor precio que una no saludable. Nuestro objetivo fue comparar el precio de una dieta saludable (DS) que cumple las GABA chilenas con una dieta no saludable (DNS), y asociar su precio con la densidad energética en la Región Metropolitana (RM) de Chile. La DS fue obtenida del libro “Cocina saludable: cómo incluir 5 porciones de frutas y verduras por día”, publicación oficial del Gobierno de Chile que describe un menú mensual que cumple con las GABA chilenas. La DNS se obtuvo al reemplazar preparaciones en la DS por alimentos envasados o preparaciones de consumo típico en Chile. Los precios de alimentos fueron calculados a partir de bases de datos gubernamentales y de supermercados en línea para la RM de Chile. En comparación con la DS, la DNS presenta una menor calidad de alimentación y es hipercalórica con un mayor aporte de energía proveniente de grasas. Nuestros resultados indican una relación inversa entre densidad calórica y precio de grupos alimentarios y un mayor precio de la DS en comparación con la DNS. Estos resultados sugieren que una DS dieta que cumple con las GABA chilenas tiene un mayor precio, lo que podría limitar su implementación y la transición hacia patrones de alimentación saludables en la RM de Chile.

Palabra clave: Precio, GABA, guías alimentarias, Chile, alimentación saludable, salud pública, selección de alimentos.

SUMMARY. Comparison of price between a healthy and unhealthy diet in the Metropolitan Region, Chile. Obesity remains a serious public health problem worldwide and in Latin America. The implementation of dietary guidelines is a strategy used in Chile and other Latin-American countries to promote healthy eating habits. Evidence from studies in US and Europe suggests that healthy eating patterns have a higher price compared to unhealthy food options. However, this has not been evaluated in Chile. Our goal was to compare the price and relation to energetic density of a healthy diet (HD) that follows the Chilean dietary with an unhealthy diet (UD) in the Metropolitan Region (MR), the most densely populated demographical division in Chile. The HD was obtained from the publication “Cocina saludable: cómo incluir 5 porciones de frutas y verduras por día”, a book of recipes sponsored by the Chilean government to promote intake of fruits and vegetables that fulfills the Chilean dietary guidelines. The UD was obtained by replacing recipes and food items from the DS with processed foods and recipes typically consumed in Chile. The price database was compiled from databases of the Chilean Government and on-line retailers at MR. The UD has higher energy density, has higher energy from fats and a lower healthy eating index compared with the HD. Price analysis indicated an inverse relation between caloric density and price for food groups and that the UD has an overall lower price compared to the HD. Our results suggest that the higher price of a HD in compliance with the Chilean dietary guidelines could hinder their implementation in the MR, and the transition towards healthy eating habits among its population.

Key words: Price, Chile, dietary guidelines, healthy eating, public health, food choice.

INTRODUCCION

La prevalencia de obesidad en adultos a nivel mundial, Latinoamérica y el Caribe supera el 30% (1), mientras que en Chile, la prevalencia de obesidad y sobrepeso en adultos sobrepasa el 25% y 60% respectivamente (2). La obesidad y el sobrepeso son factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades

crónicas no transmisibles (p.e. enfermedad cardiovascular, diabetes tipo II, cáncer), disminuye la calidad y esperanza de vida y aumenta el gasto en salud (3–6). Las causas de la obesidad son multifactoriales donde el exceso de consumo de alimentos es reconocido como un factor clave (3,7). En particular, el consumo de alimentos palatables de alta densidad energética (p.e., con alto contenido en grasas y azúcares) han tenido un rol importante en el aumento de

las tasas de obesidad (8,9).

Para favorecer un estilo de vida saludable, desde el año 1992 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan a los gobiernos elaborar, implementar y evaluar Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA) cuyo objetivo es implementar hábitos alimentarios saludables en la población y así reducir las tasas de obesidad (10). En Chile existen GABA actualizadas al año 2013, cuyos principios son: Consumir una alimentación variada durante el día; aumentar el consumo de frutas, verduras y legumbres; usar de preferencia aceites vegetales y limitar las grasas de origen animal; preferir carnes como pescado, pavo o pollo sobre carnes rojas; aumentar el consumo de leche de bajo contenido graso y reducir el consumo de sal y azúcares libres (11). La implementación de las GABA supone que la población pueda incorporar estas recomendaciones de forma parcial o completa en sus hábitos alimenticios. Sin embargo, en Chile se ha estimado que sólo alrededor del 5% de la población tiene un patrón de alimentación que cumple con las GABA (12). Esto, en conjunto con la alta prevalencia de obesidad en Chile hacen necesario investigar los factores que dificultan la implementación exitosa de las GABA (13).

El precio se ha propuesto como un determinante clave en la selección y consumo de alimentos (14,15). Estudios en Europa y Estados Unidos sugieren que los alimentos, minutas o patrones alimentarios saludables presentan un mayor precio en comparaciones con alternativas no saludables (16). Esta evidencia sugiere que el alto precio de los alimentos saludables impacta de forma negativa la calidad de la dieta. Sin embargo, no existen estudios que evalúen las diferencias en precio entre patrones de alimentación que cumplan con las GABA y patrones de alimentación no saludables en países latinoamericanos. Nuestro objetivo fue comparar el precio de una dieta saludable (DS) que cumple las GABA chilenas y una dieta no saludable (DNS) y asociar su precio con la densidad energética en la Región Metropolitana (RM) de Chile

MATERIALES Y METODOS

Dieta saludable (DS) y no saludable (DNS). La DS fue extraída de la publicación “Cocina Saludable: cómo incluir 5 porciones de frutas y verduras por día” auspiciada por el Gobierno de Chile (17). La DS fue conce-

bida para promover el consumo de al menos 5 porciones de frutas y verduras al día. Sin embargo, nuestro análisis de la DS indicó que ésta cumple con los criterios de las GABA chilenas para consumo de lácteos, legumbres, grasas, pescados, sal y azúcares. La DS contiene un set de minutas completas para 28 días con cuatro comidas por día (desayuno, almuerzo, once o colación y cena). La DNS fue creada en base a remplazos de la DS para los ítems de desayuno y once, mientras que el almuerzo y cena fueron creados en base a comidas de consumo típico en la población chilena. Para almuerzo y cena, la DS tiene la siguiente estructura: entrada (ensalada o sopa), plato principal y postre además del consumo de agua o jugo de frutas sin azúcar (17). Para generar las opciones de almuerzo y cena para la DNS, se usaron las siguientes reglas. Primero, la entrada y agua o jugo de frutas fueron remplazados en todas las comidas por una porción de pan blanco y un vaso de bebida gaseosa azucarada. Segundo, el plato principal fue elegido al azar de una lista de 43 preparaciones de consumo común en Chile (18). Finalmente, el postre fue elegido a partir de una lista de 17 postres de consumo común en Chile (18).

Para la elaboración de desayunos y colaciones de la DNS se siguieron las siguientes reglas. Primero, todas las preparaciones de yogurt con avena, leche porrich (leche con avena, manzana, plátano y naranja) o ensaladas de fruta fueron reemplazadas por cereales azucarados con yogurt. Segundo, todas las frutas del desayuno fueron reemplazadas por masas dulces. Tercero, los jugos naturales del desayuno fueron reemplazados por jugos envasados. Cuarto, las leches descremadas o semidescremadas con endulzante y leche con fruta natural fueron reemplazadas por leche entera saborizada. Quinto, el pan de molde blanco, molde integral, pan pita y galletas integrales fueron reemplazados por tipos de pan de mayor densidad energética de consumo habitual en la población chilena como hallulla o pan amasado. Sexto, la mermelada baja en calorías fue reemplazada por mantequilla, manjar, paté o queso mantecoso (porcentaje de grasa 28,9%) (18). Séptimo, el queso (porcentaje de grasa 3,3%) (18) fue reemplazado por queso mantecoso. Octavo, en la DS, la palta, jamón de pavo con lechuga y tomate se usan como acompañamiento al pan en la once. Para esta comida, estos ingredientes fueron reemplazados de la siguiente forma: palta por mantequilla y jamón,

jamón de pavo con lechuga por jamón y quesomanteoso y tomate por un huevo frito. Para cada preparación de la DS y DNS se realizó el desglose de alimentos y posteriormente se calculó la cantidad usada de cada alimento (kilo, litro o unidad según corresponda). En el caso de la DS, la información nutricional por porción fue la entregada en la descripción original de la minuta (17). Para la DNS, su contenido calórico diario, porcentaje y distribución calórica por macronutrientes fue calculado en base a la guía de la composición nutricional de alimentos naturales, de la industria y preparaciones chilenas habituales (18,19).

Bases de datos y cálculo de precios para DS y DNS. La información usada para calcular el precio de la DS y DNS para la Región Metropolitana de Chile se obtuvo de la base de datos de precios minoristas de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura de Chile (www.odepa.cl), utilizando el precio mínimo para el año 2015 y la base de datos de precios del año 2015 de abarrotes y pan del Servicio Nacional del Consumidor del Ministerio de Economía de Chile (www.sernac.cl/category/estudios/). Los alimentos usados en la DNS y DS que no estuvieran presentes en las bases de datos anteriores se obtuvieron de los catálogos en línea para el consumidor de tres cadenas de supermercados chilenas, entre los meses Diciembre 2015 y Enero 2016. Todos los precios usados corresponden al mismo período anual por lo tanto no hubo una corrección por inflación. Para todos los análisis el precio se expresó en moneda chilena.

Para cada alimento presente en la base de datos de precios se calculó el precio por unidad métrica (kilo o litro) y para alimentos que en Chile se venden por unidad (p.e. melón) se usó el precio por unidad de venta. Para realizar la estimación del precio de los alimentos de la DS y DNS se usó el ítem de menor precio presente en la base de datos. El precio por preparación (desayuno, almuerzo, onceso colación y cena) fue calculado como la suma del precio de los ingredientes incluidos en la preparación.

Relación entre precio y densidad energética. Para evaluar la relación entre precio y densidad energética se calculó el precio y densidad energética promedio para los siguientes grupos de alimentos (n indica cantidad de alimentos por grupo): vegetales (n=8), frutas (n=21), aceites (n=6), leche y productos lácteos (n=11), cereales (n=14), carnes, legumbres y huevos (n=25), dulces y postres (n=12). Usando estos promedios, se realizó

una regresión no lineal usando una función de decaimiento exponencial: $c = b_0 + \exp(b_1 \cdot -1 \cdot k)$, donde c representa el costo promedio y k la densidad calórica de cada grupo alimentario por cada 100 g. La regresión no lineal se realizó usando la función `nlstools` del paquete `nlstools` (20) en el programa R versión 3.3.0 (21).

Análisis de Índice de Alimentación Saludable (IAS). Para determinar la calidad nutricional de la DS y DNS se siguió la metodología propuesta para IAS por Pinheiro y Atalha (22). Esta metodología se basa en asignar un puntaje para diversos aspectos de la dieta en relación al cumplimiento de las distintas recomendaciones nutricionales presentes en las GABA chilenas (Tabla 1). Para evaluar el IAS para la DS y DNS, se usaron las minutas semanales de ambas dietas con un total de 28 días, que es la duración de las minutas originales de la DS (17). De acuerdo a estos criterios, el puntaje final para la DS y DNS se calculó en base al promedio del puntaje obtenido para cada una de las categorías analizadas.

Análisis Estadísticos. Todos los análisis estadísticos se realizaron usando el programa estadístico R versión 3.3.0 (21). La comparación de calidad de alimentación (Figura 2) y densidad energética diaria (Figura 3A) y precio diario (Figura 4A) entre DS y DNS se realizó con un t-test no pareado. El análisis de densidad ener-

TABLA 1. Criterios para cálculo de índice de alimentación saludable (IAS).

Criterio	Puntaje
Consumo de al menos 5 veces al día de verduras y frutas frescas ^c	0: no hay consumo, 10: cumple guía alimentaria ^a
Consumo de grasas ^c	0: % calorías de grasa mayor a 35% o menor a 20% 10: % calorías grasa entre 20 y 35%.
Consumo de pescado 2 veces por semana ^c	0: No hay consumo, 10: cumple guía alimentaria
Consumo de legumbres 2 veces por semana sin mezclarlas con cecinas ^c	0: no hay consumo, 10: cumple la guía alimentaria
Consumo de sodio ^c	0: > 4.8 g / día, 10: < 2.4 g/ día ^b
Consumo 3 veces al día lácteos bajos en grasa y azúcar ^c	0: no hay consumo, 10: cumple guía alimentaria ^a

^aValores intermedios son calculados de forma proporcional.

^b Se consideró un agregado de 2.4 g/ día(12)

^cConsumo teórico.

gética(Figura 3B) y costo de kilocalorías (Figura 4B) por preparación se realizó usando un ANOVA de dos vías con dieta (DS y DNS) y preparación (desayuno, almuerzo, onceso colación y cena). Para analizar la distribución calórica por macronutriente (Figura 3C) se usó un ANOVA de dos vías con dieta y macronutriente como variables dependientes e ítem de cada dieta como

medida repetida. Todas las comparaciones entre grupos se realizaron con múltiples análisis de t-student con los valores de p corregidos por comparaciones múltiples con corrección de Holm's. Los datos se presentan como promedio ± error estándar de la media. Para todos los análisis estadísticos, un valor de $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativo.

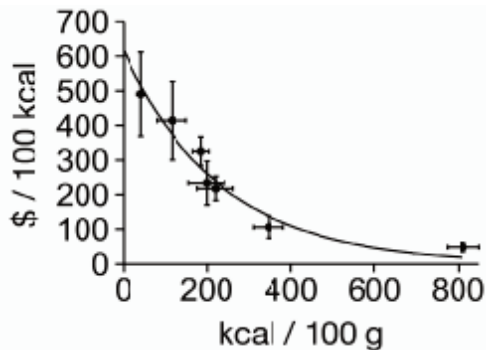


FIGURA 1. Relación entre densidad calórica y costo por 100 kcal para diversos grupos alimentarios: vegetales (n = 8), frutas (n = 21), aceites (n = 6), leche y productos lácteos (n = 11), cereales (n = 14), carnes, legumbres y huevos (n = 25), dulces y postres (n = 12). Línea representa curva de decaimiento exponencial.

RESULTADOS

Relación entre costo y densidad calórica por grupos de alimentos.

En este estudio se compilaron bases de datos de precios y composición nutricional para alimentos de con-

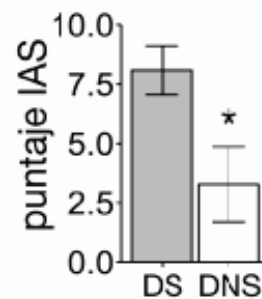


FIGURA 2. Puntaje de IAS para la dieta saludable (DS) y dieta no saludable (DNS) Asterisco indica diferencias significativas ($p < 0.05$) para comparación entre dietas con test de t.

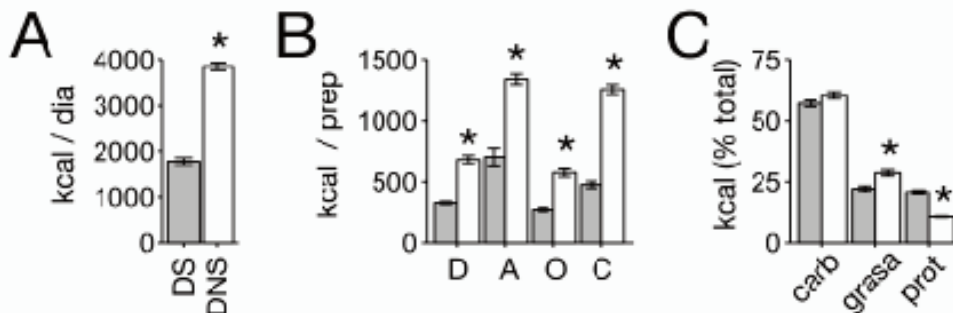


FIGURA 3. Densidad calórica de DS y DNS. (A) Contribución calórica diaria de la dieta saludable (DS) y dieta no saludable (DNS)(B) Densidad calórica promedio por preparación para cuatro comidas diarias (D, desayuno; A, almuerzo; O, onceso; C, cena) para DS (barras grises) y DNS (barras blancas). (C) Distribución de macronutrientes en dieta saludable y no saludable. Asteriscos indican diferencias significativas ($p < 0.05$) para comparación entre grupos con test de t corregidas para comparaciones múltiples con corrección de Holm's.

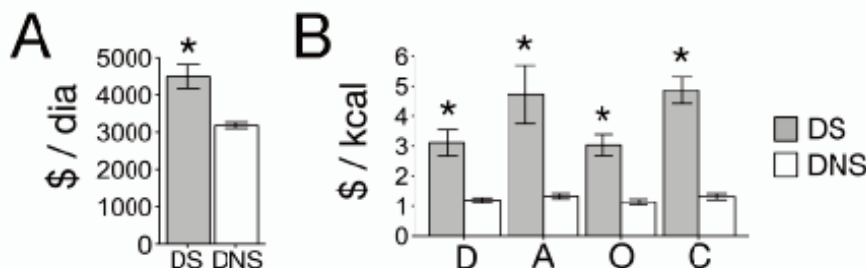


FIGURA 4. Precio de DS y DNS. (A) Costo de la dieta saludable (DS) y no saludable (DNS) diario (B) Costo por kilocalorías para cuatro comidas diarias (D, desayuno; A, almuerzo; O, onceso; C, cena) para DS (barras grises) y DNS (barras blancas). Asteriscos indican diferencias significativas ($p < 0.05$) para comparación entre grupos con test de t corregidas para comparaciones múltiples con corrección de Holm's.

sumo humano en base a reportes gubernamentales, tablas de composición nutricional e información de supermercados en línea según protocolo descrito en metodología. Para determinar la validez interna de las bases de datos usadas, se graficó la relación entre la densidad calórica promedio y el costo por 100 kcal para 8 grupos alimentarios (Figura 1). Este análisis muestra una relación inversa entre densidad energética y costo por 100 kcal, la que se puede explicar mediante un decaimiento exponencial. Nuestros datos confirman resultados de estudios anteriores (23) lo que sugiere consistencia interna a nuestra base de datos.

Calidad de alimentación, densidad, distribución energética de dieta saludable (DS) y no saludable (DNS).

Para verificar las diferencias en la calidad de alimentación de la DS y DNS se calculó un índice de alimentación saludable (IAS) en base al cumplimiento de criterios establecidos en las GABA chilenas (Tabla 1). Este análisis indicó un IAS significativamente menor para la DNS en comparación con la DS (Figura 2, $t(10) = 2.54$, $p = 0.028$).

La DNS tiene un mayor aporte energético diario que la DS (Figura 3A, $t(54) = 19.04$, $p < 0.01$). El análisis de densidad energética por preparación (desayuno, almuerzo, onco colación y cena) entre DNS y DS indicó un efecto significativo de dieta ($F_{1,216} = 358.95$, $p < 0.01$) y preparación ($F_{3,216} = 108.35$, $p < 0.05$) con una interacción significativa entre dieta y preparación ($F_{3,216} = 17.33$, $p < 0.01$). Estos datos indican que la DNS tiene una mayor densidad energética en todas las preparaciones en comparación con la DS, pero con una mayor diferencia entre dietas para las preparaciones de almuerzo y cena (Figura 3B).

Al analizar la distribución de energía por macronutrientes (Figura 3C) se detectó una diferencia entre dietas ($F_{1,122} = 5.039$, $p = 0.028$), macronutrientes ($F_{2,244} = 635.82$, $p < 0.01$) y una interacción significativa entre macronutrientes y dieta ($F_{2,244} = 23.86$, $p < 0.01$). Análisis pareados indican un porcentaje significativamente mayor de energía proveniente de grasas y menor energía de proteínas para la DNS en comparación a la DS (Figura 3C). En conjunto, estos análisis sugieren que la DNS tiene una menor calidad nutricional, mayor densidad calórica y aporte energético proveniente de grasas y menor de proteínas en comparación a la DS.

Análisis de diferencias de precio entre dieta saluda-

ble (DS) y no saludable (DNS).

El precioneto diario de la DS fue significativamente mayor que la DNS (Figura 4A, $t(54) = 3.94$, $p < 0.001$). Sin embargo, debido a las diferencias en densidad energética entre la DS y DNS (Figura 3A-B), se decidió analizar las diferencias en costo entre las dietas normalizadas por kcal (Figura 4) usando un ANOVA de dos vías. Este análisis indicó diferencias significativas entre DS y DNS ($F_{1,216} = 78.18$, $p < 0.01$), entre tipos de preparaciones ($F_{3,216} = 3.17$, $p = 0.025$) sin una interacción significativa entre tipo de dieta y preparación ($F_{3,216} = 2.21$, $p = 0.08$). Comparaciones entre dietas por preparación confirmaron que la DNS tiene menor precio por kilocaloría para todas las preparaciones en comparación con la DS (Figura 4). Este análisis indica que la DNS tiene un menor precio que la DS.

DISCUSION

El principal objetivo de este trabajo era comparar el precio entre un patrón alimentario que cumpliera con las GABA para la población chilena (DS) con un patrón alimentario que no cumpliera con las GABA chilenas (DNS). De acuerdo a nuestro conocimiento, este es el primer estudio cuyo objetivo es estudiar la diferencia de precio entre patrones de alimentación saludable y no saludables para la población chilena. Nuestros resultados indican que la DNS tiene un menor precio diario y por kilocaloría por preparación que la DS, lo que es consistente con una reciente revisión sistemática y meta-análisis acerca del costo de patrones de alimentación saludables (16). Otros estudios han indicado que los patrones de alimentación saludables sólo tienen un mayor costo que los no saludables al ser considerados en función de calorías, y no al comparar la cantidad de consumo diario (16). Por lo tanto, analizar el precio de una dieta en función de calorías permite establecer mejor su costo real ya que se puede relacionar directamente con los requerimientos energéticos a nivel individual.

La DS y DNS fueron diseñadas para tener composiciones nutricionales y alimentarias opuestas, por lo que la diferencia en precio observada se deriva directamente de su diseño. En nuestro análisis observamos una relación inversa entre densidad nutricional y precio (Figura 1); la que ha sido reportada en otros estudios (24,25). Este dato apoya la validez de los resultados obtenidos para la diferencia en precio apoya la validez de nuestros resultados. Para este análisis de

precio se usó el precio mínimo de los alimentos (Materiales y Métodos), para así evitar la influencia de extremos de precios altos que pudieran distorsionar las diferencias entre la DS y DNS. El uso del precio promedio para calcular la relación entre densidad energética y precio de alimentos obedece a que la variación en precio dentro de cada grupo no permitió una convergencia de la regresión no lineal.

Nuestros resultados indican que en comparación con la DS, la DNS es hipercalórica, con mayor contribución de calorías provenientes de grasas y menor de proteínas, y presenta una menor calidad de la alimentación (Figura 3). La evidencia epidemiológica sugiere que menos del 5% de la población chilena tiene un consumo de alimentos saludable y presenta un alto consumo de azúcares, grasas y carbohidratos refinados(12), lo que es cualitativamente similar en composición de macronutrientes a la DNS. La asociación entre el mayor precio de la dieta y mayor puntuación en el IAS encontrado en este trabajo, coincide con resultados de análisis de calidad de dieta y precio en población estadounidense(15,24).

Nuestros datos apoyan la hipótesis de que en la población chilena, el mayor costo de alimentos saludables tendría un mayor impacto en la selección de alimentos en las poblaciones con menor ingreso socioeconómico, que es donde se ha observado una mayor prevalencia de obesidad (2). Sin embargo, nuestros resultados se basan en precios de alimentos para la RM de Chile, lo que no permite concluir que la diferencia en precio observada entre las dietas usadas sea equivalente a nivel nacional. En este sentido, en Chile se ha observado que el consumo no saludable de alimentos no está restringido a un grupo etario(26), pero sí que es más severo en la población con menores ingresos económicos (12), lo que sugiere que factores independientes del costo de alimentos contribuyen a la elección de alimentos no saludables.

La DS y DNS son ejemplos de casos extremos de patrones de alimentación saludables y no saludables. Es esperable que los patrones de alimentación de personas en la RM de Chile contengan tanto alimentos saludables como no saludables y de la misma forma; es factible considerar múltiples patrones de alimentación con las mismas características que la DS y DNS. Por lo tanto, si bien nuestros datos sugieren que los patrones de alimentación saludables tienen un costo mayor en la RM de Chile, se requieren estudios epidemiológicos

para determinar la influencia real de precio en la selección de alimentos en la RM y a nivel nacional.

En conjunto, nuestros datos sugieren la hipótesis de que el mayor precio de patrones de alimentación saludable contribuiría a la prevalencia de obesidad en la población chilena, especialmente en aquella de menor ingreso económico. La importancia de esto para el diseño de políticas públicas en salud hace necesario considerar futuros estudios que determinen la relación entre el precio a nivel local de alimentos saludables y los requerimientos nutricionales de la población y así establecer si la diferencia en alimentos prohibitiva para la transición hacia patrones de alimentación saludables, particularmente en poblaciones de menor ingreso económico.

CONCLUSIONES

Nuestro análisis muestra que un patrón de alimentación que cumple con las GABA para población chilena tiene un mayor costo que un patrón de alimentación no saludable en la RM. Este resultado sugiere que es necesario estudiar con mayor detalle el impacto del precio de alimentos en los patrones de alimentación de la población chilena a nivel local y nacional.

REFERENCIAS

1. Ng M. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 6736 (2014) 1-16.
2. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Encuesta Nacional de Salud (ENS) Chile 2009-2010. 2010.
3. Cawley J. An economy of scales: A selective review of obesity's economic causes, consequences, and solutions. *J. Health Econ.* 43 (2015) 244-268.
4. Withrow D, Alter DA. The economic burden of obesity worldwide: A systematic review of the direct costs of obesity. *Obes. Rev.* 12 (2011) 131-141.
5. Lehnert T, Sonntag D, Konnopka A, Riedel-Heller S., König H-H. Economic costs of overweight and obesity. *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.* 27 (2013) 105-15.
6. Fontaine K, Barofsky I. Obesity and health-related quality of life. *Obes. Rev.* 2 (2001) 173-182.
7. Swinburn B. et al. The global obesity pandemic: Shaped by global drivers and local environments. *Lancet*.

- 378 (2011) 804–814.
8. Mendoza J, Drewnowski A, Christakis D. Dietary energy density is associated with obesity and the metabolic syndrome in U.S. adults. *Diabetes Care*. 30 (2007) 974–979.
 9. World Health Organization. Guideline: Sugars intake for adults and children. (2015) 1–48.
 10. FAO, World Health Organization. International Conference on Nutrition. Final report of the Conference. 1992.
 11. Olivares S., Zacarías I., González CG., Villalobos E. Proceso de formulación y validación de las guías alimentarias para la población chilena. *Rev. Chil. Nutr.* 40 (2013) 262–268.
 12. Facultad de Medicina y Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile. Informe Final Encuesta Nacional de Consumo Alimentario 2010-2011. 2014.
 13. FAO. El estado de las guías alimentarias basadas en alimentos en América Latina y el Caribe. 2014.
 14. Drewnowski A, Darmon N. Food choices and diet costs: an economic analysis. *J. Nutr.* 135 (2005) 900–4.
 15. Beydoun MA. et al. Monetary Value of Diet Is Associated with Dietary Quality and Nutrient Adequacy among Urban Adults, Differentially by Sex, Race and Poverty Status. *PLoS One*. 10 (2015) e0140905.
 16. Rao M, Afshin A, Singh G, Mozaffarian D. Do healthier foods and diet patterns cost more than less healthy options? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 3 (2013) e004277.
 17. Ministerio de Agricultura de Chile, Ministerio de Salud de Chile, Instituto de Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Corporación 5 al día, Fondo de Innovación Agraria del Ministerio de Economía de Chile. cómo incluir 5 porciones de frutas y verduras por día. 2011.
 18. Gattas V. Guía de la Composición Nutricional de Alimentos Naturales, de la Industria y Preparaciones Chilenas Habituales. INTA, Universidad de Chile, 2007.
 19. Schmidt H, Pennachiotti I, Masson, L, Mella M. Tabla de Composición química de alimentos chilenos. 8va ed. 1992.
 20. Baty F. et al. A Toolbox for Nonlinear Regression in R: The Package nlstools. *J. Stat. Softw.* 66 (2015) 1–21.
 21. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. (2016).
 22. Pinheiro F A, Atalah S. Propuesta de una metodología de análisis de la calidad global de la alimentación. *Rev. Med. Chil.* 133 (2005) 175–182.
 23. Drewnowski A. The cost of US foods as related to their nutritive value. *Am. J. Clin. Nutr.* 92 (2010) 1181–8.
 24. Rehm C, Monsivais P, Drewnowski A. The quality and monetary value of diets consumed by adults in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.* 94 (2011) 1333–9.
 25. Andrieu E, Darmon N, Drewnowski A. Low-cost diets: more energy, fewer nutrients. *Eur. J. Clin. Nutr.* 60 (2006) 434–436.
 26. Crovetto M, Uauy R. Evolución del gasto en alimentos procesados en la población del Gran Santiago en los últimos 20 años. *Rev. Med. Chil.* 140 (2012) 305–312.

Recibido: 19-05-2016

Aceptado: 26-07-2016

Influencia del consumo de pulpa de aguacate, *Persea americana*, sobre el metabolismo lipídico en ratones normolipémicos e hiperlipémicos inducidos por dieta.

Miguel A. Campuzano-Bublitz, Ruth A. Ubrán, Alma L. Rolón, EM Goretti Diarte,
Carmen M Coronel, María L. Kennedy

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, Campus UNA, 2169.
San Lorenzo, Paraguay

RESUMEN. La dislipidemia es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, una de las principales causas de muertes a nivel mundial. En este trabajo se estudió el efecto del aguacate (*Persea americana*) sobre el metabolismo lipídico de ratones normo e hiperlipémicos inducidos con dieta hiperlipídica. Ratones machos, fueron distribuidos en 4 grupos DE (dieta estándar), DEa (dieta estándar y aguacate); DH (dieta hiperlipídica) y DHa (dieta hiperlipídica y aguacate) y observados por 28 días. Luego de este periodo se determinaron los niveles de Colesterol Total, Triglicéridos y col-HDL y se calcularon los valores de col-LDL, VLDL e índices de riesgo aterogénico y de riesgo coronario. El grupo DH mostró niveles de CT, TG, col-LDL y VLDL significativamente superiores ($p < 0,001$) a los valores alcanzados en el grupo DE. En los grupos DHa y DEa se redujeron significativamente ($p < 0,001$) las concentraciones de CT, TG, col-LDL y VLDL, en comparación al grupo DH. Los grupos DEa y DHa difieren significativamente ($p < 0,005$) en el nivel de CT, éste último presenta valores más bajos, los otros parámetros cuantificados no mostraron diferencias significativas. No hubo diferencias significativas para los valores del col-HDL en ningún grupo de estudio. La inducción a la hiperlipemia con un modelo de dieta hiperlipídica, generó incrementos importantes en el CT, TG, col-LDL y VLDL, además de aumentar el riesgo aterogénico. El consumo de la pulpa de aguacate redujo los niveles de CT, TG, col-LDL, VLDL y el índice de riesgo aterogénico en el grupo de ratones hiperlipémicos.

Palabras clave: Aguacate, dieta hiperlipídica, dislipidemia, índice aterogénico

SUMMARY. Influence of avocado (*Persea americana*) pulp consumption on lipid metabolism in normolipidemic and diet induced hyperlipidemic mice. Dyslipidemia is a risk factor for developing cardiovascular disease, a major cause of deaths worldwide. The aim of this work is to study the effect of avocado (*Persea americana*), on lipid metabolism on normolipidemic and hyperlipidemic mice induced with high fat diet. Four groups of animals receiving standard diet (DE), standard and avocado diet (DEa), high fat diet (DH) and high fat and avocado diet (DHa) were used. All animals were observed for a period of 28 days. Blood sample was obtained at the end of experimentation period by cardiac puncture on anesthetized animals, and the levels of Cholesterol, triglycerides and col-HDL were determined and c-LDL, VLDL and atherogenic and coronary risk factors were calculated. DH group showed levels of TC, TG, c-LDL and VLDL significantly higher ($p < 0,001$) than the values achieved in DHa group. DHa and DEa plasmatic values of TC, TG, c-LDL and VLDL were significantly reduced ($p < 0,001$) compared to DH group. DEa and DHa groups differed significantly ($p < 0,005$) in the level of CT, the latter has lower values, the other quantified parameters showed no significant differences. There were no significant differences for c-HDL values in any group. Hyperlipidemia induction with a model of high fat diet produced significantly increasing values of TC, TG, c-LDL and VLDL, besides of increasing the atherogenic risk. The benefit of avocado pulp consists in reduction of TC, TG, c-LDL, VLDL and the index of atherogenic risk.

Key words: Avocado, high fat diet, dyslipidemia, atherogenic index, cardiovascular risk index

INTRODUCCIÓN

La dislipidemia es un factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares (ECV) y se define como un trastorno de los lípidos en sangre caracterizados por un aumento de los niveles de colesterol e incrementos de las concentraciones de triglicéridos (TG), además

de disminución del colesterol HDL, y con frecuencia al incremento del colesterol LDL en la circulación sanguínea (1).

Las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial, y se han registrado 17,5 millones de muertes en el año 2012 (2). En Paraguay en el año 2012 más de 14.400 perso-

nas murieron a causa de las ECV, afectando en mayor medida a hombres que a mujeres. Estas cifras representan el 39% de todas las muertes registradas (3).

Entre los diversos factores implicados en las ECV, la hipercolesterolemia, y principalmente los valores elevados de colesterol ligado a proteínas de baja densidad (c-LDL), se consideran factores mayores o causales y las estrategias dirigidas a lograr su control son las más eficaces, así como también los niveles altos de triglicéridos y bajos niveles de colesterol unido a proteínas de alta densidad (c-HDL) se correlacionan de forma independiente con un mayor riesgo cardiovascular (4).

El papel de la atención primaria es fundamental para el correcto tratamiento de factores de riesgo cardiovasculares y de esta manera disminuir la morbimortalidad. La intervención sobre el estilo de vida es la piedra angular del tratamiento frente a la dislipidemia y tiene un impacto metabólico significativo, con incrementos medios de 5 mg/dl en la concentración de c-HDL y reducción media de 30 mg/dl en la trigliceridemia (5). El National Cholesterol Education Program, Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III), ha considerado que los cambios terapéuticos en el estilo de vida pueden resultar suficientes en 90% de los pacientes tratados (6). Con esto se puede lograr una reducción de entre el 5 y el 10% en la colesterolemia y hasta 50% para la trigliceridemia (7).

Se ha establecido una estrecha relación entre los niveles séricos de lípidos y el tipo y la cantidad de grasa que se consume habitualmente, ya que la grasa saturada de la dieta juega un papel importante en la modulación de las concentraciones plasmáticas de colesterol y determinan el riesgo de desarrollar una ECV, debido a que las grasas saturadas tienen un elevado poder aterogénico y representan la principal causa de elevación del colesterol total y de la fracción c-LDL (7). Las modificaciones debidas a la oxidación de las LDL desempeñan un papel importante en el inicio y progresión de la aterosclerosis, estas modificaciones se deben principalmente a cambios en la peroxidación de los ácidos grasos insaturados (8). Las grasas insaturadas que provienen de los vegetales y alimentos marinos, contribuyen notablemente al descenso de los lípidos sanguíneos. La resistencia a la oxidación lipídica de las lipoproteínas puede ser modificada por el perfil de ácidos grasos en la dieta y por su contenido en antioxidantes (9).

En un estudio epidemiológico en poblaciones donde la ingesta de colesterol y grasa saturada es elevada, los niveles séricos de colesterol son 10-25% mayor que en poblaciones con un consumo menor de grasa saturada y colesterol en contraste con los efectos de la dieta mediterránea, enriquecida con grasas monoinsaturadas, además de las proporciones en los nutrientes principales como cereales y vegetales y la riqueza en micronutrientes que contiene, se relacionan con una baja incidencia de enfermedad coronaria (10). Los ácidos grasos monoinsaturados se encuentran en cantidades importantes en aceites vegetales, en frutos secos y en frutos como la oliva, el aguacate y en los aceites vegetales derivados de estos (11).

El aguacate (*Persea americana*) es un fruto que contiene 15.41 g de grasa total en 100 g de pulpa, de esto, 63% corresponde a grasa monoinsaturada; además aporta fibra y fitoquímicos (12), todos los cuales contribuirían en su efecto beneficioso tanto sobre los lípidos plasmáticos como también en otras patologías (13).

En este estudio se plantea evaluar el efecto del consumo crónico de la pulpa fresca de aguacate sobre el metabolismo lipídico en ratones normo e hiperlipémicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos y materiales

El aguacate *Persea americana* (Lauraceae) fue adquirido localmente (Micro empresa Ibañez, Agrosopping, Asunción, Paraguay). Balanza analítica para pesar animales "Alep". La grasa de cerdo (OSCHI), sacarosa (AZPA) y crema de leche (Los Colonos) se obtuvieron de un supermercado local y la caseína fue preparada por el método ácido (14). Reactivo para determinación de Colesterol total, triglicérido y c-HDL Human Diagnostics Worldwide. Espectrofotómetro Biosystem BTS 350. Centrífuga Rolco 2036.

Inducción a hiperlipemia mediante dieta hiperlipídica

La dieta hiperlipídica para la hiperlipemia se preparó de acuerdo a los recursos disponibles, fue estandarizada mediante pruebas en un grupo reducido de animales, los cuales recibieron el tratamiento con la dieta por 28 días, verificándose luego de ese tiempo en ellos la concentración de colesterol total y triglicéridos. Se preparó una mezcla compuesta por 47,5% de crema

de leche, 47,5% de caseína y sacarosa al 5%, la cual se almacenó a 7°C (15). Cada animal recibió el preparado: 0,01 ml/gramo de peso corporal y 0,1 ml de grasa de cerdo, una vez al día, por vía oral. El aporte de la dieta hiperlipídica se calculó en base a la información nutricional de los reactivos (calorías 1,75 kcal; hidrato de carbono, 13,7%; proteína, 21%; grasas totales, 63,3%; colesterol, 0,98%). La grasa de cerdo previamente licuada se administró a 30°C. El aporte de la dieta estándar (balanceado comercial) fue de 3,6 kcal/g y el del aguacate fue 1,67 kcal/g.

Diseño experimental

La muestra estuvo conformada por ratones albinos machos, sanos, de 25 a 35 g. Los animales fueron criados en el Bioterio del Departamento de Farmacología de la Facultad de Ciencias Químicas UNA, donde se mantuvieron con un ciclo de 12 h luz y 12 h oscuridad, climatizados a 23-25°C, con humedad relativa del 50-60%, alimentados con una dieta estándar consistente en 6-8 g/día de balanceado comercial (expeler de soja, alfalfa, avena, maíz, sorgo, afrecho de trigo, cloruro de sodio, vitaminas A, D, E, B2, B12, ácido pantoténico, colina, biotina, minerales: Ca, Fe, Cu, Mn, Zn, K, Na) y agua *ad libitum* (16).

Se formaron 4 grupos, cada uno con 6 animales distribuidos en forma aleatoria: grupo DE (dieta estándar y agua); grupo DH (dieta estándar y dieta hiperlipídica); grupo DEa (dieta estándar y 2 gramos de pulpa de aguacate); grupo DHa (dieta estándar, dieta hiperlipídica y 2 gramos de pulpa de aguacate). Los animales tratados con aguacate fueron colocados en cajas individuales para el control de la ingesta. La intervención se llevó a cabo durante 28 días.

Procesamiento de muestra y determinación de lípidos

La toma de muestra se realizó al finalizar el tratamiento, por punción intracardiaca, tras 12 horas de ayuno de cada animal. Se procedió a extraer la sangre total, una vez anestesiados los animales con pentobarbital sódico 50 mg/kg, vía i.p. La muestra se centrifugó a 3.000 rpm durante 10 minutos, para la obtención del suero. La determinación de la concentración de colesterol total, colesterol HDL y triglicéridos se realizó por una técnica colorimétrica de punto final, y se calculó el valor de colesterol LDL, mediante la fórmula de Friedewald, y el colesterol VLDL. Luego se procedió

al cálculo de los índices de riesgo coronario y aterogénico, según las fórmulas:

Colesterol LDL: colesterol total – (triglicéridos/5) – colesterol HDL

Colesterol VLDL: triglicéridos/5

Índice de riesgo coronario: colesterol total/colesterol HDL

Índice de riesgo aterogénico: colesterol LDL/colesterol HDL

Análisis de datos

Los resultados se expresan como promedio $\frac{238}{93}$ desviación estándar (SD), y se compararon mediante el Test de comparación Multiple Dunnett's y Tukey's, luego de ANOVA de una vía, usando el software GraphPad Prism 5, PRISMA 5.0. Las diferencias se consideraron significativas cuando $p < 0,05$, en todos los casos.

Aspectos éticos

Los animales fueron conservados en condiciones adecuadas según las recomendaciones internacionales y se trabajó de acuerdo a las normas establecidas en la comisión de ética de la comunidad Europea. El manejo de los animales se realizó por procedimientos estandarizados y la regla básica que siguió fue; todo animal tratado debe ser sacrificado y se utilizó para los ensayos el número mínimo necesario, evitando así el uso indiscriminado. El protocolo fue aprobado por el comité de ética de investigación de la Facultad De Ciencias Químicas UNA (CEI 149/15). El mínimo número de animales y duración de la observación requerida para obtener datos consistentes fue empleado, cada animal fue empleado una vez.

RESULTADOS

Luego de 28 días de intervención se determinaron los niveles de CT, TG, c-HDL y se procedió al cálculo del c-LDL y VLDL de los diferentes grupos a fin de evaluar el efecto del aguacate sobre el nivel de lípidos en animales normo e hiperlipémicos inducidos por la dieta.

En primer lugar se observó el efecto de los tratamientos sobre el peso de los animales. En el grupo control (DE), se registra un peso final de $109,4 \pm 6,62$ (porcentaje respecto al peso en el día de inicio del experimento) y al comparar con los grupos que reciben aguacate DEa (peso final $104,7 \pm 3,58$) y DHa (peso

final $102 \pm 3,01$) se observa en estos últimos menor ganancia peso, debido a la saciedad provocada por el aguacate, con diferencias significativas entre el grupo DE y DEa ($p < 0,05$). La dieta hiperlipídica aparentemente también induce saciedad y esto se observa al comparar el grupo DE y el grupo DH (peso final $104,9 \pm 3,49$; $p < 0,05$) siendo la diferencia significativa. Es de suponer también que al administrar la dieta hiperlipídica con el aguacate la saciedad es mayor y esto ocasiona una menor ganancia de peso en este grupo, siendo estadísticamente significativa ($p < 0,001$) en comparación con el grupo DE.

Efecto de la pulpa de aguacate (*Persea americana*) y la dieta hiperlipídica sobre el perfil lipídico.

El efecto de la dieta hiperlipídica y el aguacate sobre el nivel de TG y CT se pudo observar en los diferentes grupos. En la figura 1 se observa que el grupo tratado solo con la dieta hiperlipídica (DH) muestra valores aumentados de CT ($408,9 \pm 57,59$), que resulta sig-

nificativamente superior ($p < 0,001$) a los valores alcanzados en el grupo control DE ($123,2 \pm 12,41$). En el suero de los animales del grupo DHa se verificó una reducción significativa ($p < 0,001$) del nivel de CT ($115,1 \pm 16,80$), en relación a los valores presentados por el grupo DH ($408,9 \pm 57,59$). También se observó diferencia significativa entre los niveles de colesterol total de los grupos DH y DE ($168 \pm 43,43$; $p < 0,001$).

Al comparar el nivel de colesterol de los dos grupos que recibieron aguacate (DEa: $188,8 \pm 43,43$; DHa: $115,1 \pm 16,80$) se observó entre ellos una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,005$). Esto indicó que el efecto del aguacate sobre el nivel de colesterol es aún más pronunciado en animales sometidos a dieta hiperlipídica.

El grupo tratado solo con la dieta hiperlipídica (DH) muestra también valores aumentados de TG ($236 \pm 19,66$), el cual resulta significativamente superior ($p < 0,001$) al del grupo control (DE: $105,8 \pm 52,62$). En el grupo DHa se verificó una reducción significativa

($p < 0,001$) de la concentración de TG ($68,43 \pm 14,59$), en relación al grupo DH. El mismo resultado se observó cuando fue comparado este grupo (DH) con el que recibió la dieta estándar junto con aguacate (DEa, TG: $88,10 \pm 4,95$) siendo este valor significativamente menor ($p < 0,0001$). Al comparar el nivel de TG de los dos grupos que recibieron aguacate (DEa: $68,43 \pm 14,59$; DHa: $88,10 \pm 4,94$) no se observó entre ellos una diferencia estadísticamente significativa (figura 1).

En cuanto al nivel de c-HDL, luego de la comparación estadística, se encontró que, aun cuando en los grupos DEa, DH y DHa este valor es más bajo que en el grupo DE, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ellos (DE: $55,59 \pm 32,85$, DEa: $32,93 \pm 5,78$, DH: $38,47 \pm 2,41$ y DHa: $27,41 \pm 1,50$; $p > 0,05$).

El grupo sometido a la dieta hiperlipídica (DH) presentó un valor aumentado de c-LDL

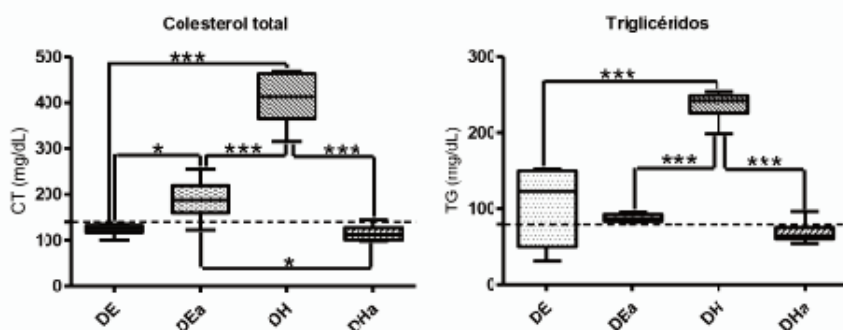


FIGURA 1. Nivel de Colesterol total y triglicéridos (mg/dL) al final de los 28 días de tratamiento en ratones. Cada barra representa el promedio \pm SD (ANOVA 1 vía, post test de comparación múltiple de Tukey). La línea de puntos indica el valor promedio de referencia (22).

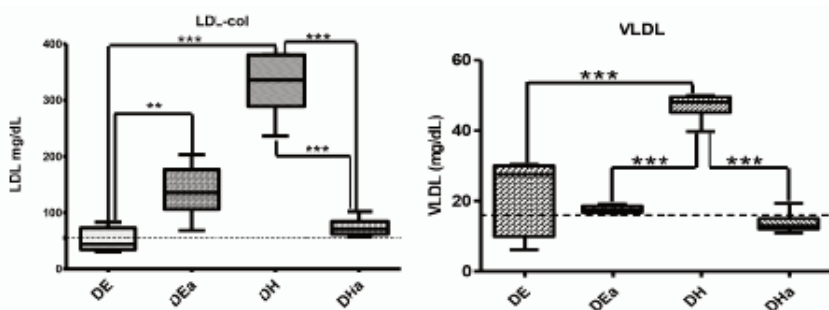


FIGURA 2. Niveles de c-LDL y VLDL (mg/dL) al final de los 28 días de tratamiento en ratones. Cada barra representa el promedio \pm SD (ANOVA 1 vía, post test de comparación múltiple de Tukey). La línea de puntos indica el valor promedio de referencia (22).

(329,2±54,06), significativamente superior a los grupos: control DE (45,72±30,57 mg/dL, $p<0,001$), DHa (74,03±15,59 mg/dL $p<0,0001$) y DEa (138,2±45,50, $p<0,0001$). Al comparar el nivel de c-LDL los dos grupos que recibieron aguacate no se observó entre ellos diferencia estadísticamente significativa (Figura 2).

En cuanto a los niveles de VLDL (Figura 2), el grupo DH mostró valores más elevados que el grupo DE (DH: 47,06±3,76; DE: 22,11±10,64 mg/dL; $p<0,0001$). Los animales que recibieron aguacate redujeron significativamente los valores de VLDL en relación al grupo DH (DHa: 13,69±2,91, $p<0,0001$; DEa: 17,69±0,99, $p<0,0001$) y entre ellos son similares. También hay diferencia significativa entre los grupos DH y DHa ($p<0,0001$).

Efecto de la pulpa de aguacate y la dieta hiperlipídica sobre el índice de riesgo aterogénico e índice de riesgo coronario.

Luego de los 28 días de tratamiento se determinó el perfil lipídico de los animales, con estos datos se procedió a calcular el índice aterogénico y el índice de riesgo coronario. En cuanto al índice aterogénico (CT/c-HDL, figura 3), se encontró una diferencia altamente significativa ($p<0,001$) entre los grupos DE (2,22±1,38) y DH (9,80±3,13) y entre los grupos DH y DHa (4,220±0,29; $p<0,001$).

El grupo de animales normolipémicos que recibió aguacate (DEa) presenta un índice riesgo aterogénico mayor, comparado al grupo control DE (DEa: 5,973±2,17; $p<0,05$); también al comparar DEa y DH la diferencia es significativa ($p<0,05$).

Finalmente, se calculó también el índice de riesgo

coronario y se encontró que el grupo al comparar el grupo DH con DE y DHa, no hay entre estos diferencia significativa (DH: 2,622±0,34; DE: 1,292±0,96; DHa: 2,67±0,32). En este estudio, un resultado interesante se observó con el grupo DEa (IRC: 4,35±1,95) resultando este valor estadísticamente significativo ($p<0,01$) en relación al grupo DE (Figura 3).

DISCUSIÓN

El control de la dislipidemia contribuye de forma importante en la reducción de las enfermedades cardiovasculares. El tratamiento farmacológico consiste en la utilización de combinaciones o asociaciones de fármacos con distintos mecanismos de acción. Sin embargo la utilización de fármacos representa un elevado costo sanitario, además de presentar efectos adversos (11). El tratamiento nutricional puede ayudar a alcanzar los objetivos terapéuticos. Dentro de las recomendaciones nutricionales según ATPIII se encuentra la reducción del colesterol, grasas saturadas y grasas trans, el aumento de los ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados; el incremento de las fibras solubles y la utilización de esteroides y estanoles (6). El aguacate es un alimento que puede ayudar a conseguir este objetivo, ya que provee un adecuado aporte de grasas, contiene fitoquímicos y fibras, por lo tanto es un alimento que por varios mecanismos tendría el potencial de mejorar el perfil lipídico del paciente (11, 12).

En este estudio experimental hemos inducido la hiperlipemia en ratones mediante la administración de una dieta hiperlipídica durante 28 días. Esta dieta se ajusta mejor al perfil lipídico de la dieta occidental (17) y permite inducir una situación de hiperlipemia más parecida

a la encontrada en humanos. Otros métodos utilizan la inducción con agentes químicos como el Tritón WR-1339 (18), sin embargo, el incremento en el perfil lipídico no es superior al obtenido en el presente estudio. Con esto se demuestra que el empleo de una dieta hiperlipídica es un método efectivo para representar el modelo fisiopatológico de la hiperlipemia, pues se logran incrementos altamente significativos de los niveles de CT, TG, c-LDL y VLDL.

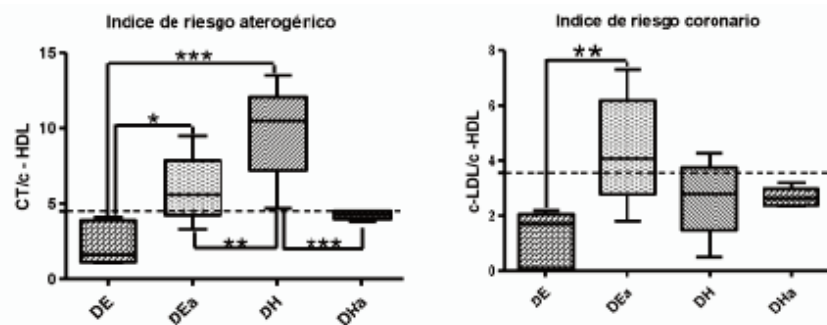


FIGURA 3. Índice de riesgo aterogénico e índice de riesgo coronario, calculado luego de 28 días. Cada barra representa el promedio ± SD (ANOVA 1 vía, post test de comparación múltiple de Dunnett). La línea de puntos indica el valor promedio de referencia (22)

La dieta hiperlipídica enriquecida con grasas saturadas altera el perfil lipídico, ya que aumenta la absorción de colesterol a los 14 días de comenzar dicha dieta, efecto que no se observa con una dieta suplementada con ácidos grasos insaturados y es más efectivo cuando se combina con caseína (19).

Los hidratos de carbono simples conducen al desarrollo de la hipertrigliceridemia como resultado de una acelerada secreción hepática de VLDL y un menor aclaramiento de TG circulantes, este efecto se podría producir por un incremento en las actividades de las enzimas lipogénicas así como por una disminución de la actividad de las enzimas involucradas en la oxidación de los ácidos grasos (20). Las grasas trans elevan las concentraciones séricas de TG y c-LDL, por un mecanismo similar a las grasas saturadas y disminuyen el c-HDL y el colesterol dietético aumenta el c-LDL, el CT y produce una mayor acumulación de TG en el hígado (21).

La eficacia de la dieta hiperlipídica para inducir la hiperlipemia se valida al comparar el perfil lipídico del grupo DH con el grupo control (DE). El aumento en el nivel de CT fue de 231,2%, de triglicérido 123,5% y de c-LDL 620% en el grupo DH, la diferencia con el control es altamente significativa ($p < 0,001$). Los valores promedio de referencia considerados son los de Osti et al 2012; estos son: CT: 140 mg/dL; TG: 79,6 mg/dL; c-LDL: 55,48 mg/dL; VLDL: 15,92 mg/dL; Índice de riesgo aterogénico: 4,5; índice de riesgo coronario: 3,55 (22).

Al comparar los grupos DH y DHa, se observa en este último que disminuyen el CT 6,6%, triglicérido 35,35% y c-LDL 62%, con diferencia no significativa al comparar con el grupo DE. En cuanto al c-HDL no hay diferencia con el grupo control en ningún grupo. Estas alteraciones en los lípidos aumentan el índice de riesgo aterogénico en el grupo DH y no altera el índice de riesgo coronario (c-LDL/c-HDL). En el grupo DHa los índices de riesgo aterogénico y de riesgo coronario se encuentra dentro del rango según valores de referencia de Osti et al, 2012 (22) indicando un efecto beneficioso del aguacate que prevendría el desarrollo de la aterosclerosis asociada a la administración de una dieta aterogénica (figura 3).

En un estudio realizado en ratas Sprague-Dawley que recibieron una dieta rica en grasa saturada, colesterol y ácido cólico durante 6 semanas, lograron aumentar el CT de modo similar, pero tuvo menos efecto

sobre los niveles TG y c-LDL (23). En otro estudio, la inducción a la hiperlipemia fue con una dieta similar, utilizando una dieta rica en hidratos de carbono simples a partir de fructosa, manteca de cerdo y caseína, en ratas wistar durante 4 semanas. La dieta hiperlipídica generó aumentos significativos en las concentraciones de TG y CT; disminuyó el c-HDL y aumentó el índice aterogénico (20).

El efecto beneficioso del aguacate (*Persea americana*) se evidencia en el grupo de animales hiperlipémicos que reciben 6 g de balanceado con 2 g de aguacate, pues los valores de perfil lipídico al final del experimento, no son diferentes a los del grupo control (DE). En el grupo DEa, al comparar con el grupo DE, se observa una tendencia similar en las concentraciones de TG, VLDL y col-HDL, valores que en el grupo DHa disminuyen. Finalmente, al comparar el grupo DHa con el grupo que recibe la dieta hiperlipídica (DH) se demuestra que hay una gran diferencia entre estos, notándose en el grupo que recibe la fruta, un descenso significativo ($p < 0,001$) en los valores de CT, TG, c-LDL y VLDL.

En un modelo similar, se administró durante 5 semanas aguacate *Persea americana* mill a ratas wistar, los resultados indican un aumento significativo de c-HDL (17,5%) y disminución de TG (27.6%), sin diferencias significativas en CT y c-LDL (4), aunque sus resultados difieren de los nuestros cabe resaltar que son limitados los estudios en animales normolipémicos.

Los grupos que reciben tratamiento con aguacate, DEa y DHa, difieren entre sí principalmente en las concentraciones séricas del CT, con una diferencia significativa ($p < 0,05$), pues el primero aumenta un 53,2% y el grupo DHa disminuye 6,6%, tomando como valor de referencia el de Osti et al 2012 (22). Por lo tanto se plantea que el mecanismo por el que el aguacate contribuye a mejorar el perfil lipídico es más efectivo cuando se administra en conjunto con los demás ácidos grasos, el cual no está bien esclarecido.

El aguacate aporta ácidos grasos monoinsaturados principalmente del tipo oleico. Este ácido graso aumenta la tasa de β -oxidación y contribuye a la homeostasia de los lípidos por medio de la activación de AMPc/PKA, además de proteger contra la inflamación y la resistencia a la insulina y este efecto se podría deber al aumento de la oxidación de los lípidos en el músculo esquelético, que como resultado podría eliminar el exceso de ácidos grasos saturados que contrarrestan la in-

flamación y la resistencia a la insulina (23, 24).

Entre los componentes que podrían contribuir a mejorar el perfil lipídico se encuentra la fibra, que en el aguacate es de 5,2 g/100g de pulpa, de esto, el 25% es del tipo soluble (hemicelulosa y pectinas) (12, 13), su posible mecanismo de acción podría ser la capacidad de la fibra para unirse a los ácidos biliares formando micelas y aumentando la excreción de los mismos, además se ha sugerido que la fibra puede formar una fina capa en la luz intestinal, que actúa como barrera física disminuyendo la absorción de grasas, incluyendo colesterol y ácidos biliares. Las alteraciones producidas en la homeostasia de los ácidos biliares al interrumpir su circulación enterohepática, aumenta la conversión en el hígado de colesterol en ácidos biliares disminuyendo los depósitos de colesterol libre hepático (25). Para restaurar estos depósitos se produce una regulación de los receptores LDL dando lugar a una reducción del c-LDL plasmático; por otra parte la fibra soluble al sufrir la fermentación en el colon produce ácidos grasos de cadena corta como acetato, propionato y butirato que suprime la síntesis de colesterol en el intestino (25).

El aguacate también es rico en β -sitosterol, que es una sustancia de origen vegetal cuya estructura es similar al colesterol y su mecanismo de acción abarca la inhibición intestinal de colesterol y la disminución de la síntesis hepática, teniendo efecto sobre los niveles plasmáticos de colesterol total y c-LDL, sin efecto sobre los niveles de c-HDL y triglicéridos (26).

Es indudable que el aguacate presenta efectos beneficiosos y esto se podría deber en conjunto a su aporte en fibra, antioxidantes, β -sitosterol y otros fitoquímicos, si bien el aporte no cubre los requerimientos diarios, hablamos de un alimento compuesto por varios nutrientes que mejoran el perfil lipídico.

Carvajal et al (2014) demostraron el efecto del aceite de aguacate en ratas inducidas a hiperlipemia por la ingestión de sacarosa durante 16 semanas, logrando el aumento significativo en las concentraciones séricas de TG, c-LDL y VLDL; luego le administraron a un grupo aceite de aguacate con sacarosa durante 4 semanas. Observaron que el aceite de aguacate ejerce poco o ningún efecto sobre la glucosa, CT y c-HDL y disminuyeron los niveles de TG, VLDL y c-LDL (26). Sin embargo se demuestra que el modelo de inducción utilizado en nuestro estudio produce alteraciones más drásticas y en menor tiempo; pues las reducciones de

las concentraciones de TG, CT, VLDL y col-LDL, son más importantes.

En contraste al estudio anterior, donde el efecto sobre el colesterol total es nulo, Salgado et al (2008) realizaron un estudio en ratas Wistar tratadas con una dieta hiperlipídica a base de grasa de cerdo, caseína y sacarosa, y suplementadas con una dieta de harina de aguacate por 60 días. Este tratamiento redujo el colesterol total, aumentó la excreción hepática del c-LDL y no tuvo efecto en los niveles de col-HDL y TG (27).

Estudios realizados en humanos indican que el consumo de aguacate induce reducción de colesterol total, triglicérido, LDL y mantiene o aumenta los niveles de cHDL (28, 7), y en algunos casos el nivel de triglicéridos aumenta (11). En estos estudios utilizaron Persea americana var. Hass, variedad que no disponemos en nuestro país y que presenta ciertas diferencias en la composición nutricional. Nuestros resultados indican que el aguacate presenta un mayor efecto hipolipemiante ante la alteración de los lípidos.

Este estudio es el único trabajo realizado en animales a los que se le administra la pulpa del aguacate de la raza antillana y al comparar con los demás estudios realizados en animales, se resalta que el consumo de la fruta fresca otorga un beneficio superior y en menor tiempo considerando la notoria reducción en el perfil lipídico.

CONCLUSIÓN

En este estudio se logra la inducción a la hiperlipemia con un modelo de dieta hiperlipídica, que genera incrementos importantes en el CT, TG, col-LDL y VLDL, además de aumentar el riesgo aterogénico, en los animales de experimentación. El tratamiento con la pulpa de aguacate se traducen en la reducción del CT, TG, col-LDL, VLDL, y la relación CT/ c-HDL, en este modelo.

Aquí es necesario acotar a que se realizó un estudio con animales de laboratorio que arrojó resultados interesantes, pero que estos no se pueden extrapolar a recomendaciones clínicas ni de salud pública.

REFERENCIAS

1. Soca M. Dislipidemias. *Acimed*. 2009; 20(6), 265-273.
2. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/> accedido en julio de 2016

3. Ministerio de salud pública y Bienestar Social. Indicadores básicos de salud Paraguay. MSPyBS, 2013. Disponible: <http://www.mspbs.gov.py/>.
4. Berrougui H, Momo C, Khalil A. Health benefits of high-density lipoproteins in preventing cardiovascular diseases. *J Clin Lipidol*. 2012 Nov; 6(6): 524-533.
5. Pablos Vicente de M, Leal M, Balanza S, Abellán J. Valoración de la inercia terapéutica en el tratamiento hipolipidemiante de pacientes con alto riesgo cardiovascular seguidos en atención primaria [carta]. *Aten Primaria*. 2012; 44: 14-15.
6. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III): Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002, 106: 3143-421.
7. Álvarez A, Blasco M, Ferreras J, Lago F, Navarro E, Párraga I et al. Dislipemias manejo de las dislipemias en atención primaria. Barcelona: sem FYC; 2012.
8. Gil A, Serra L. Libro Blanco de los Omega 3 Acidos Grasos Omega 3 y Salud. 2a ed. Madrid: Editorial médica panamericana; 2013.
9. Fernandez M, West K. Mechanisms by which Dietary Fatty Acids Modulate Plasma Lipids. *J Nutr* 2005; 135(38): 2075-2078.
10. García M, Panduro A, Martínez E. Implicación de los factores dietéticos en el desarrollo de la dislipidemia y su tratamiento nutricional. *Rev Mex Endocrinol Metab Nutr*. 2014; 1: 55-62.
11. Vázquez A, Cabrera S, Lozano R, González I, Coromoto L. Efecto del consumo de aguacate (*Persea americana Mill*) sobre el perfil lipídico en adultos con dislipidemia. *An Venez Nutr*. 2009; 22(2): 84-9.
12. Duester KC. Avocado fruit is a rich source of beta-sitosterol. *J Am Diet Assoc*. 2001; 4(101): 404-5.
13. Alvizouri M, Galván P, Carranza J, y Rodriguez A, Hernández E. Comparación del efecto de las estatinas con el aguacate en los lípidos séricos y en el precio que paga el paciente. *Med Int Mex* 2002; 18: 297-300.
14. Walstra P, Geurts T, Noomen A, Jellema A, Boekel M. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Zaragoza: Acribia; 2001
15. Zhukova N, Novgorodtseva T, Denisenko Y. Effect of the prolonged high-fat diet on the fatty acid metabolism in rat blood and liver. *Lipid Health Dis*. 2014; 13: 49.
16. Martínez E, Mañas M, Martín J. Ciencia y tecnología del animal de laboratorio. 2da edición: SECAL; 2011.
17. Okręglicka K. Health effects of changes in the structure of dietary macronutrients intake in western societies. *Rocz Panstw Zakl Hig* 2015; 66(2): 97-105.
18. Shattat G, Al-Qirim R, Al-Hiari Y, Sheikha G, Al-Qirim T, El-Huneidi w, et al. Synthesis and Anti-Hyperlipidemic Evaluation of N-(Benzoylphenyl)-5-fluoro-1H-indole-2-carboxamide Derivatives in Triton WR-1339-Induced Hyperlipidemic Rats. *Molecules*. 2010; 15: 5840-49.
19. Reza N, Fatemeh B, Fahimeh M, Fatemeh Z, Morteza B. Hypocholesterolemic effects of dietary soybean vs. Casein proteins in a crossed over diets in rat. *Pak J Biol Sci*. 2008; 11(11): 1467-71.
20. Jurgoński A, Juśkiewicz J, Zduńczyk Z. A High-Fat Diet Differentially Affects the Gut Metabolism and Blood Lipids of Rats Depending on the Type of Dietary Fat and Carbohydrate. *Nutrients*. 2014; 6: 616-26.
21. Wang Y, Zhang B, Xue Y, Li Z, Wang J, Xue C, et al. The mechanism of dietary cholesterol effects on lipids metabolism in rats. *Lipids Health Dis*. 2010; 9: 4, 2-6.
22. Osti M, Marques C, Coutinho M, Cruz R, Souza M, Bortolato J. Perfil bioquímico dos animais de laboratório do biotério da faculdade de medicina da USP. *RESBCAL São Paulo*. 2012; 1 (1): 76-81.
23. Jamshed H, Arslan J, Gilani A. Cholesterol-cholesterol diet offers multi-organ dysfunction in rats. *Lipid in health and disease*. 2014; 13: 194, 1-10.
24. Lim J, Gerhart-Hines Z, Dominy J, Lee Y, Kim S, Tabata M. et al. Oleic acid stimulates complete oxidation of fatty acids through protein kinase A-dependent activation of SIRT1-PGC1 α complex. *J Biol Chem*. 2013; 288(10): 7117-26.
25. Fernández M. La fibra dietética en la prevención del riesgo cardiovascular. *Nutr. clín. diet. hosp*. 2010; 30(2): 4-12.
26. Carvajal O, Nolasco C, Aguilar M, Melo G, Hayward P, Barradas D. Avocado Oil Supplementation Modifies Cardiovascular Risk Profile Markers in a Rat Model of Sucrose-Induced Metabolic Changes. 2014: 1-8.
27. Salgado J, Bin C, Mansi D, Souza A. Efeito do abacate (*Persea americana Mill*) variedade hass na lipidemia de ratos hipercolesterolêmicos. *Ciênc Tecnol Aliment Campinas*. 2008; 28(4): 922-28.
28. Colquhoun D, Moores D, Somerset S, Humphries J. Comparison of the effects on lipoproteins and apolipoproteins of a diet high in monounsaturated fatty acids, enriched with avocado, and a high-carbohydrate diet. *Am J Clin Nutr*. 1992; 56: 671-7.

Recibido: 13-06-2016

Aceptado: 05-08-2016

Comparación del consumo de alimentos de niños que habitan una zona urbana y una rural en la población de Arandas, México

*Yanina Dennis Togo-Luna, Enrique Romero-Velarde, Edgar M. Vásquez-Garibay,
Clío Chávez Palencia, Erika Caro Sabido*

Instituto de Nutrición Humana, Departamento de Clínicas de Reproducción Humana, Crecimiento y Desarrollo Infantil, Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue comparar el consumo habitual de alimentos de niños en una zona urbana y otra rural en la población de Arandas, México. En un estudio transversal se incluyeron 196 niños de cinco a doce años que asistían a escuelas de educación preescolar y escolar. Se recabaron datos sociodemográficos, se realizó evaluación antropométrica y del consumo de alimentos, mediante dos encuestas alimentarias de recordatorio de 24 horas y otra de frecuencia de consumo de alimentos. Se compararon las características generales y del consumo de alimentos entre niños procedentes de zona rural y de zona urbana con las pruebas t de Student y χ^2 cuadrada.

El número de miembros por familia fue superior en zona rural, mientras que el ingreso familiar y el gasto en alimentación fueron superiores en zona urbana. No identificamos diferencias en la distribución del IMC, índice talla para la edad, ni en el consumo de energía y nutrientes entre zonas urbana y rural. El consumo de frutas y productos de origen animal fue más común en zona urbana, mientras que el de cereales y leguminosas fue más común en zona rural.

Existen diferencias en el consumo de alimentos en estas poblaciones, con mayor consumo de alimentos considerados como tradicionales en zona rural y de alimentos de origen animal en zona urbana. Es importante identificar estas diferencias en vista de la transición nutricional alimentaria en la que se encuentra el país.

Palabras clave: Consumo de alimentos, niños, zona urbana, zona rural, transición alimentaria.

SUMMARY. **Comparison of food consumption in children living in an urban area and a rural population in Arandas, Mexico.** The objective of this study was to compare the habitual food intake of children in urban and rural areas in the town of Arandas, Mexico. In a cross-sectional study 196 children from five to twelve years, attending preschool and school education were included. Sociodemographic and anthropometric data were collected, as well as food consumption using two dietary surveys of 24-hour recall and a food frequency consumption questionnaire. General and food consumption characteristics among children from rural and urban areas were compared with Student t test and χ^2 square.

The number of members per household was higher in rural area than in urban area, while household income and expenditure on food was higher in urban area. There were no differences in the distribution of BMI, height for age index, or the consumption of energy and nutrients between urban and rural area. The consumption of fruits and animal products was more frequent in urban area, while cereals and legumes were more common in rural area.

There are differences in food intake in these populations, with increased consumption of foods considered traditional in rural area, and animal foods in urban area. It is important to identify these differences in view of the current nutritional and epidemiological transition of the Mexican population.

Key words: Food intake, children, urban area, rural area, nutrition transition.

INTRODUCCIÓN

Una dieta correcta durante la niñez representa un factor determinante para la expresión de un crecimiento y desarrollo adecuados; y para la adquisición de hábitos alimentarios que pueden perdurar hacia etapas posteriores de la vida. Cuando los hábitos alimentarios son inadecuados, los niños están en riesgo de padecer patologías asociadas al síndrome de mala nutrición, ya sea por déficit o exceso en el consumo de

energía y nutrientes (1,2).

Algunos estudios han mostrado diferencias en el consumo de alimentos de niños que habitan zonas urbanas y aquellos que se encuentran en zonas rurales, consideradas de mayor riesgo nutricional (3). En México, datos de Encuestas Nacionales han reportado que los niños procedentes de zona urbana tienen mayor consumo de energía, hidratos de carbono, grasas y proteínas, mientras que el consumo de fibra es mayor en zona rural. Por tanto, se considera que el riesgo nutricional

dría ser mayor en niños procedentes de zonas rurales(4).

En años recientes México ha presentado cambios en la demografía y estructura económica, tales como la creciente urbanización, grandes migraciones del campo a la ciudad y procesos migratorios de ida y vuelta a los Estados Unidos de Norteamérica. Además, se ha observado un incremento en la oferta de alimentos procesados, de elevada densidad energética, ricos en grasas y azúcares refinados; se han modificado los hábitos y patrones de alimentación, y predominan las actividades sedentarias. En los últimos 25 años, estos acontecimientos han sido definitorios en los cambios de hábitos alimentarios de los niños mexicanos(5, 6).

Un ejemplo podría ser la población de Arandas, en la región de Los Altos de Jalisco en el occidente de México, que ha sufrido un crecimiento demográfico y urbanización rápidos en los últimos 15 años, como consecuencia del crecimiento de la industria tequilera que atrae mayor flujo económico a la región. A fines de la década de los noventa, un estudio realizado en dicha región mostró que las principales fuentes de energía y nutrientes provenían del consumo de leguminosas y lácteos, ya que la alimentación en esa zona se caracterizaba por ser típica de una zona rural; sin embargo se reportó que la frecuencia de consumo de refrescos y productos chatarra ya era elevada(7).

En México, no existe información reciente sobre las diferencias en el consumo de alimentos de niños procedentes de zonas urbanas y rurales. Esta información es importante en vista de la transición nutricional alimentaria en la que se encuentra el país, y para conocer la forma en que este fenómeno afecta a los dos tipos de población(8). Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue comparar el consumo habitual de alimentos de niños en una zona urbana y otra rural en la población de Arandas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un análisis secundario de un estudio transversal (9) con los datos de 196 niños de cinco a doce años de edad, que asistían a escuelas de educación preescolar y escolar en Arandas, Jalisco, de mayo de 2011 a mayo de 2012. Como criterios de inclusión se consideró que los sujetos de estudio fueran aparentemente sanos, con peso normal al nacer(> 2500 g), sin enfermedades agudas o sub-agudas evidentes en las últimas dos semanas, sin evidencia de enfermedades cró-

nicas, genéticas o congénitas, y que contaran con consentimiento informado de los padres o tutor. Se realizó un muestreo aleatorio, polietápico, considerando las escuelas públicas de educación preescolar y escolar del municipio de Arandas, tanto en zona rural como en zona urbana. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (México, 2010), se consideró como población rural a aquellas con menos de 2500 habitantes(10).

Mediante un cuestionario diseñado para el presente trabajo, se entrevistó a la madre de los niños para obtener datos sociodemográficos que incluyeron características familiares, socio-económicas, ingresos familiares, y hábitos de higiene. Se realizó evaluación antropométrica (medición de peso y talla), y del consumo de alimentos de los sujetos de estudio, mediante dos encuestas alimentarias de recordatorio de 24 horas, y una de frecuencia de consumo de alimentos. Esta última incluyó la frecuencia de consumo de grupos de alimentos con categorías de consumo por día, semanal y mensual. En el caso de las encuestas alimentarias, la madre respondió en todos los casos, con apoyo de los niños para la obtención de información sobre el consumo de alimentos en el horario escolar. Se consideraron como variable dependiente al consumo de alimentos, incluyendo el consumo de energía, macro nutrientes y grupos de alimentos, y como variable independiente a la procedencia de zona rural o zona urbana.

Las mediciones antropométricas, realizadas por nutriólogas, fueron previamente estandarizadas mediante el método de Habitch(11). Para la medición del peso corporal se utilizó una báscula marca Tanita TBF-41065 (Tanita, Tokyo, Japón); con los sujetos vistiendo únicamente ropa interior y una bata de uso clínico con peso conocido. La talla se midió con un estadímetro marca Seca 208 (SECA, Hamburgo, Alemania). Sin zapatos, cada sujeto se colocó sobre la base del estadímetro con la punta de los pies ligeramente separados y los talones juntos. La cabeza, los hombros, las nalgas y los talones se mantuvieron en contacto con el plano vertical; posteriormente se colocó la escuadra móvil en el vértice de la cabeza para obtener la medición. Dichos procedimientos fueron realizados en un cubículo destinado a la obtención de las mediciones antropométricas. Con los datos obtenidos se calcularon los índices peso/edad, talla/edad e índice de masa corporal para la edad expresados en puntaje Z(12).

Las encuestas alimentarias fueron realizadas por

personal previamente capacitado para su recolección, utilizando modelos de alimentos para evaluar la cantidad de alimentos consumidos. Para su análisis se utilizó el programa Nutrikal V.O. ® (Olguín, México).

Análisis estadístico. Se utilizó el software SPSS-17.0 (IBM, Nueva York, USA). Se compararon las características generales, familiares y del estado nutricional entre niños de zona urbana y zona rural, mediante las pruebas t de Student o chi cuadrada. De la misma forma, se compararon el consumo de energía y nutrientes, así como la frecuencia de consumo de grupos de alimentos.

Consideraciones Éticas. Se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los padres o representantes legales de los sujetos incluidos en el estudio. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética, Investigación y Bioseguridad de la Universidad de Guadalajara con registro CI-13609.

No hubo conflicto de interés entre los participantes del estudio.

TABLA 1. Datos socio demográficos de niños y sus familias que habitan en zonas urbana y rural de Arandas, México*

Variable	Zona Urbana n= 147	Zona Rural n= 49
Edad (años)	8.02 (2.3)	8.25 (2.5)
Miembros de la familia (número) 1	5.4 (1.7)	6.2 (2.2)
Ingreso familiar mensual (pesos mexicanos) 2	6218.9 (3648.5)	4275.50 (1768.2)
Gasto en alimentación mensual (pesos mexicanos) 1	2813.7 (1414.4)	2222.5 (998)
Gasto en alimentación per-cápita (pesos mexicanos) 1	17.56 (7.9)	12.57 (6.4)
Gasto en alimentación per-cápita (porcentaje del salario mínimo) 1	32.2 (14.6)	23.2 (11.7)

* Promedio y desviación estándar

1 $p < 0.01$; 2 $p < 0.001$ (urbanavs rural)

TABLA 2. Estado nutricio de acuerdo al índice de masa corporal en preescolares y escolares de zona urbana y rural de Arandas, México*

Estado Nutricio (Puntuación Z de IMC)	Zona Urbana n= 139	Zona Rural n= 38	Total n= 177
Frecuencia y porcentaje			
Delgadez (< - 2.0 DE)	4 (2.9)	3 (7.9)	7 (4.0)
Normopeso (- 1.99 a 0.99)	94 (67.6)	26 (68.4)	120 (67.8)
Sobrepeso (1.0 a 1.99)	31 (22.3)	8 (21.1)	39 (22.0)
Obesidad (≥ 2.0)	10 (7.2)	1 (2.6)	11 (6.2)

* No se incluyen 19 sujetos en quienes no fue posible obtener las mediciones antropométricas = NS (chi cuadrada; zona urbana vs zona rural)

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los datos sociodemográficos de niños de zona urbana y zona rural. La edad promedio de la población total fue de 8.1 ± 2.3 años, sin diferencia significativa entre tipos de población. El número de miembros en la familia fue mayor en zona rural ($p < 0.05$); mientras que el ingreso familiar mensual, y los gastos destinados a la alimentación fueron superiores en zona urbana ($p < 0.01$).

Respecto a la escolaridad de madres y padres, se observó que la proporción con escolaridad de secundaria o superior fue mayor en zona urbana; mientras que la primaria incompleta y/o escolaridad menor a tres años fue mayor en zona rural ($p < 0.01$). Respecto a la disponibilidad de agua para su consumo, el uso de garrafón fue más común en zona urbana con diferencia significativa. Cabe resaltar que el consumo de agua de la llave sin hervir fue muy frecuente en zona rural (32.7%).

La Tabla 2 muestra la evaluación del estado nutricional de acuerdo a categorías de IMC. La proporción de niños con sobrepeso fue similar en zona rural y urbana (21.1 vs 22.3%). Aunque casi todos los casos con obesidad pertenecían a zona urbana, no hubo diferencia significativa. Identificamos a 6.2% de niños con déficit del índice talla/edad (< -2.0 DE), sin diferencia entre zonas.

La Tabla 3 muestra el consumo de energía y nutrientes en niños de zona rural y zona urbana. No identificamos diferencias significativas en el consumo de energía, macro nutrientes, azúcar y fibra dietética.

La frecuencia de consumo de alimentos se muestra en la Tabla 4. La ingestión de verduras fue similar en las dos poblaciones, alrededor de 50% las consumen dos a tres veces por semana; mientras que el consumo diario fue poco común (9.7%). El consumo diario de frutas fue similar entre población urbana y rural (48.6 vs

TABLA 3. Consumo de energía y nutrientes en niños en zonas urbana y rural de Arandas, México*

Energía y nutrientes ¹	Zona Urbana n= 147	Zona Rural n= 49
Energía (Kcal)	1783.64 (564.54)	1663.06 (611.63)
Proteínas (g)	60.76 (24.7)	56.94 (26.9)
Lípidos (g)	62.12 (26.8)	54.60 (39.1)
Colesterol (mg)	191.48 (135.3)	185.58 (162.3)
Ácidos grasos saturados (g)	21.70 (11.5)	16.38 (11.6)
Ácidos grasos mono insaturados (g)	16.64 (9.5)	15.81 (13.2)
Ácidos grasos poli insaturados (g)	6.22 (3.8)	6.49 (4.2)
Hidratos de carbono (g)	248.37 (87.9)	241.0 (80.2)
Azúcar (g)	34.20 (26.5)	31.02 (26.0)
Fibra (g)	25.40 (16.4)	20.06 (12.4)

*Promedio y desviación Estándar;
1 Sin diferencia estadística:
zona urbana vs rural

40.8%), aunque existe tendencia al mayor consumo en zona urbana. Respecto al consumo de cereales, no se identificaron diferencias significativas, aunque el consumo diario fue mayor en zona rural. La ingestión diaria de leguminosas fue mayor en zona rural que en zona urbana (85.4 vs 47.1%); mientras que el consumo diario de carne, huevo y lácteos fue mayor en zona urbana. Por otra parte, el consumo diario de aceites y grasas, azúcar y productos energéticamente densos fue similar en ambas zonas.

Al analizar la frecuencia de consumo, de acuerdo a categorías de consumo por grupos de alimentos, observamos que el consumo de frutas > 3 veces por semana fue mayor en

TABLA 4. Frecuencia de consumo de grupos de alimentos en niños de zona urbana y zona rural de Arandas, México *

Variable	Zona Urbana (n= 147)				Zona Rural (n= 49)									
	Nunca	1/ mes	c/15 días	1/ semana	2-3 semana	4-6 semana	Diario	Nunca	1/ mes	c/15 días	1/ semana	2-3 semana	4-6 semana	Diario
Frecuencia de consumo														
Frutas	0 (0.0)	1 (0.7)	0 (0.0)	7 (5.1)	32 (23.5)	22 (16.2)	66 (48.6)	2 (4.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (6.1)	18 (36.7)	3 (6.1)	20 (40.8)
Verduras	6 (4.4)	0 (0.0)	3 (2.2)	32 (23.5)	76 (55.9)	10 (7.3)	19 (13.9)	1 (2.0)	0 (0.0)	2 (4.1)	12 (24.5)	28 (57.1)	3 (6.1)	3 (6.1)
Cereales	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.7)	2 (1.5)	133 (97.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (4.1)	0 (0.0)	47 (95.9)
Leguminosas	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (1.4)	9 (6.1)	35 (23.8)	37 (25.2)	64 (43.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (6.1)	4 (8.2)	42 (85.4)
Carnes y huevo ¹	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (2.2)	2 (1.5)	22 (16.2)	34 (25.0)	75 (55.2)	1 (2.0)	0 (0.0)	1 (2.0)	6 (12.2)	19 (38.8)	14 (28.6)	8 (16.3)
Leche	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	8 (5.8)	8 (5.8)	119 (87.5)	2 (4.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (4.1)	14 (28.6)	4 (8.2)	27 (55)
Aceites y grasas	4 (8.2)	0 (0.0)	4 (3.1)	13 (10.2)	33 (25.9)	3 (2.4)	59 (46.5)	11 (25.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (9.3)	5 (11.6)	0 (0.0)	23 (53.5)
Azúcar	7 (5.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (3.9)	11 (9.4)	3 (2.4)	100 (78.7)	1 (2.3)	0 (0.0)	1 (2.3)	4 (9.3)	0 (0.0)	2 (4.6)	25 (81.4)
Alimentos Energéticamente densos ²	47 (37.0)	0 (0.0)	4 (3.1)	26 (20.5)	26 (20.5)	15 (11.8)	23 (18.1)	14 (32.6)	0 (0.0)	8 (18.6)	9 (20.9)	5 (11.6)	3 (8.0)	5 (11.6)

* El número total de sujetos no es similar para todos los casos. Se excluyeron datos incompletos o casos en los que la frecuencia de consumo fuera dudosa.
1 No incluye embutidos (Jamón y/o salchicha); 2 Dulces, frituras, refrescos, jugos envasados, galletas, panecillos

TABLA 5. Categorías de frecuencia de consumo de grupos de alimentos en niños de zona urbana y rural en Arandas, México *

Grupo de alimentos	Frecuencia de consumo	Frecuencia (%)		P
		Zona Urbana	Zona Rural	
Frutas	> 3 veces/semana	96 (70.6)	27 (53.0)	p< 0.05 RM=2.12 (1.03-4.39)
	≤3 veces/semana	40 (29.4)	22 (47.0)	
Cereales	> 3 veces/día	61 (44.9)	30 (61.0)	p< 0.05 RM=0.52 (0.25-1.05)
	≤3 veces/día	75 (55.1)	19 (39.0)	
Cereales procesados	Consumen	121 (89.0)	38 (77.6)	p< 0.05 RM= 0.52 (0.25-1.05)
	No consumen	15 (11.0)	11 (22.4)	
Grasas y aceites	Consumen	14 (11.0)	15 (34.9)	p<0.001 RM= 4.32 (1.7-10.8)
	No consumen	113 (88.9)	28 (65.1)	
Leguminosas	Diario	64 (47.0)	42 (85.7)	p< 0.001 RM=0.15 (0.6-0.37)
	≤ 6 veces/semana	72 (53.0)	7 (14.3)	
Leche	Diario	119 (87.5)	27 (55.1)	p< 0.0001 RM=5.7 (2.5-13.1)
	≤ 6 veces/semana	17 (12.5)	22 (44.9)	
Carnes y huevo ¹	Diario	75 (55.1)	8 (16.3)	p< 0.01 RM=3.86 (1.21-13.6)
	≤ 6 veces/semana	61 (44.8)	41 (83.7)	

* El número total de sujetos no es similar para todos los casos. Se excluyeron datos incompletos o casos en los que la frecuencia de consumo fuera dudosa.

¹ No incluye embutidos (Jamón y/o salchicha)

zona urbana ($p < 0.05$). El consumo de cereales más de tres veces al día ($p < 0.05$) y el consumo diario de leguminosas ($p < 0.001$) fueron mayores en zona rural, así como el consumo de grasas y aceites ($p < 0.001$). Cuando los cereales fueron procesados su consumo fue mayor en zona urbana ($p < 0.05$); así como el consumo diario de leche ($p < 0.001$), carnes y huevo ($p < 0.01$), Tabla 5.

DISCUSIÓN

En México y otros países de Latinoamérica se ha descrito que los hábitos alimentarios difieren de acuerdo a la pertenencia a zona rural o zona urbana(3). Aparentemente, la disponibilidad de alimentos, incluso de alimentos procesados y alimentos energéticamente densos podría ser mayor en zonas urbanas que en las rurales.

En este estudio persisten algunas características de zonas rurales como el mayor número de miembros por familia, menores ingresos y gasto en alimentación, menor escolaridad de los padres y menor disponibilidad de agua potable, que contribuyen a ubicar a estos niños en situación de inseguridad alimentaria. A pesar de

lo anterior identificamos únicamente 6.2% de niños con déficit de talla para la edad, sin diferencia significativa entre zona urbana y rural; cifra inferior a la prevalencia reportada en México, de 10.4% para niños de 5 a 11 años(13). La prevalencia de sobrepeso y obesidad (28.2%) también fue menor a la reportada en el país (34.4%)(14); sin embargo, la mayoría de los casos de obesidad se encontraron en la zona urbana, con un solo caso en zona rural, lo que indica la presencia de factores de riesgo ambientales para el desarrollo de obesidad en zonas urbanas.

Respecto a los hábitos alimentarios es importante resaltar que el consumo de frutas y verduras fue pobre en ambas poblaciones; únicamente 9.7% reportaron consumo de verduras cinco o más veces por semana, y ~37% para el grupo de frutas; sin embargo, algunas categorías de consumo fueron superiores en zona urbana. El consumo de fibra dietética fue mayor en zona urbana, aunque la diferencia no fue significativa. Este hallazgo es interesante ya que reportes previos identificaron mayor consumo de fibra en zonas rurales del país(15). En México se cuenta con programas que promueven el consumo de estos alimentos como el creado por la Fundación de Campo y Salud "Cinco por día

frutas y verduras". Aunque dicho programa ha sido apoyado por el gobierno y algunas empresas de la iniciativa privada, consideramos que es necesaria mayor difusión para concientizar a la población sobre los beneficios de su consumo, ya que al menos en esta población no se observan resultados favorables(16).

Algunas diferencias que identificamos en el consumo de grupos de alimentos, sugieren la persistencia de patrones de alimentación diferenciados entre zona urbana y zona rural, que reflejan posiblemente los hábitos de alimentación considerados como "tradicionales" en zonas rurales y la mayor disponibilidad de alimentos y recursos económicos en zona urbana. Tal es el caso del reporte de consumo del grupo de cereales (> 3 veces al día) y el consumo diario de leguminosas que fueron superiores en zona rural, debido al mayor consumo de tortillas y frijoles como alimentos básicos en estas localidades; que representan un aporte energético suficiente para cubrir los requerimientos diarios en esta población. Por otro lado, el consumo de cereales procesados (sopas de pasta, cereal de caja, galletas, etc.) fue mayor en zona urbana, hecho que refleja el mayor consumo de productos industrializados, y probablemente la mayor exposición a medios que publiquen estos productos, así como accesibilidad desde el punto de vista económico.

El consumo de alimentos de origen animal, incluyendo los lácteos, fue más común en zona urbana; hallazgo que podría deberse al mayor costo de estos alimentos y su mayor disponibilidad en comunidades urbanas. Además, podría relacionarse con un mejor estado de nutrición al ser éstos un vehículo para el consumo de proteínas de alto valor biológico y nutrientes indispensables como hierro, calcio, zinc y vitamina B12, cuyo aporte y biodisponibilidad es mejor en estos alimentos(17).

El consumo de alimentos energéticamente densos fue similar en zona urbana y zona rural, lo que podría reflejar la penetración y disponibilidad de alimentos procesados en ambas comunidades, independientemente de su ubicación; y que además podría relacionarse al bajo costo de estos productos, y por tanto a su accesibilidad incluso en zonas rurales.

Finalmente, el análisis del consumo de energía, macronutrientes, fibra dietética y colesterol no mostró diferencias significativas entre zonas; lo cual implicaría que la transición nutricional en la que se encuentran este tipo de comunidades no se traduce en diferencias en el

consumo total de energía, a pesar de las diferencias en el consumo de grupos de alimentos(17, 18). En la década de los noventa, la Encuesta Nacional de Nutrición 1999(15), reportó que los niños de zona urbana tenían mayor consumo de energía, hidratos de carbono, grasas y proteínas y que solo el consumo de fibra era mayor en la zona rural.

Cabe destacar que a pesar de las diferencias que existen entre el consumo de alimentos de niños de la zona rural y de la zona urbana, los indicadores antropométricos del estado de nutrición son similares; resaltando únicamente la mayor frecuencia de obesidad en niños de zona urbana, aunque no identificamos diferencia estadística, probablemente por el bajo número de casos estudiados.

Estudios previos realizados en el país han mostrado que existe una reducción en el consumo de alimentos tradicionales basados en el maíz y frijoles, y un aumento en el consumo de azúcar, aceites vegetales y productos de origen animal, así como un incremento en el consumo total de energía en la población general, desde la década de los sesenta hasta la actualidad; que podría explicar los hallazgos del presente trabajo, particularmente para zona urbana(19). Estas modificaciones podrían ser reflejo de la transición nutricional alimentaria que vive México y otros países; y que se relacionan con el incremento de enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación.

Entre las limitaciones del presente estudio fueron el menor número de sujetos procedentes de zona rural y las limitaciones señaladas para el uso de encuestas alimentarias, que requieren de un esfuerzo de los entrevistados para recordar lo que se consumió en el pasado.

CONCLUSIONES

Existen diferencias entre el consumo de alimentos de niños en zona rural y zona urbana del municipio de Arandas. Las diferencias se refieren principalmente a un mayor consumo de alimentos tradicionales (frijoles y tortillas) en zona rural y mayor consumo de alimentos de origen animal en zona urbana; posiblemente debido a mayor ingreso familiar y gasto en alimentación, al alza de los precios que impactaría más a las zonas rurales y las costumbres propias de cada región. Consideramos que es necesario ampliar esta información en el país, en vista de la transición nutricional y epidemiológica en la que se encuentra la población de México.

REFERENCIAS

1. Sánchez-García R, Reyes-Morales H, González-Unzaga MA. Preferencias alimentarias y estado de nutrición en niños escolares de la Ciudad de México. *Bol MedHospInfantMex*. 2014; 71: 358-66.
2. Vásquez-Garibay EM, Álvarez-Treviño L, Romero-Velarde E, Larrosa-Haro A. Importancia de la transición nutricia en la población materno-infantil: Parte I. *BolMedHospInfantMex*. 2009; 66: 109-23.
3. FAO: Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2013. *Hambre en América Latina y el Caribe: acercándose a los Objetivos del Milenio*.
4. Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, González-de Cossío T, Hernández-Prado B, Sepúlveda J. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional en niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2001.
5. Cai W. Nutritional challenges for children in societies in transition. *CurrOpinClinNutrMetabCare*. 2014; 17: 278-84.
6. Vásquez-Garibay EM, Álvarez-Treviño L, Romero-Velarde E, Larrosa-Haro A. Importancia de la transición nutricia en la población materno-infantil: Parte II. *Bol MedHospInfantMex*. 2009; 66: 124-31.
7. Orozco-Alatorre LG, Romero-Velarde E, Vásquez-Garibay EM, Nápoles-Rodríguez F. Factores socioeconómicos y dietéticos asociados a deficiencia de hierro en preescolares y escolares de Arandas, Jalisco. *Bol MedHospInfantMex*. 2007; 64: 363-74.
8. Vásquez Garibay EM. Valoración integral de la nutrición en Jalisco: una obligación del Gobierno del Estado. *Investigación en Salud*. 2005 ; 2 (7): 78-9.
9. Vásquez-Garibay EM, Campos-Barrera LR, Romero-Velarde E, Miranda-Ríos L, Nuño-Cosío ME, Nápoles-Rodríguez F. Risk factors associated with iron depletion and parasites in preschool and school children of Arandas, Jalisco, Mexico. *NutrHosp*. 2015; 31: 243-49.
10. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Población rural y urbana 2010. Disponible en: http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P. Consultado el 16 de noviembre de 2015.
11. World Health Organization. Measuring change in nutritional status. Guidelines for assessing of nutritional impact of supplementary feeding programs for vulnerable groups. Geneva: WHO, 1983.
12. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: World Health Organization. 2007.
13. Olaiz G, Rivera J, Shamah T, Rojas R, Villalpando S, Hernández M, Sepúlveda J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Instituto Nacional de Salud Pública. 2006.
14. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. México: Instituto Nacional de Salud Pública. 2012.
15. Barquera S, Rivera JA, Safidie M, Flores M, Campos-Neonato I, Campirano F. Energy intake in preschool and school age Mexican children: National Nutrition Survey 1999. *Salud Publica Mex*. 2003; 45(4): 540-50.
16. 5 x día verduras y frutas, México. *Rev Chil Nutr*. 2006; 33 (Supl1). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46914637016>.
17. Bhutta ZA, Das JK, Rizvi A, Gaffey MF, Walker N, Horton S, et al. Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost?. *Lancet*. 2013; 382: 452-77.
18. Adair LS, Popkin BM. Are child eating patterns being transformed globally? *Obes Res*. 2005; 13: 1281-99.
19. Moreno-Altamirano L, Hernández-Montoya D, Silberman M, Capraro S, García-García J, et al. La transición alimentaria y la doble carga de malnutrición: cambios en los patrones alimentarios de 1961 a 2009 en el contexto socioeconómico mexicano. *Arch Latinoam Nutr*. 2014; 64: 230-40.

Recibido: 10-11-2015

Aceptado: 16-08-2016

Índice, carga glicémica y fibra dietética de los alimentos y su asociación con resistencia a la insulina en adultos chilenos

Javiera Evans, Hugo Amigo, Patricia Bustos.

Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Chile

RESUMEN. El Índice y Carga Glicémica (IG y CG) categorizan los alimentos según su capacidad de incrementar la glicemia, considerando cantidad y calidad de hidratos de carbono consumidos. Diferentes estudios han postulado que una dieta con IG y CG altos y bajo consumo de fibra incrementan la glicemia e insulinemia, aunque con resultados heterogéneos. El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre IG, CG e ingesta de fibra y valores HOMA-IR en adultos jóvenes. En una muestra representativa de 738 personas que tenían entre 32 y 38 años, nacidos en el Hospital de Limache, Región de Valparaíso, Chile, se recogió información socioeconómica, de salud, se determinó estado nutricional, glicemia, insulina basal y HOMA, y con la encuesta de frecuencia de consumo se estimó IG, CG e ingesta de fibra. Se construyeron modelos de regresión múltiple, controlando efectos de confusión e interacción. En modelos ajustados, se observó que por cada 10 unidades que aumenta el IG y CG de la dieta en individuos con exceso de peso, aumenta el HOMA-IR en 0,31 ($p=0,042$) y 0,03 ($p=0,012$), respectivamente y por cada 10 gramos que aumenta la fibra total y soluble, disminuye el HOMA-IR en 0,10 ($p=0,04$) y 0,62 ($p=0,034$) respectivamente. En personas sin exceso de peso no hubo estos efectos. Existe una asociación directa entre el aumento de IG y CG de los alimentos y el incremento de HOMA-IR sólo en individuos con exceso de peso y una asociación inversa entre ingesta de fibra dietética total y soluble y HOMA-IR.

Palabras clave: Índice glicémico, carga glicémica, fibra dietaria, resistencia a la insulina.

SUMMARY. Glycemic index, glycemic load and dietary fiber of foods and its association with insulin resistance in Chilean adults. Glycemic index and glycemic load (GI and GL) categorize foods according to their ability to increase blood sugar levels, considering quantity and quality of carbohydrates consumed. Different studies have postulated that a high GI and GL diet and low fiber intake increased glycemia and insulinemia, although with heterogeneous results. The aim of this study was to analyze the association between GI, GL and fiber intake and HOMA-IR values in young adults. In a representative sample of 738 people aged between 32 and 38 years old, born in the Limache's Hospital, Valparaiso, Chile, socioeconomic and health information, nutritional status, basal glycemia, insulin and HOMA were collected. With a food frequency questionnaire, GI, GL and fiber intake were estimated. Multiple regression models were constructed, controlling confounding and interaction effects. In adjusted models, it was found that for every 10 units that increases diet GI and GL in overweight individuals, HOMA-IR increases in 0.31 ($p = 0.042$) and 0.03 ($p = 0.012$) respectively, and for every 10 grams that increases total and soluble fiber intake, HOMA-IR reduces in 0.10 ($p = 0.04$) and 0.62 ($p = 0.034$) respectively. In people without overweight such effects were not observed. There was a direct association between increased GI and GL foods and increased HOMA-IR only in individuals with overweight and an inverse association between total and soluble fiber intake and HOMA-IR.

Key words: Glycemic index, glycemic load, dietary fiber, insulin resistance.

INTRODUCCIÓN

Un problema de salud pública actual es el aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad, condiciones bien establecidas como factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). De acuerdo a la última Encuesta Nacional de Salud de Chile, el 64,5% de los chilenos mayores de 15 años sufre de exceso de peso y un 9,4% de Diabetes mellitus 2 (DM2)

(1). Asumiendo que continúe el incremento en la prevalencia de sobrepeso y obesidad, se espera que también lo haga la prevalencia de Resistencia a la Insulina (RI) y DM2.

Para evitar una malnutrición por exceso y el desarrollo de ECNT, es necesaria la regulación del peso corporal. En dicho proceso actúa, entre otros factores, la hormona insulina siendo necesario que sus niveles plasmáticos se encuentren dentro de rangos normales

(2). No obstante, puede existir una reducida respuesta fisiológica de los tejidos a la acción de la insulina, no respondiendo de manera adecuada a una concentración normal, lo que se expresa como RI (3).

Dentro de los factores que condicionan los niveles de insulina plasmática se encuentran el tipo de dieta, sobre la cual la evidencia demuestra que una alimentación con un contenido elevado de carbohidratos (CHO) se asocia a mayores niveles de glicemia e insulina plasmática y que los CHO simples inducen un incremento de la glicemia de forma más rápida que los complejos, razón por la cual se utilizan los conceptos de Índice glicémico (IG) y Carga glicémica (CG). El primero categoriza a los alimentos que contienen CHO en relación a su capacidad de incrementar los niveles de glicemia, según velocidad y magnitud, respecto a la calidad pero no a la cantidad. En su lugar, la CG considera ambos aspectos, al cuantificar el impacto de una porción consumida de un alimento con determinado IG (4). Pese a lo anterior, se debe tener mayor evidencia para probar esta teoría ya que los resultados de los diferentes estudios al respecto no son concluyentes (5).

Otro componente de la dieta asociado a los niveles de insulina plasmática con beneficios en salud, es la fibra dietética (FD). En diferentes estudios, se ha encontrado que la concentración de insulina y glucosa es menor en individuos que reportaban dietas altas en FD, especialmente la de tipo soluble (FDS). Diferentes mecanismos se proponen para explicar este efecto, tales como el aumento de la viscosidad de los nutrientes en el intestino delgado, lo que disminuiría la disponibilidad de la glucosa para ser absorbida, observándose finalmente un retardo del vaciamiento gástrico (6).

Si bien la RI es un problema de salud cada vez más frecuente, los estudios que han medido el efecto de IG, CG y FD sobre los niveles HOMA-IR indican que la evidencia es poco concluyente e insuficiente.

El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación entre índice glicémico, carga glicémica y fibra de la dieta y los niveles HOMA, en adultos entre 32 y 38 años. Con los resultados de este estudio se espera poder entregar nuevos antecedentes a la evidencia ya disponible. Este estudio es parte del seguimiento de una cohorte en comunas semi rurales de la zona central del país cuyo interés central es identificar factores de riesgo de enfermedades crónicas en adultos jóvenes en una zona de limitada migración.

MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño de este estudio corresponde a un corte transversal de una muestra de 738 adultos, nacidos en el Hospital de Limache, Región de Valparaíso, Chile, entre los años 1974 y 1978 y que al momento del estudio tenían entre 32 y 38 años. Para efectos del presente trabajo, se excluyeron aquellos individuos diabéticos (Glicemia ≥ 126 mg/dl) ó que estuviesen tomando medicamentos hipoglicemiantes. De la muestra inicial, 46 fueron excluidos por estas razones, resultando una muestra final de 692 sujetos.

A cada una de las personas se les tomó una muestra de sangre en ayunas, en la cual se obtuvieron los niveles de glucosa basal (utilizando el método colorimétrico enzimático GOD/PAP, Human Diagnostic, Alemania) y de insulina (los que fueron determinados a través de radioinmunoensayo). Posteriormente se calculó el HOMA-IR, a través de la fórmula $[\text{Insulina mmol/l} \times \text{Glucosa mmol/l} / 22,5]$ (7).

Se aplicó una "Encuesta de Tendencia de Consumo Cuantificado" (ETCC), de tipo semi abierto, en la que se recopiló información respecto a los alimentos consumidos en los últimos 30 días. Con la ayuda de un atlas fotográfico construido especialmente para este estudio, se identificó el gramaje de la porción y la frecuencia de consumo (diaria, semanal o mensual) según correspondiera. Posteriormente, se estimó la ingesta diaria de dicho alimento. Con el programa FoodProcessor 2, se obtuvo el consumo diario de calorías totales, CHO, FD y FDS.

El IG de cada alimento, se obtuvo de la Tabla internacional de IG (8), y en el caso de que para un alimento hubiese más de un valor asignado, se utilizó el promedio de los datos entregados de los diferentes estudios. Para aquellos alimentos sin CHO no se asignó ningún valor. Para estimar el IG de cada alimento de acuerdo a su consumo diario, se utilizó la fórmula $\text{IG del alimento} \times \text{Proporción de CHO en la dieta}$ (9), luego se sumaron cada uno de los resultados y se obtuvo el IG total de la dieta, el cual fue clasificado en tres categorías: IG alto ≥ 70 , IG intermedio 56-69, IG bajo ≤ 55 (10). La CG de la dieta se estimó a través de la fórmula $(\text{IG de la dieta} \times \text{Contenido neto de CHO de la dieta}) / 100$ (9), y se categorizó en CG alta, mayor a 120, CG media entre 81-120 y CG baja, menor o igual a 80 (11). El consumo de FD fue clasificada en las siguientes categorías: Consumo bajo (menor a 20 g/día), con-

sumo adecuado (entre 20 y 35 g/día) y consumo alto (mayor a 35 g/día). Respecto a la FDS, se trabajó con el aporte parcial debido a la escasa información nutricional disponible de este componente de la dieta.

El NSE fue definido utilizando una matriz que incluyó información de ocupación y nivel de educación del jefe de hogar, de acuerdo a una clasificación socioeconómica que ha sido ampliamente utilizada en Europa y adaptada a la realidad chilena. Acorde a esta matriz, los sujetos se clasificaron en 5 niveles: alto, medio-alto, medio, medio-bajo y bajo (12).

Se estimó el nivel de actividad física (NAF), aplicando el cuestionario internacional de actividad física (IPAQ), versión corta, de autopercepción del NAF (13). Los participantes fueron clasificados en su condición, "Muy activo", "Medianamente activo", "Poco o Nada activo".

Para evaluar el estado nutricional, se consideró el peso (kilogramos), el cual fue medido en una balanza SECA con precisión de 100 g., y la estatura (metros), que se midió usando un tallímetro con precisión de 1 mm, lo que posteriormente permitió estimar el índice de masa corporal de cada individuo, a través de la fórmula $\text{Peso (kg) / Talla}^2 \text{ (mt)}$. Estas mediciones fueron tomadas por profesionales Nutricionistas, especialmente capacitadas y permanentemente supervisadas según técnicas internacionales(14).

Para la estrategia de análisis se construyeron modelos de regresión lineal múltiple previa comprobación de la normalidad de los residuos, controlando efectos de interacción y de confusión.

Este estudio fue aprobado por el comité de ética para Estudios en Seres Humanos de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Los participantes firmaron un consentimiento informado antes de comenzar el estudio.

RESULTADOS

Los participantes de este estudio fueron mayoritariamente mujeres (n=459), correspondiendo a un 66% de la muestra, la mediana de edad fue 35 años, con un promedio de edad en hombres de 35,4 años y en mujeres de

34,9 años (p=0,021). Menos de un 10% de la muestra fue clasificada en el nivel socioeconómico bajo y alrededor de la mitad de la población en estudio fue clasificada en el nivel socioeconómico medio. En esta muestra no hubo personas clasificadas en los niveles alto y medio-alto y no se observaron diferencias significativas en la distribución por sexo (p=0,206).

La mediana de IMC en los participantes fue alta (27.7 Kg/m²), observándose que las mujeres tuvieron 0,99 puntos más de IMC respecto a los hombres (p=0,002). Tres cuartas partes de la población en estudio presentó exceso de peso, sin diferencias significativas por sexo. El NAF, en la mitad de los participantes se caracterizó por ser "Muy activo". El nivel "Poco o nada activo" correspondió a un bajo porcentaje, en ambos sexos, la distribución de esta variable fue distinta al observarse mayor actividad en los varones.

La mediana de HOMA de los participantes (variable dependiente) fue 1,9, siendo 0,1 puntos mayor en hombres (p=0,021). Cerca de un cuarto de los participantes presentó RI (HOMA-IR ≥ 2.53) y los hombres presentaron un 7% más que las mujeres (p=0,05). Todo lo anterior se puede observar en la Tabla 1.

La mediana de consumo de fibra dietética fue de 25,4 g/día, destacando que la ingesta diaria fue superior en hombres que en mujeres. Alrededor de la mitad de

TABLA 1. Caracterización de la muestra según sexo.

	Total (n=692)	Hombres (n=233)	Mujeres (n=459)	P
Edad (años), Mediana (p25-75)	35,1 (34,0-36,4)	35,4 (34,3-36,6)	34,9 (33,9-36,3)	0,021
IMC (kg/mt ²), Mediana (p25-75)	27,7 (24,9-30,9)	27,2 (24,4-29,9)	28,1 (25,2-31,4)	0,002
Exceso de peso (%)	74,9	71,7	76,5	0,100
HOMA-IR, Mediana(p25-75)	1,9 (1,5-2,5)	1,9 (1,5-2,7)	1,8 (1,4-2,4)	0,021
Resistencia a la insulina (%)	22,7	27,0	20,5	0,052
Nivel socioeconómico (%)				
Bajo	8,5	11,2	7,2	
Medio Bajo	42,8	42,1	43,1	0,206
Medio	48,7	46,8	49,7	
Nivel de actividad física (%)				
Muy activo	52,7	60,5	48,8	
Medianamente activo	37,1	30,9	40,3	0,014
Poco o nada activo	10,1	8,6	10,9	

la población en estudio presentó un consumo adecuado de FD, mayor en hombres y sólo una tercera parte presentó un consumo bajo, mayor en mujeres. La mediana para IG fue de 59, obteniendo un muy bajo porcentaje de IG alto. Cerca de tres cuartas partes de la población se caracterizó por tener una dieta de IG moderado, para esta variable se observó que los hombres tiene una dieta de mayor IG moderado y las mujeres de IG bajo. En términos de CG, la mediana fue de 149, siendo significativamente más elevada en hombres ($p=0,001$), lo que se reafirma al categorizar esta variable, obteniéndose en los hombres un mayor porcentaje de CG alta. (Tabla 2).

En el modelo que midió la asociación entre ingesta de FD y niveles de HOMA-IR con ajuste, se observó

que por cada 10 gramos diarios de aumento de la FD, disminuye significativamente el HOMA-IR en 0,1 (Tabla 3). Al observarse una interacción entre IMC y las diferentes variables de exposición del estudio, se segmentaron los modelos observándose una asociación inversa y significativa en el modelo con exceso de peso entre la FDS y HOMA-IR, en el cual, por cada 10 gramos que aumentaba el consumo de FDS en individuos con exceso de peso, disminuyó el HOMA en 0,62 ($p=0,034$). El mismo efecto inverso y significativo se observó en los modelos tanto para IG como CG, en donde por cada 10 unidades que aumentaba el IG y CG en individuos con exceso de peso, aumentó el HOMA en 0,31 ($p=0,042$) y 0,03 ($p=0,012$) respectivamente (Tabla 4).

TABLA 2. Fibra dietaria, Índice y Carga glicémica diaria de acuerdo a sexo.

	Total	Hombres	Mujeres	P
Ingesta de fibra diaria (gr/día) Med (P25 - P75)	25,4 (18,7 - 35,2)	30,5 (23,9 - 41,5)	22,6 (17,5 - 30,8)	0,001
Consumo Bajo de fibra (%)	29,5	13,7	37,5	
Adecuado	45,1	48,5	43,4	0,001
Elevado	25,4	37,8	19,2	
Índice glicémico diario (IG) Med (P25 - P75)	59,0 (55 - 61)	59,0 (57 - 62)	58,0 (55 - 61)	0,066
IG Bajo (%)	27,2	19,3	31,2	
Moderado	72,7	80,3	68,8	0,002
Alto	0,1	0,4	0	
Carga glicémica diaria (CG) Med (P25 - P75)	149 (111 - 205)	207 (157 - 277)	126 (101 - 168)	0,001
CG Baja (%)	9	3	12	
Moderada	21,1	3,9	30,1	0,001
Alta	69,8	93,1	58	

TABLA 3. Asociación entre ingesta de fibra dietética total y HOMA-IR

Variable	Sin ajuste		Ajustado**	
	β (95% IC)	P	β (95% IC)	P
Ingesta de Fibra diaria*	0,02 (-0,06 a 0,09)	0,629	-0,10 (-0,2 a 0,001)	0,04

*Cada 10 gr/día

**Modelo ajustado por sexo, edad, NAF, IMC, Calorías, NSE

TABLA 4. Asociación entre ingesta parcial de fibra dietética soluble, índice glicémico y carga glicémica y HOMA-IR, según IMC

Variable	Ajustado*** Sin exceso de peso		Ajustado*** Con exceso de peso	
	β (95% IC)	P	β (95% IC)	P
Ingesta de Fibra soluble (parcial)*	-0,2 (-0,5 a 0,91)	0,574	-0,62 (-1,19 a -0,05)	0,034
Índice glicémico**	-0,24 (-0,50 a 0,03)	0,087	0,31 (0,01 a 0,61)	0,042
Carga glicémica**	-0,01 (-0,03 a 0,00)	0,184	0,03 (0,01 a 0,05)	0,01

*Cada 10 gr/día **Cada 10 unidades

***Modelos ajustados por sexo, edad, NAF, Calorías, NSE

DISCUSIÓN

En este estudio se encontró una asociación directa y significativa, entre el aumento de índice y carga glicémica de los alimentos y el incremento de HOMA-IR. En ambos casos la asociación mencionada se observó solamente en los individuos con exceso de peso. Además, se comprobó una asociación inversa y significativa entre ingesta de fibra dietética total y soluble y HOMA-IR.

La asociación encontrada sólo en individuos con exceso de peso, estaría relacionado con el hecho que el tejido adiposo afectaría la producción de insulina del cuerpo y la capacidad de respuesta de esta hormona. Los adipocitos funcionan como glándulas endocrinas que están involucradas en el proceso de regulación del consumo de energía y la actividad de la insulina, secretando varias hormonas y mensajeros químicos tales como la leptina, factor de necrosis tumoral, y resistina (15). Estudios recientes demuestran que la RI se asocia a menudo con la inflamación del tejido adiposo, la que puede ser reducida por la pérdida de peso (16).

Algunos estudios han reportado asociaciones directas entre IG, CG y FD con HOMA-IR, no obstante la evidencia no es homogénea, existiendo investigaciones que no muestran dicha asociación, siendo el caso de un trabajo realizado en Rotterdam y otro en Japón, donde no se encontró la asociación mencionada, ni con DM2 ni con hemoglobina glicosilada (9, 17). No obstante, en otros trabajos (basados en la cohorte de Framingham) se encontró una asociación directa y significativa entre IG y CG y niveles HOMA-IR, también entre la FD proveniente de cereales y frutas y HOMA-IR (18). En un estudio basado en el efecto de un subtipo de FDS, se comprobó que su consumo a largo plazo se asociaba a una disminución de RI (19). Esta heterogeneidad podría deberse a diferentes características de los estudios como el método de recolección dietaria, el rango de valores de IG y CG observado, el rango de edad de los participantes, entre otros (20).

Respecto a la diferencia entre la alta proporción de la muestra con IG moderado y por otra parte una alimentación con CG alta, se debería a que esta última considera no solo la calidad de los CHO de un alimento, sino también la cantidad ingerida. Se debe mencionar que se constató una CG mayor en hombres que mujeres, coincidente con la ingesta calórica diferenciada por sexo (20).

Cerca de la mitad de la población de este estudio se caracterizó por presentar un consumo adecuado de FD, la cual se asoció de manera indirecta y significativa con HOMA-IR, siendo también significativo al medir la asociación entre FDS parcial y HOMA-IR, controlando por IMC. Lo observado, podría deberse a que una mayor ingesta de FDS ha reportado mejor poder de asociación con los niveles HOMA-IR, por lo que es esperado que dicha clasificación demuestre un mayor poder de asociación. (21).

La ingesta de FD fue mayor a lo observado en la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario del año 2010-2011 (ENCA) duplicando lo referido en esta encuesta (22). Estos resultados podrían deberse a que las comunas donde habitan los participantes, corresponden a zonas con gran producción de frutas y verduras durante todo el año, existiendo una amplia disponibilidad de estos alimentos. Eventualmente, podría existir un sobrerreporte alimentario debido al instrumento utilizado (ETCC), pero también hay que considerar que el valor de ingesta de FD (g/día) de la ENCA proviene de un recordatorio 24 horas y por ende se espera observar algunas diferencias si el instrumento de medición es distinto (23).

Dentro de las limitaciones de este trabajo, están que se utilizó la ETCC, como único método para estimar la ingesta alimentaria, que al ser dependiente de la memoria del sujeto, podría haber sobreestimación de las cantidades consumidas. También el tiempo que toma realizarla (lo que puede haber implicado pérdidas de atención y rutinización de sus respuestas) y el que no haya sido diseñada específicamente para medir el IG y CG de la dieta. Sin embargo, ese tipo de encuesta alimentaria se ha validado en diferentes estudios, pudiendo demostrar ciertas ventajas como el proporcionar información sobre hábitos y conductas alimentarias lo que es una buena aproximación para analizar la relación entre dieta y enfermedad en estudios epidemiológicos.

La escasez de resultados homogéneos entre estudios que miden el efecto del IG y CG se puede deber a diferentes factores, como por ejemplo que en la literatura se han encontrado diferentes fórmulas para su cálculo, lo que muestra falta de estandarización para su estimación. Por otra parte, es importante mencionar que los datos de la tabla internacional de IG fueron medidos de manera aislada y no como parte de una preparación o dieta mixta, como es habitualmente consumido el alimento. Además, no todos los valores de IG de los alimentos

están disponibles, especialmente aquellos más propios del país. Algo similar ocurre respecto a la información nutricional de FD soluble e insoluble de los alimentos, la cual no está disponible en las tablas de composición química de los alimentos y sólo algunos presentan dicha información en su etiquetado, lo que dificulta medir la asociación entre FDS total con HOMA-IR.

Dentro de las fortalezas de este estudio, se debe mencionar que se dispone de una amplia información, lo que permite controlar por factores de confusión como NSE, NAF, IMC, edad y sexo y verificar si hay interacción. El rango de edad similar en los participantes de este estudio ayudó a minimizar posibles sesgos que esta variable pudiese tener. Además, el trabajar con adultos jóvenes permite identificar tempranamente factores de riesgo para desórdenes metabólicos, como RI y DM2. Cabe mencionar también que fueron aplicados diversos controles de calidad de la información recolectada a través de capacitación y supervisión de los encuestadores, lo que asegura una buena confiabilidad del dato recolectado.

Finalmente, los resultados de este estudio permiten sugerir un aumento del consumo de alimentos de bajo IG y CG, controlando la ingesta de carbohidratos así como también priorizar un alto consumo de FDS, para lograr un mejor manejo de los niveles HOMA-IR en adultos jóvenes.

CONCLUSIÓN

Hubo una asociación directa entre el aumento de IG y CG de los alimentos y el incremento de HOMA-IR en individuos con exceso de peso y una asociación inversa y significativa entre ingesta de fibra dietética total y soluble y HOMA-IR.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Fondo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Chile (FONDECYT), Proyecto N° 1100414. Nuestros agradecimientos a la nutricionista Lucía Pienovi, quien estimó el aporte de energía y macronutrientes de las encuestas alimentarias.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud de Chile. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. [updated 2010; cited 10/05/2014]; Available from <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>
2. Vásquez-Machado M, Ulate-Montero G. Regulación del peso corporal y del apetito. *Acta Med Costarric.* 2010;52:79-89.
3. Riobo Servan P. Obesity and diabetes. *Nutr Hosp.* 2013;28 Suppl 5:138-43.
4. Arteaga Llona A. The glycemic index. A current controversy. *Nutr Hosp.* 2006;21 Suppl 2:53-9, 55-60.
5. Ajala O, English P, Pinkney J. Systematic review and meta-analysis of different dietary approaches to the management of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr.* 2013;97:505-16.
6. Kaczmarczyk MM, Miller MJ, Freund GG. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. *Metabolism.* 2012;61:1058-66.
7. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985;28:412-9.
8. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr.* 2002;76:5-56.
9. Goto M, Morita A, Goto A, Sasaki S, Aiba N, Shimbo T, et al. Dietary glycemic index and glycemic load in relation to HbA1c in Japanese obese adults: a cross-sectional analysis of the Saku Control Obesity Program. *Nutrition & Metabolism.* 2012 Sep 10;9(1):79. doi: 10.1186/1743-7075-9-79.
10. Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care.* 2003;26:2261-7.
11. Hosseinpour-Niazi S, Sohrab G, Asghari G, Mirmiran P, Moslehi N, Azizi F. Dietary glycemic index, glycemic load, and cardiovascular disease risk factors: Tehran Lipid and Glucose Study. *Arch Iran Med.* 2013;16:401-7.
12. ADIMARK. El nivel socioeconómico ESOMAR. Santiago de Chile; 2000 [updated 2000; cited 10/11/2013]; Available from: <http://www.microweb.cl/idm/documentos/ESOMAR.pdf>.
13. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1381-95.
14. Onis M, Onyango AW, Van den Broeck J, Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food Nutr Bull.* 2004;25:S27-36.

15. Shuldiner A, Yang R, Gong D-W. Resitin, obesity, and insulin resistance- the emerging role of the adipocyte as an endocrine organ. *N Engl J Med*. 2001;345:1345–6.
16. Wieser V, Moschen AR, Tilg H. Inflammation, cytokines and insulin resistance: a clinical perspective. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)*. 2013;61:119–25.
17. Van Woudenberg GJ, Kuijsten A, Sijbrands EJ, Hofman A, Witteman JC, Feskens EJ. Glycemic index and glycemic load and their association with C-reactive protein and incident type 2 diabetes. *J Nutr Metab*. 2011;623076 doi: 10.1155/2011/623076
18. McKeown NM, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PW, Jacques PF. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. *Diabetes Care*. 2004;27:538-46.
19. Brockman D, Chen X, Gallaher D. Hydroxypropyl methylcellulose, a viscous soluble fiber, reduces insulin resistance and decreases fatty liver in Zucker diabetic fatty rats. *Nutrition and Metabolism*. 2012;9:100.
20. Hartman TJ, Albert PS, Zhang Z, Bagshaw D, Kris-Etherton PM, Ulbrecht J, et al. Consumption of a legume-enriched, low-glycemic index diet is associated with biomarkers of insulin resistance and inflammation among men at risk for colorectal cancer. *J Nutr*. 2010;140:60-7.
21. Grover GJ, Koetzner L, Wicks J, Gahler RJ, Lyon MR, Reimer RA, et al. Effects of the soluble fiber complex PolyGlycopleX on Glucose Homeostasis and Body Weight in Young Zucker Diabetic Rats. *Frontiers in pharmacology*. 2011;2:47.
22. Ministerio de Salud de Chile. Encuesta Nacional de Consumo Alimentario. Chile, 2010 [updated 2010; cited 10/05/2014]; Available from: http://web.minsal.cl/sites/default/files/ENCA-INFORME_FINAL.pdf
23. Thompson F, Byers T. Dietary Assessment Resource Manual. *J. Nutr* 1994;124:2245-2317.

Recibido: 16-06-2016

Aceptado: 09-08-2016

Dietary patterns and gestational diabetes mellitus in a low income pregnant women population in Brazil - a cohort study

*Graciliano R Nascimento, Lucas Victor Alves, Carla Leal Fonseca,
José Natal Figueiroa, João Guilherme Alves*

Department of Nutrition, Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL).
Biostatistics Department, Mother and Child Health Care,
Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira (IMIP), Recife, Brazil.

SUMMARY. Our aim is to verify the association between dietary patterns during early pregnancy and development of gestational diabetes mellitus (GDM) in a low income Brazilian population.

A cohort study followed 841 healthy pregnant women from the 15-20th gestational week until delivery. This study was conducted at the Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira, Brazil. 838 pregnant women during the first half of a healthy pregnancy with a monthly family income below US \$ 500.00 were selected. 95 (11.3%) pregnant women developed gestational diabetes mellitus. Three dietary patterns from factor analysis were extracted. The traditional pattern was characterized by dairy products, fruits, vegetable and fish. The mixed pattern included fried food, pizza, juice, manioc flour, red meat and candies. The western pattern was characterized by eggs, white bread, cookies, pasta, pizza, fried food, chicken, candies, chocolate, salty snacks and soft drinks. There were no differences among GDM incidence according to these three dietary patterns. This finding remained after adjustment for maternal age, maternal education, body mass index pre-pregnancy and parity. We concluded that eating patterns studied during early pregnancy were not associated to the development of GDM in this sample of Brazilian pregnant women with low income.

Key words: Dietary patterns; factor analysis; gestational diabetes mellitus; low income population; pregnancy.

RESUMO. Hábitos dietéticos e diabetes mellitus gestacional em uma população de gestantes de baixa renda no Brasil - estudo de coorte. Nosso objetivo foi verificar a associação entre o padrão alimentar no começo da gravidez com o desenvolvimento de diabetes mellitus gestacional (DMG) em um grupo populacional de baixa renda no Brasil. Um estudo de coorte seguiu 841 gestantes saudáveis da 15-20 semana gestacional até o parto. Esse estudo foi realizado no Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira (IMIP), Brasil. Oitocentas e trinta e oito gestantes no curso da primeira metade da gestação e com uma renda familiar abaixo de US \$ 500.00 foram selecionadas. Noventa e cinco (11.3%) desenvolveram DMG. Três padrões alimentares distintos foram extraídos através da técnica do fator de análise. O padrão alimentar tradicional foi caracterizado pela ingestão de produtos lácteos, frutas, vegetais e peixes. O padrão alimentar misto incluiu frituras, pizza, sucos, farinha de mandioca, carne vermelha e doces. O padrão alimentar ocidental foi caracterizado por ovos, pão branco, biscoitos, massa, pizza, carne de galinha, doces, chocolate, salgadinhos e refrigerantes. Não foi observado diferença na incidência de DMG entre os três padrões alimentares identificados. Esse achado permaneceu inalterado após o ajuste para a idade e nível de educação materna, assim como para o IMC antes da gravidez e paridade. Em conclusão, o padrão alimentar materno durante o começo da gravidez entre gestantes de baixa renda não parece estar associado com o desenvolvimento de DMG.

Palavras chave: Padrão alimentar; fator de análise; diabetes gestacional; baixa renda.

INTRODUCTION

Gestational diabetes mellitus (GDM) is the most common pregnancy metabolic complication worldwide and its incidence has risen over time (1). Recently the International Association of the Diabetes and Pregnancy Study Groups (IADPSG) made new recommendations for GDM diagnostic with a lower cut-off values in attempt to prevent adverse perinatal outcomes (2). Based on IADPSG criteria the cu-

rent GDM incidence is above 10% in many countries including Brazil (3). GDM increases the risk for pregnant women to develop type 2 diabetes and hypertensive disorders after delivery besides their offspring having a higher risk of obesity and metabolic disease during adult life (4). For these reasons, the early identification of risk factors for GDM prevention is justified.

Dietary patterns have been associated with the development of several diseases including type 2 diabetes (5). Some studies have assessed the relationship between die-

tary patterns during early pregnancy and GDM (6, 7). Recently, He et al (8) found that a vegetable pattern was associated with a decreased risk of GDM in China, while sweets and seafood patterns were associated with an increased risk of GDM. However Radesky et al (6) did not find an association between food intake in early pregnancy and the risk of GDM differently of Karamanos et al (7). These findings seem to indicate that the association between dietary patterns and GDM requires further studies.

Dietary preferences are influenced by cultural and environmental determinants (9) and for our best knowledge no study has examined the association between dietary patterns and GDM in South America. In the last decades the typical Brazilian meals which were composed by beans, rice, pasta, roots, tubers, meat (beef or chicken) and eggs, has been changed to ready-to-heat ultra-processed foods (10). Furthermore a low income population is more exposed to unhealthy foods (11) and a large portion of Brazilian population still lives at risk of poverty (12). The aim of this study is to verify the association between dietary patterns during early pregnancy and development of GDM in a low income Brazilian population.

MATERIALS AND METHODS

Design and setting

This prospective cohort study followed pregnant women from the second gestation trimester until delivery. This study was conducted at a prenatal health care clinic at the Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira (IMIP), Recife, Brazil. IMIP registers about 6,000 births per year, with all patients from the Brazilian public health system. The enrollment of pregnant women occurred between November 2011 and February 2014.

Study population

The sample size calculation was performed using the resource STATCALC the EPI-INFO version 3.5.1. Assuming an incidence of gestational diabetes, 15%, based on the criteria developed by the International Association of the Diabetes and Pregnancy Study Groups, IADPSG, (13), a statistical significance level of 5% and a type 2 error rate of 20% estimated that it would be necessary to evaluate 717 pregnant women.

Pregnant women were recruited according to the following criteria: an annual income below US \$

6,000.00, a single pregnancy with gestational age between 15 to 20 weeks, aging 18 to 40 years, resident in Recife, and had a low medical risk pregnancy i.e a woman without any previous underlying disease and with prenatal follow-up results within normality parameters. Women who had twin pregnancies (n=11) or a miscarriage (n=7), were diagnosed with a chronic disease (n=27), had a energy intake exceeded 6000Kcal (n=14) or less than 600 (n=8), did not have the oral glucose tolerance test (OGTT) measurement (n=66) were excluded from analyses. The final sample was composed of 841 healthy pregnant women.

All women were measured by a stadiometer and weighed by a digital scale (Filizola Ltd. Brazil) and body mass index (BMI) was calculated [weight (Kg)/stature (m²)]. During the initial interview, study staff completed a structured question to obtain the following variables: maternal age (years), monthly income, education (years of schooling), family history of diabetes mellitus, and parity (number of deliveries).

GDM diagnosis was based on the criteria developed by the IADPSG, after a 75 g, 2 h OGTT for GDM screening at a prenatal care visit at 24 to 28 gestational weeks; fasting >92mg/dl or 1 h >180 mg/dl or 2 h >153mg/dl (13). All GDM women were weekly or monthly accompanied by blood glucose levels, depending on the type of treatment and glycemic control.

Dietary patterns

The diet was assessed once at enrollment and was considered as representative of one week. A validated food frequency questionnaire (FFQ) was used asking consumption during the previous week, including weekend days, of 81 food and drink items (14). The FFQ included food photographs to indicate standard portion sizes: small, medium and large. Interviewers were all health professionals and were previously trained in FFQ application by IMIP nutrition team.

The FFQ answers were converted into grams and total daily energy intake were estimated (Kcal). Nutrient values were obtained from "Programa de Apoio à Nutrição" from Federal University of São Paulo. (<http://www2.unifesp.br/dis/produtos/nutwin/>). 81 food items were aggregated into 23 food groups based on similarities in the nutritional composition. The 23 food groups are as follow: (i) rice: rice, beans; (ii) pasta: spaghetti, lasagna, gnocchi, ravioli; (iii) pizza; (iv) cookies: cakes, cookies/crackers; (v) white bread; (vi) cassava: cassava, yam, flour, polenta; (vii) coffee: cof-

fee, tea; (viii) red meat: beef, pork, barbecue; (ix) chicken: chicken, giblets, viscera; (x) fish; (xi) vegetables: onion, garlic, pepper, lettuce, cabbage, kale, cauliflower, broccoli; (xii) legumes: tomato, pumpkin, chayote, carrot, cucumber; (xiii) milk: milk, yogurt; (xiv) cheese: cheese curd, yellow cheese, butter; (xv) fruit- banana, orange, tangerine, papaya, watermelon, melon, pineapple, cashew, mango, apple, grapes; (xvi) juice: fruit juices, pulp; (xvii) savory: snacks, popcorn, peanut, cashew nut; (xviii) fried food: French fries, chips, straw potatoes, fried/baked salted pastries; (xix) yogurt; (xx) sweet: sugar, sweet dairy, ice cream, candies, caramels; (xxi) soft drinks; (xxii) canned foods: canned vegetables; (xxiii) chocolate: powdered chocolate, chocolate bars, bonbon, fruit jam, jelly.

Data analysis

To derive the dietary patterns, we used the principal component factor analysis with varimax orthogonal rotation method (15). We retained three factors, based on Velicer's Minimum Average Partial (MAP) procedure for determining the number of principal component to extract. These three factors together accounted for 27% of total variation. Food with loadings > 0.20 or < -0.20 on a factor were used to describe the dietary pattern. Factors score were created by the regression method. Due to skewness presence in factor scores, we used Jonckheere-Terpstra test to evaluate mean trend in those factors across ordered categories of maternal age, maternal education and pre-pregnancy BMI; we used the nonparametric permutation test for groups with two categories, gestational diabetes (Yes/No), family history of diabetes (Yes/No) and parity ($0 \geq 1$). Poisson regression models were used to examine the associations between dietary pattern scores and the risk of gestational diabetes, adjusting for maternal age, maternal education, pre-pregnancy BMI, family history of diabetes and parity. For all tests, a two-tailed P value < 0.05 was considered statistically significant. All analysis were performed using Stata 12.1SE.

RESULTS

The mean age (SD) of the 841 participants was 26.2 5.8 years. All participants had a monthly family income below US \$ 500.00; 90.1% was below US \$ 450.00. In addition, 84.8% of the participants had an elementary level schooling, 43.8% had at least one child (range: 1 to 9); 54.9% had a family history of diabetes, 27% were overweight and 14.0% were obese. The incidence of GDM according to the IADPSG was 10.8% (95/841). All GDM diagnostic were performed between 24 and 28 gestational weeks (26.4 ± 0.8) The mean difference in time between dietary pattern scores and OGTT for GDM screening at a prenatal care visit was 8.7 ± 2.2 weeks. Some biological and socio-economic variables

TABLE 1. Some mother's biologic and sociodemographic variables according to gestational diabetes mellitus status

Variables	No-Gestational Diabetes Mellitus (746)	Gestational Diabetes Mellitus (95)	p
Age			
Quintile 1 (14 to 20 years)	142 (19.1)	14 (14.7)	0.022
Quintile 2 (21 to 23 years)	119 (16.0)	10 (10.5)	
Quintile 3 (24 to 27 years)	197 (26.4)	20 (21.1)	
Quintile 4 (28 to 30 years)	124 (16.6)	16 (16.8)	
Quintile 5 (31 to 45 years)	163 (21.9)	35 (36.8)	
Time attended school			
0 – 9 years	128 (17.2)	11 (11.6)	0.076
10 – 12 years	497 (66.7)	76 (80.0)	
Family income (US \$)			
< 400	217 (29.1)	28 (29.5)	0.989
$\geq 400 < 450$	454 (60.9)	58 (61.1)	
≥ 450	74 (9.9)	9 (9.5)	
Body Mass Index (Kg/m²) prepregnancy			
Underweight	43 (7.0)	3 (3.9)	0.120
Normal	329 (53.6)	33 (42.9)	
Overweight	160 (26.1)	26 (33.8)	
Obesity	82 (13.4)	15 (19.5)	
Family diabetes			
Yes	406 (54.4)	56 (58.9)	0.404
No	340 (45.6)	39 (41.1)	
Parity			
0	422 (56.8)	49 (51.6)	0.334
≥ 1	321 (43.2)	46 (48.4)	

TABLE 2. Factor loadings for the three dietary patterns identified by principal component factor analysis in 841 pregnant women.

Dietary patterns	Food	Factor loading coefficient*	Cumulative variance explained (%)
Traditional Pattern	Legumes	0.77	10.7
	Vegetables	0.75	
	Fruit	0.60	
	Juice	0.44	
	Milk	0.38	
	Rice	0.35	
	Yogurt	0.29	
	Fish	0.25	
	Cheese	0.21	
	Soft drinks	-0.29	
	Fried food	-0.23	
Mixed Pattern	Cassava	0.78	19.3
	Pizza	0.49	
	Canned food	0.44	
	Cheese	0.38	
	Juice	0.37	
	Red meat	0.29	
	Fried food	0.26	
	Rice	-0.50	
	Chicken	-0.42	
	Coffee	-0.40	
	Legumes	-0.26	
Western Pattern	White bread	0.51	27.0
	Savory	0.51	
	Sweet	0.49	
	Chocolate	0.47	
	Cookies	0.44	
	Soft drinks	0.41	
	Pasta	0.38	
	Fried food	0.37	
	Pizza	0.33	
	Chicken	0.30	
	Canned food	0.29	

*Factor loading <0.20 in absolute value were not listed.

of GDM and no-GDM participants are shown at Table 1. GDM women were slightly older.

Energy intake was similar among GDM and no-GDM women, respectively 2102 (\pm 794) and 1993 (\pm 742) Kcal. In this study, we extracted three dietary patterns from factor analysis. The factor loadings for

each dietary pattern are listed in Table 2. The first pattern (traditional) explained 11.5% of the total variance of food intake. It was characterized by frequent intake of milk, yogurt, juice, fruit, green leaves, vegetable and fish. The second dietary pattern (mixed), which was denoted pattern 2 explained 9.3% of total variance and had positive loadings on cheese, pizza, manioc flour, red meat, and canned food; negative loadings on rice, chicken and coffee. The high-loading foods on the third factor were, eggs, white bread, savory, pasta, fried food, candies, chocolate, salty snacks and soft drinks. The third dietary pattern was denoted western pattern. It explained 8.3% of total variation. The three dietary patterns together accounted for 29.1% of the total variation (Table 2). Factor scores of the three extracted dietary patterns showed no differences between groups with and without GDM (Permutation test $p > 0.220$).

Within each dietary pattern, we verified the distribution of some participant characteristics (Table 4). For the traditional dietary pattern the mean factor scores increased with maternal age at delivery and maternal education. The mean of this factor was higher for those participants that had a history family of diabetes, but there was no association with parity ($0 \geq 1$) nor with monthly income. The mixed dietary pattern score was positively associated with monthly income. The mean of this factor was higher for those participants with no history of family diabetes, but there was no association with parity, maternal age at delivery and maternal education. The mean score of the western dietary pattern was inversely associated with maternal age at delivery, income, maternal education and BMI prepregnancy. None of the variables, family history of diabetes and parity were associated with pattern.

In the univariate analysis there were no significant associations of dietary pattern scores and gestational diabetes. This conclusion remained even after adjustment for maternal age, maternal education, prepregnancy BMI and parity (Table 5).

DISCUSSION

This study investigated the association between dietary patterns and GDM among low income preg-

TABLE 3 . Factors scores1 according maternal characteristics.

	n (%)	Dietary pattern		
		Traditional	Mixed	Western
		Mean ± Standard deviation	Mean ± Standard deviation	Mean ± Standard deviation
Maternal age at delivery				
Quintile 1 (13 to 20)	156 (18.6)	-0.44 ± 0.86	0.06 ± 1.00	0.38 ± 1.09
Quintile 2 (21 to 23)	129 (15.4)	-0.07 ± 0.91	0.11 ± 1.00	0.12 ± 0.92
Quintile 3 (24 to 27)	217 (25.8)	-0.002 ± 0.91	0.08 ± 1.00	0.12 ± 1.07
Quintile 4 (28 to 30)	140 (16.7)	0.03 ± 0.95	-0.07 ± 0.98	-0.20 ± 0.88
Quintile 5 (31 to 45)	198 (23.6)	0.37 ± 1.14	-0.16 ± 1.01	-0.37 ± 0.81
P – value*		< 0.001	0.002	< 0.001
Income (US \$)				
< 400	245	0.01 ± 1.16	- 0.40 ± 0.69	0.15 ± 1.11
≥400 - < 450	512	- 0.04 ± 0.92	0.20 ± 1.08	- 0.08 ± 0.95
≥ 450	83	0.24 ± 0.91	- 0.06 ± 0.85	0.06 ± 0.93
P – value*		0.192	< 0.001	0.114
Years of schooling				
0 – 9	139 (16.6)	-0.27 ± 1.22	0.01 ± 1.12	0.16 ± 1.06
10 -12	573 (68.2)	-0.01 ± 0.93	0.03 ± 1.01	-0.02 ± 0.98
13 – 15	89 (10.6)	0.12 ± 0.94	-0.16 ± 0.71	-0.03 ± 1.01
16 – 25	39 (4.6)	0.61 ± 0.93	-0.14 ± 0.85	-0.20 ± 1.05
P – value*		< 0.001	0.464	0.015
Body Mass Index (Kg/m ²) prepregnancy				
Underweight (< 18.5)	46 (6.7)	-0.21 ± 0.92	0.26 ± 1.08	0.20 ± 1.03
Normal (18.5 - 24.9)	362 (52.4)	-0.004 ± 0.98	0.15 ± 0.99	0.13 ± 1.01
Overweight (24.9 – 29.9)	186 (26.9)	0.03 ± 0.91	-0.06 ± 0.99	-0.22 ± 0.89
Obese (≥ 30.0)	97 (14.0)	0.13 ± 1.27	-0.09 ± 1.15	-0.13 ± 1.08
P – value*		0.032	0.001	<0.001
Family diabetes				
Yes	462 (54.9)	0.06 ± 0.99	-0.07 ± 0.96	0.02 ± 1.07
No	379 (45.1)	-0.10 ± 0.92	0.09 ± 1.04	-0.03 ± 0.91
P – value**		0.018	0.022	0.452
Parity				
0		-0.05 ± 0.92	0.02 ± 0.96	0.02 ± 1.02
≥ 1		0.06 ± 1.09	-0.02 ± 1.06	-0.03 ± 0.97
P – value**		0.162	0.640	0.472

1Values are mean ± sd; *Trend test; ** Permutation test.

nant women during early pregnancy. To our knowledge this is the first time that this association was studied in a low income population in Latin America. We identified three different dietary patterns, a traditional, a mixed and an western, and none of them were associated with GDM incidence. Our traditional dietary pattern consisted of a consumption of vegetables, fruit, dairy products and rice, while the western pattern represented a consumption of bread, savory, sweets, pasta, fried foods, chicken and canned food. Our

mixed dietary pattern included cassava, pizza, canned food, red meat and fried food. Our dietary patterns have some similarities with other eating patterns described elsewhere in the world.

However we studied only women with a low income and dietary patterns have been described as associated with social economic level (12). Population with a higher income and education level are more likely to consume a better quality dietary intake (16). In Brazil healthy foods usually have a high cost compared

TABLE 4 . Association between tertiles of dietary pattern scores and risk of gestational diabetes.

Dietary Pattern	N	Gestational Diabetes Mellitus n (%)	Model 1 Relative Risk* (95% CI)	Model 2 Relative Risk**(95% CI)	Model 3 Relative Risk***(95% CI)
Traditional					
Tertile 1	281	33 (11.7)	1.0	1.0	1.0
Tertile 2	280	29 (10.4)	0.88(0.55 - 1.41)	0.93 (0.55 – 1.56)	0.82 (0.48 – 1.39)
Tertile 3	280	33 (11.8)	1.01(0.62 - 1.65)	1.10 (0.64 – 1.88)	0.88 (0.49 – 1.58)
Mixed					
Tertile 1	281	35 (12.5)	1.0	1.0	1.0
Tertile 2	280	30 (10.7)	0.89 (0.55 – 1.45)	0.80 (0.44 – 1.43)	0.83 (0.46 – 1.47)
Tertile 3	280	30 (10.7)	0.89 (0.52 – 1.54)	0.94 (0.52 – 1.71)	0.93 (0.51 – 1.71)
Westernl					
Tertile 1	281	40 (14.2)	1.0	1.0	1.0
Tertile 2	280	27 (9.6)	0.64 (0.40 – 1.04)	0.78 (0.45 – 1.36)	0.84 (0.47 – 1.47)
Tertile 3	280	28 (10.0)	0.66 (0.40 – 1.10)	0.65 (0.36 – 1.17)	0.78 (0.43 – 1.43)

* Adjusted for other dietary patterns.

** Adjusted for other dietary patterns and body mass index

** Additional adjustment for maternal age, maternal schooling, monthly income, family history of diabetes and parity.

to unhealthy foods. This creates barriers to healthy foods access by Brazilian low-income population. Furthermore dietary patterns have changed in the last decades in Brazil; an increase in the diet's saturated fat and sugar content associated with a decrease consumption of beans, vegetables, fruits and complex carbohydrates (17). In developing countries a high socio economic status or living in urban areas is associated with overall healthier dietary patterns (18). Diet quality follows a socioeconomic gradient highlighting how disadvantaged people present higher rates of obesity and diabetes (11).

Mediterranean Diet, Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH), and alternate Healthy Eating Index, have been associated with type 2 diabetes lower risk (19, 20, 21). Tobias et al (22) found that prepregnancy adherence to healthful dietary patterns was significantly associated with a lower risk of GDM but this inverse association was partly mediated by BMI. Differently from Radesky et al (6), Zhang et al (23) found that a high intake of processed and red meat was associated with GDM. However according Radesky et al (6), BMI before pregnancy is probably more important than pregnancy diet in development of GDM. Bao et al (24) found that a prepregnancy low-carbohydrate dietary pattern with high protein and animal fat sources is positively associated with GDM risk. A recent systematic review showed that dietary interventions may cause small but significant differences in pregnancy

outcomes as a reduction in preterm birth but high-quality randomized clinical trials are required to identify maternal diet intakes that optimise pregnancy outcomes (25). In summary the role of dietary patterns on development of GDM is based on a limited number of studies that are heterogeneous in design, exposure, and outcome measures (26). Dietary patterns obtained using PCA has been debated because this exploratory method lack the repeatability between studies (27). However dietary habits are population-specific and receive strong cultural influences. The differences in study findings might be partly explained by differences in race/ethnicity between study populations.

Our study has some limitations. First a recall bias inherent to the method of FFQ (28) and we assessed food intake during the past week. Second, the diet was assessed only once at enrollment and we could not guarantee that these pregnant women had changed their dietary patterns during pregnancy. However, some studies have shown that overall dietary patterns remain stable during pregnancy (29, 30). Third, pregnant women with higher BMI could under-report food intake. Finally, other healthy lifestyle factors may contribute for positive results in nutritional epidemiology studies, but this is not likely to be a source of confounding in our largely null study.

A prospective cohort design with a large number of pregnant women was conducted though our sample size was calculated to find a prevalence of women with

GDM but not in relation to the relationship between groups with different dietary patterns and the development of GDM. Adequate instruments and procedures were used to assess and analyze the dietary intake. Furthermore, to our best knowledge, this is the first study to evaluate the association between gestational dietary patterns and GDM incidence among pregnant women with a low income in Latin America. Dietary habits are population-specific and other studies with this same aim are needed to have a better understanding of the dietary patterns on GDM development. Besides we did not focus on a specific nutrient or a isolated food item but we performed a broader view of food and nutrient consumption through the dietary pattern analysis and examine the effects of overall diet on GDM.

CONCLUSION

We concluded that in this sample of Brazilian women of low income, there was no association between eating pattern and development of GDM. . This finding seems to provide evidence that specific populations groups may have distinct dietary patterns influencing differently GDM development. Further studies in others populations are needed to clarify this association between dietary patterns and GDM risk.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Cnpq (grant number 513751-2010-0).

REFERENCES

- Buckley BS, Harreiter J, Damm P, Corcoy R, Chico A, Simmons D, Vellinga A, Dunne F; DALI Core Investigator Group. Gestational diabetes mellitus in Europe: prevalence, current screening practice and barriers to screening. A review. *Diabet Med.* 2012;29(7):844-854.
- Freathy RM, Hayes MG, Urbanek M, Lowe LP, Lee H, Ackerman C, Frayling TM, Cox NJ, Dunger DB, Dyer AR, Hattersley AT, Metzger BE, Lowe WL Jr; HAPO Study Cooperative Research Group. Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome (HAPO) study: common genetic variants in GCK and TCF7L2 are associated with fasting and postchallenge glucose levels in pregnancy and with the new consensus definition of gestational diabetes mellitus from the International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups. *Diabetes.* 2010; 59(10):2682-2690.
- Trujillo J, Vigo A, Duncan BB, Falavigna M, Wendland EM, Campos MA, Schmidt MI. Impact of the International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups criteria for gestational diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2015;108(2):288-295.
- American Diabetes Association. Gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2004;Suppl. 1:S88-S90.
- Zuo H, Shi Z, Yuan B, Dai Y, Pan X, Wu G, Hussain A. Dietary patterns are associated with insulin resistance in Chinese adults without known diabetes. *Br J Nutr.* 2013;109(9):1662-1669.
- Radesky JS, Oken E, Rifas-Shiman SL, Kleinman KP, Rich-Edwards JW, Gillman MW. Diet during early pregnancy and development of gestational diabetes. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2008;22(1):47-59.
- Karamanos B, Thanopoulou A, Anastasiou E, Assaad-Khalil S, Albache N, Bachaoui M, Slama CB, El Ghomari H, Jotic A, Lalic N, Lapolla A et al. Relation of the Mediterranean diet with the incidence of gestational diabetes. *Eur J Clin Nutr* 2014;68(1):8-13.
- He DH, Yang M, Zhang RH, Ma XG, Huang LC, Huang ES, Gu W, Zhu YB, Zhao D, Zhu XH, Ding GQ, Zhou B. Dietary Patterns Associated Metabolic Syndrome in Chinese Adults. *Biomed Environ Sci.* 2015;28(5):370-373.
- Kronold M, Coleman P. Social and biocultural determinants of food selection. *Prog Food Nutr Sci* 1986;10:179-203.
- Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, de Castro IR, Cannon G. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. *Public Health Nutr.* 2011;14(1):5-13.
- Mayén AL, Marques-Vidal P, Paccaud F, Bovet P, Stringhini S. Socioeconomic determinants of dietary patterns in low- and middle-income countries: a systematic review. *Am J Clin Nutr.* 2014;100(6):1520-1531.
- Lopes TS, Sichieri R, Salles-Costa R, Veiga GV, Pereira RA. Family food insecurity and nutritional risk in adolescents from a low-income area of Rio de Janeiro, Brazil. *J Biosoc Sci.* 2013;45(5):661-74.
- Metzger BE, Gabbe SG, Persson B, et al International association of diabetes and pregnancy study groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy. *Diabetes Care* 2010; 33: 676-682
- Sichieri R & Everhart JE (1998) Validity of a Brazilian Food Frequency Questionnaire against dietary recalls and estimated energy intake. *Nutr Res.* 1998;18:1649-1659.
- Hu FB, Rimm E, Smith-Warner SA, Feskanich D, Stampfer MJ, Ascherio A, Sampson L, Willett WC. Reproducibility and validity of dietary patterns asses-

- sed with a food-frequency questionnaire. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999;69:243–249.
16. Darmon N, Drewnowski A. Does social class predict diet quality? *Am J Clin Nutr* 2008; 87(5):1107–1117.
 17. Monteiro CA, Mondini L, Costa RB. [Changes in composition and appropriate nutrition of family diet in the metropolitan areas of Brazil (1988-1996)]. *Rev Saude Publica.* 2000;34(3): 251-258.
 18. de Castro MB, Freitas Vilela AA, Oliveira AS, Cabral M, Souza RA, Kac G, Sichieri R. Sociodemographic characteristics determine dietary pattern adherence during pregnancy. *Public Health Nutr.* 2015;24:1-7.
 19. Salas-Salvado J, Bullo M, Babio N, Martínez-González MÁ, Ibarrola-Jurado N, Basora J, Estruch R, Covas MI, Corella D, Arós F, Ruiz-Gutiérrez V, Ros E; PREDIMED Study Investigators. Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes With the Mediterranean Diet: Results of the PREDIMED-Reus nutrition intervention randomized trial. *Diabetes Care* 2011; 34(1):14–19.
 20. Liese AD, Nichols M, Sun X, D'Agostino RB Jr, Haffner SM. Adherence to the DASH Diet is inversely associated with incidence of type 2 diabetes: the insulin resistance atherosclerosis study. *Diabetes Care.* 2009;32(5):1434–1436.
 21. Izadi V, Tehrani H, Haghghatdoost F, Dehghan A, Surkan PJ, Azadbakht L. Adherence to the DASH and Mediterranean diets is associated with decreased risk for gestational diabetes mellitus. *Nutrition.* 2016;19. pii: S0899-9007(16)00132-5.
 22. Tobias DK, Zhang C, Chavarro J, Bowers K, Rich-Edwards J, Rosner B, Mozaffarian D, Hu FB. Prepregnancy adherence to dietary patterns and lower risk of gestational diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(2):289-95.
 23. Zhang C, Schulze MB, Solomon CG, Hu FB. A prospective study of dietary patterns, meat intake and the risk of gestational diabetes mellitus. *Diabetologia.* 2006;49(11):2604-13.
 24. Bao W, Bowers K, Tobias DK, Olsen SF, Chavarro J, Vaag A, Kiely M, Zhang C. Prepregnancy low-carbohydrate dietary pattern and risk of gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study. *Am J Clin Nutr.* 2014;99(6):1378-84.
 25. Schoenaker DA, Mishra GD, Callaway LK, Soedamah-Muthu SS. The Role of Energy, Nutrients, Foods, and Dietary Patterns in the Development of Gestational Diabetes Mellitus: A Systematic Review of Observational Studies. *Diabetes Care.* 2016;39(1):16-23.
 26. Gresham E, Collins CE, Mishra GD, Byles JE, Hure AJ. Diet quality before or during pregnancy and the relationship with pregnancy and birth outcomes: the Australian Longitudinal Study on Women's Health. *Public Health Nutr.* 2016;30:1-9.
 27. Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol.* 2002;13(1):3–9.
 28. Ambrosini GL, de Klerk NH, Musk AW, Mackerras D. Agreement between a brief food frequency questionnaire and diet records using two statistical methods. *Public Health Nutr.* 2001;4(2):255-64.
 29. Cucó G, Fernández-Ballart J, Sala J, Viladrich C, Iranzo R, Vila J, Arija V. Dietary patterns and associated lifestyles in preconception, pregnancy and postpartum. *Eur J Clin Nutr.* 2006;60(3):364-71.
 30. Crozier SR, Robinson SM, Godfrey KM, Cooper C, Inskip HM. Women's dietary patterns change little from before to during pregnancy. *J Nutr.* 2009;139(10):1956-63

Recibido: 18-05-2016
 Aceptado: 22-08-2016

Indicadores de síndrome metabólico en escolares mexicanos con talla baja, sobrepeso u obesidad.

Guadalupe López-Rodríguez, Marcos Galván, Susana Jazmín Fuentes Galicia.

Instituto de Ciencias de la Salud-UAEH. Laboratorio de Nutrición Molecular. San Agustín Tlaxiaca, México.

RESUMEN. En niños mexicanos la obesidad, talla baja y anemia son problemas que coexisten principalmente en poblaciones rurales que comparten el mismo territorio geográfico, esto les otorga riesgos diferenciados. El objetivo de esta investigación fue determinar la asociación y magnitud del riesgo de indicadores de síndrome metabólico en niños escolares. Se realizó un estudio transversal analítico en una muestra probabilística de 746 escolares (5-13 años) del estado de Hidalgo, México; en quienes se determinó la seguridad alimentaria, el puntaje Z de IMC, T-E y la adiposidad central; se midió la presión arterial y se cuantificó hemoglobina para diagnosticar anemia. Se cuantificó en suero glucosa, triglicéridos, colesterol total, colesterol HDL e insulina; y se calculó el índice HOMA. La prevalencia de síndrome metabólico en los niños sanos fue de 3.4 %, en talla baja de 6.4 %, en sobrepeso de 15.7 % y en obesidad de 38.4 %. En el grupo de niños con anemia se registraron los OR de insulina (0.39, IC=0.18-0.87) y HOMA (0.21, IC=0.05-0.87) más bajos y en niños con obesidad (5.42, IC=3.07-9.54 y 4.12, IC=2.05-8.29) los más altos. Se concluye que en la anemia existe un menor riesgo metabólico y que el sobrepeso y la obesidad se asocian con dislipidemias y alteración en la secreción de insulina.

Palabras clave: Niño, obesidad metabólica benigna, enanismo nutricional, anemia.

SUMMARY. Components of the metabolic syndrome in Mexican school-children stunted, normal weight and overweight. Obesity, stunting and anemia are problems that coexist among Mexican children in rural populations that share the same geographical territory; this grants them differentiated risks. The objective of this research was to determine the magnitude of risk and the association of metabolic syndrome indicators among school children. A transversal analytic study was performed for a probabilistic sample of 746 school children from the State of Hidalgo, Mexico, for whom alimentary security, the Z score of BMI, HA and central adiposity were determined; blood pressure was measured and hemoglobin was quantified in order to detect anemia. It was quantified in serum: glucose, triglycerides, total cholesterol, HDL cholesterol and insulin; HOMA index was calculated. The prevalence of metabolic syndrome in children of normal weight and height was of 3.4 %, 6.4 % in short stature, 15.7 % in overweight and 38.4 % in obesity. In the group of children with anemia, the lowest OR insulin were recorded (0.39, IC=0.18-0.87) and HOMA (0.21, IC=0.05-0.87); as for children with obesity these scores were the highest (5.42, IC=3.07-9.54 and 4.12, IC=2.05-8.29). It is concluded that there is a lower metabolic risk in anemia and that overweight and obesity are associated with dyslipidemia and impaired insulin secretion.

Key words: Child; obesity metabolic benign, obesity, nutritional dwarfism, anemia.

INTRODUCCIÓN

La población en México está polarizada en su estado nutricional ya que coexiste la desnutrición con el sobrepeso y obesidad, sobre todo en áreas rurales (1); esta situación se asocia principalmente a las condiciones socioeconómicas de las familias, la incorporación en la dieta de nuevos alimentos con alta densidad energética y bajo costo, así como los cambios en los patrones de actividad física (2).

La prevalencia de talla baja en México ha disminuido sin erradicarse, pero ha incrementado de forma

importante la proporción de niños con sobrepeso u obesidad (3), este fenómeno no tiene la misma magnitud en todas las regiones del país; la población que habita en el norte presenta altas prevalencias de obesidad, la cual se asocia a un alto consumo de grasa, azúcar y alimentos procesados; mientras que algunos estados del sur tienen niños con talla baja y enfermedades carenciales como la anemia, esto ubica a estas regiones de México en distintos estadios de transición nutricional, estas diferencias se presentan no sólo entre regiones del país sino que también al interior de las entidades federativas como el estado de Hidalgo (4).

Actualmente la obesidad y las enfermedades metabólicas asociadas son las principales causas de enfermedad y muerte en todo el mundo. La obesidad desde la infancia incrementa el riesgo de enfermedad y muerte prematura en la edad adulta (5) por las alteraciones metabólicas que la acompañan. Incremento en el índice de masa corporal (IMC) durante la infancia eleva el riesgo de presentar síndrome metabólico (SMet) en la adolescencia (6), sin embargo, no todos los obesos presentan SMet ni todos los de peso normal son metabólicamente sanos.

La identificación de alteraciones metabólicas en edades tempranas de la vida es relevante ya que permite predecir riesgo de enfermedad y muerte en la edad adulta. En México, las poblaciones con distintos estados de nutrición desde la enfermedad carencial, desnutrición y hasta la obesidad, tendrían distintos riesgo de desarrollar alguna enfermedad crónica en el corto plazo o en la edad adulta, por esta razón, el objetivo de esta investigación fue determinar la asociación y magnitud del riesgo de síndrome metabólico en niños escolares con anemia, talla baja, peso y talla normal, sobrepeso y obesidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos y muestra

Estudio transversal analítico que se realizó en muestras de niños (5-13 años) en edad escolar de primero, tercero y sexto año de primaria, los cuales formaron parte del proyecto Perfil Nutricional de Escolares de Hidalgo (PENUTEH) 2010 (4). Los niños fueron seleccionados de forma aleatoria de las listas de 3251 escuelas primarias generales, particulares, indígenas y centros del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) del estado de Hidalgo, México en el ciclo escolar 2010-2011. Con esta información se integró una base de datos de 171 199 registros, lo que representaba el 48% del total de los escolares inscritos en el ciclo escolar 2010-2011. A partir de esta base de datos se realizó el muestreo en dos etapas, primero se seleccionaron aleatoriamente las unidades primarias de muestreo, es decir las escuelas primarias y posteriormente los escolares. El cálculo de tamaño de muestra de este estudio, se realizó considerando la prevalencia de anemia en escolares registrada en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) para el estado de Hidalgo en 2006, la cual fue de 15.5 %, un error de 5.8 % y una

confianza de 95 %; con esto se obtuvieron 143 escuelas para realizar el estudio. En una segunda etapa, se eligieron 4 muestras independientes tomando como universo el total de escolares de cada tipo de centro escolar y considerando la prevalencia de anemia para escolares por nivel socioeconómico según tipo de escuela y condición indígena. Así, la prevalencia para las escuelas de primaria pública, particular, indígena y CONAFE fue de 17.2, 16.6, 20.6 y 19.6 por ciento, respectivamente, considerando un error máximo para cada una de estas prevalencias de 3.3, 7.0, 5.0, y 5.5 %, con un 90 % de confianza, y una tasa de no respuesta del 20 % para hacer frente a posibles pérdidas de información. Se obtuvo un tamaño de muestra independiente para cada tipo de escuela: 439 escolares para primaria pública, 94 para particular, 218 para indígena y 166 para CONAFE, resultando un total de 917 escolares.

Mediciones antropométricas

El peso (balanza SECA® modelo 813, precisión =100 gramos) y la talla (estadiómetro portátil SECA® modelo 206, precisión = 0.1 cm) de los niños fue evaluada por nutriólogos previamente estandarizados. Con las mediciones de peso y talla se calculó el Z del índice de masas corporal (IMC) y con la edad y sexo se construyó el indicador talla-edad empleando el programa AnthroPlus. Se definió peso normal con un valor z de IMC entre -1 y +1, sobrepeso entre > +1 y +2 y obesidad con un IMC > +2; se diagnosticó con talla baja a los niños con un valor de < -2 Z para el indicador talla-edad utilizando la referencia de crecimiento de la OMS 2007 (7). Se evaluó la circunferencia de cintura con una cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA®, modelo 201), realizando la medición por sobre el reborde de la cresta ilíaca pasando por el ombligo; la obesidad abdominal fue considerada con un valor \geq 90th percentil de acuerdo con su edad y sexo (NANHES III, Hispanos) (8).

Indicadores metabólicos

En los sujetos de estudio se tomaron 10 mL de sangre venosa con un ayuno mínimo de 8 horas para medir insulina por técnica de ELISA (Accu-Bind ELISA Microwellas, Monobind Inc ®); mediante técnicas colorimétricas se determinaron las concentraciones séricas de metabolitos como la glucosa (Glicemia enzimática AA, WinerLab®); colesterol total (Colestat enzimático AA, WinerLab®), colesterol HDL (HDL Colesterol FT, WinerLab®) y triglicéridos (TG Color GPO/PAP, WinerLab®).

Se determinó la resistencia insulínica mediante el índice HOMA (homeostasis model assesment) (9), y se estableció que estaba presente si su valor era $\geq 3,2$, tomando en consideración que los valores de triglicéridos no superaron los 400 mg/dL. Los puntos de corte para definir alteración de las pruebas bioquímicas fueron: glucosa ≥ 100 mg/dL, triglicéridos con concentraciones ≥ 95 th percentil de la National Cholesterol Education Program (NCEP) que considera que para niños de 0-9 años es ≥ 100 mg/dL y de 10-19 años de ≥ 130 mg/dL; colesterol HDL < 10 th percentil de la NCEP (< 40 mg/dL) (10) e insulina ≥ 95 percentil para su edad y sexo (11).

La presión arterial diastólica (PAD) y sistólica (PAS) se midió con un esfigmomanómetro de mercurio con manguito pediátrico utilizando metodología estandarizada. Elevación de la presión arterial fue considerada con un valor ≥ 90 th percentil para su edad y sexo (12). El diagnóstico de síndrome metabólico se realizó cuando el niño presentaba alteración en 3 de 5 indicadores: circunferencia de cintura elevada (CC), presión arterial elevada (HTA), bajo colesterol HDL (HDLc), triglicéridos (TG) y glucosa o insulina elevados.

Inseguridad alimentaria

Se evaluó utilizando la metodología empleada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) para estimar carencia alimentaria. Dicho método se basa en la experiencia de inseguridad alimentaria en el hogar y adopta parcialmente la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA) (13). La inseguridad alimentaria se determinó a partir de la percepción del jefe de familia o responsable de la compra y/o preparación de alimentos en un periodo de 3 meses previos a la evaluación. La ELCSA hace una distinción entre los hogares con población menor a 18 años (15 preguntas) y los hogares sin población menor de 18 años (8 preguntas). A partir de las categorías anteriores se define el grado de inseguridad alimentaria como grave, moderado, leve y con seguridad alimentaria. Con base en lo anterior, se dice que las personas presentan carencia en el acceso a la alimentación si los hogares en los que residen tienen un grado de inseguridad alimentaria moderado o severo. Esta variable se utilizó de forma categórica y sólo con fines descriptivos para este estudio.

Anemia

Personal entrenado tomó 7 mL de sangre venosa a los niños seleccionados quienes se encontraban en

ayuno (8 horas), la sangre fue colectada en tubos con EDTAK2. En sangre total se cuantificó la hemoglobina (Hb) la cual fue determinada por el método de ciano-metahemoglobina, los valores fueron ajustados por la altitud de la localidad donde habitaban los niños con la siguiente fórmula: $[93,3197 (10(0.0000251) (\text{altitud}))]$ (14). Para diagnosticar anemia en los niños de 5-11 años se utilizó un punto de cohorte de $\leq 11,5$ g/dL y en los niños de 12-15 años fue de $\leq 12,0$ g/dL (15).

Grupos de estudios

Los niños fueron incluidos en el grupo de anemia si tenían Hb baja además de peso y talla normal de acuerdo con el indicador Z de IMC y Z de T-E, respectivamente. El grupo de niños talla baja presentaron un Z de T-E < 2 , sin diagnóstico de anemia, sobrepeso u obesidad. Los niños sanos registraron un peso y talla normal y sin diagnóstico de anemia. El grupo de niños con sobrepeso u obesidad fueron clasificados de acuerdo al Z de IMC, no presentaban talla baja ni anemia.

Análisis estadístico

Se describieron las variables con proporciones, promedios y desviaciones estándar por estado de nutrición. Las asociaciones del estado nutricional con indicadores metabólicos se probaron inicialmente mediante pruebas de χ^2 y la magnitud de asociación por Odds Ratio; para posteriormente utilizar modelos de regresión logística (asumiendo un modelo aditivo) ajustando con las variables edad y el sexo (SPSS, versión 15,0, Chicago, IL, EE.UU.). Para evaluar las diferencias entre grupos para cada uno de los indicadores metabólicos se utilizó una prueba de ANOVA de una vía aplicando después una prueba de Bonferroni o Dunett de acuerdo con la varianza de los datos. La magnitud de la asociación entre los indicadores metabólicos y el puntaje Z de IMC se evaluaron utilizando regresión lineal ajustando por edad y sexo. Las asociaciones se consideraron significativas con un valor de $P < 0,05$.

Consideraciones éticas

El proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de ética del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el cual se rige por principios de la investigación médica en seres humanos (Declaración de Helsinki). En todos los casos se cuenta con una carta de consentimiento informado la cual fue firmada en su momento por el padre o tutor y se tomó en cuenta el asentimiento del niño en la toma de muestra de sangre.

RESULTADOS

Se analizaron datos de 746 niños en edad escolar que cursaban el primero, tercero y sexto año de educación primaria de los distintos tipos de centro escolar del estado de Hidalgo, México; lo cual representó el 81 % de la muestra inicialmente calculada, encontrándose dentro de las parámetros de pérdidas previstas, donde la causa más frecuente fue por no localizarlo en el centro escolar o ausentismo escolar. Las características generales por estado de nutrición de los escolares se presentan en la Tabla 1. El promedio de edad de los escolares fue de 9 años y el 50,1 % correspondió al sexo femenino. Se identificó que la anemia y talla baja en los escolares se presentó en el 11,7 % y 9,5 % de los casos, respectivamente. El promedio del Z del indica-

dor T-E fue de $-0,73 \pm 1,1$ y el Z IMC de $0,27 \pm 1,2$; el cual es considerablemente mayor.

La proporción de escolares con obesidad fue mayor en los niños en comparación con las niñas (32,3 vs 67,7 %), $p < 0,05$ X2. Por tipo de escuela, las privadas registraron las más altas prevalencias de sobrepeso más obesidad (49,4 %), este dato es mayor a lo registrado en escuela públicas generales el cual fue del 22,7 %. (Tabla 1). La seguridad alimentaria entre los distintos tipos de estado nutricional fue evaluada: los niños con talla baja fueron los que presentaron mayor inseguridad alimentaria (54,9 %) y en los niños con diagnóstico de obesidad la proporción fue de 27,7 % (Tabla 1).

La descripción de los indicadores metabólicos de acuerdo con el estado nutricional de los escolares indicó que el promedio de PAS y PAD y la concentración

TABLA 1. Características generales por estado nutricional de los niños escolares evaluados, 2010.

Variable	Anemia	Talla Baja	Normal	Sobrepeso	Obesidad	Total
Sexo- No. (%)						
Femenino	43 (49,5)	31 (43,7)	223 (52,8)	56 (55,4)	21 (32,3)	374 (50,1)
Masculino	44 (50,6)	40 (56,3)	199 (47,2)	45 (44,6)	44 (67,7)	372 (49,9)
Total-No.	87	71	422	101	65	746
Edad (años)						
Femenino	8,4 \pm 2,1	9,5 \pm 2,3	8,9 \pm 2,0	9,9 \pm 2,2	8,9 \pm 1,9	9,05 \pm 2,1
Masculino	8,6 \pm 1,7	9,4 \pm 2,3	8,9 \pm 2,2	8,9 \pm 2,1	9,7 \pm 1,9	9,03 \pm 2,1
Tipo escuela No. (%)						
Pública	43 (12,0)	20 (5,6)	213 (59,7)	49 (13,7)	32 (9,0)	357 (47,9)
Privada	0 (0)	1 (1,3)	39 (49,4)	24 (30,4)	15 (19,0)	79 (10,6)
Indígena	36 (18,9)	36 (18,9)	92 (48,4)	15 (7,9)	11 (5,8)	190 (25,5)
CONAFE	8 (6,7)	14 (11,7)	78 (65,0)	13 (10,8)	7 (5,8)	120 (16,1)
Total (%)	11,7	9,5	56,6	13,5	8,7	100
Peso (kg)	25,4 \pm 6,9	23,1 \pm 6,2	26,9 \pm 7,3	37,6 \pm 10,9	45,8 \pm 12,5	29,5 \pm 10,5*
Talla (cm)	124,3 \pm 11,9	119,3 \pm 12,0	128,3 \pm 12,8	134,9 \pm 13,9	136,4 \pm 12,8	128,6 \pm 13,5*
CC (cm)	55,2 \pm 5,5	54,9 \pm 4,5	56,2 \pm 5,6	66,6 \pm 8,1	75,8 \pm 8,7	59,0 \pm 8,8*
Talla-edad Z	-0,96 \pm 0,93	-2,6 \pm 0,57	-0,68 \pm 0,79	-0,07 \pm 0,86	0,25 \pm 0,94	-0,73 \pm 1,1*
IMC	16,1 \pm 1,7	15,9 \pm 1,6	16,0 \pm 1,4	20,1 \pm 2,1	24,2 \pm 3,5	17,3 \pm 3,1*
IMC Z	-0,04 \pm 0,88	-0,41 \pm 0,85	-0,20 \pm 0,68	1,48 \pm 0,27	2,74 \pm 0,92	0,27 \pm 1,2*
Hb (g/dL)	9,6 \pm 1,8	13,6 \pm 1,2	13,9 \pm 1,1	14,4 \pm 1,4	14,3 \pm 1,9	13,5 \pm 2,0*
Grado de seguridad alimentaria. No. (%)						
SA	26 (29,9)	16 (22,5)	148 (35,0)	47 (46,5)	24 (36,9)	216 (34,9)
IL	25 (28,7)	16 (22,5)	133 (31,5)	22 (21,8)	23 (35,4)	219 (9,3)
IM	25 (28,7)	27 (38,0)	100 (23,7)	23 (22,8)	13 (20,0)	188 (5,3)
IS	11 (12,6)	12 (16,9)	41 (9,7)	9 (8,9)	5 (7,7)	78 (10,5)

El subíndice * indica un valor de $p < 0,0001$ para una ANOVA de una vía. CONAFE= Consejo Nacional de Fomento Educativo, Hb= hemoglobina CC= circunferencia de cintura, SA=seguridad alimentaria, IL= inseguridad alimentaria, IM= inseguridad moderada e IS= inseguridad severa

de colesterol total e insulina era mayor en los niños con sobrepeso y obesidad en comparación al grupo de niños sanos ($p < 0,001$, ANOVA de una vía). Los triglicéridos, CC y HOMA se presentaron elevados en el sobrepeso pero en mayor magnitud con la obesidad (Tabla 2). En la muestra total la proporción de niños con ≥ 3 indicadores metabólicos fue de 8 %, y estas se incrementaron en los niños con sobrepeso (15,7 %) y obesidad (38,4 %). El 20,8 % de los niños sanos presentaron más de 2 ISM, el 27,0 % de los sobrepeso y 23,3 % con obesidad. Figura 1.

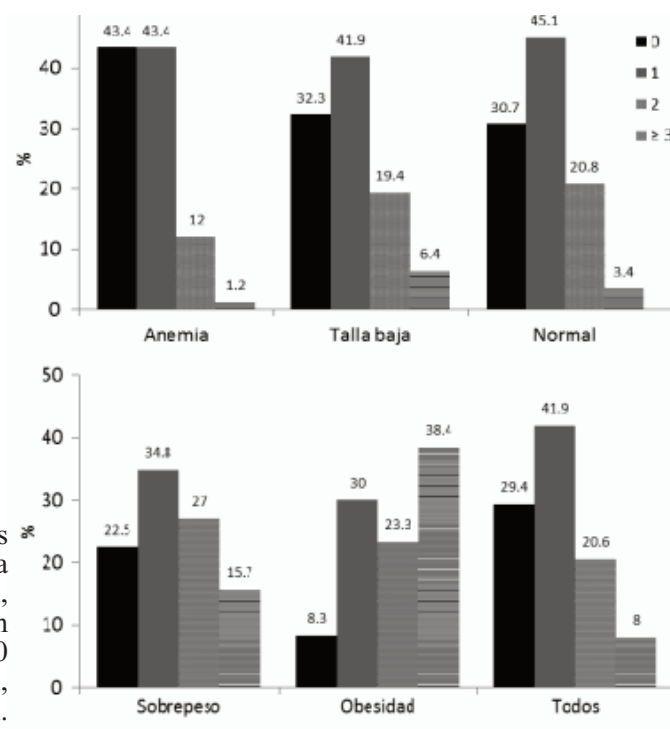


FIGURA 1. Proporción de niños con valores alterados de indicadores metabólicos: glucosa (≥ 100 mg/dL) o insulina ($\mu\text{UI/mL}$) ≥ 95 th percentil, triglicéridos en niños de 0-9 años ≥ 100 mg/dL y en ≥ 10 años de ≥ 130 mg/dL, colesterol HDL < 40 mg/dL, HTA mm/Hg ≥ 90 th percentil, circunferencia de cintura ≥ 90 th percentil.

TABLA 2. Indicadores metabólicos y clínicos en niños escolares del estado de Hidalgo, por estado nutricional, 2010.

Variable	Anemia	Talla Baja	Normal	Sobrepeso	Obesidad	P
Glucosa (mg/dL)	79,5 \pm 1,4	82,0 \pm 2,0	82,1 \pm 0,6	82,5 \pm 1,5	83,9 \pm 1,6	0,395
≥ 100 mg/dL (%)	5,7	9,9	6,4	9,9	7,7	0,579
Triglicéridos (mg/dL)	98,9 \pm 3,7	98,8 \pm 5,7	98,7 \pm 2,12	131,9 \pm 6,72	146,8 \pm 10,12	$< 0,001$
NCEP1 (%)	32,2	31,4	31,8	50,5	60,0	$< 0,001$
Colesterol HDL (mg/dL)	46,4 \pm 1,43	41,1 \pm 13,9	42,6 \pm 0,6	40,7 \pm 1,43	41,0 \pm 1,5	0,030
< 40 mg/dL (%)	32,2	49,3	46,3	51,5	47,7	0,035
PAS mm/Hg	93,4 \pm 1,33	88,9 \pm 1,9	87,6 \pm 0,83	91,3 \pm 1,3	96,4 \pm 1,93	$< 0,001$
≥ 90 th percentile (%)	1,2	0	0,5	1,1	3,3	0,211
PAD mm/Hg	57,9 \pm 1,0	55,8 \pm 1,6	57,2 \pm 0,63	59,9 \pm 1,2	64,5 \pm 1,73	$< 0,001$
≥ 90 th percentile (%)	0	0	1,6	3,3	8,2	0,211
CC (cm)	55,2 \pm 0,6	54,9 \pm 0,5	56,1 \pm 0,32	66,6 \pm 0,82	75,8 \pm 1,12	$< 0,001$
≥ 90 th percentil (%) 4	0	0	0	4	40	$< 0,001$
Colesterol total (mg/dL)	140,2 \pm 3,2	140,4 \pm 3,3	140,7 \pm 1,33	145,4 \pm 2,9	156,4 \pm 2,73	$< 0,001$
≥ 170 mg/dL (%) 4	13,8	12,7	13,5	22,8	27,7	0,006
Insulina ($\mu\text{UI/mL}$)	4,4 \pm 0,32	6,4 \pm 0,7	6,4 \pm 0,42	8,4 \pm 0,6	11,1 \pm 1,02	$< 0,001$
≥ 95 th percentile (%) 4	5,7	18,8	12,6	20,2	42,2	$< 0,001$
HOMA	0,87 \pm 0,062	1,45 \pm 0,2	1,26 \pm 0,062	1,78 \pm 0,162	2,39 \pm 0,232	$< 0,001$
$\geq 3,2$ (%) 4	1,1	11,9	7,1	13,5	22,6	$< 0,001$

1National Cholesterol Education Program (NCEP) niños de 0-9 años ≥ 100 mg/dL y niños de ≥ 10 años ≥ 130 mg/dL (23). Prueba ANOVA de una vía con una prueba posterior por la varianza de 2 Dunett o de 3 Bonferroni. Las variables categóricas se analizaron con prueba de 4 Chi cuadrada. Los datos que comparten signo son estadísticamente distintos, en comparación al grupo de niños sanos (Normal). HDL= lipoproteína de alta densidad, PAS= presión arterial sistólica, PAD= presión arterial diastólica, CC= circunferencia de cintura, HOMA= homoeostasis model assessment.

Los análisis de regresión logística mostraron que el estado nutricional modifica el riesgo de todos los indicadores metabólicos. En los niños anémicos se registró una protección para el HDLc ($\beta = 0,51$; 0,32-0,81 IC 95%) e insulina ($\beta = 0,39$; 0,18-0,87 IC 95%), los niños con talla baja registraron un menor riesgo en triglicéridos ($\beta = 0,28$; 0,10-0,79 IC 95%). Para el grupo de niños con sobrepeso 5 de los 8 indicadores metabólicos evaluados mostraron significancia estadística en su OR, pero el de mayor magnitud fue la CC (22,75; 2,5-206,2 IC 95%). En el grupo de niños obesos 6 de los 8 indicadores metabólicos mostraron riesgos superiores a 2,5 Tabla 3.

En la evaluación de la magnitud de la asociación entre los indicadores metabólicos y el puntaje Z de IMC se encontró que por cada incremento de 1 puntaje Z de IMC se incrementaba 5,4 cm la CC (IC 95%: 5,14-5,60), 3,3 mg/dL el colesterol total (IC 95%: 1,62-4,96), 12,4 mg/dL los triglicéridos (IC 95%: 9,33-15,55), 1,3 mm/Hg la presión sistólica (IC 95 %: 0,40-2,22) y diastólica (IC 95%: 0,59-2,10), 1,1 μ UI/mL de insulina (IC 95 %: 0,71-1,55) y 0,25 unidades el HOMA (IC 95%:

0,17-0,33), además de disminuir en $-0,88$ mg/dL las HDLc (IC 95%: -1,69 a -0,56).

DISCUSIÓN

Los niños de Hidalguenses en edad escolar se encuentran en un estado de transición nutricional ya que coexisten las enfermedades carenciales como la anemia y talla baja con el sobrepeso y la obesidad, la presencia de enfermedades nutricionales por exceso y déficit es ocasionada principalmente por una desigualdad en el acceso y consumo de alimentos (1); en México la desigualdad social y económica favorecen la pobreza, la cual es una constante desde la década de los 80's. En contraparte, los cambios en los estilos de vida y el consumo de alimentos procesados, grasas y aceites así como el desplazamiento de las dietas tradicionales han favorecido el desarrollo de las enfermedades por exceso como la obesidad y la diabetes tipo 2 (6) las cuales se están presentando en etapas tempranas de la vida.

Se observó una relación entre la inseguridad alimentaria (IA) y las frecuencias de anemia y talla baja

TABLA 3. Regresión logística para variables metabólicas por estado nutricional de 746 escolares de Hidalgo, México, 2010.

Variable	No anemia vs anemia	Talla normal vs talla baja	Peso normal vs sobrepeso	Peso normal vs obesidad
	Niños por grupo			
	659/87	675/71	422/101	422/65
	Riesgo relativo, (95% IC for Exp β)			
Glucosa				
≥ 100 mg/dL (%)	1,12 (0,48-2,59)	1,28 (0,57-2,88)	1,44 (0,70-2,94)	0,88 (0,32-2,36)
Triglicéridos				
NCEP1 (%)	0,86 (0,54-1,37)	0,28(0,10-0,79)*	2,25 (1,48-3,42)**	3,76 (2,20-6,43)**
Colesterol HDL				
< 40 mg/dL (%)	0,51 (0,32-0,81)*	1,08 (0,68-1,72)	1,18 (0,79-1,78)	1,05 (0,63-1,76)
HTA mm/Hg				
≥ 90 th percentil (%)	1,00 (0,22-4,52)	0,52(0,07-4,09)	1,89 (0,49-7,30)	4,83 (1,49-15,61)*
CC (cm)				
≥ 90 th percentil (%)	0,22(0,30-1,67)	0,34(0,05-2,60)	22,7 (2,51-206,2)*	44,3 (5,7-344,2)**
Colesterol total				
≥ 170 mg/dL (%)	0,97 (0,53-1,78)	0,69 (0,34-1,39)	2,01 (1,21-3,33)**	2,64 (1,46-4,77)**
Insulina (μ UI/mL)				
≥ 95 th percentil (%)	0,39 (0,18-0,87)*	1,08 (0,57-2,03)	1,71 (0,99-2,94)	5,42 (3,07-9,54)**
HOMA				
$\geq 3,2$ (%)	0,21 (0,05-0,87)*	1,18 (0,53-2,60)	2,00 (1,03-3,87)*	4,12 (2,05-8,29)**

1National Cholesterol Education Program (NCEP) niños de 0-9 años ≥ 100 mg/dL y niños de ≥ 10 años ≥ 130 mg/dL (23). *P < 0,01, **P < 0,001. El modelo fue ajustado por edad y sexo. HDL= lipoproteína de alta densidad, HTA= hipertensión arterial, CC= circunferencia de cintura, HOMA= homoeostasis model assessment.

así como en sobrepeso u obesidad con mayores proporciones de seguridad alimentaria (SA), aunque existe IA en los hogares de niños con obesidad y con sobrepeso, esta es menor a la que se observa en los hogares de los niños que presentaron anemia o talla baja, estos hallazgos concuerdan con datos publicados para la población mexicana (16). Estos resultados indican que en los hogares de los niños con exceso de peso así como en los que presentan anemia y talla baja existe tanto SA como IA con diferencias en las proporciones, lo que puede estar relacionado con diferencias en el acceso y consumo de alimentos al interior de las familias.

La coexistencia de anemia, talla baja, sobrepeso u obesidad en una misma población puede determinar riesgos diferenciados de enfermedad a corto y largo plazo. En la población de estudio la prevalencia de desórdenes metabólicos fue alta, principalmente para TG y HDLc, estos resultados concuerdan con lo publicado en niños chilenos (17). El análisis de asociación logística por estado nutricional indica que los niños anémicos y de talla baja en comparación con los niños sanos no tienen riesgos metabólicos, incluso se observa una protección para parámetros como HDLc (0,51) e insulina (0,39) en anemia y triglicéridos (0,28) en talla baja (Tabla 3). La protección observada en los niños anémicos puede estar relacionada al efecto protector de las bajas reservas de hierro; se ha propuesto que el hierro puede modular la secreción de insulina de las células β (18), lo que podría explicar los cambios observados en la concentración de insulina e índice HOMA en los niños anémicos. Un estudio en cerdos informó de una mayor concentración de HDLc en deficiencia de hierro (19) sin embargo, el mecanismo no es claro.

EL 86,8 % de los niños con anemia presentaban entre 0-1 ISM, cifra mayor a la que se registró en los niños sanos o con talla baja, estos datos indican que la anemia predice un mejor estado metabólico posiblemente explicado por las deficiencias múltiples de nutrientes y una menor ingesta de energía (20). En talla baja se identificó que un 6,4 % de los niños tenían ≥ 3 ISM, esta proporción es mayor a la de los niños con sanos (3,4 %), por lo que la talla baja se relacionó con una mayor alteración en indicadores metabólicos desde etapas tempranas de la vida; esto se puede explicar por los cambios epigenéticos en el metabolismo de lípidos y glucosa que permiten la adaptación al déficit de energía pero que tienen efectos en el desarrollo de enfermedades (21). Por lo tanto, los niños con talla baja en

México deberían ser considerados también como un grupo de riesgo para enfermedades metabólicas.

En contraparte, los niños con sobrepeso y obesidad presentaron las OR más altas para TG, HTA, CC, CT, insulina y HOMA pero no para HDLc indicador que en los niños parece afectarse principalmente por el origen étnico (22). El grado de adiposidad incrementa el riesgo de presentar alteraciones en indicadores metabólicos; para algunos niños con exceso de peso estas enfermedades se desarrollan antes (23) debido a las alteraciones metabólicas asociadas. En el grupo de niños obesos estudiados, el 38 % presentaban síndrome metabólico, cifra cercana a lo reportado para niños con obesidad moderada ($\cong 30$ %) (24); es relevante resaltar también que el 38,3 % de estos tenía entre 0-1 ISM, lo que sugiere que existen obesos metabólicamente sanos según los indicadores metabólicos clásicos, sin embargo, el riesgo asociado a la obesidad persiste (25).

CONCLUSIONES

En los niños con sobrepeso y obesidad se presentan los OR más altos para indicadores metabólicos como HTA, insulina y HOMA, lo cual está asociado a su IMC. La anemia resultó ser un factor de protección para insulina, HOMA y HDLc. Los indicadores de síndrome metabólico se detectan en niños de peso normal así como en los de talla baja, lo que indica que existen riesgos no asociados al peso corporal. Los efectos y costos de la obesidad y sobrepeso infantil en la edad adulta no son concluyentes, debido a que la epidemia de obesidad infantil es reciente; sin embargo, dimensionar los riesgos en una población en transición nutricional proporciona elementos para tomar decisiones focalizadas y no asumir una postura global para todos los niños escolares mexicanos.

AGRADECIMIENTOS:

Este estudio fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), de la Convocatoria Proyectos de Desarrollo Científico Para Atender Problemas Nacionales 2013-01, Número 216092.

REFERENCIAS

1. Kroker-Lobos MF, Pedroza-Tobias A, Pedraza LS, Rivera JA. The double burden of undernutrition and ex-

- cess body weight in Mexico. *Am J Clin Nutr.* 2014;100(6):1652S-8S.
2. Popkin BM. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(2):289-98.
 3. Gonzalez-de Cossio T, Rivera JA, Gonzalez-Castell D, Unar-Munguia M, Monterrubio EA. Child malnutrition in Mexico in the last two decades: prevalence using the new WHO 2006 growth standards. *Salud Pública de Mex.* 2009; 51 (Suppl 4): S494-506.
 4. Galván M, Amezcua, A, López-Rodríguez, G. Perfil Nutricional de Escolares de Hidalgo 2010: Estado de Nutrición y Variables del Contexto Familiar, Escolar e Individual. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Ed; 2011.
 5. Franks PW, Hanson RL, Knowler WC, Sievers ML, Bennett PH, Looker HC. Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *N Engl J Med.* 2010; 362(6): 485-93.
 6. Howe LD, Tilling K, Benfield L, Logue J, Sattar N, Ness AR, et al. Changes in ponderal index and body mass index across childhood and their associations with fat mass and cardiovascular risk factors at age 15. *PloS One.* 2010; 5(12): e15186.
 7. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007;85: 660-7.
 8. Fernández JR, Reeden DT, Petrobielli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative sample of African-American, European-American and Mexican-American children and adolescent. *J Pediatr.* 2004; 145: 439-44.
 9. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985; 28(7): 412-9.
 10. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents; National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics.* 2011; 128 (Suppl 5): S213-56.
 11. Peplies J, Jimenez-Pavon D, Savva SC, Buck C, Günther K, Fraterman A, et al. Percentiles of fasting serum insulin, glucose, HbA1c and HOMA-IR in pre-pubertal normal weight European children from the IDEFICS cohort. *Int J Obes (Lond).* 2014; 38 (Suppl 2): S39-47.
 12. National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a working group report from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics.* 1996; 98(4 Pt 1): 649-58.
 13. ELCSA, Comité Científico. Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA). Manual de uso y aplicación. 2012 [citado: 15/10/2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3065s.pdf>.
 14. Ruiz-Arguelles GJ, Llorente-Peters A. Predictive equations for normal red cell values at altitudes from sea level to 2,670 meters. *Rev Invest Clin.* 1981; 33(2): 191-3.
 15. WHO/UNICEF/ONU. Iron deficiency anemia, assessment, prevention and control: a guide for programme managers. Geneva: World Health Organization; 2001.
 16. Shamah-Levy T, Mundo-Rosas V, Rivera-Dommarco JA. Magnitude of food insecurity in Mexico: its relationship with nutritional status and socioeconomic factors. *Salud Pública de Mex.* 2014; 56 (Suppl 1): S79-85.
 17. González L, Corvalan C, Pereira A, Kain J, Garmendia ML, Uauy R. Early adiposity rebound is associated with metabolic risk in 7-year-old children. *Int J Obes (Lond).* 2014; 38(10): 1299-304.
 18. Fernandez-Real JM, McClain D, Manco M. Mechanisms Linking Glucose Homeostasis and Iron Metabolism Toward the Onset and Progression of Type 2 Diabetes. *Diabetes Care.* 2015; 38(11): 2169-76.
 19. Lia M, Yin Q, Dang X, Chang J, Zuo R, Zheng Q. Effect of different iron loads on serum and tissue biochemical parameters and liver hepcidin mRNA abundance of neonatal piglets. *Arch Anim Nutr.* 2011; 65(6): 477-85.
 20. Wang J, Wang H, Chang S, Zhao L, Fu P, Yu W, et al. The Influence of Malnutrition and Micronutrient Status on Anemic Risk in Children under 3 Years Old in Poor Areas in China. *PloS one.* 2015; 10(10): e0140840.
 21. Huxley RR, Shiell AW, Law CM. The role of size at birth and postnatal catch-up growth in determining systolic blood pressure: a systematic review of the literature. *J Hypertens.* 2000; 18(7): 815-31.
 22. Srinivasan SR, Frerichs RR, Webber LS, Berenson GS. Serum lipoprotein profile in children from a biracial community: the Bogalusa Heart Study. *Circulation.* 1976; 54(2): 309-18.
 23. Arslanian SA. Type 2 diabetes mellitus in children: pathophysiology and risk factors. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2000; 13 (Suppl 6): S1385-94.
 24. Weiss R, Kaufman FR. Metabolic complications of childhood obesity: identifying and mitigating the risk. *Diabetes Care.* 2008; 31 (Suppl 2): S310-6.

25. Gomez-Ambrosi J, Catalan V, Rodriguez A, Andrada P, Ramirez B, Ibañez P, et al. Increased cardiometabolic risk factors and inflammation in adipose tissue in obese subjects classified as metabolically healthy. *Diabetes Care*. 2014; 37(10): 2813-21.

Recibido: 08-06-2016

Aceptado: 24-08-2016

Ingesta dietética y actividad física en el tiempo libre de adultas-mayores en ámbito rural mediterráneo

Pedro Jesús Ruiz-Montero, Ricardo Martín-Moya

Universidad Internacional de La Rioja, Logroño, España.
Área de Expresión Corporal. Universidad de Granada, España.

RESUMEN. Las mujeres mayores de ámbito rural presentan un marcado rol de trabajo familiar y agrícola, tipo de ingesta específica y diverso aprovechamiento del tiempo libre. El objetivo del presente estudio es comparar las diferencias entre los tipos de alimentos consumidos y características tanto clínicas como socio-demográficas que poseen los grupos de mujeres mayores de poblaciones rurales en función del gasto energético durante la práctica de actividad física en su tiempo libre. Un total de 117 mujeres con edades comprendidas entre los 60 y 79 años, que asistían a un programa de condición física en poblaciones rurales pequeñas y medianas en la provincia de Málaga (España), fueron clasificadas en función del gasto energético utilizado: sedentarias (inferior a 1.250METs-min/14 días), moderadamente activas (1.250-2.999 METs-min/14 días), activas (3.000-4.999 METs-min/14 días) y muy activas (superior a 5.000 METs-min/14 días). Se evaluaron las características socio-demográficas y clínicas de las participantes (índice de masa corporal, hipertensión y hábitos alimentarios). Los resultados indican que las participantes de más edad son las sedentarias y las muy activas ($p<0.001$), teniendo mayor peso e índice de masa corporal las primeras ($p<0.001$; $p<0.01$, respectivamente) y consumiendo más verdura las participantes que son moderadamente activas ($p<0.01$). Como conclusión, una dieta rica en verduras, fruta y el control en la ingesta de carne roja podría inferir en una disminución del IMC de las participantes.

Palabras clave: Gasto energético, ingesta, alimentos, actividad física, rural

SUMMARY. Dietary intake and physical activity in leisure time of adult-elderly women in Mediterranean rural areas. Elderly women in rural areas have a strong role in household and farming work, and they show food intake and use of leisure time. It is interesting to compare the differences between groups of elderly women of rural villages according to type of consumed food and energy expenditure during physical activity. A total of 117 women aged between 60 and 79 years who attended a physical fitness program in rural areas of Malaga province (Spain) participated in this study. The participants were classified in different energy expenditure groups: sedentary (less than 1.250METs-min/14 days), moderately active (1.250-2.999 METs-min/14 days), active (3.000-4.999 METs-min/14 days) and highly active (over 5.000 METs-min/14 days). Sociodemographic and clinical characteristics of participants (body mass index hypertension and food habits) were measured. The results indicate that the oldest participants are in the sedentary group or in the highly active group ($p<0.001$). In addition, the sedentary group shows higher weight and body mass index ($p<0.001$; $p<0.01$, respectively), and the moderately active group consumes more vegetables ($p<0.01$). In conclusion, a rich diet of vegetables, fruits with a control of red meat intake could induce to decrease of BMI in participants.

Key words: Energy expenditure, intake, food, physical activity, rural

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual está impuesta por una serie de condicionantes que limitan la práctica de una vida cotidiana y conciliadora con otras facetas, tales como la del ocio y diversión o cuidado de la propia salud mediante la alimentación. En cuanto la población de personas mayores, esta tiene una característica fundamental y no es otra, que los hábitos negativos adquiridos durante la juventud y etapa adulta (1). Además, la inactividad física

ligada a hábitos no saludables son los factores más asociados a la mortalidad y parece ser uno de los factores que más claramente repercute en el envejecimiento saludable, especialmente en personas mayores de poblaciones rurales (2).

Otra variable fundamental que atañe directamente a la salud de la persona mayor y que propicia una mayor longevidad es la dieta. No se concibe la práctica de actividad física-deportiva sin una correcta alimentación, como medio para alcanzar una óptima

calidad de vida en mujeres mayores (3). En el contexto rural donde se desarrolla el presente trabajo, debido a la cercanía del mar como enclave geográfico y costumbres de la zona, los alimentos a consumir forman parte de la comúnmente conocida “dieta mediterránea”. Las principales características son el consumo elevado de legumbres, frutas y verduras entre otros, combinándose con el consumo consecuente de ácidos grasos monoinsaturados, pescados, aceite de oliva, lácteos y en menor cantidad carnes rojas (4). Además, debe de limitarse el consumo de carne roja junto a la carne procesada debido a la relación establecida con un alto índice de síndrome metabólico (5).

Al igual que la ingesta dietética, la práctica de actividad física es esencial en el envejecimiento saludable de las personas mayores (6). Para la medición e interpretación de la actividad física, el Minnesota Leisure time physical activity (LTPA) en su versión corta adaptada al español (VREM) (7), sirve para la valoración propia de la actividad física realizada en el tiempo libre, teniendo en cuenta diferentes ámbitos de la vida y un contexto espacio-temporal. Estudios consensuados con dicha metodología en personas mayores destacan entre sus resultados la vinculación entre la práctica física en el tiempo libre con la percepción de una buena salud (8). La aplicación del VREM en personas mayores y especialmente en mujeres de ámbito rural es de gran relevancia, ya que este sector poblacional presenta múltiples peculiaridades tales como el contexto económico, político o cultural, así como las posibles diferencias geográficas entre un contexto rural y otro dentro de las zonas ubicadas en el arco mediterráneo.

Con todo lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente estudio ha sido comparar las posibles diferencias entre los diferentes grupos de participantes femeninas, localizadas geográficamente en poblaciones rurales, según el gasto energético total durante la práctica de actividad física en el tiempo libre y la ingesta de alimentos específicos como verdura, fruta y carne roja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio descriptivo y transversal se centra en conocer los hábitos y necesidades de las participantes de un programa de “Condición Física para personas mayores”, que han sido contactadas mediante el programa citado, el cual pertenece a la Diputación Provincial de Málaga y se desarrolla en poblaciones ru-

rales, pueblos y pequeñas localidades de la provincia de Málaga (España) desde hace más de tres años. La muestra del presente estudio se compone de 117 mujeres con edades comprendidas entre los 60-79 años, de tres poblaciones rurales con similitud demográfica (menos de 2.500 habitantes) y geográfica (ubicadas en la comarca “Sierra de las Nieves”, provincia de Málaga). Las características de las participantes son detalladas en la tabla 1. Además, las participantes fueron informadas del objetivo del presente estudio y participaron voluntariamente mediante firma de un informe consentido. Los criterios de inclusión fueron no tener enfermedades graves o terminales que le impidiesen o limitaran la propia movilidad funcional.

Las participantes no realizan ejercicio físico de intensidad alta ni con una frecuencia diaria durante su tiempo libre, sino que asisten dos veces por semana a clases de gimnasias suaves y baile con una duración 45 minutos cada una. Los contenidos que se desarrollan en cada sesión son ejercicios de fuerza a través de método Pilates, agilidad y capacidad aeróbica. El citado programa ha sido evaluado anteriormente, produciéndose efectos positivos sobre la calidad de vida de personas adultas-mayores y una disminución de la masa grasa (6). Todo el procedimiento de obtención de datos se ha llevado a cabo de manera individual y sin ningún límite de tiempo para completar tanto las entrevistas y cuestionarios clínicos/socio-demográficos como la medición del índice de masa corporal (IMC).

Respecto a los instrumentos utilizados, las características clínicas (IMC, hipertensión) y las características socio-demográficas (edad, peso, talla, hábitos alimentarios) de las participantes han sido recogidas a través de un cuestionario clínico y socio-demográfico, completado por las participantes.

La evaluación del IMC se ha llevado a cabo mediante un análisis de bioimpedancia electrónica con una Tanita modelo SC 330s. Para determinar la altura de las participantes, un tallímetro con base SECA modelo 217. Los diferentes IMC obtenidos se han categorizado usando el criterio internacional (normopeso= 18.5- 24.9 Kg/m², sobrepeso= 25.0-29.9 Kg/m², obesidad tipo I= 30.0-34.99 Kg/m²; obesidad tipo II= 35.00-39.99 Kg/m²). Respecto a la información que se refiere a los hábitos alimentarios, se ha procedido a realizar preguntas sobre la cantidad de raciones y tamaños de las raciones de fruta, verdura y carne roja en los cuestionarios socio-demográficos suministrados a través de un recor-

datorio de 24 horas (R24H) de los últimos 14 días.

Para medir la cantidad y calidad de actividad física realizada por las participantes, la versión española validada del Short Version of the Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire (VREM) (7) fue usada, teniendo en cuenta las actividades de ocio y tareas del hogar, no ciñéndose solamente en la práctica deportiva o de ejercicio. Además, este cuestionario validado en español se adapta a personas con edades comprendidas entre los 50 años en adelante. El cuestionario VREM consta de 6 ítems: 1. Caminar; 2. Trabajar en el huerto; 3. Hacer deporte o bailar (pudiendo optar por tres tipos diferentes); 4. Subir escaleras; 5. Ir a comprar a pie; 6. Limpiar la casa. En el presente estudio, el ítem 3 está formado por dos sub-ítems: 3.1. Baile y 3.2. Gimnasia. El cuestionario fue suministrado mediante una entrevista, siguiendo las instrucciones estandarizadas, todo ello con presencia de especialistas para cualquier aclaración o duda. El tipo de actividad, frecuencia y duración de esta, determinaron los equivalentes del gasto metabólico basal (MET). Para determinar el consumo de MET (1 kcal/kg de peso corporal/h y consumo de 3.5 ml de oxígeno/kg de peso corporal/min) durante la actividad física realizada, se estimó el consumo de MET-min/14 días multiplicado por los METs de cada actividad por la duración (minutos) y frecuencia acumulada en el mes/meses (hasta 12 meses) previo a la entrevista, dividiéndose posteriormente entre 365 días y multiplicándose por 14 días (7).

Por último, las participantes se han clasificado en diferentes grupos en función del gasto energético utilizado en el periodo de tiempo comprendido entre los últimos 14 días: Muy activas (gasto energético superior a 5.000 METs-min/14 días); Activas (3.000-4.999 METs-min/14 días); Moderadamente activas (1.250-2.999 METs-min/14 días); y Sedentarias (gasto energético inferior a 1.250 METs-min/14 días).

Se han tenido en cuenta los criterios éticos aprobados por el centro público en el que se realizó el estudio y se han respetado los acuerdos de la Declaración de Helsinki.

Estadísticamente, se ha utilizado la prueba de Kolmogórov-Smirnov para determinar la normalidad de los datos. Las variables estudiadas han presentado una distribución no normal. Se ha calculado la media y la desviación típica de las variables edad (años), peso (kg), talla (cm), IMC (Kg/m²) de las participantes. Todas ellas en función del gasto energético realizado

durante 14 días (sedentarias, moderadamente activas, activas y muy activas). Las diferencias entre edad, peso, talla, IMC e hipertensión de los cuatro grupos en función del gasto energético han sido analizadas usando una prueba de muestras independientes Kruskal Wallis y las comparaciones por pares se realizaron mediante la prueba de ajuste de Scheffe. La magnitud de las diferencias en los resultados obtenidos entre los grupos en función de gasto energético se calculó utilizando el tamaño del efecto “eta cuadrada”. Igualmente, la comparación entre grupos en función del gasto energético para los rangos de IMC, ingesta diaria de verdura, fruta y carne roja/embutidos se realizó mediante una prueba de muestras independientes Kruskal Wallis. Finalmente, la relación entre las variables socio-demográficas y clínicas e ingesta de verdura, fruta y carne roja/embutidos con los grupos establecidos en función del gasto energético fue analizada coeficiente de correlación de Spearman. Los valores de correlación fueron interpretados como: débil o ninguna relación ($r = 0$ a 0.25), el grado justo (0.25 a 0.50) y de moderada a buena ($r = 0.50$ a 0.75). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico para Ciencias Sociales (SPSS, v.17.0 para Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). El nivel de significancia estadístico establecido ha sido de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Las características socio-demográficas y clínicas de las participantes en función del gasto energético (sedentarias, moderadamente activas, activas y muy activas) se presentan en la Tabla 1. Las características socio-demográficas y clínicas de edad (años), peso (kg), talla (cm), IMC (Kg/m²), hipertensas ($p < 0.001$) presentan diferencias entre los grupos de participantes en función del gasto energético. El tamaño del efecto fue débil e incluso inexistente en la mayoría de las variables estudiadas. Las comparaciones por pares en la edad (años) indicaron diferencias entre sedentarias y moderadamente activas, sedentarias y activas, moderadamente activas con activas y, activas con muy activas. Igualmente, el peso (kg) mostró diferencias entre las participantes muy activas con el resto de grupos de gasto energético (ambas variables, $p < 0.001$). Respecto a la talla (cm), se observaron diferencias entre el grupo de moderadamente activas con el grupo de sedentarias y muy activas; en relación al IMC (kg/m²), el grupo

muy activas mostró diferencias con sedentarias y moderadamente activas y finalmente, las participantes hipertensas indicaron diferencias entre moderadamente activas y activas (todas, $p < 0.01$).

Conforme a la Tabla 2, los rangos de IMC ($p < 0.001$) e ingesta dietética diaria: cantidad de raciones y tamaños de las raciones de verdura ($p < 0.01$) y carne roja ($p < 0.001$), presentan diferencias entre los grupos de participantes en función del gasto energético.

La Tabla 3 muestra las correlaciones entre las diferentes actividades físicas (items) que componen el cuestionario VREM, variables socio-demográficas relacionadas con la ingesta de diferentes clases de alimentos y clínicas. La edad mostró una correlación inversa con la actividad de caminar, bailar e ir de compras a pie. El peso estableció correlación inversa con limpiar la casa y la talla (cm) con ir de compras a pie. Respecto a las variables relacionadas con la ingesta de

TABLA 1. Características socio-demográficas y clínicas de las participantes según gasto energético realizado en el tiempo libre.

	Sedentarias (n=24)		Moderadamente activas (n= 39)		Activas (n=33)		Muy activas (n= 21)		Valor P	Tamaño del efecto (η^2)
	Media	(DT)	Media	(DT)	Media	(DT)	Media	(DT)		
Edad (años)	72.0 ^{ab}	2.8	67.4 ^{ac}	5.6	62.7 ^{bcd}	5.2	69.6 ^d	6.1	<0.001	0.32
Peso (Kg)	74.3 ^a	10.8	77.5 ^b	9.5	73.6 ^c	8.1	65.6 ^{abc}	10.3	<0.001	0.14
Talla (cm)	1.59 ^a	1.6	1.57 ^{ab}	0.1	1.56	0.2	1.51 ^b	0.4	<0.01	0.12
IMC (Kg/m ²)	31.8 ^a	3.6	31.4 ^b	3.4	30.1	1.9	28.4 ^{ab}	3.8	<0.01	0.11
Hipertensas n (%)	12	(50)	9 ^a	(23.1)	21 ^a	(63.6)	6	(28.6)	<0.01	0.12

Nota. P-valores calculados mediante prueba de muestras independientes Kruskal Wallis; Valores expresados como media (desviación estandar).

a,b,c Superíndices comunes en la misma fila indican una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los grupos con la misma letra. Las comparaciones por pares se realizaron mediante la prueba de ajuste de Scheffe.

TABLA 2. Rangos de IMC e ingesta dietética diaria de las participantes según gasto energético realizado en el tiempo libre.

	Sedentarias (n=24)		Moderadamente activas (n= 39)		Activas (n=33)		Muy activas (n= 21)		Valor P	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)		
Rangos de IMC									<0.001	
Normopeso							3	(14.3)		
Sobrepeso	9	(37.5)	18	(46.2)	9	(27.3)	12	(57.1)		
Obesidad I	9	(37.5)	18	(46.2)	24	(72.7)	6	(28.6)		
Obesidad II	6	(25)	3	(7.7)						
Ingesta dietetica diaria										
Verdura (1 ración=200g)									<0.01	
<1	12	(50)	6	(15.4)	9	(27.3)				
1-2	9	(37.5)	18	(46.2)	15	(45.5)	9	(42.9)		
> 3	3	(12.5)	15	(38.5)	9	(27.3)	12	(57.1)		
Fruta (piezas)									0.52	
<1	18	(75)	24	(61.5)	21	(63.6)	15	(71.4)		
1-2	3	(12.5)	3	(7.7)	3	(9.1)				
>3	3	(12.5)	12	(30.8)	9	(27.3)	6	(28.6)		
Carne roja, embutidos (1 ración= 120g)	<1	12	(50)	21	(53.8)	24	(72.7)	3	(14.3)	<0.001
	1	12	(50)	15	(38.5)	9	(27.3)	12	(57.1)	
	<2			3	(7.7)			6	(28.6)	

Nota. P-valores calculados mediante prueba de muestras independientes Kruskal Wallis; Valores expresados como n (%).

TABLA 3. Relación establecida entre variables socio-demográficas y clínicas con los grupos de participantes en función de gasto energético.

Características socio-demográficas	Items incluidos en el VREM						
	VREM 1 (caminar)	VREM 2 (trabajar en el huerto)	VREM 3 (Deporte: baile)	VREM 3 (Deporte: gimnasia)	VREM 4 (Subir escaleras)	VREM 5 (Ir a comprar a pie)	VREM 6 (Limpiar la casa)
Edad (años)	-.39**	-.03	-.416**	-.15	-.50	-.20*	-.13
Peso (kg)	-.50	-.07	-.12	.06	-.08	.01	-.32**
Talla (cm)	.01	.09	-.02	.04	.06	-.31**	-.15
IMC (Kg/m ²)	-.08	-.04	-.19*	.07	-.03	-.24*	-.29**
Hipertensión	.11	.08	-.09	-.09	.09	-.08	.05
Ingesta diaria de verdura	0.55	.35**	-.31**	-.01	.17	.09	.52**
Ingesta diaria de fruta	-.03	-.01	-.05	-.17	-.05	.02	.23*
Ingesta diaria de carne roja, embutidos	-.04	.16	-.05	-.05	-.13	.08	.16

*p<0.05, **p<0.01 para diferencias significativas.

alimentos, la ingesta diaria de verdura se correlacionó con el trabajo en el huerto, limpiar en casa e inversamente con la actividad de baile. Finalmente, la ingesta diaria de fruta mostró correlación con limpiar en casa.

DISCUSIÓN

El presente estudio muestra diferencias existentes entre grupos de participantes según la ingesta de determinados alimentos como verdura, fruta y carne roja en mujeres de población rural y el gasto energético total durante la práctica de actividad física en el tiempo libre.

En este contexto, la edad es una característica biológica que juega un rol fundamental en la manera de afrontar la práctica de actividad física de la población en su tiempo libre (6). A excepción del grupo de mujeres muy activas, los demás grupos en función del gasto energético revelan como a medida que aumenta la edad, la prevalencia de mujeres que practican actividad física va disminuyendo. Estudios como los de Florindo et al (8) coinciden en la línea de los resultados obtenidos al afirmar que, la edad, está negativamente relacionada con la práctica de actividad física de manera regular durante el tiempo libre.

Por otro lado, la obesidad afecta a más de la mitad de la población de los países desarrollados y se trata de una enfermedad multifactorial, de prevalencia en au-

mento y que junto con el sobrepeso, ha sido considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS; World Health Organization, WHO) como la nueva pandemia del Siglo XXI (9). Los resultados obtenidos muestran como a medida que el gasto energético en función de la actividad física aumenta, el peso de las participantes disminuye, pudiéndose establecer una combinación de dieta y ejercicio como método más apropiado para lograr pérdida de peso corporal (9). El grupo de participantes sedentarias se ha asociado con la obesidad, tras comparar los grupos se evidencia una ligera disminución pero no se encuentran diferencias significativas con los grupos de activas y moderadamente activas. Sin lugar a dudas, la práctica de actividad física de manera regular es un método eficaz y eficiente para la reducción de peso y prevención de causas de mortalidad y morbilidad (10); siendo uno de los principales factores para mejorar el estilo de vida de las personas mayores debido a la reducción de masa grasa y obesidad (11). Sin embargo, todos los grupos de mujeres según el gasto energético presentan obesidad excepto las mujeres muy activas, con sobrepeso. Según estudios llevados a cabo con personas adultas-mayores de ámbito rural y en pueblos, las poblaciones con menos habitantes y ubicadas geográficamente en zonas rurales suelen mostrar altas prevalencias de obesidad (6).

Resulta interesante hallar una relación entre el aumento de la prevalencia con la hipertensión ya que es congruente con los altos niveles de obesidad observados en el presente estudio. Estos resultados coinciden con los encontrados por Shamah-Levy, et al, (12), donde la prevalencia de hipertensión se relacionada con las altas tasas de obesidad en la población participante. En el presente estudio, se observa como las participantes hipertensas se encuentran en mayor número en el grupo de activas. Este hecho podría explicarse gracias al papel de control y prevención que tiene la práctica de actividad física aeróbica en la reducción de los niveles de presión arterial en personas que ya presentan esta patología (13) y por consiguiente, las participantes más activas podrían ser las más concienciadas en la importancia de ser físicamente activas.

Respecto a la relación establecida entre grupos según gasto energético con IMC y el tipo de ingesta diaria, una dieta rica en frutas, verduras y una controlada ingesta de carne puede inferir en una disminución del IMC de las participantes (14) ya que una adecuada dieta es esencial en el tratamiento de la obesidad, especialmente en mayores (15). Así mismo, se observa como los grupos que muestran niveles mayores de actividad física, lo hacen también en el consumo de carne roja o embutidos. Este hecho puede deberse a que las necesidades nutricionales de las mujeres participantes se podrían asociar más al nivel de actividad física diaria que al de la edad cronológica (16). Además, también podría ser explicado por las costumbres en relación a la crianza de animales para el autoconsumo en el ámbito rural (17).

En cuanto al IMC de las participantes, destacar la relación inversa establecida con hacer las tareas de casa y hacer la compra a pie. La realización de las tareas domésticas como pueden ser limpiar la casa y realizar la compra a pie implica un gasto energético menor a otras actividades más intensas (18). Caminar es una de las actividades físicas más comunes entre la población de avanzada edad y puede ser adaptada fácilmente a la vida cotidiana. Sin embargo, el largo recorrido y las dificultades de transporte en el ámbito rural podrían ser una dificultad en cuanto a las distancias para poder realizar las tareas cotidianas como hacer la compra a pie (19). Por otro lado, que las participantes trabajen el huerto, se relaciona con el consumo de verdura. En consonancia con esto último, el hecho de que en el ámbito rural se trabaje el huerto propicia el uso diario de

verduras en la dieta debido a que la finalidad de dichos huertos suele ser el autoabastecimiento (20). Además, la ingesta de fruta y verdura se relaciona de la misma manera con el trabajo de limpiar en casa ya que los resultados encontrados serían similares a los encontrados por Rho y Kim (21), donde las amas de casas tanto empleadas como desempleadas usan cotidianamente productos de la agricultura más próxima con la idea de que benefician la salud de sus propias familias.

Como principal limitación del presente estudio, se debe citar que la selección de la muestra no es representativa debido al tamaño de población seleccionado. Por consiguiente, futuras investigaciones debieran de potenciar una selección de la muestra fuera más amplia. Otra opción relevante, podría ser abarcar además del femenino, el sexo masculino y estudiar así el gasto energético realizado en el tiempo libre y las diferentes ingestas de alimentos en ambos sexos.

CONCLUSIONES

Los datos de este estudio evidencian como a medida que la edad aumenta en mujeres mayores de ámbito rural, disminuye el gasto energético durante la práctica de actividad física en el tiempo libre. Además, el hecho de vivir en poblaciones con tierras para el cultivo y medios favorecedores para la agricultura como es el medio rural, podría hacer que las participantes del presente estudio tuviesen una prevalencia mayor en el consumo de fruta y verdura. En cuanto a la ganadería, el cuidado de animales para el autoconsumo puede propiciar un aumento en la ingesta de carne roja en las participantes. Por consiguiente, se necesitan diseñar pautas nutricionales a personas mayores que viven en poblaciones rurales dirigidas a la prevención del problema de la obesidad y su repercusión en la salud.

REFERENCIAS

1. Cai D, Li DL, Zhao SC, Dou XW, Wang F, Huang GH, et al. A correlation between diet and longevity characterization by means of elements profiles in healthy people over 80 years from a Chinese longevous region. *Biol Trace Elem Res.* 2015; 165(1): 18-29.
2. Ruiz-Montero PJ, Delgado-Fernández M. Relationship between aerobic capacity and quality of life through a fitness-educative program in older women. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(11): 119 (Supl.).
3. Milte CM, Thorpe MG, Crawford D, Ball K.,

- McNaughton SA. Associations of diet quality with health-related quality of life in older Australian men and women. *Exp Gerontol.* 2015; 64: 8-16.
4. Martínez-González MA, Fernández-Jarne E, Serrano-Martínez M, Wright M, Gomez-Gracia E. Development of a short dietary intake questionnaire for the quantitative estimation of adherence to a cardioprotective Mediterranean diet. *Eur J Clin Nutr.* 2004; 58: 1550-1552.
 5. Becerra-Tomás N, Babio N, Martínez-González MA, Corella D, Estruch R, Ros E, et al. Replacing red meat and processed red meat for white meat, fish, legumes or eggs is associated with lower risk for incidence of metabolic syndrome. *Clin Nutr.* 2016; 8(4): 666-676.
 6. Ruiz-Montero PJ, Castillo-Rodriguez A, Mikalacki M, Delgado-Fernández M. Physical fitness comparison and quality of life between Spanish and Serbian elderly women through a physical fitness program. *Coll Antropol.* 2015; 39(2): 411-417.
 7. Ruiz Comellas A, Pera G, Baena JM, Mundet X, Alzamora T, Elosua R, et al. Validación de una versión reducida en español del cuestionario de actividad física en el tiempo libre de Minnesota (VREM). *Rev Espa Salud Publica.* 2012; 86(5): 495-508.
 8. Florindo AA, Guimarães VV, Galvao Cesar CL, de Azevedo Barros B, Goi Porto Alves MC, Goldbaum M. Epidemiology of leisure, transportation, occupational, and household physical activity: prevalence and associated factors. *J Phys Act Health.* 2009; 6(5): 625.
 9. World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. WHO Library Cataloguing-in-publication data. Geneva: WHO. 2010.
 10. Luque GT, García-Martos M, Gutiérrez CV, Vallejo NG. Papel del ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la obesidad en adultos. *Retos.* 2010; 18: 47-51.
 11. Hayes L, Grace F, Sculthorpe N, Herbert P, Ratcliffe J, Kilduff L, et al. The effects of a formal exercise training programme on salivary hormone concentrations and body composition in previously sedentary aging men. *Springerplus.* 2013; 2: 18.
 12. Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Mundo-Rosas V, Morales-Ruán C, Cervantes-Turrubiates L, Villalpando-Hernández S. Estado de salud y nutrición de los adultos mayores en México: resultados de una encuesta probabilística nacional. *Salud Pública Mex.* 2008; 50(5): 383-389.
 13. Martinelli B, Barrile SR, Aguilar-Arca E, Da Silva-Franco RJ, Cuadrado-Martin L. Influencia del ejercicio aeróbico en La Renina de portadores de hipertensión arterial con sobrepeso. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 95(1): 91-98.
 14. Geaney F, Fitzgerald S, Harrington JM, Kelly C, Greiner BA, Perry IJ. Nutrition knowledge, diet quality and hypertension in a working population. *Prev Med Rep.* 2015; 2: 105-113.
 15. Amarya S, Singh K, Sabharwal M. Health consequences of obesity in the elderly. *JCGG.* 2013; 5(3): 63-67.
 16. Milte CM, Thorpe MG, Crawford D, Ball K, McNaughton SA. Associations of diet quality with health-related quality of life in older Australian men and women. *Exp Gerontol.* 2015; 64: 8-16.
 17. Schnettler B, Silva R, Sepúlveda N. Consumo de carne en el sur de Chile y su relación con las características sociodemográficas de los consumidores. *Rev Chil Nutr.* 2008; 35: 262-270.
 18. Lagerros YT, Bellocco R, Adami HO, Nyrén O. Measures of physical activity and their correlates: the Swedish National March Cohort. *Eur J Epidemiol.* 2009; 24(4): 161-169.
 19. Tavares DMDS, Arduini GO, Martins NPF, Dias FA, Ferreira LA. Socioeconomic characteristics and quality of life of urban and rural elderly people with heart disease. *Rev Gaucha de Enferm.* 2015; 36(3): 21-27.
 20. Mishra M, Mishra SK. Participation of rural women in household food security management. *Ann Agric Res. New Series.* 2012; 33(1&2): 58-61.
 21. Rho JO, Kim HJ. A Study on the Pattern of Consumption Behavior of Environmentally-friendly Agricultural Products by Housewives and an Assessment of the Need for Environmentally-friendly Agricultural Products in Childcare Centers in Jeonju. *Korean J Food & Nutr.* 2012; 25(2): 215-223.

Recibido: 18-05-2016
 Aceptado: 08-08-2016

Fe de erratas

Por motivos ajenos a nuestra voluntad, el Número 3, Volumen 66, Septiembre 2016, presenta algunos errores en el texto. Rogamos tomar nota de los cambios pertinentes y nuestras excusas a los lectores de ALAN.

- En Contenido. Pag. 195.

Autores: Amanda Forster Lopes, Elida Mara Braga Rocha, Janaína Paula Costa da Silva, Viviane Gabriela Nascimento, Ciro Bertoli, Claudio Leone.

- En Contents. Pag. 195.

“Breastfeeding, complementary food introduction and overweight in preschool children”. Amanda Forster Lopes, Elida Mara Braga Rocha, Janaína Paula Costa da Silva, Viviane Gabriela Nascimento, Ciro Bertoli, Claudio Leone.

- En contraportada externa. Contenido. Pag.195.

Autores: Amanda Forster Lopes, Elida Mara Braga Rocha, Janaína Paula Costa da Silva, Viviane Gabriela Nascimento, Ciro Bertoli, Claudio Leone.

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

PORTADA

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

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

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

INTRODUCCIÓN

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

MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

RESULTADOS

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

DISCUSIÓN

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

haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

CONCLUSIONES

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

AGRADECIMIENTOS

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

TABLAS Y FIGURAS

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

REFERENCIAS

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

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

COSTO POR PÁGINA

Debido a los altos costos de impresión y publicación, ALAN ha estipulado dentro de su política editorial el costo de US \$ 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 DECEMBER 2013**. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>

ÍNDICE GENERAL DEL VOLUMEN 66, 2016

ARTICULOS GENERALES

Capability of in vitro digestibility methods to predict in vivo digestibility of vegetal and animal proteins
Fabricia Queiroz Mendes,
Maria Goreti De Almeida Oliveira,
Neuza Maria Brunoro Costa, Christiano Viera Pires,
Flavia Regina Passos5

Review: dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility
Erick Paul Gutierrez-Grijalva, Dulce Libna Ambriz-Pere,
Nayely Leyva-López, Ramón Ignacio Castillo-López,
José Basilio Heredia..... 87

A new family home approach to controlling iron deficiency anemia in all ages in less-developed and developing countries using iron-fortified water
José Eduardo Dutra-de-Oliveira, Julio Sérgio Marchini,
Joel Alves Lamounier,
Carlos Alberto Nogueira de Almeida..... 159

Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*)
Yuly Nataly Franco Tobón, Benjamín A. Rojano,
Andrés Felipe Alzate Arbeláez,
Diana Marcela Morales Saavedra,
María Elena Maldonado Celis..... 261

PERSPECTIVA

Fuentes naturales de fitoesteroles y factores de producción que lo modifican
Paola Silva, Ana C. Pinheiro, Lorena Rodríguez, Victoria Figueroa, Cecilia Baginsky 17

L-Glutamato: un aminoácido clave para las funciones sensoriales y metabólicas
Sonia Luz Albarracín, Manuel E. Baldeón,
Elba Sangronis, Alexandra Cucufate Petruschina,
Felix G. R. Reyes 101

La deficiencia de zinc: un problema global que afecta la salud y el desarrollo cognitivo
Claudia Restrepo Caro, María Del C. Coronell,
Julia Arrollo, Gisela Martínez, Lucía Sánchez Majana,
Luz Adriana Sarmiento-Rubiano 165

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Nutrición Infantil

Nutritional status and cardiovascular risks in children of two schools in Bogotá, Colombia
Sorany Vera, Jenifer Tatiana Figueroa,
Luz Helena Aranzález, Ismena Mockus 25

Fósforo sérico en niños con desnutrición grave y su relación con el síndrome de realimentación
Thais Álvarez de Acosta, Isabel Chuet de Rodríguez,
Mario Rosario Rossell Pineda,
María Alejandra Castillo 34

Crecimiento y estado nutricional de escolares de tres comunidades de Yucatán, México
Hugo Azcorra, Adriana Vázquez,
José Enrique Baqueiro Cárdenas,
Juan Carlos Salazar-Rendón 135

Nutrición Clínica

Efecto del consumo de una fórmula con carbohidratos de liberación prolongada sobre la respuesta glicémica e insulina post-prandial en individuos sanos
Lissé Angarita, José López, Daniel Aparicio,
Karla Parra, María Uzcátegui,
Virginia Céspedes Valmore Bermúdez,
Nadia Reina 113

Efecto del consumo de juego de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre el perfil lipídico y las concentraciones de glucosa en adultos con hiperlipidemia, Ecuador
Raquel Salazar-Lugo, Amparito Barohona,
Katherine Ortiz, Cynthia Chávez, Paola Freire,
Jimmy Méndez, Bélgica Bermeo, Manuel Santamaria,
Hilda Salas, Mariana Oleas 121

Circunferencia media de brazo en preescolares y escolares hospitalizados como valor predictivo de desnutrición aguda
Milagros Pontiles de Sánchez, Alba Morón de Salim,
Susan Darias Perdomo..... 176

Salud Pública

Calidad de vida relacionado con la salud y obesidad en trabajadores de manufacturas en Jalisco, México
José G. Salazar-Estrada, Alma Gabriela Martínez Moreno, Teresa Margarita Torres López,
Carolina Aranda Beltrán, Antonio López-Espinoza 43

The prevalence of metabolic syndrome among students with different levels of physical activity
Jerzy Sączuk, Agnieszka Wasiluk, Jan Czezelewski,
Barbara Długolecka 52

Nutrición y Salud Pública

Eating disorders and body image satisfaction among Brazilian undergraduate nutrition students and dietitians
Natacha Toral, Muriel Bauermann Gubert,
Ana Maria Spaniol, Renta Alves Monteiro 129

Ingesta alimentaria y estado nutricional de pacientes con enfermedad de Chagas

Agustina Bertola Compagnucci, Ariana Dávila, Juan Beloscar, Stella Maris Pezzotto, Hector Dávila 185

Microbiología de Alimentos

Antimicrobial effect of ethanol extract of leaf neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Listeria monocytogenes*

Luis Guillermo Ramírez Mérida, Alba Morón de Salim, Doris Reyes, Ariana Rivero, Luz A. Sánchez, Luz K. Sánchez 60

Ciencia de Alimentos

Evaluation of extracts from potato and tomato waster as natural antioxidant additives

María del Carmen Robles-Ramírez, Ricardo Monterrubio-López, Rosalva Mora-Escobedo, María del Carmen Beltrán-Orozco 66

Estabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração

Ana Paula Dionisio, Nedio Juir Wurlitzer, Talita de Souza Goes, Maria de Fatima Borges, Deborah Garruti, Idilia Maria da Silva Araújo 148

Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma

Alfredo Vázquez-Ovando, Isidro Ovando-Medina, Lourdes Adriano-Anaya, David Betancur-Ancona, Miguel Salvador-Figueroa 239

Latin Foods. Composición de Alimentos

Composición química de harina de calamar gigante *Dosidicus gigas*

Ma. de la Concepción Calvo, Ma. Elena Carranco, César A. Salinas, Silvia Carrillo 74

Obesidad en Adultos Mayores

Relación entre cantidad de sueños nocturno y obesidad en adultos mayores chilenos

Samuel Durán-Agüero, Hugo Sánchez Reyes 142

Lactancia Materna y Sobrepeso

Aleitamento materno, introdução complementar e excesso de peso em pré-escolares

Amanda Forster Lopes, Elida Mara Braga Rocha, Janaina Paula Costa da Silva, Viviane Gabriela Nascimento, Ciro Bertoli, Claudio Leone 195

Bioquímica Nutricional

Relación entre la ingesta de antioxidantes factores nutricionales e indicadores bioquímicos en voluntarios sanos

Claret Mata, Carolina Pestana, Mary Lares, Antonietta Porco, María Isabel Giacopini, Sara Brito, Jorge Castro 201

Antioxidant, cytotoxic and alpha-glucosidase inhibition activities from the Mexican berry “Anacahuita” (*Cordia boissieri*)

Ezequiel Viveros-Valdez, Carlos Jaramillo-Mora, Azucena Oranday-Cárdenas, Javier Morán-Martínez, Pilar Carranza-Rosales 211

Índice, carga glicémica y fibra dietética de los alimentos y su asociación con resistencia a la insulina en adultos chilenos

Javiera Evans, Hugo Amigo, Patricia Bustos 294

Dietary patterns and gestational diabetes mellitus in a low income pregnant women population in Brazil – a cohort study

Graciliano R Nascimento, Lucas Victor Alves, Carla Leal Fonseca, José Natal Figueiroa, João, Guilherme Alves 301

Indicadores de síndrome metabólico en escolares mexicanos con talla baja, sobrepeso u obesidad

Guadalupe López-Rodríguez, Marcos Galván, Susana Jazmín Fuentes Galicia 309

Antropometría y Actividad Física

Asociación entre características antropométricas y funcionalidad motriz en sujetos chilenos con distintos niveles de actividad física

Antonio Eduardo López-Fuenzalida, Carolina Isabel Rodríguez Canales, Enrique Alejandro Cerda Vega, Enrique Jorge Arriaza Ardiles, Álvaro Renato Reyes Ponce, Pablo Valdés-Badilla 219

Consumo de Alimentos

Differences in nutritional status, physical activity, and fruit and vegetable consumption in urban and rural school-going adolescents in Paute, Ecuador

Patricia Flor-Garrido, Matthew L. Romo, Victoria Abril-Ulloa 230

Nutrición Experimental

Análisis del precio de una dieta saludable y no saludable en la región metropolitana de Chile

Giannina Verdugo, Vanessa Arias, Claudio Perez-Leighton 272

Influencia del consumo de pulpa de aguacate, *Persea americana*, sobre el metabolismo lipídico en ratones normolipémicos e hiperlipémicos inducidos por dieta
*Miguel A. Campuzano-Bublitz, Ruth A. Ubrán,
 Alma L. Rolón, EM Goretti Diarte,
 Carmen M Coronel, María L. Kennedy* 279

Comparación del consumo de alimentos de niños que habitan una zona urbana y una rural en la población de Arandas, México
*Yanina Dennis Togo-Luna, Enrique Romero-Velarde,
 Edgar M. Vásquez-Garibay, Clío Chávez Palencia,
 Erika Caro Sabido* 287

Nutrición y Actividad Física

Ingesta dietética y actividad física en el tiempo libre de adultas-mayores en ámbito rural mediterráneo
*Pedro Jesús Ruiz-Montero,
 Ricardo Martín-Moya*..... 318

CARTAS AL EDITOR

Cartas al editor: will boron be essential for human nutrition?
*Anacleto Sosa Baldivia, Guadalupe Ruiz Ibarra,
 Jorge D. Etchevers Barra*82

NOTAS NECROLÓGICAS 84, 156, 256

FE DE ERRATAS..... 255, 325

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 66, 2016..... 328

INDICE DE AUTORES..... 331

INDICE DE MATERIAS337

ÍNDICE DE AUTORES DEL VOLUMEN 66-2016

A

- Abril-Ulloa, Victoria**
Véase Flor-Garrido, Patricia 66 (3): 203-238; 2016
- Adriano-Anaya, Lourdes**
Véase Vásquez-Ovando, Alfredo 66(3): 239-255; 2016
- Albarracín, Sonia Luz**
L-Glutamato: un aminoácido clave para las funciones sensoriales y metabólicas 66(2): 101-112; 2016
- Álvarez de Acosta, Thais**
Fósforo sérico en niños con desnutrición grave y su relación con el síndrome de realimentación 66(1): 34-42; 2016
- Alves, Lucas Víctor**
Véase Nascimento, Graciliano 66(4): 301-308; 2016
- Alves Lamounier, Joel**
Véase Dutra-de-Oliveira, José Eduardo 66(3): 159-164; 2016
- Alves Monteiro, Renata**
Véase Toral, Natacha 66(2): 129-134; 2016
- Alzate Arbeláez, Andrés Felipe**
Véase Verduga, Giannina 66(4): 272-278; 2016
- Ambriz-Pérez, Dulce Libna**
Véase Gutierrez-Grijalua, Erick Paul 66(2): 87-100; 2016
- Amigo, Hugo**
Véase Evans, Javiera 66(4): 294-300; 2016
- Angarita, Lissé**
Efecto del consumo de una fórmula con carbohidratos de liberación prolongada sobre la respuesta glicémica e insulina post-prandial en individuos sanos 66(2): 113-120; 2016
- Aparicio, Daniel**
Véase Angarita, Lissé 66(2): 113-120; 2016
- Aranda Beltrán, Carolina**
Véase Salazar-Estrada, José G. 66(1): 43-51; 2016
- Aranzález, Luz Helena**
Véase Vera, Sorany 66(1): 26-33; 2016
- Arias, Vanessa**
Véase Verdugo, Giannina 66(4): 272-278; 2016
- Arriaza Ardiles, Enrique Jorge**
Véase López-Fuenzalida, Antonio Eduardo 66(3): 219-229; 2016
- Arrollo, Julia**
Véase Restrepo Caro, Claudia 66(3): 165-175; 2016

Azcorra, Hugo

- Crecimiento y estado nutricional de escolares de tres comunidades de Yucatán, México 66(2): 135-141; 2016

B

- Baginsky, Cecilia**
Véase Silva, Paola 66(1): 17-25; 2016
- Balcerón, Manuel E.**
Véase Albarracín, Sonia Luz 66(2): 101-112; 2016
- Baqueiro Cárdenas, José Enrique**
Véase Azcorra, Hugo 66(2): 135-141; 2016
- Barahona, Amparito**
Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016
- Basilio Heredia, José**
Véase Gutierrez-Grijalua, Erick Paul 66(2): 87-100; 2016
- Bauerimann Gubert, Muriel**
Véase Toral, Natacha 66(2): 129-134; 2016
- Beloscar, Juan**
Véase Bertola Compagnucci, Agustina 66(3): 185-194; 2016
- Beltrán-Orozco, María del Carmen**
Véase Robles-Ramírez, María del Carmen 66(1): 66-73; 2016
- Bermeo, Bélgica**
Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016
- Bermúdez, Valmore**
Véase Angarita, Lissé 66(2): 113-120; 2016
- Bertola Compagnucci, Agustina**
Ingesta alimentaria y estado nutricional de pacientes con enfermedad de Chagas 66(3): 185-194; 2016
- Bertoli, Ciro**
Véase Forster Lopes, Amanda 66(3): 195-200; 2016
- Betancur-Ancona, David**
Véase Vásquez-Ovando, Alfredo 66(3): 239-255; 2016
- Borges, María de Fatima**
Véase Dionísio, Ana Paula 66(2): 148-155; 2016
- Braga Rocha, Elida Mara**
Véase Forster Lopes, Amanda 66(3): 195-200; 2016
- Brito, Sara**
Véase Mata, Claret 66(3): 201-210; 2016
- Brumoro Costa, Neuza Maria**
Véase Quieroz Mendes, Fabrícia 66(1): 5-16; 2016

Bustos, Patricia

Véase Evans, Javiera 66(4): 294-300; 2016

C**Calvo, Ma. de la Concepción**Composición química de harina de calamar gigante *Dosidicus gigas* 66(1): 74-81; 2016**Campuzano-Bublitz, Miguel A.**Influencia del consumo de pulpa de aguacate, *Persea americana*, sobre el metabolismo lipídico en ratones normolipémicos e hiperlipémicos inducidos por dieta 66(4): 279-286; 2016**Caro, Sabido, Erika**

Véase Togo-Luna, Yanina Dennis 66(4): 287-293; 2016

Carranco, Ma. Elena

Véase Calvo, Ma. de la Concepción 66(1): 74-81; 2016

Carranza-Rosales, Pilar

Véase Viveros-Valdez, Ezequiel 66(3): 211-218; 2016

Carrillo, Silva

Véase Calvo, Ma. de la Concepción 66(1): 74-81; 2016

Castillo, María Alejandra

Véase Álvarez de Acosta, Thais 66(1): 34-42; 2016

Castillo-López, Ramón Ignacio

Véase Gutierrez-Grijalua, Erick Paul 66(2): 87-100; 2016

Castro, Jorge

Véase Mata, Claret 66(3): 201-210; 2016

Cerda Vega, Enrique Alejandro

Véase López-Fuenzalida, Antonio Eduardo 66(3): 219-229; 2016

Céspedes, Virginia

Véase Angarita, Lissé 66(2): 113-120; 2016

Chávez, Cynthia

Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016

Chávez Palencia, Clío

Véase Togo-Luna, Yanina Dennis 66(4): 287-293; 2016

Cluet de Rodríguez, Isabel

Véase Álvarez de Acosta, Thais 66(1): 34-42; 2016

Coronel, Carmen M.

Véase Campuzano-Bublitz, Miguel A. 66(4): 279-286; 2016

Coronell, María del C.

Véase Restrepo Caro, Claudia 66(3): 165-175; 2016

Costa da Silva, Janaína Paula

Véase Forster Lopes, Amanda 66(3): 195-200; 2016

Cucufate Petruschina, Alexandra

Véase Albarracín, Sonia Luz 66(2): 101-112; 2016

Czeczelski, Jan

Véase Saczuk, Jerzy 66(1): 52-59; 2016

D**Dávila, Ariana**

Véase Bertola Compagnucci, Agustina 66(3): 185-194; 2016

Dávila, Hector

Véase Bertola Compagnucci, Agustina 66(3): 185-194; 2016

Darias Perdomo, Susan

Véase Ponyiles de Sánchez, Milagros 66(3): 176-184; 2016

Da Silva Araújo, Idila María

Véase Dionísio, Ana Paula 66(2): 148-155; 2016

De Sousa Goes, Talita

Véase Dionísio, Ana Paula 66(2): 148-155; 2016

Dionísio, Ana PaulaEstabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração 66(2): 148-155; 2016**Dlugoleccka, Barbara**

Véase Saczuk, Jerzy 66(1): 52-59; 2016

Durán-Agüero, Samuel

Relación entre cantidad de sueños nocturno y obesidad en adultos mayores chilenos 66(2): 142-147; 2016

Dutra-de-Oliveira, José Eduardo

A new family home approach to controlling iron deficiency anemia in all ages in less-developed and developing countries using iron-fortified water 66(3): 159-164; 2016

E**Etchevers Barra, Jorge D.**

Véase Sosa Baldivia, Anacleto 66(1): 82-83; 2016

Evans, Javiera

Índice, carga glicémica y libra dietética de los alimentos y su asociación con resistencia a la insulina en adultos chilenos 66(4): 294-300; 2016

F**Forster Lopes, Amanda**

Aleitamento materno, introdução complementar e excesso de peso em pré-escolares 66(3):195-200; 2016

Figuroa, Jenifer Tataina

Véase Vera, Sarany 66(1): 26-33; 2016

Figuroa, Victoria

Véase Silva, Paola 66(1): 17-25; 2016

Flor-Garrido, Patricia

Differences in nutritional status, physical activity, and fruit and vegetable consumption in urban and rural school-going adolescents in Paute, Ecuador 66(3): 203-238; 2016

Franco Tobón, Yuly NatalyEfecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) 66(4): 261-271; 2016**Freire, Paola**

Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016

Fuentes Galicia, Susana Jazmín

Véase López-Rodríguez, Guadalupe 66(4): 309-317; 2016

G**Galván, Marcos**

Véase López-Rodríguez, Guadalupe 66(4): 309-317; 2016

Garruti, Deborah

Véase Dionísio, Ana Paula 66(2): 148-155; 2016

Giacopini, María Isabel

Véase Mata, Claret 66(3): 201-210; 2016

Goreti De Almeida, Olivera, Maria

Véase Queiroz Mendes, Fabrícia 66(1): 5-16; 2016

Goretti Diarte, EM.

Véase Campuzano-Bublitz, Miguel A. 66(4): 279-286; 2016

Guilherme Alves, João

Véase Nascimento, Graciliano R. 66(4): 301-308; 2016

Gutierrez-Grijalva, Erick Paul

Review: dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility 66(2): 87-100; 2016

J**Jair Wurlitzer, Nedio**

Véase Dionísio, Ana Paula 66(2): 148-155; 2016

Jaramillo-Mora, Carlos

Véase Viveros-Valdez, Ezequiel 66(3): 211-218; 2016

K**Kennedy, María L.**

Véase Campuzano-Bublitz, Miguel A. 66(4): 279-286; 2016

L**Lares, Mary**

Véase Mata, Claret 66(3): 201-210; 2016

Leal Fonseca, Carla

Véase Nascimento, Graciliano R. 66(4): 301-308; 2016

Leone, Claudio

Véase Forster Lopes, Amanda 66(3): 195-200; 2016

Leyva-López, Nayely

Véase Gutierrez- Grijalva, Erick Paul 66(2): 87-100; 2016

López, José

Véase Angarita, Lissé 66(2): 113-120; 2016

López-Espinoza, Antonio

Véase Salazar-Estrada, José G. 66(1): 43-51; 2016

López-Fuenzalida, Antonio Eduardo

Asociación entre características antropométricas y funcionalidad motriz en sujetos chilenos con distintos niveles de actividad física 66(3): 219-229; 2016

López-Rodríguez, Guadalupe

Indicadores de síndrome metabólico en escolares mexicanos con talla baja, sobrepeso u obesidad 66(4): 309-317; 2016

M**Maldonado Celis, María Elena**

Véase Franco Tabón, Yuly Nataly 66(4): 261-671; 2016

Marchini, Julio Sergio

Véase Dutra-de-Oliveira, José Eduardo 66(3): 159-164; 2016

Maris Rezzotto, Stella

Véase Bertola Compagnucci, Agustina 66(3): 185-194; 2016

Martín-Moya, Ricardo

Véase Ruiz-Montero, Pedro Jesús 66(4): 318-324; 2016

Martínez, Gisela

Véase Restrepo Caro, Claudia 66(3): 165-175; 2016

Martínez Moreno, Alma Gabriela

Véase Salazar-Estrada, José G. 66(1): 43-51; 2016

Mata, Claret

Relación entre la ingesta de antioxidantes factores nutricionales e indicadores bioquímicos en voluntarios sanos 66(3): 201-210; 2016

Méndez, Jimmy

Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016

Mockus, Ismena

Véase Vera, Sorany 66(1): 26-33; 2016

Monterrubio-López, Ricardo

Véase Robles-Ramírez,
María del Carmen 66(1): 66-73; 2016

Morales-Saavedra, Diana Marcela

Véase Franco Tabón, Yuly Nataly 66(4): 261-271; 2016

Mora-Escabedo, Rosalba

Véase Robles-Ramírez,
María del Carmen 66(1): 66-73; 2016

Morón de Salim, Alba

Véase Ramírez Mérida,
Luis Guillermo 66(1): 60-65; 2016

Véase Pontiles de Sánchez,
Milagros 66(3): 176-184; 2016

Morán-Martínez, Javier

Véase Viveros-Valdez, Ezequiel 66(3): 211-218; 2016

N**Nascimento, Graciliano R.**

Dietary patterns and gestational diabetes mellitus
in a low income pregnant women population
in Brazil – a cohort study 66(4): 301-308; 2016

Nascimento, Viviane Gabriela

Véase Forster Lopes, Amanda 66(3): 195-200; 2016

Natal Figueiroa, José

Véase Nascimento, Graciliano R. 66(4): 301-308; 2016

Nogueira de Almeida, Carlos Alberto

Véase Dutra-de-Oliveira,
José Eduardo 66(3): 159-164; 2016

O**Oleas, Mariana**

Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016

Oranday-Cárdenas, Azucena

Véase Viveros-Valdez, Ezequiel 66(3): 211-218; 2016

Ortiz, Katherine

Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016

Ovando-Medina Isidro

Véase Vásquez-Ovando, Alfredo 66(3): 239-255; 2016

P**Parra, Karla**

Véase Angarita, Lissé 66(2): 113-120; 2016

Passos, Flávia Regina

Véase Queiroz Mendes, Fabrícia 66(1): 5-16; 2016

Perez-Leighton, Claudio

Véase Verdugo, Giannina 66(4): 272-278; 2016

Pestana, Carolina

Véase Mata, Claret 66(3): 201-210; 2016

Pinheiro, Ana C.

Véase Silva, Paola 66(1): 17-25; 2016

Pontiles de Sánchez, Milagros

Circunferencia media de brazo en preescolares
y escolares hospitalizados como valor predictivo
de desnutrición aguda 66(3): 176-184; 2016

Porco, Antonietta

Véase Mata, Claret 66(3): 201-210; 2016

Q**Queiroz Mendes, Fabrícia**

Capability of in vitro digestibility methods
to predict in vivo digestibility of vegetal
and animal proteins 66(1): 5-16; 2016

R**Ramírez Mérida, Luis Guillermo**

Antimicrobial effect of ethanol extract of
leaf neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on
Listeria monocytogenes 66(1): 60-65; 2016

Reina, Nadia

Véase Angarita, Lissé 66(2): 113-120; 2016

Restrepo Caro, Claudia

La deficiencia de zinc: un problema
global que afecta la salud y el
desarrollo cognitivo 66(3): 165-175; 2016

Reyes, Doris

Véase Ramírez Mérida,
Luis Guillermo 66(1): 60-65; 2016

Reyes, Felix G.R.

Véase Albarracín, Sonia Luz 66(2): 101-112; 2016

Reyes Ponce, Álvaro Renato

Véase López-Fuenzalida,
Antonio Eduardo 66(3): 219-229; 2016

Rivera Dommarco, Juan Angel

Notas necrológicas: Dr. Ernesto Pollitt 66(1): 84; 2016

Rivero, Ariana

Véase Ramírez Mérida,
Luis Guillermo 66(1): 60-65; 2016

Robles-Ramírez, María del Carmen

Evaluation of extracts from potato and
tomato waster as natural antioxidant
additives 66(1): 66-73; 2016

Rodríguez Canales, Cardina Isabel

Véase López-Fuenzalida,
Antonio Eduardo 66(3): 219-229; 2016

Rojano, Benjamín A.

Véase Franco Tabón, Yuly Nataly 66(4): 261-271; 2016

Rolón, Alma L.

Véase Campuzano-Bublitz, Miguel A. 66(4): 279-286; 2016

Romero-Velarde, Enrique

Véase Togo-Luna, Yanina Dennis 66(4): 287-293; 2016

Romo, Matthew L.

Véase Flor-Garrido, Patricia 66(3): 230-238; 2016

Rossell Pineda, Mario Rosario

Véase Álvarez de Acosta Thais 66(1): 34-42; 2016

Ruiz Ibarra, Guadalupe

Véase Sosa Baldivia, Anacleto 66(1): 82-83; 2016

Ruiz-Montero, Pedro Jesús

Ingesta dietética y actividad física en el tiempo libre de adultas-mayores en ámbito rural mediterráneo 66(4): 318-324; 2016

S**Saczuk, Jerzy**

The prevalence of metabolic síndrome among students with different levels of physical activity 66(1): 52-59; 2016

Salas, Hilda

Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016

Salazar-Estrada, José G.

Calidad de vida relacionado con la salud y obesidad en trabajadores de manufacturas en Jalisco, México 66(1): 43-51; 2016

Salazar-Lugo, Raquel

Efecto del consumo de juego de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre el perfil lipídico y las concentraciones de glucosa en adultos con hiperlipidemia, Ecuador 66(2): 121-128; 2016

Salazar-Rendón, Juan Carlos

Véase Azcarra, Hugo 66(2): 135-141; 2016

Salinas, César A.

Véase Calvo, Ma. de la Concepción 66(1): 74-81; 2016

Salvador-Figueroa, Miguel

Véase Vásquez-Ovando, Alfredo 66(3): 239-255; 2016

Sánchez, Luz A.

Véase Ramírez Mérida, Luis Guillermo 66(1): 60-65; 2016

Sánchez, Luz K.

Véase Ramírez Mérida, Luis Guillermo 66(1): 60-65; 2016

Sánchez Majana, Lucía

Véase Restrepo Caro, Claudia 66(3): 165-175; 2016

Sánchez Reyes, Hugo

Véase Durán-Agüero, Samuel 66(2): 142-147; 2016

Sangronis, Elba

Véase Albarracín, Sonia Luz 66(2): 101-112; 2016

Santamaria, Manuel

Véase Salazar-Lugo, Raquel 66(2): 121-128; 2016

Sarmiento-Rubiano, Luz Adriana

Véase Restrepo Caro, Claudia 66(3): 165-175; 2016

Silva, Paola

Fuentes naturales de fitoesteroles y factores de producción que lo modifican 66(1): 17-25; 2016

Sociedad Chilena de Nutrición

Notas necrológicas 66(2): 156; 2016

Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Notas necrológicas: un recuerdo póstumo Dr. Fernando E. Viteri 66(3): 256; 2016

Sosa Baldivia, Anacleto

Cartas al editor: will boron be essential for human nutrition? 66(1): 82-83; 2016

Spaniol, Ana María

Véase Toral, Natacha 66(2): 129-134; 2016

T**Togo-Luna, Yanina Dennis**

Comparación del consumo de alimentos de niños que habitan una zona urbana y una rural en la población de Arandas, México 66(4): 287-293; 2016

Toral, Natacha

Eating disorders and body image satisfaction among Brazilian undergraduate nutrition students and dietitians 66(2): 129-134; 2016

Torres, López, Teresa Margarita

Véase Salazar-Estrada, José G. 66(1): 43-51; 2016

U**Ubrán, Ruth A.**

Véase Campuzano-Bublitz, Miguel A. 66(4): 279-286; 2016

Uzcategui, María

Véase Angarita, Lissé 66(2): 113-120; 2016

V**Valdés-Badilla, Pablo**

Véase López-Fuenzalida, Antonio Eduardo 66(3): 219-229; 2016

Vásquez-Garibay, Edgar M.

Véase Togo-Luna, Yanina Dennis 66(4): 287-293; 2016

Vásquez-Ovando, Alfredo

Alcaloides y polifenoles del cacao,
mecanismos que regulan su biosíntesis
y sus implicaciones en el sabor
y aroma 66(3): 239-255; 2016

Vázquez-Vázquez, Adriana

Véase Azcarra, Hugo 66(2): 135-141; 2016

Vera, Sorany

Nutritional status and cardiovascular risks
in children of two schools in Bogotá,
Colombia 66(1): 26-33; 2016

Verdugo, Giannina

Análisis del precio de una dieta saludable y
no saludable en la región metropolitana
de Chile 66(4): 272-278; 2016

Vieira Pires, Christiano

Véase Queiroz Mendes, Fabrícia 66(1): 5-16; 2016

Viveros-Valdez, Ezequiel

Antioxidant, cytotoxic and alpha-glucosidase
inhibition activities from the Mexican berry
“Anacahuita” (*Cordia boissieri*) 66(3): 211-218; 2016

W**Wasiluk, Agnieszka**

Véase Saczuk, Jerzy 66(1): 52-59; 2016

ÍNDICE POR MATERIAS DEL VOLUMEN 66, 2016

A	D
Actividad antioxidante261	Deficiencia165
Actividad antiproliferativa261	Desnutrición aguda176
Actividad física52, 219, 318	Desnutrición grave34
Adictivo antioxidante66	Diabetes.....113
Adolescentes230	Diabetes mellitus gestacional301
Adulto mayor142	Dieta201
Agraz (néctar de)261	Dieta hiperlipídica.....279
Agua potable.....159	Digestibilidad in vitro5
Aguacate279	Digestibilidad in vivo5
Alcaloides239	Dislipidemia26, 279
Alfa glucosidasa211	
Alimentación.....185	E
Alimentación complementaria195	Economía135
Alimentación saludable.....272	Ecuador121, 230
Alimentos318	Embarazo301
Almacenamiento148	Enanismo nutricional309
Alternativas de uso74	Enfermedad cardiovascular.....201
Amaranto17	Enfermedad de Chagas185
Ambiente.....17	Especificidad.....176
Análisis factorial.....301	Estado nutricional135, 185
Análisis químicos74	Estudiante52
Anemia309	Estudiante de pregrado129
Anemia por deficiencia de hierro159	Estrés oxidativo201
Antioxidantes201, 211, 239	Eutrófico34
Antropometría.....219	Extracto etanólico60
B	F
Bactericida60	Factores de riesgo cardiovasculares185
Bacteriostático60	Fenólicos totales66
Biotransformación87	Fermentación239
Boro82	Fibra dietaria.....294
	Fitoesteroles17
C	Fósforo34
Calamar gigante (harina de)74	Frutas.....211
Calidad148	Funcionalidad motriz219
Calidad de vida relacionada con la salud43	
Carbohidratos113	G
Características fisicoquímicas.....261	Gastos energético318
Carga glicémica294	Glutamato101
Carotenoides totales66	Glutamato monosódico.....101
Cáscara de papa66	Guías alimentarias (GABA)272
Chile272	Gusto umami.....101
Circunferencia media del brazo176	
Cognición165	H
Composición corporal.....219	Harina de calamar gigante74
Compuestos fenólicos.....87	Hipoglucemiante121
Constitución corporal52	Hiperlipidemia121
Consumo de alimentos287	
Crecimiento.....135	
<i>Cyphomandra betacea</i>121	

Hipertensión infantil	26	Población de bajos ingresos	301
		Población rural	230
I		Población urbana.....	230
Imagen corporal	129	Precio	272
Índice aterogénico.....	279	Pre-escolar	195
Índice de masa corporal	219	Proteína	5
Índice glicémico	294		
Ingesta.....	318	Q	
Interacción GxA	17	Quimiopreventivo	211
		R	
L		Receptores ionotrópicos y metabotrópicos.....	101
Licopeno	66	Riesgo cardiovascular	26
<i>Listeria monocytogenes</i>	60	Resistencia a la insulina	294
		Respuesta glicémica	113
M		Rural	318
Manufactura	43		
Maya	135	S	
Metabolismo	87	Salud	17
Metilxantinas	239	Salud pública	272
México	135	Selección de alimentos	272
Micronutrientes.....	165	Sensibilidad.....	176
		Síndrome metabólico	26, 52
		<i>Smallanthus sonchifolius</i>	148
N		Sobrepeso	26, 43, 195, 230
Néctar	261	Subproductos de jitomate	66
Neem.....	60	Sueño	142
Niños.....	26, 34, 287, 309		
Niños hospitalizados.....	176	T	
Nuevo método.....	159	<i>Theobroma cacao</i>	239
Nutrición.....	129, 165	Tomate de árbol	121
Nutricionista	129	Trabajadores	43
		Transición alimentaria	287
O		Trastornos alimenticios.....	129
Obesidad	26, 43, 142, 195, 230		
Obesidad metabólica benigna.....	309		
		V	
P		<i>Vaccinium meridionale</i> Swartz	261
Patrones dietéticos	301		
Perfil lipídico	121	Z	
Persea americana.....	5	Zinc	165
		Zona rural, urbana.....	287