

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 64

DICIEMBRE 2014

Nº 4

Contenido

ARTICULOS GENERALES

Páginas

Cáncer-vitaminas-minerales: Relación compleja

Gertrudis Adrianza de Baptista, Carolain Murillo Melo 220

PERSPECTIVA

La transición alimentaria y la doble carga de malnutrición: cambios en los patrones alimentarios de 1961 a 2009 en el contexto socioeconómico mexicano.

Moreno-Altamirano Laura, Hernández-Montoya Dewi, Silberman Martín, Capraro Santiago, García-García Juan José, Soto-Estrada Guadalupe, Elvira Sandoval-Bosh 231

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Bioquímica Nutricional

Calidad de hidratos de carbono de la dieta y su efecto sobre el control metabólico de la Diabetes Tipo 2

Daniela Pincheira, Romina Morgado, Marcela Alviña, Claudia Vega 241

Nutrición y Obesidad

Perfil de ácidos grasos libres (AGL) en suero de jóvenes colombianos con obesidad y síndrome metabólico.

Bermúdez JA, Velásquez CM. 248

Nutrición y Salud Pública

Percepciones y conocimientos acerca de la sal, el sodio y la salud en adultos de clase media de la provincia de San José, Costa Rica

Katrina Heredia-Blonval, Mariela Pacheco-Guier, Daniela Primus-Alfaro, Marielos Montero –Campos, Adrián Fatjó-Barboza, Adriana Blanco-Metzler 258

Nutrición y Estrés Oxidativo

Marcadores de estrés oxidativo y su relación con el estado nutricional en adultos, Ecuador

*Raquel Salazar-Lugo, Amparito Barahona, Manuel Santamaria,
Hilda Salas, Mariana Oleas, Bélgica Bermeo* 264

Nutrición Animal

Substituição do resíduo da produção de palmito da Palmeira Real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*) na silagem de cana-de-açúcar em dietas de ovinos

*Geraldo Fábio Viana Bayão; Augusto César de Queiroz; Samuel Galvão de Freitas;
Camila Delveaux Araujo Batalha; Katiene Régia Silva Sousa; Róberson Machado Pimentel;
Lucas Ladeira Cardoso; Alex Júnio da Silva Cardoso* 271

FE DE ERRATAS 277

NOTAS 278

INFORMACION PARA LOS AUTORES 281

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 64, 2014 283

INDICE DE AUTORES 285

INDICE DE MATERIAS 290

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 64

DECEMBER 2014

Nº 4

Contents

| | Pages |
|---|-------|
| GENERAL ARTICLES | |
| Cancer-vitamins-minerals: Complex relation <i>Gertrudis Adrianza de Baptista, Carolain Murillo Melo</i> | 220 |
| PERSPECTIVE | |
| The nutrition transition and the double burden of malnutrition: changes in dietary patterns 1961-2009 in the Mexican socioeconomic context. <i>Moreno-Altamirano Laura, Hernández-Montoya Dewi, Silberman Martín, Capraro Santiago, García-García Juan José, Soto-Estrada Guadalupe, Elvira Sandoval-Bosh</i> | 231 |
| RESEARCH PAPERS | |
| Nutritional Biochemistry | |
| Quality of carbohydrates in the diet and its effect on metabolic control of type 2 diabetes <i>Daniela Pincheira, Romina Morgado, Marcela Alviña, Claudia Vega</i> | 241 |
| Nutrition and Obesity | |
| Profile of free fatty acids (FFA) in serum of young Colombians with obesity and metabolic syndrome. <i>Bermúdez JA, Velásquez CM.</i> | 248 |
| Nutrition and Public Health | |
| Perceptions and knowledge about salt, sodium and health in middle-class adults living in San José, Costa Rica <i>Katrina Heredia-Blonval, Mariela Pacheco-Guier, Daniela Primus-Alfaro, Marielos Montero –Campos, Adrián Fatjó-Barboza, Adriana Blanco-Metzler</i> | 258 |

Nutrition and Oxidative Stress

Relationships between biomarkers of oxidative stress and nutritional status in adults, Ecuador

*Raquel Salazar-Lugo, Amparito Barahona, Manuel Santamaria,
Hilda Salas, Mariana Oleas, Bélgica Bermeo* 264

Animal Nutrition

Replacing of residue from production of palm Palm Royal Australian

(*Archontophoenix alexandrae*) in silage of sugar cane in diets of sheep

*Geraldo Fábio Viana Bayão; Augusto César de Queiroz; Samuel Galvão de Freitas;
Camila DelveauxAraujo Batalha; Katiene Régia Silva Sousa; Róberson Machado Pimentel;
Lucas Ladeira Cardoso; Alex Júnio da Silva Cardoso* 271

ERRATUM 277

NOTES 278

INFORMATION FOR AUTHORS 281

GENERAL INDEX OF VOLUME 64, 2014 283

AUTHORS INDEX 285

SUBJECT INDEX 290

Cáncer-vitaminas-minerales: Relación compleja

Gertrudis Adrianza de Baptista, Carolain Murillo Melo

Unidad de Soporte Nutricional-Hospital Universitario de Caracas. Caracas-Venezuela.

RESUMEN. Dado que la nutrición puede influenciar el proceso de carcinogénesis, los objetivos de este estudio son revisar la relación del estado nutricional y el cáncer considerando el papel de los micronutrientes como parte de la terapéutica en el paciente oncológico, así mismo su relación déficit y exceso en esta patología. La pérdida de peso del paciente se asocia con el tipo de tumor canceroso, ubicación, estadio, entre otras cosas, y de forma importante con los efectos psicógenos, anorexígenos, de malabsorción, mecánico y tóxicos que suelen ser colaterales al tratamiento antineoplásico. De allí la importancia de que el experto en nutrición debe realizar una adecuada evaluación nutricional integral que permita el diagnóstico nutricional, estudiar el patrón alimentario, determinar los efectos tóxicos del tratamiento antineoplásico para manejar los tiempos de excelencia del tratamiento, síntomas, signos y de esta manera intervenir de forma eficaz optimizando la calidad de vida del paciente y con ello la supervivencia. Existen controversias sobre qué factores alimentarios específicos están relacionados con la etiología del cáncer y los resultados de estudios sobre los factores metabólicos, de allí que la relación cáncer nutrición es compleja

Palabras clave: Malnutrición, cáncer, micronutrientes, vitaminas, toxicidad

SUMMARY. Cancer-vitamins-minerals: Complex relation.

Since nutrition can influence the process of carcinogenesis, this study's objectives are to review the relationship between nutrition and cancer from the point of view of the role of micronutrients in the treatment of cancer patients, and to get to know the deficit relationship and the excess of micronutrients, with the etiology and cancer treatment. At the same time the patient's weight loss relates, among other things, to the type of cancerous tumor, its location, stage thereof, reason for which it may be associated with the deficiency of macro and micronutrients as from psychogenic, anorectics and mal-absorption effects or with mechanical effects as obstruction, among other toxic effects that are common in the treatment of cancer. Hence, the importance that the nutrition expert must have in making an adequate overall nutritional evaluation that allows the nutritional diagnosis, in studying the dietary patterns, to determine the toxic effects of the antineoplastic treatment in order to handle the treatment's timing excellence, symptoms and signs, and thus act effectively optimizing the patient's life quality, and therefore his/her survival. There are controversies as to which specific dietary factors are related to cancer etiology and the results of studies on metabolic factors, and therefore, the relationship Cancer-Nutrition is quite complex.

Key words: Malnutrition, cancer, micronutrients, vitamins, toxicity

INTRODUCCIÓN

Investigar la relación entre nutrientes, metabolismo y susceptibilidad genética en la etiología del cáncer representa un foco de importancia desde el punto de vista científico y de salud pública. Considerando que la etiología del cáncer es multifactorial, es necesario estudiar si la terapia nutricional, en específico las vitaminas y elementos traza tienen un impacto positivo (preventivo) o negativo (mayor riesgo).

Por otra parte, la evidencia apunta a que la restricción calórica puede reducir la aparición de cáncer,

como en el estudio de Tannenbaum (1) quienes refieren que en roedores dicha restricción calórica resulta positiva frente al proceso de carcinogénesis. Por lo que se destaca la asociación entre sobrepeso, sedentarismo e incremento en el riesgo de padecer cáncer, en especial el colorectal, endometrio y mama, explicado esto por la relación entre hiperinsulinemia, factores de crecimiento elevados, estrógenos y andrógenos endógenos.

El cáncer se caracteriza por la acumulación progresiva de mutaciones del genoma de una célula, donde los mecanismos homeostáticos que determinan el equilibrio entre proliferación y muerte celular están afectados. Químicamente una oxidación se define como la pérdida de electrones,

mientras que una reducción es una ganancia de electrones. De ese modo se entiende que la oxidación de un sustrato esta siempre acoplada a una reducción de un receptor de electrones. El potencial de oxido reducción es por tanto el potencial redox que mide el flujo de electrones involucrados en los procesos de oxidación.

En los seres aeróbicos las múltiples reacciones químicas con oxígeno representan el mecanismo más eficiente de producción energética, pudiendo generar compuestos intermediarios o sustancias reactantes al oxígeno que aceptan electrones, constituyendo los radicales libres, compuestos inestables y reactivos con uno o más electrones no apareados en la órbita. Una isoforma de oxidonítricosintetasa durante un proceso inflamatorio crónico, puede inducir carcinogénesis, participando en la angiogénesis de la progresión tumoral (2). La respuesta del huésped ante la agresión conduce a la activación del sistema inmune, y con ello, las citoquinas pro-inflamatorias, el factor de necrosis tumoral alfa y las moléculas oxidantes. El sistema antioxidante humano depende de algunos nutrientes clave: las vitaminas hidrosolubles y liposolubles, así como de elementos trazas. La lesiones oxidativas del ADN son un proceso crucial en la carcinogénesis, por generar daños en las bases nitrogenadas, modificaciones altamente mutagénicas, que producen inestabilidad genética en los lugares de replicación celular (3).

DIETA Y CÁNCER: RELACIÓN COMPLEJA

La relación que existe entre el estado nutricional, la progresión y el pronóstico del cáncer se basa en que tanto en la práctica clínica como en varios estudios, se ha observado que los pacientes bien nutridos tienen mejor pronóstico y calidad de vida, destacando que la malnutrición puede influir negativamente sobre la morbilidad en el paciente oncológico, en especial en su respuesta al tratamiento, esto a causa de la toxicidad que pueden ocasionar los diferentes tratamientos anti-neoplásicos, entre los efectos: náuseas, vómitos, diarrea, mucositis, xerofthalmia (4,5).

Por su parte, los productos tumorales también tienen acción en el sistema nervioso central y periférico, ocasionando efectos psicógenos como anorexia, depresión y ansiedad, caquexia tumoral, alteraciones metabólicas, emaciación, debilidad, reducción en la síntesis proteica, pérdida de funcionalidad. Dentro de los efectos mecánicos de los tumores se consideran importantes la obs-

trucción y malabsorción, lo que puede ocasionar déficits de macro y micronutrientes y con ello una pérdida de peso importante, independientemente de una ingesta adecuada (6).

Otro aspecto importante a considerar es el hecho de que antioxidantes específicos como los flavonoides, folatos, y la vitamina D, pueden reducir riesgo de aparición del cáncer (6).

De allí la importancia que tiene el experto en nutrición, quien debe realizar un tamizaje para medir riesgo y una evaluación nutricional para diagnosticar el estado nutricional, así como una anamnesis alimentaria para estudiar los hábitos de alimentación del paciente (7).

La Tabla 1 muestra los elementos a evaluar en el paciente propuestos por el Instituto de Medicina de Oncología de los Estados Unidos. En la Tabla 2 se presenta la relación entre el tipo de cáncer y la ingesta de alimentos específicos elaborada por el Instituto de Medicina de Oncología de los Estados Unidos. En la Tabla 3 se muestran las alteraciones ocasionadas por los tratamientos oncológicos, los cuales dificultan la absorción y utilización de micronutrientes de manera óptima. Mientras que en la Tabla 4, se observan los efectos y grados de toxicidad de los tratamientos. De acuerdo a esto, se crea la necesidad de aumentar de manera puntual alguna de estas vitaminas y/o minerales, como sucede en las enteritis, vómitos, malabsorción, pacientes con Wernicke o en pacientes con dietas restrictivas por cirugías (7).

Tabla 1 Tamizaje y valoración de parámetros nutricionales (46)

| ANTROPOMETRÍA | LABORATORIO |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Peso | Albumina |
| Talla | Hematología completa |
| Índice de masa corporal | Electrolitos séricos |
| Cambio de peso reciente | Creatinina, urea en sangre |
| Peso usual | Función hepática |
| Historia clínica del paciente | Niveles de micronutrientes |
| Historia dietética | Hallazgos físicos |
| Historia médica pertinente | Reservas musculares y adiposas |
| Uso de medicamentos y suplementos | Salud oral |
| Síntomas gastrointestinales | Apariencia cutánea |

Tabla 2 Evidencia de riesgo para los diferentes tipos de cáncer en relación con los alimentos según Fundación de Investigación Mundial de Cáncer - Instituto Americano de Investigación en Cáncer - Centro de prevención de cáncer de Harvard (47)

| Tipo de Cáncer | Disminuye en riesgo | Sin relación | Aumentan riesgo |
|----------------|---|--------------|---|
| Boca y faringe | Hortalizas y vegetales | - | Etanol |
| Nasofaringe | - | - | Peces estilo cantones |
| Laringe | - | - | Etanol |
| Esófago | Hortalizas y frutas | - | Etanol |
| Pulmón | Hortalizas y frutas | - | - |
| Estomago | Hortalizas y frutas Refrigeración de alimentos | - | - |
| Hígado | Hortalizas | - | Etanol |
| Colon rectal | - | - | Crecimiento rápido en los niños |
| Mama | - | Café | - |
| Endometrio | - | - | Estatura alta (adulto) / Exceso de peso |
| Vejiga | - | Etanol | - |

Table 3 Efectos nutricionales inducidos por el tratamiento (48)

| Radioterapia | Quimioterapia | Cirugía |
|---------------------------------------|---|---|
| Mielosupresión | Mielosupresión | Barreras mecánica y fisiológicas para la nutrición adecuada |
| Nauseas, vómitos y pérdida de apetito | Anomalías en el gusto | Respuesta metabólica inmediata que incrementa los requerimientos y modifica las necesidades de los nutrientes |
| Cambios en el gusto y en el olfato | Mucositis, queilosis, glositis, estomatitis y esofagitis | |
| Problemas dentales | Diarrea y absorción deficiente por toxicidad gastrointestinal | |
| Mucositis y xerofalmia | Nauseas, vómitos y anorexia | |
| Estenosis esofágica | Anemias | |
| Diarrea y absorción deficiente | Depresión de la función inmunitaria | |
| Depresión de la función inmunitaria | | |

VITAMINAS, DEFINICIÓN, DÉFICIT Y TOXICIDAD: RELACIÓN - PREVENCIÓN - TRATAMIENTO DEL CÁNCER.

Vitamina C, hidrosoluble, antioxidante por su alto poder de reducción. Esencial para la síntesis de colágeno, hormonas adrenales, carnitina y neurotransmisores. Favorece la absorción de hierro a través de la transformación de hierro férrico a ferroso, regula la inmunidad celular y evita la intoxicación por metales pesados. Su deficiencia se caracteriza por el clásico escorbuto, petequias, equimosis, anemia, mala cicatrización, edema, eritema, entre otras. En dosis tóxicas ocasiona necrosis tecidual (I.V de sales de calcio de

ácido ascórbico), hiperoxialuria, diarrea osmótica. Inclusive ocasiona un efecto rebote transitorio cuando se interrumpe de forma abrupta (8). Respecto a su capacidad antioxidante, varios estudios muestran que la vitamina C en concentraciones farmacológicas disminuye la tasa de mutaciones en el ADN, y que la deficiencia de ácido ascórbico eleva la actividad del factor transcripcional inducible por hipoxia, factor que se encuentra elevado en el cáncer. (9).

Wright y cols (10), estudiaron las variantes genéticas y su impacto sobre el riesgo de cáncer gástrico, basándose en la fuerte evidencia biológica que tiene el ácido ascórbico en el estómago. En el estudio se encontró

Tabla 4 Efectos adversos criterios de toxicidad National Cancer Institute U.S.A. Resumen de la tabla de COX (49)

| |
|--|
| Fatiga (astenia, letárgica, malestar) |
| Pérdida de peso |
| Otros síntomas constitucionales (especificar) |
| Anorexia |
| Afectación en la Dentadura |
| Diarrea |
| Boca/Xerostomía |
| Disfagia |
| Enteritis |
| Incontinencia anal |
| Mucositis/estomatitis (funcional/sintomática) |
| Perforación GI (esófago, estomago duodeno, yeyuno, íleon, colon, recto, vesícula biliar, árbol biliar) |
| Proctitis |
| Disgeusia |
| Nausea |
| Vómitos |

ácido ascórbico, lo que puede tener impacto positivo en el riesgo de cáncer gástrico. Por otra parte, Legut y cols (11), presentaron resultados en los que niveles deficitarios de vitamina C y ácido anacárdico incrementan de forma significativa la citotoxicidad de la droga antineoplásica en el melanoma en comparación con los amonio sulfato liposomas. La vitamina C y el ácido anacárdico protegen las células normales del daño que ocasiona la droga antineoplásica. La formulación combinada de vitamina C, ácido anacárdico y la mitoxantrona muestran resultados favorables en términos de cito-

Tabla 5 Requerimientos de Vitaminas RDA y Minerales. Dosis teóricas frente al estrés (50)

| Micronutrientes | Recomendaciones diarias | Pacientes críticos (límite superior) |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Vitamina A | 900-700µg | 3mg |
| Vitamina B1 | 1,5mg | 100mg |
| Vitamina B6 | 2,0 mg | 100-300 mg |
| Vitamina B12 | 2,4 µg | 5-10 g |
| Vitamina C | 90-75 mg + 35 mg en fumadores | 2.000-3.000 mg |
| Vitamina D | 5-15 µg | 45-100 µg |
| Vitamina E | 15 mg | 1.000 mg |
| Cobre | 900 µg | 10 mg |
| Selenio | 55-75 µg | 300-500 µg |
| Zinc | 8-11 mg | 40 mg |

ácido ascórbico en altas concentraciones en jugos y mucosa gástrica en pacientes con gastritis crónica, mientras que en pacientes con cáncer la concentración era baja. Esto describe que el ácido ascórbico neutraliza el oxígeno reactivo e inhibe la formación de compuestos N-nitroso en el estómago, mostrando que el ácido ascórbico puede inhibir la proliferación celular y la apoptosis en las células gástricas; incluso, parece que el ácido ascórbico puede afectar directamente el crecimiento del *Helicobacter Pylori* así como su virulencia. Concluyen que las variantes comunes en el gen SLC23A2 regulan directamente el transporte activo del

toxicidad y citoprotección. Cherdyntsev y cols (12), refieren que el derivado de nitrotriazol llamado Sanazole, el cual suele aplicarse en altas dosis para mejorar la eficacia de la radioterapia, ocasiona neuropatía periférica en algunos pacientes, con lo cual se califica como neurotóxico. Ante esto llevaron a cabo un estudio in vivo en ratones, en el que observaron que la administración del glucósido de ácido ascórbico antes del uso de Sanazole en el paciente oncológico, logra proteger el organismo de los efectos neurotóxicos. El sistema glutatión es especialmente importante para la defensa celular frente a las especies de oxígeno reactivo (ROS). La glutatión reducida (GSH) reacciona directamente con los radicales en una reacción no enzimática y es el donador de electrones en la reducción de los peróxidos catalizados por la glutatión peroxidasa (GPx), concluyen que con la administración del glucósido de ácido ascórbico previo al Sanazole, se previene el descenso de los niveles de glutatión cerebrales y con ello disminuir los efectos neurotóxicos de la droga. Mikirova y cols. (13), por su parte - destacan que el ácido ascórbico tiene un potencial terapéutico cuando se administra por vía intravenosa (IV), debido a que los niveles de ascorbato plasmático pueden ser capaces de mediar la inflamación, lo que pudiera incrementar el alta en los pacientes oncológicos Sugieren que esta

forma intravenosa es segura y puede servir como terapia adjunta al cuidado clínico del cáncer. El estudio se realizó utilizando 15 g de ácido ascórbico IVC de forma puntual en pacientes con diferentes tipos de cáncer, observando resultados favorables.

Mehdi y cols. (14), presentaron resultados importantes donde muestran que existe una elevación significativa en los niveles de los productos de oxidación proteica avanzados (AOPPs), el malondialdehído (MDA) y la adenosina- deaminasa (ADA) en pacientes con mieloma múltiple antes del tratamiento, en comparación con sujetos sanos. En contraste, la capacidad antioxidante total (TAC), los niveles de glutatión, ácido ascórbico (vitamina C), α -tocopherol (vitamina E) y los niveles de enzimas antioxidantes disminuyeron significativamente. Por lo que se evidencia los cambios bioquímicos que ocasiona este tipo de cáncer y el compromiso orgánico que representa. Christudoss y cols. (15), sugieren en su investigación que la aspirina, la vitamina C y el zinc, pueden darse de forma separada para obtener un efecto quimioprotector ante el efecto colónico pre neoplásico y de progresión carcinogénica colónica en ratas que induce la dimetil-hidracina (DMH). Por lo que es esencial el efecto inhibitorio asociado al mantenimiento del tejido colónico a partir de los niveles de zinc y de las enzimas del zinc lo más cercano posible a lo normal. Dado que el efecto de altas dosis de vitamina C como tratamiento del cáncer ha sido controversial, varios estudios exponen que la vitamina C en concentraciones plasmáticas de 0.25 – 1.0 mM inducidos por dosis y tiempo dependientes, logran inhibir la proliferación celular en la leucemia mieloide aguda. El tratamiento de células con altas dosis de vitamina C resulta en un incremento inmediato en el contenido de glutatión S-transferasa intracelular y de su actividad, acompañado de un consumo de cisteína. Estos resultados sugieren un nuevo papel para la vitamina C en altas concentraciones como modulador de componentes intracelulares con contenido sulfurado, tal como la glutatión y la cisteína. Por otra parte un estudio clínico reporta una importante depleción del ácido L ascórbico de forma alternada con la suplementación en el tratamiento de pacientes con leucemia mieloide aguda o con síndrome de mielo displasia. Durante la fase de suplementación, los pacientes recibieron a diario vitamina C intravenosa previo a la terapia observando in vitro el comportamiento y sensibilidad de las células leucémicas a la vitamina C, indicando que las

células cancerígenas son sensibles a la vitamina C. Concluyen que a pesar de que postular de forma precisa los mecanismos específicos de la vitamina C es difícil, sin embargo refieren la identificación de genes o proteínas que son específicamente regulados por la vitamina C en ciertos fenotipos celulares y esto pudiera mejorar la eficacia de las terapias oncológicas (16). El estudio in vivo de Kontek y cols. (17), muestra que la vitamina C puede causar un débil efecto en el ADN dañado por peróxido de hidrógeno y una influencia positiva en el ADN dañado en las células HT29 (disminución de aproximadamente el 30 %). Acotan que el daño en el ADN fue efectivamente reparado durante 120 minutos post-incubación en células de prueba que tenían uno de los mayores tipos de daño oxidativo. Por su parte Paiva y cols (18), en su trabajo investigaron los efectos de la vitamina C y E en tumores en ratones xenotransplantados con un modelo de sarcoma (S180) in vivo. El resultado del estudio experimental sugiere que dosis de 100 mg/kg de vitamina C y 400 mg/kg de vitamina E producen una importante inhibición en el comportamiento de los tumores. La encapsulación de drogas anticancerígenas en la estructura de un liposoma, protege la droga durante su circulación e incrementa la acumulación del medicamento en el tejido canceroso, así como su actividad anti tumor, a la vez que logra disminuir la toxicidad de la droga. El estudio de Dominik. y cols (19), plantea un nuevo método de carga de medicación basado en el pH de la vitamina C/ gradiente del ion. Las formulaciones fueron caracterizadas en términos de parámetros como pH externo óptimo, tiempo y tasa droga-lípido con el propósito de recargar la estabilidad in vitro. En el caso específico de la epirubicina (EPI), su coencapsulación incrementa la actividad anticancerosa a través de los posibles efectos sinérgicos reportados por varios grupos de una droga coctel de vitamina C libre de encapsulación. El método tiene otra ventaja que consiste en permitir la liberación de forma más rápida a través de la desestabilización del liposoma en el lugar del tumor, esto gracias a la muy buena solubilidad de la EPI en las sales de vitamina C, así como se observa en la transmisión criogénica. Esto influencia el proceso de liberación de las drogas e incrementa la actividad anticancerosa de la formulación liposomal. La actividad antitumor de la droga encapsulada fue confirmada (inhibió el crecimiento del tumor sobre un 40 %, mientras que la droga que no estaba encapsulada se mostro

que no tuvo actividad anticancerosa).

Vitamina E, liposoluble, denominada tocoferol: alfa, beta, gamma y delta. Se considera el principal antioxidante encontrado dentro de las membranas lipídicas del organismo, conserva los ácidos grasos poli insaturados de las membranas celulares de su oxidación mediante el bloqueo de radicales libres. Además de conservar los carotenoides y el selenio en su estado reducido, favoreciendo sus propiedades antioxidantes. Su deficiencia se caracteriza por anemia hemolítica, degeneración neuronal y reducción de creatinina sérica con pérdidas excesivas en orina. Un déficit prolongado de este micronutriente ocasiona lesiones musculo-esqueléticas y alteraciones hepáticas. Por otra parte la intoxicación por vitamina E provoca, náuseas, cefalea, fatiga, hipoglicemia (9). Respecto a su acción en el cáncer, la vitamina E juega un rol importante relacionado con la disminución de los efectos neurotóxicos del cisplatino. La suplementación con 400 mg/día de vitamina E, logra disminuir la incidencia y severidad de neurotoxicidad la evidencia señala que la vitamina E se le adjudica un papel importante junto a la vitamina C, los carotenoides y los folatos, en la prevención del cáncer pancreático (20,21). Mientras que en el estudio del alfa tocoferol, beta caroteno del Cancer Prevention Study Group (22), se reportó no haber encontrado reducción alguna en la incidencia del cáncer de pulmón entre hombres fumadores luego de 8 años de suplementación dietética con alfa tocoferol o beta caroteno. De hecho estos ensayos sacan a la luz la posibilidad de que estos suplementos pueden ocasionar más daños que efectos beneficiosos. También identificaron la asociación de la suplementación de Vitamina A con el riesgo de cáncer de mama, reportando una incidencia estadísticamente significativa. En relación al complejo B, revisaron varios estudios pero no hallaron relación que soporte la suplementación con el complejo B y niacina y el cáncer de mama.

Vitamina A— Retinol o carotenos, carotenoides, es una vitamina liposoluble con reconocido efecto antioxidante in vitro. (23). Los carotenoides son absorbidos en el intestino delgado y dependen de la absorción adecuada de grasas, sales biliares y estereosas pancreáticas (24). Su absorción es cercana al 80%, luego se transporta a través del sistema linfático como parte de los quilomicrones de la lipoproteína en el hígado. Su deficiencia (concentraciones séricas $< 0,35\text{mmol/l}$) se caracteriza por: ceguera nocturna, xeroftalmia, manchas

de Bitot, entre otras. La intoxicación incluye irritabilidad, cefalea, anorexia, diplopía, alopecia, dolores articulares, alteraciones hepáticas, hemorragias. Dentro de sus funciones antioxidantes se encuentran: regulación de la diferenciación celular epitelial, inhibición de la proliferación celular, incremento de la capacidad inmunológica, inhibición de mutagénesis inducida por los agentes físicos cancerígenos, reducción del daño nuclear ocasionado por cancerígenos químicos y biológicos (9). La evidencia más fuerte que se refiere a la suplementación con betacarotenos y el cáncer de pulmón, en la actualidad, relaciona que altas dosis de betacarotenos pueden causar cáncer de pulmón en fumadores de tabaco (25).

Vitamina D. Existen dos formas de Vitamina D en el organismo: D2, ergo calciferol y D3 cole calciferol. La Vitamina D2 presente en los vegetales y en formulaciones vitamínicas, la D3 sintetizada en el organismo por la exposición cutánea a rayos ultravioletas. Debido a sus características es considerada una hormona, con funciones diferentes a otras vitaminas, además de ser sintetizada por el organismo gracias a la acción solar. Su activación a calcitriol se inicia en el hígado y termina en los riñones. Implicada en el crecimiento, mineralización ósea y en la diferenciación celular (células del sistema inmune y hematopoyéticas), también hace de medio conector por la familia de los receptores nucleares como de los esteroides de forma general. Es un receptor nuclear único y específico con actividad transcripcional directa por la unión con elementos de respuesta a la vitamina D. Debido a estos efectos globales y al sistema inmunológico, entre ellos la diferenciación y proliferación celular, se le acredita a la vitamina D un papel en la carcinogénesis y al polimorfismo genético (26). La deficiencia de vitamina D, tiene una prevalencia epidémica en la India que oscila entre el 70% - 100% de la población, debido a que por prácticas culturales y religiosas no se facilita la exposición adecuada al sol así como tampoco al consumo de productos lácteos, y como consecuencia sufren deficiencias subclínicas de vitamina D, favoreciendo por lo tanto, una alta prevalencia de osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer (27). Debido a que los receptores ARNm de la vitamina D se han detectado en el esófago humano, se le adjudica a estos un papel de regulador en el ciclo celular, contribuyendo con el frenado y diferenciación en la apoptosis de células normales y transformadas, donde la $25(\text{OH})_2\text{D}_3$,

que es la forma activa de la Vitamina D3, contribuye defendiendo las células contra la conversión a carcinogénicas. Evidencia sustancial soporta el papel anticancerígeno de la Vitamina D3 contra el cáncer de mama, próstata, piel y colon, tanto en modelos experimentales in vivo como en in vitro, siendo los más recientes los que avalan que los metabolitos de la Vit D3 suprimen el crecimiento y estimulan la diferenciación de células cancerosas en esófago in vitro. Sin embargo la evidencia no demuestra claramente la relación entre la vitamina D3 y el riesgo de cáncer de esófago. En el estudio de Gui-Ling Huang y cols (28), se evidencia una asociación entre altas concentraciones séricas de vitamina D3 y betacaroteno con un riesgo bajo de cáncer de esófago. Por otra parte Pankaj G y cols (29), destacan en su hipótesis que la administración de quimioterapia en cáncer colo-rectal puede ocasionar modificaciones en la dieta, tales como la eliminación o reducción de productos lácteos como parte del manejo de la quimioterapia debido a la diarrea inducida. Además se observó que los pacientes bajo este tratamiento parecen no absorber la vitamina D por la mucositis subclínica, razón por la cual, estos pacientes pueden necesitar grandes cantidades de vitamina D por largos periodos de tiempo a fin de alcanzar niveles séricos adecuados de 25(OH) D. También encontraron que una formulación oral de vitamina D de 8000 IU/día por 8 semanas es un régimen seguro para corregir la deficiencia de vitamina D en los pacientes oncológicos. La respuesta a tal suplementación conlleva a revertir niveles sub óptimos a óptimos en pacientes con cáncer de próstata y de pulmón (con niveles basales de 20-32 ng/ml), así como en pacientes con cáncer colo-rectal y pancreático cuyos niveles basales suelen ser los más bajos (por debajo de 20 ng/ml). Se debe investigar el impacto de mejorar los niveles séricos de 25(OH)D en los pacientes, la supervivencia y la calidad de vida. Otro hallazgo de Pankaj y cols (30), es la asociación entre pacientes oncológicos obesos quienes presentan deficiencia de vitamina D, en comparación con los pacientes oncológicos normopeso. Algunos de los mecanismos propuestos explican la asociación entre la obesidad y la hipovitaminosis D, la cual además de incluir falta de exposición solar por inactividad física, también refiere un secuestro de la vitamina D en el tejido graso subcutáneo. Últimamente tales estudios proponen determinar si con la restauración y mantenimiento de adecuados niveles de vitamina D se puede influenciar el control tumoral y la

sobrevivencia.

Acido fólico. Vitamina hidrosoluble cuyas fuentes alimentarias son las frutas, vegetales verdes oscuros y semillas secas. Los humanos no son capaces de sintetizar esta vitamina, por lo que debe provenir de las fuentes dietéticas. Su biodisponibilidad es mayor como ácido fólico que como folato, por no estar conjugada y por ende más estable. Múltiples mecanismos sugieren que tiene un papel preventivo en la carcinogénesis, entre ellos mecanismos moleculares como la síntesis de ADN, su reparación y metilación. Marinos y col. (31), destacan que incluso en el estudio de las enfermeras (NHS), se demuestra que una ingesta dietética alta en folato reduce el riesgo de cáncer colorectal o de adenoma, más no cuando el folato proviene de suplemento. Se sugiere que la suplementación con folato incluso puede estar asociada con mayor recurrencia de adenoma y puede ser perjudicial para aquellos pacientes con historia de cáncer de colon. Por esto es que se recomienda que los multivitamínicos que tengan ácido fólico no deben ser superiores a 400 µg. Es necesario resaltar que el ácido fólico tiene propiedades nutricionales y estructuras químicas similares a los folatos y a la folacina; es una coenzima que participa en la síntesis de bases nucleicas, purinas y pirimidinas para la formación de ácidos nucleicos, conjuntamente con la vitamina B 12, y en el metabolismo proteico. Los folatos son importantes en la síntesis de ADN por lo que de alguna manera tienen un papel en la carcinogénesis. Este papel se considera, dado que la vía de los folatos es la natural de los medicamentos anti folatos como es el caso del metotrexato. Es así como en el tratamiento oncológico resultan dañinos tanto para las células cancerígenas como para las células normales, razón por la cual ocasionan los bien conocidos efectos colaterales de estos medicamentos. La deficiencia de ácido fólico resulta en anemia megaloblástica, leucopenia, anorexia, diarrea, glositis, pérdida de peso, alteraciones dermatológicas (32). Se ha sugerido que el folato puede ayudar a prevenir el cáncer por su participación en la síntesis, reparación y funcionamiento del ADN. La deficiencia de folato puede resultar en un daño al ADN que puede conducir al cáncer. Inversamente otros estudios han sugerido que el exceso de folato puede promover la iniciación del tumor. El ácido fólico interviene en el metabolismo de los aminoácidos y es indispensable para la metilación de los ácidos nucleicos (33). Es importante considerar que una de las drogas

que interfiere con el metabolismo del folato es el metrotexato, la cual es conocida por ser usada para tratar el cáncer. Su interacción directa es que inhibe la producción de la forma activa, tetrahidrofolato. Aunado a esto, el metrotexato puede tener un efecto tóxico como inflamación del tracto digestivo lo que a su vez afectaría la ingesta oral, (34). El ácido fólico por su parte puede ayudar a revertir el efecto tóxico del metrotexato. Sin embargo se conoce que dosis bajas de metrotexato pueden disminuir las reservas de folato ocasionando deficiencia. En contraparte, dietas altas en ácido fólico así como su suplementación, pueden contribuir a la disminución de los efectos secundarios del metrotexato, sin disminuir su efectividad (35). En relación con las dosis indicadas para suplementar, encontraron que existe un riesgo incrementado cuando se suplementa con dosis de ácido fólico mayores a 400 µg/día (36).

Calcio, Macroelemento importante en procesos de coagulación sanguínea, en la excitabilidad neuromuscular, la transmisión nerviosa y en la contracción muscular. Posee además un importante papel en la mineralización ósea y dientes, en la activación enzimática y secreción hormonal. Responsable por el transporte de la Vitamina B12 en el tracto gastrointestinal y esencial en la manutención y función de las células de las membranas (37). La hipocalcemia está asociada a la secreción de calcitonina por las células C tumorales de glándula tiroideas, algunas veces del timo y paratiroides, bajando las concentraciones del calcio y fosfato del plasma e inhibiendo la absorción ósea. La hipercalcemia está asociada a tumores de paratiroides. (38).

Zinc, Elemento traza más abundante después del hierro. Constituyente de metaloenzimas de alto poder antioxidante, con un papel relevante en el crecimiento y replicación celular, en la maduración sexual, fertilidad y reproducción, también en funciones fagocitarias, inmunitarias y humorales, así como en la palatabilidad y el apetito. Esencial para la movilización hepática de la vitamina A. Por otra parte, la deficiencia del zinc puede alterar la síntesis proteica reduciendo los niveles séricos de proteínas transportadoras como albumina, pre albumina, transferrina, afectando la disponibilidad de micronutrientes. La deficiencia puede ocasionarse por un bajo consumo o por grandes pérdidas a nivel intestinal (diarrea, drenajes, etc.) por terapia con cisplatin y diuréticos, también ocurre con la quimioterapia por agentes que promueven la mucositis. Incluso bajos ni-

veles de Zn se correlacionan con mayor mortalidad en el paciente oncológico que recibe altas dosis de drogas antineoplásicas en la quimioterapia, como sucede en el trasplante de medula ósea, (39). Chistudoss y cols (40), refieren que la deficiencia o el exceso del Zinc parece estar implicado en el desarrollo o progresión de algunos tipos de cáncer. En su modelo experimental se sugiere que el déficit plasmático de Zinc en las reservas tisulares y la actividad enzimática dependiente de Zinc se, asocian con el desarrollo de lesiones pre neoplásicas debido a que tales parámetros bioquímicos, descienden en proporción con la progresión del cáncer en el colon específicamente.

Selenio, elemento traza que funciona por intermedio de seleno-proteínas, algunas de las cuales son enzimas como la glutatión peroxidasa. Entre sus funciones está la promoción del crecimiento corporal, prevención de alteraciones pancreáticas, necrosis hepáticas, dolencias degenerativas del musculo blanco y de la ocurrencia de la enfermedad de Keshan (cardiomiopatía juvenil). Es importante en la citotoxicidad de neutrófilos y polimorfonucleares. Rol biológico importante es su reconocido poder antioxidante, el cual es secundario al de las selenoenzimas (Glutatión peroxidasa, selenoproteína P, tioredoxina Peroxidasa, Iodotironinadeiodinasa Inmunomodulador: optimización de la respuesta inmune celular y humoral mediante la mejoría de los fenómenos de fagocitosis, proliferación de linfocitos T y síntesis de inmunoglobulinas). Durante los estados de hipercatabolismo se crea una deficiencia en el estado nutricional de selenio. Reactante negativo de fase aguda. En la enfermedad crítica (caracterizada por una condición inflamatoria con estrés oxidativo) los niveles séricos de selenio se reducen precozmente, existiendo una relación inversa entre estos eventos y la mortalidad. Manzanares (41), plantea una suplementación con selenio de 450 ug/día por 14 días consecutivos. Por su parte Heyland y cols (42), sugieren un aporte de selenio de 100 µg/día en pacientes críticos, mientras que en pacientes grandes quemados debe ser de 375 µg/día. Afirman que la dosis de selenio asociada con una reducción de la mortalidad en pacientes críticos es de 500 a 1000 mg/día. La opinión científica respecto a la relación entre selenio y el riesgo de cáncer ha sido muy variada. Al principio fue visto como posible carcinógeno en los años 40s, luego como posible agente protector entre los 60s y en el 2000. Más recientemente los estudios controlados no han encontrado efecto sobre el riesgo de

cáncer, pero sugieren baja dosis dermatológica y toxicidad endocrina; en animales indican tantos efectos carcinogénicos como efectos preventivos. Epidemiológicamente la evidencia reporta que no hay efectos preventivos relacionados con cáncer al incrementar la dosis de selenio en individuos sanos pero si el riesgo de ocasionar desórdenes y enfermedades de otra índole, la forma de presentación del Se orgánico o inorgánico pueden darse conclusiones dramáticamente diferentes de los efectos biológicos (43). La deficiencia de Selenio se ha asociado con el riesgo de cáncer; incluso se plantea como quimio protector contra el Ca. Se estudiaron 336 pacientes (raza blanca y negra) con suplementación de Se y grupo placebo. Después de la suplementación con Se, se observó una asociación directa entre el Se y la GSH en sangre, resultando más alto en los blancos que en los negros con una $p < 0.01$. (44). El Se puede ser efectivo en la prevención del cáncer de pulmón, mas aun en individuos que tienen bajo status de Se, sin embargo no debe usarse como una estrategia general. De igual manera reduce los niveles de toxicidad en la quimio y radioterapia. (45). Para finalizar, en la Tabla 5 se presentan las recomendaciones de vitaminas para pacientes estresados (46).

CONCLUSIONES

Debido a que los tratamientos oncológicos y al tipo de cáncer diagnosticado, afectan la condición nutricional de los pacientes, La nutrición juega un papel fundamental en la progresión y tratamiento del mismo. Los tratamientos antineoplásicos pueden producir déficit de micronutrientes, de allí la importancia de la terapia nutricional, específicamente con los micronutrientes estudiados, de manera puntual para disminuir la toxicidad de tales tratamientos y con ello mejorar la tolerancia a los mismos y la calidad de vida del paciente oncológico.

REFERENCIAS

1. Tannenbaum. The genesis of growth of tumors, II Effects of caloric restriction per se. *Cancer Res* 1942; 2:469-7.
2. Boentes Santos PC. Estrés oxidativo. En: *Dieta Nutricion y Cancer*. Dan Linetzky Waitzberg. Cap 9 pag 98. Ed Ateneus. 2004.
3. Bethesda M. La nutrición en el tratamiento del cáncer. National Cancer Institute. 2013. Disponible en: http://cancer.gov/espanol/pdq/cuidados_medicoso-poyo/nutricion/HealthProfessional
4. Mauro San, Micó V, Romero E. Bodega P, González E. Grupo de Investigación GENUA (Genómica Nutricional Aplicada). Consejo nutricional en paciente oncológico. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*. 2013.
5. Arias Rangel Las metas en la terapia nutricional para los pacientes oncológicos son prevenir o corregir las deficiencias nutricionales y minimizar la pérdida de peso Dieta y Cáncer. *Radiobiología*. Universidad de Malaga. España. 2005
6. Dewys WD., Begg C., Lavin PT Dewys WD, Begg C, Lavin PT, Band PR, Bennett JM. Prognostic effect of weight loss prior to chemotherapy in cancer patients. Eastern Cooperative Oncology Group. *Am J Med*. 1980 Oct;69(4):491-7.
7. Murphy R. The Canadian Lung Oncology Group. *J Cachexia.Sarcopenia Muscle* 2011;2:27-35.534.
8. Ferrini MT, Borges VC, Marco D, y cols., Vitaminas. In: Waitzberg DL, ed. *Nutricion Oral , Enteral y Parenteral en Práctica Clínica*. 3ª ed. Ateneo; 2000.p.95-115
9. García Triana Bárbara. El estrés Oxidativo y Los Antioxidantes en la prevención del cáncer. *Revista de la Habana en Ciencias Medicas* 2013. Vol 12. No 2
10. Wrighta Margaret E, Andreottib Gabriella, Lissowskac Jolanta, Yeagerd Meredith, Zatonkic Witold, Chanockd Stephen J, Chowb Wong-Ho, and Lifang Houe. Genetic variation in sodium-dependent ascorbic acid transporters and risk of gastric cancer in Poland. *Eur J Cancer*. 2009 July ; 45(10): 1824–1830
11. Legut Mateusz, Lipka Dominik, Filipczak Nina, Piwoni Adriana, Kozubek Arkadiusz. Anacardic acid enhances the anticancer activity of liposomal mitoxantrone towards melanoma cell lines – in vitro studies. *International Journal of Nanomedicine* 2014:9 653–668.
12. Cherdyntseva Nadezda V, Ivanova Anna A, Ivanov Vladimir, Cherdyntsev Evgeny, Cherupally Krishnan, Krishnan Nair, Tsutomu V.Kagiya. Ascorbic acid glucoside reduces neurotoxicity and glutathione depletion in mouse brain induced by nitrotriazole radiosensitizer. *Journal of Cancer Research and Therapeutics* - July-September 2013 - Volume 9 - Issue 3 364 – 369.
13. Mikirova Nina, Casciari Joseph, Riordan Neil and Ronald Hunninghake. Clinical experience with intravenous administration of ascorbic acid: achievable levels in blood for different states of inflammation and disease in cancer patients. *Journal of Translational Medicine* 2013, 11:191

14. Mehdi Wesen A, Jwan A Zainulabdeen, Atheer A Mehde. Investigation of the Antioxidant Status in Multiple Myeloma Patients: -Effects of Therapy. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 2013, 14 (6), 3663-3667.
15. Christudoss Pamela, Ratnasam y Selvakumar, Anna Benjamin Pulimood, Jude Joseph Fleming, George Mathew. Protective Role of Aspirin, Vitamin C, and Zinc and their Effects on Zinc Status in the DMH-Induced Colon Carcinoma Model. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, Vol. 14, 2013
16. Seyeon Park. The Effects of High Concentrations of Vitamin C on Cancer Cells. *Nutrients* 2013, 5, 3496-3505.
17. Kontek Renata, Kontek Bogdan, Krzysztof Grzegorzycy. Vitamin C modulates DNA damage induced by hydrogen peroxide in human colorectal adenocarcinoma cell lines (HT29) estimated by comet assay in vitro. *Arch Med Sci* 2013; 9, 6: 1006–1012
18. Paiva Gerson S., Taft Carlton A., Carvalho Marcos C, de Souza Ivone A., Barbosa da Silva Elisângela C., Cavalcanti Karen P., Ronaldo F. L. Jr, Neil M. De la Cruz. A Comparative Study of the effects of Vitamins C and E in the Development of Sarcoma 180 in Mice. *Journal of Cancer* 2013; 4(9): 724-726.
19. Dominik Lipka, Jerzy Gubernator, Nina Filipczak, Sabine Barnert, Regine Süß, Mateusz Legut, Arkadiusz Kozubek. Vitamin C-driven epirubicin loading into liposomes. *International Journal of Nanomedicine* 2013;8 3573–3585
20. Pace A y cols. Vitamin E neuroprotection for ciplastin neuropathy: a randomized, placebo controlled trial. *Neurology*, 2010; 74 (9): 762-6.
21. Bravi1 F, J. Polesel, C. Bosetti1, R. Talamini, E. Negri, L. Dal Masa, D. Serraino, C. La Vecchia. Dietary intake of selected micronutrients and the risk of pancreatic cancer: an Italian case-control study. *Annals of Oncology* 22: 202–206, 2011
22. Heinonen, O.P, Albanes D. Cancer Prevention Study Group The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers *N Engl J Med* 330 1029–35. 1994
23. Williams SR. Soluble Vitamins. In: Williams SR, Anderson SL., eds *Nutrition and Diet Therapy* St Louis: Mosby; 1997, p: 181-204
24. Olson J.A. Vitamina A, retinoids and carotenoids. In: Shils ME Olson Jan Shike , eds. *Modern Nutrition in health and disease*, 8a ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994, p287-307
25. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research (2007) *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective* (American Institute for Cancer Research, Washington, DC).
26. Anthony WN. Vitamin D. In: Ziegler EF Filer LJ, eds *Present knowledges in nutrition 7aed* Washington: ILSI Press; 1996 p.120-9
27. Ritu G 1 and Ajay Gupta. Vitamin D Deficiency in India: Prevalence, Causalities and Interventions. *Nutrients* 2014, 6, 729-775
28. Gui-Ling Huang, Lei Yang, Ming Su, Shao-Kang Wang, Hong Yin, Jia-Sheng Wang, Gui-Ju Sun. Vitamin D3 and Beta-carotene Deficiency is Associated with Risk of Esophageal Squamous Cell Carcinoma - Results of a Case-control Study in China. *Asian Pac J Cancer Prev*, 201415 (2), 819-823
29. Pankaj G., Vashi, Kristen Trukova, Carolyn A Lammersfeld, Donald P Braun, Digant Gupta. Impact of oral vitamin D supplementation on serum 25-hydroxy vitamin D levels in oncology. *Nutrition Journal* 2010, 9:60
30. Pankaj G., Vashi, Carolyn A Lammersfeld Donald P Braun and Digant Gupta Serum 25-hydroxyvitamin D inversely associated with body mass index in cancer. *Nutrition Journal* 2011, 10:51
31. Marinos Pericleous, Dalvinder Mandair, Martyn E. Caplin. Diet and supplements and their impact on colorectal cancer. *J Gastrointest Oncol*. Dec 2013; 4(4): 409–423.
32. Nutrition Advisory Group American Medical Association. Multivitamin preparations for parenteral use. Department of Foods and Nutrition 1975 *JPEN* 1979; 3(4): 258-62
33. Anaya Prado Roberto. Vitaminas Hidrosolubles y Su Efecto Sobre La Expresión Genética. *Revista Latinoamericana De Cirugía* 2012. Vol 2/No/1.
34. Van Guelpen B (2007). "Folate in colorectal cancer, prostate cancer and cardiovascular disease". *Scand J Clin Lab Invest* 67 (5): 459–73
35. Kim YI (2004). "Will mandatory folic acid fortification prevent or promote cancer?". *Am J Clin. Nutr.* 80 (5): 1123–8
36. Dong-Hyun Kim, Stephanie A. Smith-Warner. Pooled analyses of 13 prospective cohort studies on folate intake and colon cancer. *Cancer Causes Control*. 2010 November ; 21(11): 1919–1930
37. Borges VC, Ferrini MT, Waitzberg DL y cols., *Minales In: Waitzberg DL ed Nutricion oral, enteral y parenteral en la practica clínica* 3a ed Sao Paulo; Ateneo; 2000. P 117-48
38. Blackburn GL, Maini BS, Bistran BR et al. The effect of cancer on nitrogen, electrolyte, and mineral metabolism. *Cancer Res* 1977;37 (7 pt 2):2348-53
39. Bates J. Mc Clain CJ. The effect of severe Zinc deficiency on serum levels of albumin, transferrin an pre-albumin in man. *Am J Clin. Nutr.* 1981; 34(9);1655-60

40. Christudoss Pamela, R Selvakumar, Anna B Pulimood, Jude Joseph Fleming, George Mathew Zinc and Zinc Related Enzymes in Precancerous and Cancerous Tissue in the Colon of Dimethyl Hydrazine Treated Rats. *Asian Pacific J Cancer Prev.* 2012. 13, 487-492
41. Manzanares Castro W. Selenio en pacientes Críticos con respuesta inflamatoria sistémica. *Nutrición Hospitalaria* 2007;22(3): 295- 306
42. Heyland DK, Dhaliwal R, Suchner U, Berger MM: Antioxidant nutrients: a systematic review of trace elements and vitamins in the critically ill patient. *Intensive Care Med*2005;
43. Vinceti Marco, Crespi Catherine M., Malagoli Carlotta, Del Giovane Cinzia, and Vittorio Krogh. Friend or Foe? The Current Epidemiologic Evidence on Selenium and Human Cancer Risk. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 31:305–341, 2013.
44. Richie John, Joshua E. Muscat, Irina Ellison, Ana Calcagnotto, Wayne Kleinman. Association of selenium status and blood glutathione concentrations in blacks and whites. *Nutr. Cancer.* 2011 April; 63(3): 367–375.
45. Fritz Heidi, Deborah Kennedy, Dean Fergusson Rochelle Fernandes, Kieran Cooley, Andrew Seely, Stephen Sagar, Raimond Wong, Dugald Seely Selenium and Lung Cancer: A Systematic Review and Meta Analysis *PLoS One.* 2011; 6(11): e26259.
46. Blackburn GL., Bitrian BR. Maini BS y cols., Nutritional and metabolic assessment of the hospitalized patient *J Parenter Enteral Nut*, 1977;1:11-22 Mc Callum Pd. Nutrition screening and assessment in oncology. In: Elliot, Molseed LL, Mc Callum PD Grant B, eds. *The Clinical Guide to Oncology Nutrition*, 2nded Chicago IL: American Dietetic Association, 2006:44-53
47. World Cancer Research Fund & American Institute for Cancer Research (WCR/AICR). *Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: global perspective.* Washington: 1997.
48. González Machin Gustavo. *Trastornos en el Estado Nutricional del Paciente Oncológico.* Instituto Canario de Investigación del Cáncer ICIC. 2012
49. Cox JD, Stetz J, Pajak. Toxicity criteria of the Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) and the European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC). *Int J of Radiat Oncol Biol Phys* 1995; 31 (5):1341-6.
50. García de Lorenzo Abelardo. Inmunonutrición (farmakonutrición) análisis crítico de su empleo. *Revista nutrición clínica en medicina* 2012. pp 166-33.

Recibido: 01-07-2014

Aceptado: 15-10-2014

La transición alimentaria y la doble carga de malnutrición: cambios en los patrones alimentarios de 1961 a 2009 en el contexto socioeconómico mexicano.

Laura Moreno-Altamirano, Dewi Hernández-Montoya, Martín Silberman, Santiago Capraro, Juan José García-García, Guadalupe Soto-Estrada, Elvira Sandoval-Bosh

Departamento de Salud Pública Facultad de Medicina. Departamento de Investigación en Epidemiología. Doctorado de la Facultad de Economía. UNAM. México

RESUMEN. El propósito de este trabajo fue identificar si existieron cambios en la composición de los patrones alimentarios de 1961 a 2009, si el gasto en algunos alimentos por nivel de ingresos y el aumento en el precio de ciertos alimentos básicos de la dieta en el contexto socioeconómico mexicano, podrían explicar la transición alimentaria y la doble carga de malnutrición. Se llevó a cabo un estudio ecológico con la información de las Hojas de Balance de la FAO. Para conformar los patrones alimentarios se realizó análisis de conglomerados. Además, con los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares 2012 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía se construyeron curvas de Engel para calcular la evolución del precio relativo de algunos alimentos. La dieta se definió en tres patrones alimentarios. La disponibilidad total de energía aumentó de 2316 kcal/persona/día en 1961 a 3146 en 2009. Las modificaciones del patrón alimentario están en consonancia con la transición alimentaria y nutricional y con la doble carga de malnutrición. Se observó que la energía derivada de los cereales y la proveniente de las leguminosa (frijol) se redujo considerablemente, y de manera simultánea la energía procedente de azúcares, alimentos de origen animal y grasas vegetales tuvieron un aumento notable. El gasto en alimentos fue diferencial de acuerdo al nivel de ingresos. La malnutrición está mediada por la inequitativa distribución del ingreso, el bajo costo relativo de los alimentos ricos en energía, el encarecimiento de alimentos nutritivos y el escaso apoyo a la agricultura.

Palabras clave: Transición alimentaria, doble carga de malnutrición, patrones alimentarios.

SUMMARY. The nutrition transition and the double burden of malnutrition: changes in dietary patterns 1961-2009 in the Mexican socioeconomic context. The purpose of this study was to identify whether there were changes in the composition of dietary patterns from 1961 to 2009, if food patterns by income level and the increase in the price of certain basic foods of the diet in the socioeconomic Mexican context, could explain the nutrition transition and the double burden of malnutrition. We conducted an ecological study with data from FAO balance sheets. To construct eating patterns cluster analysis was performed. Engel curves were developed with data from the 2012 INEGI ENGH survey and evolution of the relative price of some foods was calculated. The diet was defined in three dietary patterns. The increase in the total availability of energy increased from 2316 kcal/person/day in 1961 to 3146 in 2009. Dietary pattern modifications are in line with the nutrition transition and the double burden of malnutrition. It was observed that the energy derived from cereals and from legume (common beans) was significantly reduced, and simultaneously, the energy from sugars, animal foods and vegetable fats had a dramatic increase. Spending on food was differential according to income level. Malnutrition is mediated by the unequal distribution of income, the relatively low cost of energy-dense foods, the increased cost of nutritious foods, and limited support to agriculture.

Key words: Nutrition transition, double burden of malnutrition, eating patterns.

INTRODUCCIÓN

La transición alimentaria y la doble carga de malnutrición que observamos en México llevó a plantear el presente estudio cuyo propósito fue identificar en el contexto socioeconómico mexicano, si existían cambios en la composición de los patrones alimentarios de 1961 a 2009 (datos de las Hojas de Balance de Alimentos publicados por la FAO), si el gasto en algunos alimentos por nivel de

ingresos y si el aumento en el precio de ciertos alimentos básicos de la dieta habitual (datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI), podrían explicar ambos fenómenos.

Las HBA permiten estimar la disponibilidad de alimentos de un país (también denominado consumo aparente), muestran estimaciones sobre las cantidades y los grupos de los principales alimentos de con-

sumo humano en los diferentes países y por año. Los valores que reportan constituyen un cociente formado por la suma de la producción y las importaciones menos la suma de las exportaciones y usos de alimentos para animales, y el resultado se divide entre la población. Por lo tanto, la disponibilidad de alimentos no proporciona información sobre acceso y consumo efectivo de los mismos, sobre todo en términos de diferencias por grupos de población: edad, sexo, localidad. Por lo tanto, aunque un país aparezca con un balance adecuado, es posible que tenga regiones con graves problemas alimentarios. Por otra parte, también tiene algunas limitaciones relacionadas con la exactitud de la estimación de la población debido a que no se contabiliza el desperdicio de alimentos; y que la composición nutricional de los mismos puede variar entre países. Sin embargo, se ha evidenciado mediante encuestas dietéticas que la información de las hojas de balance es una aproximación adecuada al consumo promedio de alimentos. Además, debido a que las HBA se elaboran cada año, permiten hacer comparaciones entre los distintos países o bien describir las tendencias de consumo de los principales alimentos en un país a lo largo del tiempo (1).

La modificación de los perfiles epidemiológicos de las poblaciones y las condiciones de salud han obedecido, entre otras cosas, a las transformaciones de la organización del trabajo, los procesos industriales, los esquemas de producción, las formas de comercialización y las pautas de consumo, también a las concentraciones demográficas mediante la migración campo-ciudad, características de la fase contemporánea de la modernidad. En este contexto, y como resultado de la aplicación de las políticas públicas epitomizadas en el Consenso de Washington (2, 3), difundidas en toda Latinoamérica en la década de los 80's y puestas en práctica en México a partir de 1983, se han producido cambios socioeconómicos que han agravado los problemas de pobreza, segmentación y desagregación de los espacios de asentamiento social. Asimismo, se han modificado fuertemente aspectos de carácter cultural y de comportamiento, adoptando, cada vez más, formas de vida propias de la modernidad, industrialización, urbanización y globalización (4). Se ha señalado que a partir de los 80's en México y otros países del mundo se han advertido cambios en los hábitos de consumo de alimentos, de manera tal que actualmente predominan las dietas deficientes, el abandono de la dieta tradicio-

nal, la adopción de otra basada en productos procesados y ultraprocesados (PUP), el consumo masivo de aceites vegetales, grasas saturadas, ácidos grasos trans, alimentos ricos en sal y en carbohidratos simples o azúcares refinados (4-10). Además, se ha condicionado una existencia cada vez más sedentaria forjada por las formas de vida automatizadas y con menos oportunidades para realizar actividad física, ya sea en la vida cotidiana, en la laboral o en la recreativa. Al fenómeno anterior se le ha denominado "Transición alimentaria o nutricional" (11), mismo que ha devenido rápidamente en todas las sociedades del mundo. Ésta se asocia a la doble carga de malnutrición en la que coexiste malnutrición por deficiencia y por exceso y enfermedades relacionadas con la dieta y la carencia de micronutrientes (12). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el sobrepeso y la obesidad están directamente relacionados al desarrollo de enfermedades crónicas como la diabetes, enfermedades cardiovasculares y varios tipos de cánceres y constituyen las principales causas de mortalidad en el país (12). A escala global, el número de personas con sobrepeso ha rebasado los 1 400 millones de adultos. En México el sobrepeso y la obesidad han adquirido dimensiones epidémicas en todos los grupos de edad y estratos sociales. De acuerdo con la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición realizada en México (ENSANUT 2012), durante los últimos doce años la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad (SOB) en el adulto ha aumentado 15.2%. La prevalencia combinada de SOB fue de 71.2% (48.6 millones de personas) (13). Por otro lado, la información estadística sobre desnutrición mostrada en las cuatro Encuestas Nacionales realizadas en México (ENSA, 1988; ENSA, 1999; ENSANUT, 2006; ENSANUT, 2012) por el Instituto Nacional de Salud Pública, si bien muestran disminución en la desnutrición durante el periodo 1988-2012, aún señalan la existencia de bajo peso, emaciación y principalmente baja talla en niños menores de cinco años (Tabla 1) (14). Por otro lado, en 2012 de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a la desnutrición calórico proteica se le atribuyeron 7730 defunciones, ocupó el décimo lugar como causa de muerte en la población general y representó el 1.5% del total de muertes registradas. En los menores de un año se ubicó en el noveno lugar con 457 defunciones y constituyó el 4.3% del total en este grupo. Es necesario resaltar lo preocupante que resulta que en el

grupo de 65 años y más fue causante de 6050 defunciones es decir, más de las tres cuartas partes del total de muertes por este motivo (78.27%) (15). Las encuestas nacionales de nutrición ya mencionadas, también muestran que la prevalencia de desnutrición en menores de 5 años no es homogénea en las diversas zonas del país y entre la población indígena y no indígena hay grandes diferencias, en 2012 fue de 33.5% y 11.7% respectivamente (14). Con el presente estudio se pretendió buscar indicadores socioeconómicos que permitieran comprender la transición alimentaria y la doble carga de malnutrición que observamos en México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio ecológico de tendencias en el tiempo en el que se utilizaron los datos de las Hojas de Balance de Alimentos (HBA) publicados por la FAO. Con el fin de identificar patrones alimentarios del consumo aparente a lo largo del periodo estudiado (1961 a 2009), se llevó a cabo un análisis de conglomerados jerárquicos por medio del cual se agruparon los años cuyo consumo aparente de alimentos (kcal/persona/día) fuera más homogéneo. Con base en la semejanza de los alimentos consumidos, los años se agruparon en tres patrones distintos. La composición de los alimentos al interior del conglomerado es similar y heterogénea entre cada conglomerado. El primer y segundo patrón correspondieron a catorce años; de 1961 a 1974 y de 1975 a 1988, respectivamente y el tercer patrón agrupó los últimos 21 años, de 1989 a 2009. Una vez que se habían definido los patrones, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si las diferencias entre el consumo de kcal/persona/día entre los patrones eran estadísticamente significativas. Además se calcularon las medias de kcal/persona/día por periodo y se calculó la proporción de suministro de energía que cada alimento aportaba en cada uno de los patrones alimentarios conformados. Posteriormente los patrones alimentarios se organizaron de acuerdo a los grupos de alimentos que los integraban. Por otro lado, y con la finalidad de analizar la variación del gasto en determinados alimentos a medida que el ingreso de las personas se modifica desde el decil I de ingreso más bajo, al decil X de ingreso más alto, se construyeron curvas de Engel (16) con los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012 (ENIGH-2012) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. De

acuerdo a la forma de las curvas de Engel los bienes se clasifican en 3 categorías: inferiores, los bienes cuya demanda disminuye con incrementos en el ingreso; normales, aquellos cuya demanda se incrementa a medida que aumenta el ingreso y disminuye en los deciles de mayor ingreso, y los bienes de lujo cuya demanda se incrementa más que proporcionalmente con el aumento en el ingreso. Finalmente, se calculó la evolución del precio relativo de las tortillas de maíz, frijoles y frutas frescas respecto al precio de bebidas procesadas con azúcar añadida "refrescos". Para ello, se calculó, por un lado, el promedio de los precios de 2000 y 2001 y se compararon con el promedio de los precios en 2012, y por otro lado, se calculó la tendencia cuadrática de la serie correspondiente (Polinómica).

RESULTADOS

Por medio del análisis de conglomerados jerárquicos se definieron tres patrones alimentarios cronológicamente ordenados en las últimas cinco décadas (Tabla 2). Mediante la prueba de Kruskal-Wallis se determinó que sí existían diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) entre las medias del consumo kcal/persona/día entre los tres patrones obtenidos. Las kcal/persona/día de consumo aparente se incrementaron a lo largo del periodo estudiado y dentro de cada uno de los patrones alimentarios; en el primero fue de 2316 en 1961 a 2703 kcal/persona/día en 1974 (incrementaron en 387 kcal/persona/día). En el segundo las kcal/persona/día aumentaron de 2782 en 1975 a 3073 en 1988 (incremento de 291 kcal/persona/día). Para el tercer patrón se observó un aumento de 108 kcal/persona/día; de 3038 en 1989 a 3146 en 2009 (Tabla 2).

Patrones alimentarios

Durante el primer periodo (1961-1974), el consumo calórico promedio diario fue 2495.6 kcal/persona y obedeció a un patrón alimentario constituido por maíz 46.19%, azúcar 12.6%, trigo 9.8%, frijol 5.8%, aceites vegetales 5.6%, leche 4.4%, carne de cerdo 3.6%, frutas 3.2%. Le siguieron el alcohol, arroz, carne de vaca, grasas animales (no incluye mantequilla) y aves en menor proporción. Las oleaginosas, hortalizas, huevo, papas, mantequilla y pescado con aportaciones muy reducidas (Tabla 2). En el segundo patrón alimentario (1975-1987) el aporte en promedio fue de 3014.8 kcal/persona/día, con aumento de más de 500 kcal/persona/día con respecto al patrón anterior y mostró mo-

dificaciones sustanciales en cuanto a la proporción del suministro de energía de cada uno de los alimentos. Dicho patrón se conformó por: maíz 36.2%, azúcar 16%, trigo 10.4%, aceites vegetales 7.3%, leche 5.3%, carne de cerdo 4.9%, frijol 4.5%, frutas 3.3%. El maíz continuó siendo la fuente más importante de suministro de kcal/persona/día sin embargo, descendió en 8%. Por otro lado, se observó incremento en el consumo de azúcar (4%), aceites vegetales (2%), carne de cerdo y leche, al grado de sustituir al frijol. El consumo aparente de huevo, aves y pescado se incrementó alrededor del 10%. Las grasas animales pasaron de 28% a 51.4% y

la mantequilla casi se duplicó. El de las hortalizas, alcohol y papas mostró un ligero aumento, y el de las frutas se mantuvo igual. Por otro lado, el suministro calórico del arroz, la carne de res y las oleaginosas disminuyó (Tabla 2). En el tercer periodo (1988-2009) el patrón alimentario aportó en promedio 3132.8 kcal/persona/día y estuvo conformado por: maíz 34%, azúcar 15.4%, trigo 8.9%, aceites vegetales 8.2%, leche 4.9%, carne de cerdo 3.5%, frijol 3.4%, frutas 3.4%, aves 2.4%. Nuevamente el maíz fue el alimento que suministró mayor energía en el patrón alimentario, no obstante continuó descendiendo (10% menos que en el primer patrón). El azúcar continuó en segundo lugar sin embargo, su aporte en kcal/persona/día se duplicó de 247 a 497 kcal/persona/día. El trigo se mantuvo en tercer lugar aunque disminuyó ligeramente en relación al periodo anterior. Los aceites vegetales mostraron un aumento considerable entre el primer y tercer patrón alimentario (5.6% primero 8.2% tercero), en el que casi igualan al trigo y estuvieron por encima del frijol, la carne de cerdo, la leche y las frutas. La leche si bien ha

Tabla 1. Prevalencia de desnutrición en menores de 5 años, medida en porcentaje de la población. Años 1988, 1999, 2006 y 2012.

| Año | 1988 | 1999 | 2006 | 2012 |
|------------|------|------|------|------|
| Bajo peso | 10.8 | 5.6 | 3.4 | 2.8 |
| Baja talla | 26.9 | 21.5 | 15.4 | 13.6 |
| Emaciación | 6.2 | 2.1 | 2 | 1.6 |

Fuente: (13)

Tabla 2. Patrones alimentarios: Medias de suministro de energía alimentaria (kcal/persona/día), por periodo y proporción de cada alimentos en los patrones alimentarios.

| Patrón alimentario | I | | II | | III | |
|---------------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | 1961-1974 | | 1975-1987 | | 1988-2009 | |
| Periodo | | | | | | |
| Alimento/kcal/persona/día | 2495.6 | % | 3014.8 | % | 3132.8 | % |
| Maíz | 1078.7 | 43.2 | 1093.0 | 36.2 | 1066.4 | 34.0 |
| Azúcar | 315.9 | 12.6 | 438.4 | 16.0 | 483.5 | 15.4 |
| Trigo | 246.0 | 9.8 | 315.2 | 10.4 | 280.0 | 8.9 |
| Frijol | 146.9 | 5.8 | 135.5 | 4.5 | 107.8 | 3.4 |
| Aceites vegetales | 140.1 | 5.6 | 224.1 | 7.3 | 257.0 | 8.2 |
| Leche | 110.3 | 4.4 | 161.8 | 5.3 | 155.0 | 4.9 |
| Cerdo | 90.5 | 3.6 | 149.7 | 4.9 | 105.3 | 3.5 |
| Frutas | 80.9 | 3.2 | 99.9 | 3.3 | 107.2 | 3.4 |
| Arroz | 44.3 | 1.7 | 51.2 | 1.6 | 54.3 | 1.7 |
| Alcohol | 36.6 | 1.4 | 50.5 | 1.6 | 59.5 | 1.8 |
| Res | 30.6 | 1.4 | 39.5 | 1.3 | 54.9 | 1.7 |
| Grasas animales | 28.5 | 1.1 | 51.4 | 1.7 | 69.7 | 2.2 |
| Oleaginosas | 24.9 | .99 | 23.5 | .77 | 23.6 | .75 |
| Hortalizas | 17.1 | .68 | 25.9 | .85 | 39.2 | 1.2 |
| Huevos | 17.1 | .68 | 29.7 | .98 | 51.1 | 1.6 |
| Aves | 16.2 | .64 | 26.9 | .89 | 75.9 | 2.4 |
| Papas | 13.5 | .54 | 19.4 | .64 | 24.5 | .78 |
| Mantequilla | 7.2 | .28 | 12.0 | .39 | 13.0 | .41 |
| Pescados | 5.9 | .23 | 15.2 | .50 | 20.5 | .65 |

Fuente: Elaborada por los autores a partir de las Hojas de Balance de Alimentos de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Statistical Databases. URL: <http://faostat.fao.org> 1961 a 2009.

mantenido un suministro de energía semejante en los tres patrones alimentarios, ha sustituido en el segundo y tercer patrones alimentarios al frijol. Dentro de los cárnicos el cerdo fue el de mayor consumo aparente en los tres patrones alimentarios. Entre las leguminosas el frijol fue el único alimento que se encontró entre los de mayor consumo aparente, sin embargo, su descenso en aporte calórico fue notable, tanto que dejó de estar entre los primeros alimentos y redujo su aporte en casi 50% a lo largo del periodo estudiado, incluso fue reemplazado por aceites vegetales y algunos productos de origen animal (carne de cerdo y leche). Las aves observaron incremento de cuatro veces en cuanto a su suministro de kcal/persona/día entre el primero y tercer periodo (0.64% a 2.4%). El aporte de las grasas animales (sin incluir mantequilla) se incrementó notablemente entre primer y tercer patrón (28.5 a 69.7 kcal/persona/día). Las frutas y el arroz exhibieron un suministro calórico similar en los tres patrones. La carne de res aumentó ligeramente a lo largo del tiempo, aunque la proporción de calorías de aporte diario fue sido muy baja. El suministro de las hortalizas y el huevo observaron aumento de más del doble entre el primero y el tercero patrón. El pescado mostró poca disponibilidad, sin embargo, aumentó cuatro veces su suministro de energía (5.9 a 20.5 kcal/persona/día). El aporte calórico de las papas se incrementó ligeramente, mientras que el de la mantequilla casi se duplicó en estas décadas (7.2 a 13 kcal/persona/día) (Tabla 2).

Grupos de alimentos

Como se señaló antes, el aumento del suministro de energía alimentaria (SEA) se acompañó de cambios en la composición de los patrones alimentarios del mexicano (Tabla 2), mismos que se clasificaron en grupos de alimentos. Se observó claramente que mientras el

aporte de los cereales, las raíces y tubérculos y las leguminosas (frijol) disminuyó, la contribución de los azúcares, los alimentos de origen animal, las grasas y aceites aumentó de manera importante en el periodo estudiado y las frutas y hortalizas mostraron un ligero incremento (Tabla 3).

Composición del gasto en alimentos según nivel de ingreso.

En las Figuras 1 y 2 se muestran las curvas de Engel para analizar el porcentaje del gasto destinado a distintos tipos de alimentos en 2012. Se observó que la proporción del gasto en cereales y en particular en tortillas de maíz fue muy alto en los estratos de menores ingresos y disminuyó sustancialmente conforme aumentó el nivel de ingresos de la población. De igual manera se comportaron los azúcares y tubérculos, las grasas y aceites, el huevo, la carne de ave y las verduras y leguminosas, de lo cual se desprende que su gasto se ajusta a favor del consumo de los bienes inferiores (Figura 1, Tabla 4). Las carnes presentaron un comportamiento variado: en los deciles altos fue mayor el gasto en carne de res y ternera y pescados y mariscos (Figura 2), y la diferencia en niveles absolutos fue muy marcada entre ricos y pobres. Así, el decil X gastó 3.9 veces más en carne de res que el promedio de los deciles I-IV, este indicador se elevó a 5.9 veces en el caso de pescados y mariscos. Por otro lado, el gasto en carne de cerdo mostró un comportamiento particular, ya que en los deciles I a V se comportó como un bien normal y a medida que el ingreso aumentó su consumo disminuyó (Figura 1). La leche y las bebidas no alcohólicas (azucaradas) se comportaron como bienes normales hasta el decil VII y a partir del VIII la proporción de su gasto disminuyó. No obstante, el gasto en leche fue menor en todos los deciles y en particular en el I cuyo consumo fue 4%

mientras que el de bebidas no alcohólicas fue de 7%. Es decir, en la población más pobre el gasto en leche fue en promedio 3% menor que el que destinaron a refrescos. Entre los deciles II y VIII el consumo de leche se mantuvo en promedio 5% y bebidas no alcohólicas 6.5%, ambos gastos disminuyeron en los deciles IX y X. En términos absolutos el decil con mayor ingreso gastó 2.7 veces menos en refrescos que el gasto promedio de los deciles I a IV. Como se muestra en la Figura 2, el porcentaje del gasto en derivados de la leche, frutas y bebi-

Tabla 3. Patrones alimentarios de acuerdo a los grupos de alimentos. I de 1961-1974, II de 1975 a 1987 y III de 1988 a 2009. México

| Alimentos/Patrón | I % | II% | III% |
|-------------------------------------|------|------|------|
| Cereales | 57.7 | 48.1 | 44.6 |
| Azúcares | 12.6 | 16.0 | 15.5 |
| Alimentos de origen animal | 11.0 | 13.9 | 14.8 |
| Grasas y aceites (animal y vegetal) | 7.0 | 9.4 | 10.8 |
| Leguminosas | 5.8 | 4.5 | 3.4 |
| Fruta y hortalizas | 3.9 | 4.2 | 4.6 |
| Raíces y tubérculos | 0.54 | 0.71 | 0.81 |

Fuente: Elaborada por los autores a partir de los datos del estudio. 2014

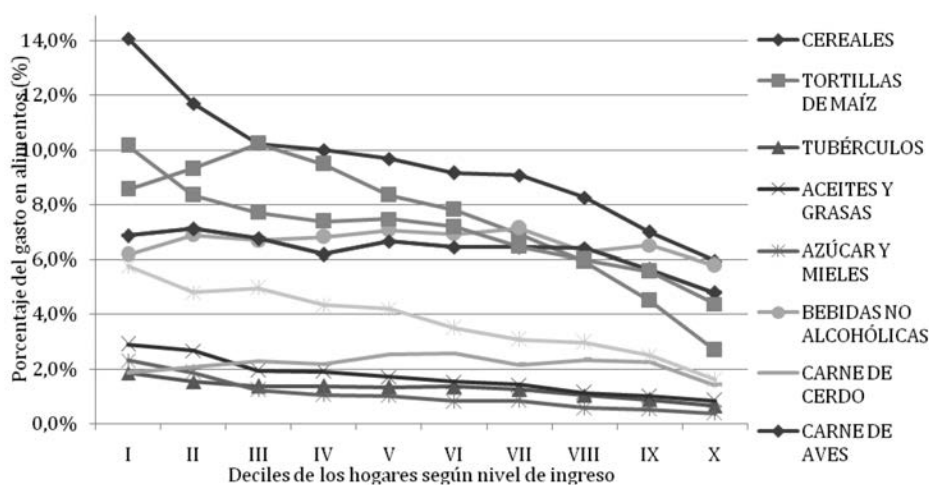


Figura 1. Alimentos en los que disminuye el porcentaje de gasto a medida que aumenta el nivel de ingreso en los hogares. 2012

Fuente: Elaborada por los autores a partir de la Encuesta de Ingresos y Gasto en Alimentos 2102. Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática.

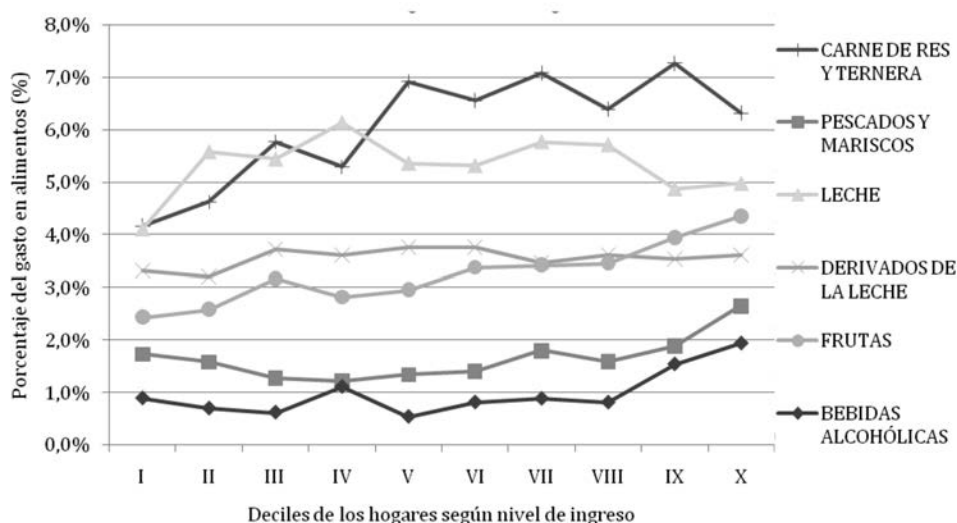


Figura 2. Alimentos en los que aumenta el porcentaje de gasto a medida que aumenta el nivel de ingreso en los hogares. México 2012

Fuente: Elaborada por los autores a partir de la Encuesta de Ingresos y Gasto en Alimentos 2102. Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática.

das alcohólicas aumentó a medida que aumentó el ingreso. El gasto en frutas mostró una diferencia de 4.9 veces más en el decil X con respecto al promedio de los deciles I-IV. Así, el gasto realizado en bebidas alcohólicas, derivados de la leche, frutas, carne de res y pescados y mariscos presentaron claramente un comportamiento de bien de lujo, es decir a medida que aumentó el decil de ingreso se incrementó el gasto dedicado a ellos más que proporcionalmente.

Con respecto a algunos alimentos de la dieta tradicional de los mexicanos, la Figura 3 muestra la evolución del precio relativo de las tortillas de maíz, frijoles y frutas

frescas respecto al precio de los refrescos. Desde 1991 hasta principios de los años 2000 la tendencia de los precios relativos es decreciente en los tres casos. A partir de 2002 a la actualidad el precio relativo de las tortillas de maíz, frijoles y frutas frescas se ha incrementado respecto a los refrescos (Figura 3). Cuando se calculó el promedio de los precios de 2000 y 2001 y se compararon con el promedio de los precios en 2012, el incremento del precio relativo de las tortillas fue 71.8%, el de los frijoles 60.1%, mientras que el precio de las frutas frescas aumentó 33.4% .

DISCUSIÓN.

La disponibilidad total de kcal/persona/día en México al inicio y final del periodo estudiado (1961- 2009) fue de 2316 y 3146, además los patrones alimentarios mostraron modificaciones sustanciales. Se observó que la energía derivada de los cereales, y en particular la proveniente de las legu-

minosa (frijol) se redujo, no obstante que han sido alimentos característicos de la dieta de los mexicanos, lo cual podría explicarse, entre otras cosas, por incremento sostenido en el precio del frijol. Simultáneamente, la energía alimentaria procedente de azúcares, alimentos de origen animal y grasas vegetales aumentó notablemente y las frutas y hortalizas y raíces y tubérculos mostraron un ligero incremento (Tabla 3). Además existe evidencia empírica que muestra que la dieta habitual de los mexicanos está conformada por alimentos procesados (PUP), en particular por bebidas azucaradas, lo cual coincide con lo señalado por Ortiz en cuanto a que en

México ha ocurrido la llamada transición alimentaria (10).

Para ubicar el contexto socioeconómico de México, vale la pena señalar que el modelo macro-económico adoptado en los años 80's comenzó con un proceso de apertura comercial que culminó con la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio de América del

Norte (NAFTA) en 1994. Como resultado de lo anterior, en la tabla 5 se señala la pérdida de participación del sector agrícola en la producción mexicana, además del proceso de apertura comercial de la economía mexicana, donde el ratio de comercio exterior (exportaciones más importaciones como proporción del PIB) se incrementó 3.7 veces, pasando de 17.5% a principios de los años 70's a 65.3% en el 2012. Lo señalado, entre

otros aspectos, ha propiciado cambios en los patrones de alimentación puesto que evidentemente ha afectado de manera negativa la producción y comercialización nacional y local de alimentos y bebidas. Lo anterior, aunado a la fuerte desaceleración que experimentó la economía mexicana, la inequidad en la distribución del ingreso, la ausencia de regulación del mercado alimentario (Fig.3), el rápido crecimiento de la cantidad de productos que anteriormente no estaban disponibles y la falta de control en la publicitación y comercialización de los mismos, junto con el escaso acceso a la información sobre ali-

mentación saludable, han modelado la cultura alimentaria y por consecuencia los patrones de alimentación ha sufrido grandes modificaciones (4, 11). Los cambios estructurales en México no implicaron un beneficio en términos de crecimiento económico, ya que la economía experimentó una fuerte desaceleración durante el periodo 1981-2012. Es interesante remarcar que la tasa de crecimiento

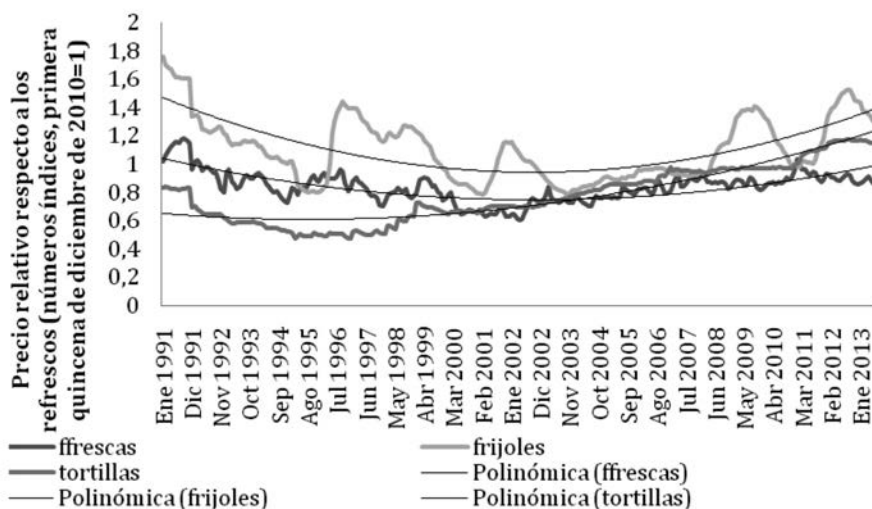


Figura 3- Precio relativo de las frutas frescas, frijoles y tortillas respecto a los refrescos. (1991-2013)

Fuente: Elaborada por los autores a partir de la Encuesta de Ingresos y Gasto en Alimentos 1991-2102. Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática. (Polinómica se refiere a la tendencia cuadrática de la serie correspondiente).

Tabla 4.- Tipo de bienes de acuerdo a la curva de Engel

| Inferiores Básicas | Normales No básicos | De Lujo |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| Cereales | Carne de cerdo | Bebidas alcohólicas |
| Tortillas de maíz | Bebidas no alcohólicas | Pescados y mariscos |
| Tubérculos | Leche | Carne de res y ternera |
| Aceites y grasas | | Derivados de la leche |
| Azúcar y mieles | | Frutas |
| Carnes de aves | | |
| Huevo | | |
| Verduras y legumbres | | |

Fuente: Elaborada por los autores a partir de la Encuesta de Ingresos y Gasto en Alimentos 2102. Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática.

Tabla 5. Composición de la producción y apertura comercial (como porcentaje del PIB-1970-2012).

| Año | 1970-74 | 1975-79 | 1980-84 | 1985-89 | 1990-94 | 1995-99 | 2000-04 | 2005-09 | 2010-12 |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Agricultura | 11.0 | 9.9 | 7.4 | 8.0 | 6.6 | 5.3 | 4.0 | 3.4 | 3.5 |
| Industria | 31.0 | 33.8 | 41.3 | 41.5 | 34.1 | 34.6 | 34.0 | 35.3 | 35.3 |
| Servicios | 58.0 | 56.3 | 51.3 | 50.6 | 59.3 | 60.1 | 62.0 | 61.3 | 61.2 |
| Comercio exterior | 17.5 | 20.1 | 25.6 | 33.2 | 36.5 | 61.5 | 56.8 | 57.1 | 65.3 |

Fuente: Naciones Unidas e IMD-BM (Indicadores Mundiales del Desarrollo del Banco Mundial). Referencias: Industrias: incluye a los sectores de la construcción, minería y manufacturas.

exponencial del PIB per cápita en el periodo 1950-1980 fue 3.25% -una de las más altas del mundo junto con la de Brasil- (17) mientras que en los últimos 30 años ese indicador se redujo a sólo 0.9%. Al respecto, en México en el patrón III (1988-2009) el incremento fue en promedio de sólo 108 kcal/persona/día lo cual pudiera explicarse debido al aumento de la pobreza de 1994 a 1996 que luego mejoró ligeramente, pero a partir de 2006 la pobreza medida en sus tres dimensiones aumentó. Además de lo anterior, se debe señalar la alta desigualdad que presenta México (18). Durante la década de los años ochenta observó un aumento sostenido en la concentración del ingreso, el cual creció sistemáticamente en los hogares más ricos entre 1984 y 1994; luego disminuyó durante la década de 2000. En 2010, el 73% del ingreso lo concentraba el 40% de los hogares más ricos, mientras que 40% de los hogares más pobres contaban apenas 12.8% de éste. El coeficiente de Gini disminuyó entre 2000 y 2010.

Patrones alimentarios

En el contexto económico mencionado en este trabajo, vale la pena resaltar que la FAO, en 2012 señaló que existen contrastes entre las regiones con rápido crecimiento económico como Asia que mostró un patrón alimentario muy semejante al de México, en particular China, se modernizó más tarde que México, no obstante, muchos de los cambios observados (actividad física y dieta) se han dado a un ritmo más rápido. Por otro lado, en las regiones que crecen con menor rapidez como el África subsahariana, se produjo aumento de la disponibilidad de energía alimentaria derivada de los cereales, las raíces y los tubérculos, en tanto que la procedente de alimentos de origen animal y de frutas y hortalizas se mantuvo básicamente constante (5). Asimismo, en ese año el gasto en alimentos en México mostró grandes diferencias de acuerdo al nivel de ingresos (Figuras 1 y 2 y Tabla 4). En ese sentido cada vez existe mayor consenso de que políticas para el crecimiento económico sostenido beneficiarían importante el estado nutricional de la población. Por su parte, la FAO afirma que desde principios de la década de 1960 el aumento del consumo de alimentos de origen animal ha superado notablemente el de otros grupos de alimentos (5). Al respecto, Popkin señala que la transición nutricional en países de ingresos bajos y medios comenzó por el aumento en la producción nacional y las importaciones de semillas oleosas y aceites vegetales y no de carne y leche (19). Sin embargo, en Mé-

xico no ocurrió así, se observó incremento importante en el consumo de aceites vegetales, no obstante, los productos de origen animal mostraron mayor aumento (Tabla 3). Pero dicho consumo mostró diferencias muy marcadas entre ricos y pobres (Figuras 1 y 2). En este estudio, al analizar el gasto en carnes en 2012 se observó que en los grupos de ingresos más altos fue mayor el consumo de res y ternera y pescados y mariscos, mientras que el gasto en carne de cerdo y de aves disminuyó. A pesar del incremento señalado, los niveles de consumo per cápita de estos alimentos siguen siendo bastante bajos en México y la mayoría de países de renta media y baja (5, 7). Vale la pena señalar que los cárnicos contienen macro y micronutrientes de los que carecen muchas personas malnutridas. Sin embargo, su consumo excesivo, en especial carne roja, productos lácteos y huevos, aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardíacas, cáncer, diabetes y obesidad (5). En diversos estudios se ha establecido la asociación entre cierto tipo de alimentos con las enfermedades mencionadas y con precursores de estos padecimientos como el sobrepeso y obesidad, hipertensión arterial, resistencia a la insulina e hiperglicemia (20). Por otro lado, en el periodo estudiado, fue posible observar el notable incremento en el consumo aparente de azúcar, sin embargo, una limitación de la información consultada (HBA) es que no permiten discernir en qué alimentos o bebidas se encuentra o si es "azúcar añadida". No obstante, debido a que es uno de los ingredientes más utilizados en los productos ultra-procesados PUP (21), es posible inferir que el aumento considerable en su consumo en parte proviene de estos alimentos. Al respecto, señalan varios autores que cuando se consumen entre 200 y 500 calorías de azúcar por persona por día, se presentan serios problemas homeostáticos en el organismo, alteran los mecanismos de hambre-saciedad, genera adicciones (22) y producen obesidad, hipertensión y diabetes (23). En México, en el periodo estudiado se observó incremento considerablemente mayor en el gasto en azúcar en el grupo de personas con menores ingresos (Figura 1) y en cuanto al gasto de refrescos (bebidas no alcohólicas), éste fue mayor en las personas más pobres, tanto que superó a la leche (Figuras 1 y 2). Por otro lado, las frutas y hortalizas componentes importantes de la dieta sana cuyo consumo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la FAO es de 400 g al día (5), en México se observó que su disponibilidad no ha mostrado aumento

importante y el mayor gasto en ellas se ha dado principalmente en la población ubicada en los deciles IX y X. De hecho se comportan como productos de lujo al analizarlas de acuerdo a las curvas de Engel (Figura 2, Tabla 4). En un estudio reciente se determinó que casi el 80% de la población de 52 países principalmente de ingresos medios y bajos tenía un consumo inferior a los niveles mínimos recomendados de frutas y hortalizas (5). Se ha documentado que las dietas bajas en frutas, verduras y granos enteros son responsables del 1.5% al 4% de enfermedades crónicas (20). Vale la pena señalar que a pesar del aumento en las kcal/persona/día en las últimas 5 décadas, en México existe doble carga de malnutrición; desnutrición y obesidad, condiciones, que de acuerdo con la literatura, se caracterizan por dietas simples y de baja calidad nutricional, pobres en micro y macro nutrientes esenciales y de alta densidad de energía, que las poblaciones de bajos recursos tienden a consumir por ser fuente de calorías baratas. Asimismo, se constató que existe una relación inversa entre la densidad de energía y su costo, de tal manera que las bebidas con azúcares agregados pueden representar la mejor opción para el consumidor (Figura 3). Situación típica de Mesoamérica donde los pobres incrementan el consumo de calorías “vacías” cuando el poder adquisitivo del salario mínimo disminuye. En la literatura está documentado que el creciente consumo de PUP está impulsado por la expansión de este mercado en el mundo y en las Américas y por el bajo precio de sus productos (24 y 25). La pobreza está asociada con menor gasto en alimentos como leche, frutas y verduras, carnes magras, pescado y por el abandono de la dieta tradicional. En ese sentido, el análisis del contexto socioeconómico de México permite identificar y comprender los impulsores de los cambios en los patrones alimentarios y por ende de la transición alimentaria y la doble carga de malnutrición.

CONCLUSIONES

La malnutrición se asocia a la pobreza y a la inequitativa distribución del ingreso, el bajo costo de los alimentos ricos en energía y de alta palatabilidad debido al azúcar y grasa que contienen, al encarecimiento de alimentos nutritivos, la falta de orientación nutricional y el poco apoyo al campo. El importante incremento del consumo aparente de las kcal/persona/día permite inferir que tanto el aumento del sobrepeso y obesidad que se ha dado en

el país en todos los grupos de edad y estratos socioeconómicos, como el incremento de las enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación. Asimismo, posibilita comprender que la proporción de menores de 5 años con déficit de peso, y sobre todo retraso del crecimiento siga siendo muy alta en particular en las zonas pobres y en la población indígena (Tabla 1) y que la mortalidad por desnutrición en la población de más de 60 años haya aumentado de manera considerable en los últimos años. En este estudio se constató que el gasto en alimentos fue distinto de acuerdo al nivel de ingresos. El precio relativo de alimentos nutritivos es más alto (Figura 3) que el de las bebidas procesadas, mismas en las que en los estratos más bajos de la población se observó un gasto mayor que en leche. No sólo la salud de las poblaciones está siendo afectada, sino también la calidad de los alimentos, la seguridad alimentaria y las tradiciones culinarias que han llevado siglos en irse conformando en armonía e interacción con la agricultura. Es posible afirmar que las condiciones socioeconómicas no han beneficiado el estado nutricional de la población en su conjunto, no obstante, aun cuando el crecimiento económico pudiera beneficiar a la población más desfavorecida, éste por sí solo no asegura el éxito, es necesario fortalecer la información sobre la alimentación sana que orienten la manera de utilizar los ingresos. Por ello, resulta necesario instaurar políticas que promuevan hábitos de alimentación saludables. Y muy importante, proteger a los consumidores de información inadecuada sobre beneficios a la salud, controlar la producción y comercialización de productos ultraprocesados sin o con mínimo valor nutricional mediante la regulación gubernamental. Asimismo, es prioritario favorecer los sistemas alimentarios con políticas que fomenten la producción de alimentos saludables con subsidios para su producción. La CEPAL y la FAO consideran necesario darle mayor dinamismo a la agricultura regional, en particular apoyar la agricultura familiar, promover y proteger la producción de alimentos tradicionales, asimismo, afianzar la inocuidad alimentaria, la ambiental y la protección de los recursos naturales y la biodiversidad. Para lo cual, señaló la FAO en Marco Estratégico de Cooperación en Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe 2012 que es necesario implementar políticas intersectoriales que “retengan a las nuevas generaciones de relevo, que fomenten la innovación y la gestión del conocimiento, así como el desarrollo de instrumentos que permitan su

inserción exitosa en las cadenas de valor”

Agradecimientos. Por su apoyo técnico al Ingeniero David Limón Cruz. Técnico Académico Asociado B. Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, UNAM

REFERENCIAS

- Martínez Jasso I, Villezca Becerra P. La alimentación en México: un estudio a partir de la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares y de las hojas de balance alimenticio de la FAO. *Ciencia UANL* 2005; 8 (2):405-917.
- Williamson, J. What Washington Means by Policy Reform, Capítulo 2 en *Latin American Adjustment: How Much Has Happened?* John Williamson (ed.), 1990, Washington: Institute for International Economics.
- Williamson, J., The Strange History of the Washington Consensus. *Journal of Post Keynesian Economics* 2004-5;27(2):195-206.
- Zimmet, P. Alberti, K G, Shaw J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature* 2001; 41 (4): 782-87.
- FAO, FIDA y PMA. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2012. El crecimiento económico es necesario pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición. Roma, FAO 2012; 68 p.p. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/i3027s/i3027s.pdf>).
- FAO Panorama de la Seguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe 2013 Hambre en América Latina y el Caribe: Acercándose a los Objetivos del Milenio. Roma, FAO 2014; 56 p.p. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/i3520s/i3520s.pdf>).
- Ezzati M, Riboli E. Behavioral and dietary risk factors from noncommunicable diseases. *N Engl J Med* 2013;369:954-64.
- Hill J. Galloway J, Goley A, Marrero D, Minners R, Montgomery B, Peterson G., et al. Scientific Statement: Sociological Determinants of prediabetes and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2014; 1-7.
- Popkin. B.M. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2006; 84(2): 289-298.
- Ortiz-Hernández I. Delgado-Sánchez G, Hernández-Briones A. Cambios en factores relacionados con la transición alimentaria y nutricional en México. *Gaceta Médica de México* 2006;142(3):181-193.
- Popkin BM. The shift in stages of the nutrition transition in the developing world differs from past experiences. *Public Health Nutr* 2002; 5(IA): 205-214.
- OMS. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Ginebra (Suiza). 2009. Disponible en: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición; resultados nacionales 2012. Instituto Nacional de Salud Pública/ Secretaría de Salud. México, 2012.
- Rivera-Dommarco J, Cuevas-Nasu L, González de Cosío T, Shamah-Levy T, García-Feregrino R. Desnutrición Crónica en México en el último cuarto de siglo: análisis de cuatro encuestas nacionales. *Salud Pública de México* 2013;55(2):161-169.
- INEGI. Consulta de resultados tabulados estatales. INEGI 2014. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>
- Moneta, A. y A. Chai. The evolution of Engel curves and its implications for structural change, Discussion Paper No. 2010-09, 2010, Griffith University.
- Ros J. Algunas tesis equivocadas sobre el estancamiento económico de México. México D.F. El Colegio de México y UNAM. 2013.
- Lustig, N., Lopez-Calva, L., Ortiz-Juárez, E. Declining inequality in Latin America in the 2000s: the cases of Argentina, Brazil, and Mexico, WPS 6248, Washington, DC: World Bank. 2012.
- Popkin Barry M. The nutrition transition and the global shift towards obesity. *Diabetes Voice* 2004; 49(3): 38-40.
- Estruch R, Ros E, Salas-Salvador J, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *N Engl J Med* 2013;368:1279-90.
- Monteiro CA, Levy B Claro RM. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. *Pub Health Nutr* 2010;14 (1):5-13.
- Garber A. K., Lustig R. H. Is fast food addictive? *Curr. Drug Abuse Rev.* 2011; 4:146-162.
- Vartanian L, Schwartz M. Effects of soft drink consumption on nutrition and health: A systematic review an meta-analysis. *Am J Public Health* 2007; 97(4):667-675.
- De Vogli R, Kouvonenb A, Gimeno D. The influence of market deregulation on fast food consumption and body mass index: a cross-national time series analysis. *Bull World Health Organ* 2014;92:99-108.
- Monteiro CA, Moubarac, JC, Cannon G., Ng, S.W. Popkin B. Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. *Obesity reviews* 2013;14 (Suppl. 2): 21-28.

Recibido: 04-08-2014

Aceptado: 14-11-2014

Calidad de hidratos de carbono de la dieta y su efecto sobre el control metabólico de la Diabetes Tipo 2

Daniela Pincheira, Romina Morgado, Marcela Alviña, Claudia Vega,

Escuela de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre los parámetros de control metabólico y la calidad de los hidratos de carbono (H de C) de la dieta, en sujetos diabéticos tipo 2 (DM 2), controlados con dieta y/o metformina. A 108 hombres y mujeres con edades comprendidas entre 18 y 60 años, hemoglobinas glicosiladas (HbA1c) entre 6% y 10%, sin sulfonilureas ni insulino-terapia; se les aplicó dos encuestas de recordatorio de 24 horas. Se determinó la ingesta de H de C, el índice glicémico (IG) y la carga glicémica (CG) de la dieta. Desde las fichas clínicas se obtuvieron valores recientes de HbA1c. Los datos fueron tabulados en el programa SPSS versión 17. Se utilizó el test de correlación de Pearson para analizar el grado de asociación entre las variables, considerándose significativo un $p < 0,05$. El promedio de HbA1c fue de $7,3 \pm 1,3$ %, el consumo de H de C fue de $219,8 \pm 27,0$ g/día; el IG fue de $74,9 \pm 11,3$ % y la CG fue de $164,0 \pm 22,04$ g. Se encontró correlación positiva y significativa entre el consumo de H de C ($r=0,290$; $p<0,05$), IG ($r=0,70$; $p<0,001$) y CG ($r=0,225$; $p<0,05$) de la dieta con los niveles de HbA1c de los sujetos estudiados. En conclusión la calidad de los H de C, especialmente el IG, de la dieta de los sujetos estudiados se asocia fuertemente al control metabólico de la DM 2.

Palabras clave: Diabetes mellitus 2, índice glicémico, hemoglobina glicosilada, hidratos de carbono en la dieta.

SUMMARY. Quality of carbohydrates in the diet and their effect on metabolic control of type 2 diabetes. The Objective of this study was to determine the relationship between the parameters of metabolic control and quality of carbohydrates (CHO) of the diet in individuals with type 2 diabetes, controlled with diet and / or Metformin. In 108 men and women aged between 18 and 60 years, glycosylated hemoglobin A (HbA1c) between 6 % and 10 %, without sulfonylureas or insulin therapy; were examined through two separate surveys of 24-hour recall. The CHO intake, GI, GL of diet was analyzed. Values of HbA1c were collected from medical records. Data was tabulated in SPSS version 17 software. The Pearson correlation test was used to analyze the degree of association between variables, considering significant at $p < 0.05$. The mean HbA1c was $7.3 \pm 1.3\%$, CHO consumption was 219.8 ± 27.0 g / day; GI was $74.9 \pm 11.3\%$ and GL was 164.0 ± 22.04 g. A significant positive correlation was found out between the CHO intake ($r = 0.290$, $P < 0.05$), GI ($r = 0.70$, $p < 0.001$), GL ($r = 0.225$, $p < 0.05$) of diet and HbA1c levels in the individuals. In conclusion the study showed that the quality of CHO, mainly GI, are strongly associated with metabolic control of DM 2.

Key words: Diabetes mellitus type 2, glycemic index, glycosylated hemoglobin A, dietary carbohydrates

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 (DM 2) en todo el mundo, aumentará de 171 millones (año 2000) a 366 millones (año 2030) (1). Chile, según la última Encuesta Nacional de Salud (ENS), presenta una prevalencia de 9,4% de DM 2. El 52,05% de los diabéticos nacionales se encuentran bajo tratamiento médico, ya sea dietético y/o farmacológico, y tan sólo el 34,32% presentan un buen control metabólico, es decir, una hemoglobina glicosilada (HbA1c) menor a 7% (2).

La DM 2 es un trastorno metabólico cuyo rasgo principal es la hiperglicemia crónica debido a un déficit re-

lativo de la producción de insulina junto con una deficiente utilización de la glucosa por los tejidos periféricos (resistencia a la insulina) (3).

El mantener a largo plazo un mal control metabólico en sujetos DM 2 trae como consecuencias complicaciones microvasculares (retinopatía, nefropatía, neuropatía) y macrovasculares (arterioesclerosis; coronaria, cerebrovascular y de extremidades inferiores) que aumentan sustancialmente la morbi-mortalidad de estos pacientes (3).

Diversos estudios han demostrado una relación directa entre el mal control glicémico y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. El "Study Strong Heart", encontró una asociación positiva entre la situación

basal de la HbA1c, la respuesta glicémica y la incidencia de enfermedades cardiovasculares, tras un seguimiento de nueve años (4).

La intervención dietoterapéutica es un componente clave en el control metabólico de la DM 2 y en la prevención de futuras complicaciones de la enfermedad. Tradicionalmente el asesoramiento se ha centrado en la cuantificación de hidratos de carbono (H de C) pero actualmente la calidad de los H de C, conceptualizada en el índice glicémico (IG) y en la carga glicémica (CG) de la dieta, ha adquirido protagonismo y ha sido impulso de nuevas investigaciones que demuestran, en forma muy controversial, el efecto de estos parámetros dietéticos sobre el control metabólico de sujetos con DM 2 (5,6).

El IG, término introducido en 1981 por Jenkins y cols. (7), es un método para clasificar los H de C de los alimentos según su efecto sobre la glicemia postprandial. Un alto IG está generalmente acompañado de una alta respuesta glicémica e insulinémica en sujetos sanos. Por otro lado, la CG es un concepto que permite evaluar la calidad y la cantidad de H de C utilizando un sólo valor, y se calcula multiplicando el IG por la cantidad de H de C disponibles (g) en el alimento dividido en 100.

Existen distintos factores que pueden influir en el IG, tales como: el tipo de fibra (fibra soluble versus insoluble), proporción amilosa:amilopectina, grado de gelatinización del almidón, composición química de los H de C, presencia de grasas y proteínas en una comida mixta, y la forma de preparación o método de cocción del alimento (7). Esto explica en parte, lo controversial de los hallazgos encontrados en estudios anteriores que han evaluado la asociación de este indicador dietético con la incidencia o el control de determinadas patologías.

La Asociación Americana de Diabetes (ADA) plantea que la utilización de la CG y el IG en la planificación de la dieta del paciente DM 2, puede proporcionar un beneficio adicional, al uso del conteo de H de C (6). Por otro lado la Asociación Europea de Diabetes (EASD) y la Asociación Canadiense de Diabetes (CDA) también reconocen el potencial efecto de los alimentos de IG bajo y ricos en fibra (8).

Un metaanálisis de 14 estudios que incluyeron a 356 sujetos con diabetes tipo 1 y tipo 2 concluyó que es posible mejorar el control de la glucosa en sangre con dietas de bajo IG, en una proporción similar a la que se

observa con los medicamentos (9). Otro metaanálisis publicado por Ludwig y cols. (10), que incluyó 16 estudios los cuales investigaron el efecto de dietas de bajo IG sobre los marcadores del metabolismo de los H de C y lípidos, arrojó que se reducen significativamente los valores de fructosamina y HbA1c en personas con DM 2. Por otro lado, el estudio UKPDS, que tuvo entre sus objetivos determinar si la terapia nutricional, a través del conteo de H de C, reduciría tanto el uso de fármacos como las complicaciones micro y macrovasculares; demostró que la retinopatía, la nefropatía y, posiblemente la neuropatía, se beneficiaban con la reducción de la cantidad de H de C ingeridos, disminuyendo la HbA1c de 7,9% a 7,0% (11).

Considerando las controversias que muestran estudios anteriores sobre el uso de la cantidad de H de C, del IG y de la CG en el tratamiento dietético de los sujetos DM 2, y con el propósito de determinar el impacto de la cantidad y calidad de los H de C de la dieta sobre parámetros de control metabólico de sujetos DM 2; se formuló el presente estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

El grupo estudiado comprendió a 108 hombres y mujeres entre los 18 y 60 años, con hemoglobinas glicadas (HbA1c) entre 6% y 10%, sin sulfonilureas ni insulino terapia. La muestra fue seleccionada en forma aleatoria de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1), la antigüedad de los exámenes de laboratorio no fue superior a 3 meses desde su recolección. Los sujetos fueron reclutados en los centros de atención primaria pertenecientes a las comunas de Quilpué y Villa Alemana, de la región de Valparaíso, Chile. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso. Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado.

Diseño experimental

Este estudio fue de carácter descriptivo correlacional de corte transversal. Se seleccionaron los sujetos a través de la revisión de fichas clínicas y se citaron vía telefónica. Los participantes fueron sometidos a evaluación nutricional antropométrica y alimentaria, a cargo de un profesional Nutricionista.

Determinaciones Alimentarias

Se determinó el consumo de alimentos, mediante una encuesta de recordatorio de 24 horas aplicada en dos

Tabla 1 Criterios de selección de los sujetos estudiados

| Criterios de Inclusión | Criterios de exclusión |
|--|---|
| Edad ≥ 18 y ≤ 60 años | Tratamiento con insulina o insulinosectores |
| IMC $\geq 18,5$ kg/m ² | Historia de accidentes vasculares |
| Tratamiento con Metformina y/o dietético | Enfermedad renal |
| Valores de HbA1c entre 6 y 10%. | Hipotiroidismo sin tratamiento |
| IMC: índice de masa corporal | HbA1c: hemoglobina glicosilada |

días no consecutivos de la semana, se realizó el correcto registro de la información, considerando horarios, tiempos de comida, preparaciones y cantidad de los alimentos consumidos (12). Se calculó el aporte de hidratos de carbono (H de C) de la dieta mediante el uso del programa computacional Microsoft Excel y la base de datos de composición química de los alimentos de la pirámide alimentaria chilena (13). Para estimar la calidad de los H de C de la dieta se calculó el IG y CG de la dieta. Para el IG se utilizó la metodología descrita por Wolever y Jenkins (7) en 1986, teniendo como referencia la publicación de Foster-Powell (14) 2002 sobre valores de IG. Esta fórmula es avalada por la FAO/OMS para preparaciones mixtas (15), y se describe a continuación (ver ecuación 1):

Ecuación 1: Cálculo índice glicémico de la dieta
 IG:
$$\frac{H \text{ de C d. de cada tiempo de comida}}{H \text{ de C d. de la dieta}} * IG \text{ de cada tiempo de comida}$$

$$\sum \left(\frac{H \text{ de C d. de cada tiempo de comida}}{H \text{ de C d. de la dieta}} * IG \text{ de cada tiempo de comida} \right)$$

Índice glicémico Hidratos de carbono disponibles

La CG de la dieta se determinó a partir del total de H de C consumidos en el día, se multiplicó por el IG de la dieta y se dividió por cien (14) (ver ecuación 2):

Ecuación 2: Cálculo de carga glicémica de la dieta
 CG:
$$\frac{H \text{ de C de la dieta} * IG}{100}$$

$$CG \text{ dieta} = \frac{H \text{ de C de la dieta} * IG}{100}$$

Carga glicémica Índice glicémico Hidratos de carbono

Determinaciones Antropométricas:

Se midió el peso corporal en una balanza digital Tanita® número 2204, con precisión de ± 100 g y la talla con un estadiómetro con variación de 0.1 cm Seca® (Vogel & Halke GMBH & Co, Alemania); los pacientes fueron evaluados descalzos y con ropa ligera. Con

Tabla 2 Características generales de los sujetos estudiados. n = 108

| Parámetro | Rango | Promedio \pm DE |
|--------------------------|--------|-------------------|
| Edad (años) | 18-60 | 53,6 \pm 9,45 |
| Peso (kg) | 46-147 | 76,5 \pm 19,7 |
| IMC (kg/m ²) | 21-59 | 30,8 \pm 5,8 |
| HbA1c (%) | 06-10 | 7,3 \pm 1,3 |

HbA1c (%): hemoglobina glicosilada IMC: índice de masa corporal

los datos obtenidos se calculó el índice de masa corporal (IMC= peso (kg)/talla (m²).

Registro de indicadores bioquímicos

El indicador de hemoglobina glicosilada (HbA1c) se obtuvo de los exámenes bioquímicos registrados en las fichas clínicas de los sujetos estudiados que no sobrepasaron una antigüedad de tres meses desde y posterior a la recolección. El método analítico para su determinación debía corresponder a HPLC (cromatografía líquida de alta precisión) que participa en Programas de Evaluación Externa de Calidad (PEEC) del Instituto de Salud Pública, Chile (ISP) y usa técnicas certificadas por el *National Glucohemoglobin Standardization Program* (NGSP) (16).

Análisis estadístico

Los resultados están expresados como promedio \pm desviación estándar. La correlación entre variables se evaluó con el coeficiente de Pearson. El programa computacional utilizado para el análisis estadístico fue el SPSS, *Statistical Package for the Social Sciences* versión 17® (SPSS Inc, Chicago IL, USA). Para cada una de las asociaciones se consideró significativo un $p < 0,05$.

RESULTADOS

Las características generales de los sujetos estudiados aparecen detalladas en la Tabla 2. Mayoritariamente los sujetos estudiados correspondían al sexo femenino al-

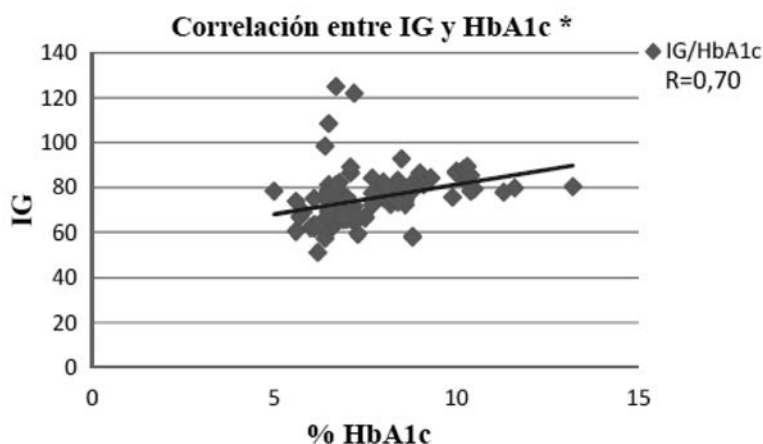


Figura 1 Asociación del IG de la dieta y los valores de HbA1c

% HbA1c: porcentaje de hemoglobina glicosilada IG: índice glicémico
 p=0.00 *Test de correlación de Pearson

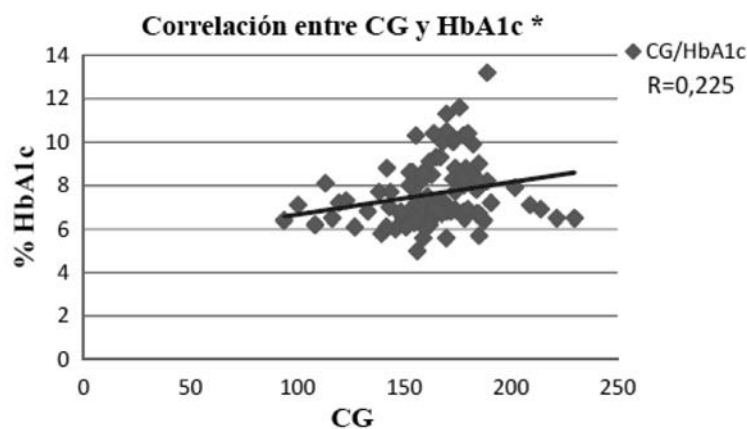


Figura 2 Asociación de la CG de la dieta y los valores de HbA1c

% HbA1c: porcentaje de hemoglobina glicosilada CG: carga glicémica
 p=0.020 *Test de correlación de Pearson

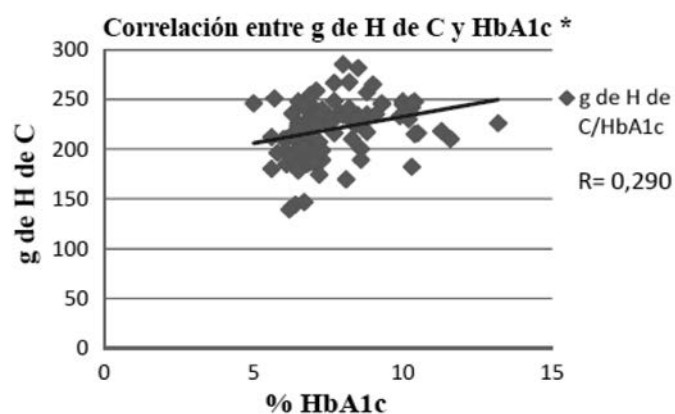


Figura 3 Asociación de la ingesta de H de C y los valores de HbA1c

% HbA1c: porcentaje de hemoglobina glicosilada
 g de H de C: gramos de hidratos de carbono
 p=0.030 *Test de correlación de Pearson

canzando un 79 % del total (n=108). El 95,4% de la población estudiada presentó mal nutrición por exceso, considerando en este porcentaje la suma del sobrepeso, y la obesidad clase I, II y III.

En relación a los niveles de HbA1c el 55,5 % de la muestra estudiada presentó un valor superior al 7%, cifra que da cuenta de un inadecuado control metabólico. El consumo promedio de H de C fue de 219,8 g ± 27,0 g, el IG promedio de las dietas analizadas fue de 74,9 % ± 11,3 % y la CG fue de 164,0 g ± 22,4 g. El IG observado alcanzó un máximo de 125 % y un mínimo de 57,6%, mientras que el valor máximo de la CG fue de 221 g y el mínimo de 93,9 g.

Al analizar con el coeficiente de correlación de Pearson, la asociación entre el IG y la HbA1c mostró una correlación positiva con un $r = 0,70$ ($p < 0,001$), demostrando que hay una fuerte asociación entre el IG de la dieta y los valores de HbA1c (fig.1). La CG de la dieta, también presentó una correlación positiva con la HbA1c, pero en este caso el coeficiente de correlación fue de 0,23 ($p < 0,05$), valor que demuestra una asociación débil entre las variables estudiadas (fig.2). El consumo de H de C, presentó una correlación positiva débil con los valores de HbA1c ($r = 0,29$; $p < 0,05$) (fig.3), con consumo de H de C que aumenta a mayor valor de HbA1c.

DISCUSIÓN

La Diabetes Mellitus tipo 2 (DM 2) es un trastorno metabólico cuyo rasgo principal es la hiperglicemia crónica derivada de un déficit relativo de la producción de insulina y de la utilización de la glucosa por parte de los tejidos periféricos (3). Según la última Encuesta Nacional de Salud (ENS) en Chile, la prevalencia de DM 2 ha aumentado considerablemente, pasando de un 6,3% en el año 2003 a un 9,4% el año 2010; condición más prevalente en mujeres con una prevalencia del 10,4% frente a un 8,4% de los hombres (2), que explica el hecho de que los sujetos estudiados correspondían mayorita-

riamente al sexo femenino. Además la prevalencia nacional de malnutrición por exceso va en ascenso llegando al 64,5% actualmente (2). Esta cifra es menor al 95,4% encontrado en este estudio y confirma que la presencia de obesidad como enfermedad crónica es uno de los principales factores que se asocia con la incidencia de DM 2 (17).

El 44,5% de los sujetos encuestados presentaba una HbA1c dentro del rango establecido por la Asociación Americana de Diabetes (ADA) para determinar un buen control metabólico (<7%) (18). Este valor es mayor a la realidad nacional donde tan sólo el 34,32% de los sujetos DM 2 presenta un adecuado control metabólico (2). Esto se puede explicar porque la cifra nacional contempla a aquellos sujetos DM 2 de larga evolución que se encuentran bajo tratamiento dietético y/o farmacológico, incluyendo sulfonilureas e insulina, situación contraria a esta investigación que sólo contempla sujetos DM 2 con metformina y/o dieta, que están en la 1° etapa del algoritmo de tratamiento recomendado por la ADA y la Asociación Europea de Diabetes (EASD) (19).

En relación al consumo de H de C de la muestra estudiada, la ingesta promedio de los sujetos fue de 219,8 ± 27,0 gramos de hidratos de carbono/día, valor que se encuentra dentro de la cantidad de H de C que recomienda la ADA (55% de hidratos de carbono del valor calórico total diario) para el paciente diabético, correspondientes a 190 a 248 g diarios para un sujeto con una ingesta energética recomendada entre 1400 y 1800 kcal/día (20).

El IG promedio de las dietas analizadas fue de 74,9 % ± 11,3 %, valor que se considera de alto IG de acuerdo a lo postulado por Brand Miller y cols. (21) quienes clasifican como alimentos, preparaciones y/o dietas de bajo IG ≤55 %, IG moderado 56-69%, y alto IG ≥70 %. La CG promedio fue de 164,0 g ± 22,4 g, categorizada como moderada (considerando 250 g de H de C de ingesta máxima diaria). Estos resultados reflejan que los sujetos estudiados presentan una ingesta de H de C adecuada, sin embargo, seleccionan alimentos de alto IG (2), lo que estaría explicado por los distintos factores que influyen en el IG tales como: el tipo de fibra, grado de gelatinización del almidón, composición química de los H de C, presencia de grasas y proteínas en una comida mixta, la forma de preparación y/o método de cocción del alimento (7).

En este estudio, cuyo objetivo principal era determinar

el impacto de la cantidad y calidad de los H de C de la dieta sobre parámetros de control metabólico de sujetos DM 2, el primer hallazgo fue constatar una asociación positiva significativa entre el IG de la dieta y los valores de HbA1c de los sujetos estudiados. Esto también se afirma en el meta-análisis publicado por Ludwig y cols. (10), que incluyó 16 estudios, donde se vinculó la ingesta de dietas de bajo IG con los valores de HbA1c en sujetos DM 2 y es coherente con una revisión de Thomas y Elliott (22), que incluyó 11 estudios con 402 sujetos DM 2, donde dietas de bajo IG produjeron una disminución, clínicamente significativa, de la HbA1c en un 0,5%.

La CG de la dieta, se asoció con los niveles de HbA1c, sin embargo, es importante destacar que la asociación es más débil que la encontrada para el IG, hallazgo concordante con lo demostrado por un estudio realizado en pacientes DM 2 con sobrepeso y obesidad, el cual reveló que la disminución de la HbA1c se logra cuando una dieta con bajo IG se asocia con una baja CG en comparación con una dieta de alto IG y alta CG (23).

Se observó que la ingesta de H de C en la dieta se correlaciona con los niveles de HbA1c. Esto ratifica lo expuesto en el estudio UKPDS, el cual determinó que la terapia nutricional a través del conteo de H de C reducía tanto el uso de fármacos como los parámetros de HbA1c y complicaciones micro y macrovasculares (11). Los resultados obtenidos en este estudio ratifican las actuales recomendaciones de la ADA, que señalan que la CG y el IG en la planificación de la dieta del paciente DM 2, puede proporcionar un beneficio adicional al uso de la técnica de conteo de H de C en el diseño de un plan alimentario (20). Sin embargo, tanto el IG como la CG no deben ser utilizados en forma aislada ni desconocer sus limitaciones y consecuentes controversias. Existen diversos argumentos en pro y en contra del uso del IG como medida de la calidad de un alimento, existiendo muchas veces opiniones discrepantes sobre este tema (24). Una de sus limitaciones es que sólo considera la respuesta glicémica, y no la respuesta a la insulina, que puede ser más apropiada en la representación de los efectos de algunos alimentos cuyo contenido no sea principalmente H de C; además en este estudio los cálculos se basan en valores promedios de IG obtenido de la base de datos de composición química de los alimentos de la pirámide alimentaria chilena (13) que si bien entregan una visión general, puede conllevar a errores, puesto que el IG se ve significativamente alte-

rado por una serie de factores extrínsecos, donde las costumbres culinarias locales y domésticas juegan un papel notable. En general se debe buscar un mejor entendimiento y uso de estos concepto, más que apoyarlos o refutarlos en su totalidad (25).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que se podría tomarse como referencia el uso del IG y la CG de la dieta como complemento al conteo de H de C en la consejería nutricional, puesto que se encontró una correlación positiva y significativa del IG, CG e ingesta de H de C con los niveles de HbA1c en sujetos diabéticos tipo 2, siendo dicha asociación más fuerte para el IG de la dieta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a Profesores Informantes de la Universidad de Valparaíso: Nta. Rafael Jiménez Lira, Dra. Gloria López Stewart, Dra. Karen Valenzuela Landaeta por su colaboración en el proyecto de investigación. Igualmente se agradece la colaboración del personal técnico-administrativo y profesional de los Centros de atención primaria de las Corporaciones de Quilpué y Villa Alemana, por su participación en la identificación de potenciales candidatos para el estudio.

REFERENCIAS

- World Health Organization. Diabetes Programme, Country and regional data. 2009. Disponible en: http://www.who.int/diabetes/facts/world_figures/en/ [Consultado el 18 de mayo de 2014].
- Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud ENS 2009-2010. Disponible en: http://www.redsalud.gov.cl/portal/docs/page/minsalcl/g_home/submenu_portada_2011/ens2010.pdf. [Consultado el 18 de mayo de 2014].
- Genuth SM. A case for blood glucose control. *Adv Intern Med* 1995; 40:573–623.
- Coutinho M, Gerstein HC, Wang Y, Yusuf S. The relationship between glucose and incident cardiovascular event: a metaregression analysis of published data from 20 studies of 95783 individuals followed for 12.4 years. *Diabetes Care* 1999; 22:233–240.
- Diabetes American Association. Evidence based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications. *Diabetes Care* 2002; 25:202-212.
- Brand Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Diabetes Care* 2003; 26:2261–2267.
- Jenkins DJ, Jenkins AL, Wolever TM, Collier GR, Rao AV, Thompson LU. Starchy foods and fiber: reduced rate of digestion and improved carbohydrate metabolism. *Scan J Gastroenterol* 1987; 129:132–141.
- Opperman A, Venter C, Oosthuizen W, Thompson R, Voster H. Meta-analysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning. *Br J Nutr* 2004; 92:367–381.
- De Graaf C, Blom W, Smeets P, Stafleu A, Hendriks H. Biomarkers of satiation and satiety. *Am J Clin Nutr* 2004; 79:946–961.
- Ludwig D, Majzoub J, Al-Zahrani A, Dallal G, Blanco I, Roberts S. High glycemic index foods, overeating, and obesity. *Pediatrics* 1999; 103:26-31.
- UK Prospective Diabetes Study Group: Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet* 1998; 352:837–853.
- Rebolledo A. Encuestas Alimentarias. *Rev Chil Nutr* 1998; 25:28-34.
- Jury G, Urteaga C, Taibo M. Porciones de intercambio y composición química de los alimentos de la pirámide alimentaria chilena. Instituto de nutrición y tecnología de los alimentos (INTA), Universidad de Chile 2009.
- Foster Powell K, Holt S, Brand Miller J. International Table of Glycemic index and Glicemic Load values. *Am J Clin Nutr* 2002; 76:5-56.
- Food and Agriculture Organization/World Health Organization: Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Report Rome, FAO Food and Nutrition Paper 66, 1998.
- Anabalón SJ, Ramírez MV. Recomendaciones sobre el uso de hemoglobina glicada A1c (HbA1c) en el diagnóstico de diabetes mellitus en adultos. Departamento Laboratorio Biomédico Nacional y de Referencia, ISP; Ministerio de Salud, Chile; 2013.
- Rossner S. Obesity: the disease of the twenty-first century. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26(4):S2-S4.
- Diabetes American Association. Position Statements. Standards of Medical Care in Diabetes 2012. *Diabetes Care* 2012; 35:S11-63.
- Nathan DM, Buse JB, Davidson MB, Ferrannini E, Holman RR, Sherwin R et al. Medical management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a consensus algo-

- rithm for the initiation and adjustment of therapy a consensus statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care* 2009; 32(1):193-203.
20. American Diabetes Association. Position Statement Nutrition recommendations and interventions for diabetes. *Diabetes Care* 2008; 31(1):S61-78.
 21. Brand-Miller J, Wolever TM, Foster-Powell K, Colagiuri S. The new glucose revolution. The authoritative guide to the glycemic index – the dietary solution for lifelong health. New York (NY), Marlowe and Co; 2003
 22. Thomas D, Elliott EJ. Low glycaemic index, or low glycaemic load, diets for diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; (1):CD006296.
 23. Rizkalla SW, Taghrid L, Laromiguiere M, Huet D, Boillot J, Rigoir A et al. Improved plasma glucose control, whole-body glucose utilization, and lipid profile on a low-glycemic index diet in type 2 diabetic men: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2004; 27:1866–1872.
 24. Hernández P, Mata C, Lares M, Velazco Y, Brito S. Índice glicémico y carga glucémica de las dietas de adultos diabéticos y no diabéticos. *An Venez Nutr* 2013; 26(1):5-13.
 25. Parada JA, Rozowski J. Relación entre la respuesta glicémica del almidón y su estado microestructural. *Rev Chil Nutr* 2008; 35(2):84-92.

Recibido: 11-06-2014

Aceptado: 21-09-2014

Perfil de ácidos grasos libres (AGL) en suero de jóvenes colombianos con obesidad y síndrome metabólico.

Bermúdez JA, Velásquez CM.

Grupo Investigación Alimentación y Nutrición Humana. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

RESUMEN. La obesidad se relaciona con mayor concentración de ácidos grasos libres (AGL) circulantes. En adultos obesos el perfil de AGL difiere comparado con individuos de peso adecuado, en adolescentes los resultados son contradictorios. El objetivo fue comparar el perfil de AGL de jóvenes obesos con y sin Síndrome Metabólico (SM) y explorar la asociación entre estos AGL con las alteraciones metabólicas propias de la obesidad y el SM. Estudio transversal, con 96 jóvenes entre 10 y 18 años divididos en 3 grupos: 1) obesos con SM, 2) obesos sin SM y 3) peso adecuado (PA), pareados uno a uno por edad, sexo, maduración puberal y estrato socioeconómico. El estado nutricional se clasificó según el índice de masa corporal (IMC) en obesos ($IMC > p98$) y Peso Adecuado (PA) ($IMC p15-p85$) según OMS/2007, se evaluó circunferencia de cintura, adiposidad, perfil lipídico, proteína C reactiva ultra sensible (PCRhs), glucemia, insulina y resistencia a la insulina (RI) según homeostatic model assessment (HOMA). La concentración sérica de AGL se determinó mediante cromatografía gaseosa. Ambos grupos de obesos presentaron mayor adiposidad, inflamación, AGL totales y frecuencia de palmitoleico-16:1n7 comparados con PA. Los obesos con SM presentaron más alteraciones metabólicas, mayor cantidad de dihomo- γ -linolénico (DHGL-20:3n6) y relación 20:3n6/18:2n6 indicativa de mayor actividad de $\Delta 6$ desaturasa (D6D). Los AGL totales, palmitoleico-16:1n7, DHGL-20:3n6, actividad D6D y PCRhs correlacionaron significativamente con variables de adiposidad, RI y triglicéridos. Los resultados en obesos con SM permiten asociar la obesidad central con inflamación, lipólisis aumentada en el tejido adiposo visceral y alteraciones metabólicas.

Palabras clave: Obesidad, síndrome metabólico, ácidos grasos libres, jóvenes

SUMMARY. Profile of free fatty acids (FFA) in serum of young Colombians with obesity and metabolic syndrome. Obesity produces greater circulation of free fatty acids (FFA). In adults, the FFA composition changes in states of obesity; in adolescents, the results are contradictory. This study compare the FFA profile of obese youth with and without Metabolic Syndrome (MetS) and explore the association between FFA and metabolic alterations of obesity and MetS. A cross-sectional study with 96 young people between 10 and 18 years old was divided into three groups: 1) obese youth with MetS, 2) obese youth without MetS; and 3) adequate weight (AW), matched according to age, gender, pubertal maturation and socioeconomic stratum. The nutritional status was classified according to the body-mass index (BMI), according to the World Health Organization 2007 (WHO, 2007); the waist circumference (WC), adiposity, lipid profile, highly-sensitive reactive C protein (hsRCP), glucose, insulin and insulin resistance (IR), according to the homeostatic model assessment (HOMA Calculator Version 2.2.2). The FFA serum concentration was determined by gas chromatography. Both obese groups had higher adiposity, inflammation (hsRCP), FFA totals and frequency palmitoleic-16:1n7, compared to AW. The obese with MetS presented more metabolic alterations, a greater amount of dihomo- γ -linolenic (DHGL-20:3n6) and a 20:3n6/18:2n6 relation, indicative of increased activity of $\Delta 6$ desaturase (D6D). The FFA totals, palmitoleic-16:1n7, DHGL-20:3n6, D6D activity and hsRCP significantly correlated with variables of adiposity, IR and triglycerides. The results in obese with MetS corroborate the association among central obesity, inflammation and increased lipolysis in visceral adipose tissue and metabolic alterations.

Key words: Obesity, metabolic syndrome, free fatty acid, young

INTRODUCCIÓN

El exceso de peso actualmente constituye una pandemia que afecta 34,3% de la población adulta y se presenta en la mayoría de países, estratos y edades (1); la obesidad y el grado de adiposidad está asociada con

enfermedades metabólicas graves como diabetes (DM), dislipidemia, hipertensión arterial (HTA), síndrome metabólico (SM) y en consecuencia mortalidad prematura, cada vez más frecuentes en países no industrializados y con diferentes estadios de transición epidemiológica (2,3). En 2008, 170 millones de menores

de 18 años padecían exceso de peso (1). Se estima que en América Latina se encuentren entre 16,5 y 22,1 millones de adolescentes obesos, con prevalencias de exceso de peso desde 16,7% en Colombia, 20% en Brasil, hasta 35% en México y Chile (4).

La obesidad, principalmente abdominal induce alteraciones del metabolismo como intolerancia a la glucosa y resistencia a la insulina (RI), disminución en la concentración de las lipoproteínas de alta densidad (cHDL), elevación de los triglicéridos (TG) y aumento de la presión arterial, las cuales en conjunto configuran el SM (5).

La conexión entre obesidad central y las alteraciones propias del SM podrían ser los ácidos grasos libres (AGL), producidos por la disfunción del tejido adiposo tras un crecimiento hipertrófico e hiperplásico generado por el sometimiento crónico a un balance positivo de energía, este crecimiento desordenado produce infiltración y activación de macrófagos, sustancias proinflamatorias, aumento en el número de receptores β 3 adrenérgicos que tienen una menor sensibilidad a la señal antilipolítica de la insulina en los adipocitos viscerales (6), lo que se traduce en liberación de grandes cantidades de AGL y lipotoxicidad; estos AGL en órganos como el hígado afectan la síntesis de lipoproteínas y podrían generar hígado graso, en el páncreas afectan la producción de insulina y en tejidos periféricos como el músculo producen RI por activación de vías como proteína quinasa C isoforma θ (PKC θ) (7).

Los AG circulan en el suero esterificados en diferentes fracciones: ésteres de colesterol (EC) (8), fosfolípidos (FL) (9), triglicéridos (TG) (10) o como AGL (11); el perfil de AG difiere entre estas fracciones; en los EC, FL y TG el contenido de AG se afecta por la ingesta alimentaria a corto plazo, por lo cual pueden reflejar más el consumo de alimentos que los procesos metabólicos, mientras que la fracción de AGL refleja más los AG liberados desde el tejido adiposo (12), por esto la fracción de AGL circulantes, obtenida de suero en ayunas, podría reflejar la composición de AG del tejido adiposo y utilizarse en individuos con obesidad central como un marcador de daño metabólico temprano conducente a enfermedad crónica.

En adultos sanos se ha encontrado un patrón de AGL caracterizado por una mayor proporción de AG palmítico-16:0 y oleico-18:1n9, en menor proporción esteárico-18:0, mirístico-14:0 y palmitoléico-16:1n7, los cuales se ha visto que tienen correlación con la com-

posición del tejido adiposo (12). Algunos estudios en adultos han encontrado relación de los AGL con RI y obesidad abdominal (13), no obstante, esta asociación entre AGL, RI y SM aún es controversial, posiblemente porque en los estudios se utilizan diferentes fracciones lipídicas, lo que dificulta la comparación de resultados y confunde las asociaciones.

Los estudios en adultos que solo comparan la fracción AGL también presentan controversia, algunos reportan bajas proporciones de AG saturados (AGS) y altas de AG poliinsaturados (AGPI) (14) y otros altas proporciones del total de AGS y monoinsaturados (AGM) y bajas de AGPI tanto omega 6 como 3, esta variabilidad en las asociaciones dentro la misma fracción podría deberse a que en los adultos hay mayor efecto de variables intervinientes que modifican el perfil, como desórdenes metabólicos avanzados, enfermedad aterosclerótica, exposición a variables de estilo de vida (sedentarismo, comida en exceso, consumo de alcohol y tabaco), que aumentan con los años (15).

En jóvenes la identificación de la composición de AGL podría contribuir a un mejor entendimiento de la relación obesidad - RI - SM, dado que en edades tempranas los análisis se afectan menos por factores de confusión como las variables del estilo de vida y la presencia de enfermedades crónicas. No obstante, en jóvenes los estudios son pocos y nada concluyentes.

Por lo anterior el objetivo del estudio fue comparar el perfil de AGL de jóvenes obesos con y sin SM y explorar la asociación de estos AGL con variables metabólicas: como colesterol total (CT), colesterol LDL (cLDL), colesterol HDL (cHDL), TG, glucemia, insulina, HOMA (homeostatic model assessment), PCRhs (proteína C reactiva ultra sensible) y presión arterial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio. Se desarrolló un estudio transversal, que incluyó 96 jóvenes, hombres y mujeres, de 10 a 18 años, seleccionados entre 851 jóvenes participantes en un estudio poblacional previo (16), en el cual se seleccionaron aleatoriamente los participantes, se citaron a una institución prestadora de salud, donde se evaluó antropometría y se les tomó una muestra de sangre para evaluación de parámetros bioquímicos, tanto adultos como jóvenes firmaron consentimiento informado.

Para el presente estudio se definió el tamaño de mues-

tra con el software Primer® considerando: la diferencia mínima esperada entre el grupo control y caso en la concentración de los AGL palmítico y esteárico de un estudio previo (10), comparación de tres grupos, error alfa de 0,05 y potencia del 85%, para un número de 32 jóvenes por grupo.

Conformación de los grupos. 1) obesos con SM (OBSM): con IMC >P98 (17) y diagnóstico de SM. 2) Obesos sin SM (OBNSM): IMC >P98 y sin SM. 3) Peso Adecuado (PA): IMC entre P15 - P85 y ninguno de los componentes del SM. Los grupos fueron equiparados uno a uno, por: sexo, edad, maduración puberal y estrato socioeconómico.

Criterios de exclusión. Se excluyeron los jóvenes que consumían medicamentos hipolipemiantes, antihipertensivos, hipoglicemiantes, corticosteroides, hormonas tiroideas y suplementos nutricionales, jóvenes con diabetes tipo 1, deportistas de alta competencia y jóvenes embarazadas o en período de lactancia.

MEDICIONES

Estrato socioeconómico. Se definió basado en la clasificación del Departamento Administrativo Nacional de Estadística colombiano, como estrato bajo (estrato 1 y 2), medio (estrato 3 y 4) y alto (estrato 5 y 6), el cual se reporta al usuario en la factura de servicios públicos (18).

Evaluación antropométrica. Se midió peso y estatura, y se construyó el índice de masa corporal (IMC: peso/estatura² (kg/m²) y se clasificó según el estándar de la Organización Mundial de la Salud 2007 (17), se tomaron pliegues de grasa: tricípital (PGT) y subescapular (PGS) y se calculó y clasificó el % de grasa corporal según Lohman (19), se tomó circunferencia de cintura (CC) y se clasificó según Fernández (20). Las mediciones se realizaron con equipos y técnicas de uso internacional (19).

Análisis clínicos y bioquímicos. La maduración puberal se realizó y clasificó por autoreporte según metodología de Tanner. La presión arterial se tomó con tensiómetro de mercurio marca Riester® y se clasificó según metodología de Fourth Task Force (21). Para las pruebas bioquímicas se tomó muestra de sangre venosa antecubital con ayuno entre 10-12 horas y se obtuvo suero que se almacenó a -80°C. Se determinó el CT, cHDL, cLDL y TG por espectrofotometría, en fotocolorímetro RA-50 (Bayer, serie 71663), con kits colo-

rimétricos enzimáticos específicos (BioSystems Reagents and Instruments). Se calculó el índice de Castelli como medida de riesgo cardiovascular, según la fórmula CT/cHDL, y se clasificó como alto riesgo valores >5 para hombres y >4,5 para mujeres (22).

La glucemia e insulina se determinaron por Enzimoinmunoensayo en micropartículas (MEIA). Se definió hiperglucemia con glucemia >100mg/dL según ATPIII (23). La RI fue estimada por el modelo matemático índice HOMA (Homeostasis Model Assessment) utilizando el software HOMA Calculator Version 2.2.2 de © Diabetes Trials Unit de la Universidad de Oxford. Se definió RI con un valor ≥ 3.1 , con base en tres criterios: 3.1 fue el valor de RI en el p95 de los 851 jóvenes de la población del estudio marco de la cual se derivó esta investigación (16), según el punto de corte ya publicado por Lee JM et al en 2006 (24) y confirmado como clasificatorio de RI en pre-púberes y púberes por Yin et al en 2013 (25). La PCRhs se determinó mediante inmunoturbidimetría y se clasificó como riesgo cardiovascular bajo <1mg/L, promedio entre 1-3mg/L y riesgo alto >3mg/L (26).

Clasificación de SM. Se diagnosticó SM cuando el joven presentaba tres o más de los siguientes criterios: TG \geq 110 mg/dL, cHDL \leq 40 mg/dL, glucemia en ayunas \geq 100 mg/dL, presión arterial en mmHg \geq P90 y CC \geq P90 (27).

Perfil de ácidos grasos libres circulantes. Para la extracción de lípidos del suero humano y derivatización de AG los lípidos fueron extraídos con cloroformo/metanol (2:1) basados en el método de Folch (28). En el análisis por cromatografía de gases (GC) los metil-ésteres de AGL fueron analizados en un cromatógrafo de gases Agilent 6890N con detector de ionización en llama (FID), columna capilar TR-CN100, 60 m x 250 μ m x 0.20 μ m ID, inyector split/splitless con una relación Split 100:1, volumen de inyección 1.0 uL, temperatura del inyector 260°C, programa de temperatura del horno, iniciando a 90°Cx7 min, aumento a una tasa de 5°C/min hasta 240°C por 15 min, temperatura del detector 300°C, gas de arrastre He a un flujo de 1.1 mL/min. Para la identificación de los AG se utilizó estándar (FAME Mix de 37 componentes, Supelco). Los resultados se presentan como cantidad relativa de cada AG (% del total AG).

Las concentraciones del total de AGS, AGM y AG omega 6 (AG ω 6) fueron calculados por la suma de cada uno de los AG de 14 a 22C de cada una de las fa-

milias. Para la familia omega 3 (AG ω 3) no se realizó sumatoria, ya que α -linolénico-18:3n3 y eicosapentaenoico-20:5n3 (EPA-C20:5n3) se detectaron pero en cantidades no cuantificables, de esta familia se tomó en cuenta el docosahexaenoico (DHA-22:6n3). Se calculó la relación ω 6/ ω 3 (18:2n6+20:3n6+20:4n6/18:3n3+22:6n3), cuando linolénico-C18:3n3 fue cuantificable, cuando no, se tuvo en cuenta solo DHA-22:6n3. Se calcularon las relaciones producto/precursor como indicador indirecto de la actividad de las enzimas desaturasas, las relaciones estimadas fueron: delta 9 desaturasa (D9D)=16:1n7/16:0 (palmitoléico/palmitico) y 18:1n9/18:0 (oleico/esteárico), delta 5 desaturasa (D5D)=20:4n6/20:3n6 (araquidónico/DHGL) y delta 6 desaturasa (D6D)=20:3n6/18:2n6 (DHGL/AL), como previamente se ha reportado (8,29)

Manejo ético. La investigación clasificó con riesgo mínimo según el Ministerio de Salud de Colombia, resolución 008430, artículo 11, Octubre de 1993. El proyecto fue aprobado por el Comité de Bioética de la Sede de Investigación Universitaria (SIU) de la Universidad de Antioquia, certificado número 10-11-328. Todos los participantes y padres firmaron el consentimiento informado que incluyó la declaración de Helsinki.

Análisis estadístico. Se comprobó normalidad de las variables continuas con la prueba Shapiro Wilks, la diferencia entre grupos se evaluó por ANOVA ó Kruskal Wallis ó prueba t ó U de Mann Whitney, según corresponde; las frecuencias de variables categóricas se realizó con Chi². Las correlaciones se realizaron mediante R de Pearson o Rho de Spearman. La asociación entre cada AG con algunas variables categóricas se hizo mediante razón de disparidad (OR). Se consideró como significativo una $p < 0,05$. Para el análisis estadístico se usó el programa Statistical Package for the Social Sciences, SPSS® V 21.0.

RESULTADOS

Características antropométricas y bioquímicas de los jóvenes. Las variables de equiparamiento entre los grupos no mostraron diferencias significativas (Tabla 1). 56,3% de los jóvenes eran hombres, la edad promedio fue 14,1 \pm 2,4 años; 88,5% pertenecía a los estratos medio y bajo, 12,5% eran pre-púberes y 63,5% pos púberes. Los promedios de IMC y CC mostraron diferencias significativas entre los tres grupos ($P < 0,001$ ambas me-

didadas), siendo mayores en el grupo OBSM, en el cual 53,1% de los integrantes tenían la CC alta ($P > 90$) mientras que en los otros grupos no se encontró obesidad central. Las variables de adiposidad (PGT, PGS y % de grasa) no presentaron diferencias significativas entre los 2 grupos de obesos, pero si con el grupo de PA (Tabla 2).

La glucemia mostró diferencias significativas ($P < 0,001$) entre OBSM y los otros grupos, pero no entre OBNSM y PA, 18% de los jóvenes OBSM tenían hiperglucemia; las concentraciones de insulina y HOMA fueron significativamente mayores en OBSM, que triplico y duplico los valores frente a OBNSM y PA, respectivamente ($P < 0,001$). 53,1% de OBSM presentaron alto HOMA, (Tabla 2) y CC alta; estas dos medidas mostraron correlación positiva (Rho=0,718; $P = 0,0001$).

Los TG y el cHDL mostraron diferencias significativas entre OBSM y los otros grupos ($P < 0,00$ ambas medidas) (Tabla 2). 93,7% de los OBSM presentaron al mismo tiempo TG altos y cHDL bajas. El índice de Castelli fue más alto en OBSM (5,2) con respecto a OBNSM y PA (3,5 y 2,9 respectivamente) y significativamente diferentes entre todos los grupos ($P < 0,001$) (Tabla 2). 65,6% de los OBSM presentaron riesgo coronario alto.

La PCRhs no mostró diferencias significativas entre OBSM y OBNSM, pero si al comparar estos dos grupos con PA, con valores mayores en los obesos ($P < 0,001$) (Tabla 2), además el riesgo de inflamación crónica leve (PCRhs > 1 mg/dL) en los jóvenes obesos fue 2,6 veces mayor comparado con los de PA (OR 2,6; IC 1,272 – 5,544; $P = 0,001$).

Composición de AGL. El total de AGL fue significativamente mayor en el grupo OBSM, con concentraciones del doble comparado con los otros grupos ($P = 0,014$). La mayor proporción de AGL fue de AGS, seguida de AGPI y la menor fue de AGM en todos los grupos, sin diferencia significativa. Los AGS con mayor concentración fueron palmítico-16:0 y esteárico-18:0. El oleico-18:1n9 fue el AGM de mayor concentración sin diferencias por grupo. El palmitoléico-16:1n7 se presentó en el 71,9% de los obesos y solo en el 25% de los adecuados, lo que evidenció una asociación significativa de este AG con obesidad ($P < 0,001$).

La suma de AGPI no mostró diferencia significativa entre los grupos. La concentración más alta de AGPI fue de linoléico-18:2n6, aunque sus concentraciones

Tabla 1. Características de equiparamiento de los grupos de estudio.

| Grupos | | OBSM | OBNSM | PA | p ^{1,2} |
|-----------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------------|
| Variables de equiparamiento | | | | | |
| Edad (Me RQ) ³ | | 13,9 (4,8) | 14,2 (4,1) | 14,0 (4,2) | 0,9381 |
| Sexo % | Hombres | 56,3 | 56,3 | 56,3 | 1,0002 |
| | Mujeres | 43,8 | 43,8 | 43,8 | |
| Maduración Puberal (%) | Pre púber | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 0,9982 |
| | Púber | 25 | 21,9 | 25 | |
| | Pos púber | 62,5 | 65,6 | 62,5 | |
| Estrato Socioeconómico (%) | Bajo | 53,1 | 53,1 | 50 | 0,8472 |
| | Medio | 37,5 | 31,3 | 38,5 | |
| | Alto | 9,4 | 15,6 | 11,5 | |

OBSM: obesidad con síndrome metabólico OBNSM: obesidad sin síndrome metabólico PA peso adecuado
 1 Kruskal Wallis. p<0,05 2 Chi cuadrado de Pearson. p<0,05 3 Valores reportados como como mediana (rango intercuartílico).

Tabla 2. Características antropométricas y bioquímicas de los jóvenes según grupo 1

| Variable | OBSM | OBNSM | PA | p _{2,3} |
|--|----------------|--------------|-------------|------------------|
| | n=32 | n=32 | n=32 | |
| IMC Kg/m ² | 31,1±5,04,5 | 27,1±2,94 | 20,2±2,3 | 0,0002 |
| Circunferencia de cintura cm | 91,2±10,94,5 | 80,5±5,64 | 67,6±5,39 | 0,0002 |
| Pliegue Subescapular mm | 29,9±10,94 | 25,5±8,14 | 11,5±3,5 | 0,0002 |
| Pliegue Tricipital mm | 25,2±6,74 | 23,6±6,234 | 12,9±4,1 | 0,0002 |
| Porcentaje de Grasa corporal (%) | 38,1(18,7)4 | 34,7(15,8)4 | 22,2(14,2) | 0,0003 |
| Glucemia mg/dL | 90,3±8,24,5 | 83,7±7,46 | 83,3±6,9 | 0,0002 |
| Insulina unidad de medida | 25,7 (12,4)4,5 | 11,5 (7,8) | 7,1 (4,1) | 0,0003 |
| HOMA | 3,2 (1,65)4,5 | 1,5 (1,0) | 0,9 (0,5) | 0,0003 |
| Colesterol mg/dL | 192,6±50,34 | 172,25±34,5 | 162,1± 27,9 | 0,0082 |
| Triglicéridos mg/dL | 162,5 (94)4,5 | 92,5 (37) | 71 (32) | 0,0003 |
| c-HDL mg/dL | 38 (6)4,5 | 45 (15) | 54 (15) | 0,0003 |
| c-LDL mg/dL | 99 (61)4 | 88 (37)4 | 79 (31) | 0,0033 |
| Proteína C Reactiva ultrasensible mg/L | 1,74 (2,91)4 | 0,93 (2,47)4 | 0,37 (0,68) | 0,0003 |
| Índice de Castelli (CT/cHDL) | 5,09(1,52)4,5 | 3,64(0,69)4 | 2,91(1,04) | 0,0003 |

OBSM: obesidad con síndrome metabólico OBNSM: obesidad sin síndrome metabólico PA: peso adecuado.

1 Valores reportados como promedio±desviación, para variables paramétricas o como mediana (rango intercuartílico) cuando son no paramétricas.

2 ANOVA con pos-test de Scheffé. p<0,05. 3 Kruskal Wallis. p<0,05.

4 Significativamente diferente de PA 5 Significativamente diferente de OBNSM

fueron más bajas en los grupos de obesos; araquidónico-20:4n6 y DHGL-20:3n6 se encontraron más altos en los grupos con obesidad (OBSM y OBNSM), siendo significativamente más alto DHGL-20:3n6 en OBSM que en adecuados. De la familia omega 3, no se pudo cuantificar alinolénico-18:3n3 y EPA-20:5n3 solo se encontraron pequeñas concentraciones de DHA-22:6n3. La relación omega6/omega3 no mostró diferencias significativas entre los grupos.

En las relaciones producto/precursor se encontró que la relación DHGL-20:3n6/linoléico-18:2n6 fue signi-

ficativamente más alta en los grupos de obesos que en el grupo de PA (P<0,001), pero no entre los obesos (Tabla 3), las relaciones estimadas de D9D y D5D no mostraron diferencias significativas.

Correlación entre variables bioquímicas y AGL. Se encontró asociación positiva y significativa entre el total de AGL con IMC, CC, insulina y HOMA, además entre el AG palmitoléico-16:1n7 y medidas de adiposidad. También entre el DHGL-20:3n6 con insulina, estas y otras correlaciones se aprecian en la Tabla 4.

Con el fin de explorar si la relación DHGL-20:3n6 y

Tabla 3. Principales ácidos grasos en la fracción de ácidos grasos libres de los jóvenes según los grupos de estudio¹

| Ácido Graso (% total de AG) | OBSM | | OBNSM | | PA | | p ^{2,3} |
|-------------------------------------|------|------------------------------|-------|------------------------------|----|-----------------|--------------------|
| | n | | n | | n | | |
| Total AGL (mg/dL) | 32 | 199,49(40,02) ^{4,5} | 32 | 100,77(24,07) | 32 | 98,82(29,94) | 0,014 ² |
| Palmitico (C16:0) | 32 | 29,99(2,41) | 32 | 29,98 (3,68) | 32 | 30,75 (4,47) | 0,934 ² |
| Estéarico (C18:0) | 32 | 14,37(2,16) | 32 | 15,4(2,67) | 32 | 14,49(3,38) | 0,454 ² |
| Sumatoria AGS | | 44,69(4,06) | - | 46,11(6,42) | - | 43,15(6,69) | 0,597 ² |
| Palmitoléico (C16:1) | 27 | 1,69(0,73) | 19 | 1,67 (0,52) | 8 | 1,54 (0,59) | 0,466 ² |
| Oléico (C18:1) | 32 | 19,3 (4,04) | 32 | 17,93(3,28) | 32 | 18,36(3,43) | 0,318 ² |
| Sumatoria AGM | - | 20,88(4,07) | - | 19,1(4,58) | - | 19,06(5,63) | 0,226 ² |
| Linoléico (C18:2n6) | 32 | 21,73 (3,26) | 32 | 22,57(3,30) | 32 | 24,54(5,28) | 0,140 ² |
| Dihomo γ Linoléico (C20:3n6) | 32 | 3,01 \pm 0,58 ⁴ | 31 | 2,77 \pm 0,59 | 31 | 2,37 \pm 2,45 | 0,000 ³ |
| Araquidónico (C20:4n6) | 32 | 6,60(1,09) | 32 | 6,49(3,11) | 32 | 5,79(2,04) | 0,251 ² |
| Sumatoria AG n6 | - | 31,51(3,31) | | 32,05(3,48) | | 32,76(4,10) | 0,344 ² |
| Docosahexaenóico (C22:6n3) | 31 | 1,91 \pm 0,44 | 26 | 1,94 \pm 0,45 | 25 | 1,79 \pm 0,54 | 0,508 ³ |
| Sumatoria AGP | - | 33,51(3,42) | - | 33,96(4,07) | - | 34,4(4,85) | 0,685 ² |
| Relación ω 6/ ω 3 | 32 | 17,23(4,37) | 32 | 16,86(13,17) | 32 | 17,99(5,12) | 0,577 ² |
| D6D 20:3n6/18:2n6 | 32 | 0,14 \pm 0,03 ⁴ | 32 | 0,12 \pm 0,02 ⁴ | 32 | 0,10 \pm 0,03 | 0,000 ³ |

OBSM: obesidad con síndrome metabólico OBNSM: obesidad sin síndrome metabólico PA peso adecuado.

1 Valores reportados como promedio \pm desviación o como mediana (rango intercuartílico)

2 Kruskal Wallis. p<0,05.

3 ANOVA con pos-test de Scheffé p <0,05

4 Diferencia significativa con el PA

5 Diferencia significativa con OBNSM

Tabla 4. Correlación entre ácidos grasos libres, PCRhs y variables bioquímicas y antropométricas en jóvenes.

| Variables | CC | PGS | PGT | IMC | Insulina | HOMA | TG |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------|-------|-------|
| Total AGL mg/dL | 0,231 | NS | NS | 0,276 | 0,276 | 0,278 | NS |
| Palmitoléico (16:1n7) | 0,321 | 0,307 | 0,276 | 0,336 | NS | NS | NS |
| Dihomo- γ -linoléico (C20:3n6) | 0,3342 | 0,2842 | 0,2862 | 0,3102 | 0,372 | 0,369 | 0,333 |
| D6D | 0,384 | 0,29 | 0,285 | 0,3492 | 0,399 | 0,393 | 0,375 |
| PCRhs | 0,425 | 0,498 | 0,589 | 0,472 | 0,313 | 0,317 | 0,216 |

Los valores numéricos son significativos a un valor de p<0,05

NS: no significativo, CC: circunferencia de cintura, PGS: pliegue de grasa subescapular, PGT: pliegue de grasa tricípital, IMC índice de masa corporal, HOMA: homeostatic model assessment, TG: triglicéridos,

1 La mayoría de valores corresponden a correlación de Spearman con significancia de p<0,05, a menos que se indique 2

2 Correlación de Pearson con significancia de p <0,05

SM se asociaba específicamente con la presencia de RI se realizó un sub-análisis, derivado del mismo estudio marco (13), comparando dos grupos de jóvenes con exceso de peso, uno con RI (n=37) y otro sin RI (n=36). Se encontró que el grupo de jóvenes con exceso de peso y RI también tenía significativamente mayor concentración de DHGL-20:3n6 y mayor relación DHGL-20:3n6/linoléico-18:2n6 (D6D) que los jóvenes con exceso de peso sin RI (Tabla 5). Además en jóvenes con exceso de peso y RI el DHGL-20:3n6 correlacionó directa y significativamente con variables como PCRhs, insulina, HOMA, TG, % de grasa y CC (datos

no publicados).

DISCUSIÓN

Las características comunes a los dos grupos de obesos (OBSM y OBNSM) independiente del desarrollo de SM fueron la mayor adiposidad y el mayor estado inflamatorio (PCRhs), igualmente los obesos presentaron significativamente mayor frecuencia del AGM palmitoléico-16:1n7, que ya se había reportado en adultos, en diferentes fracciones (8,30). Paillard reportó altas concentraciones de palmitoléico-16:1n7 en adultos con exceso de peso comparados con PA, y encontró fuerte

Tabla 5. Principales ácidos grasos en la fracción ácidos grasos libres en jóvenes con exceso de peso con y sin resistencia a la insulina 1

| Ácido Graso (% área) | n | Exceso de peso con RI | n | Exceso de peso sin RI | p ^{2,3} |
|-------------------------------------|----|-----------------------|----|-----------------------|--------------------|
| Mirístico (C14:0) | 17 | 1,06±0,24 | 23 | 0,93±0,20 | 0,061 ² |
| Palmítico (C16:0) | 35 | 30,86(2,45) | 36 | 32,42(3,12) | 0,002 ³ |
| Estéarico (C18:0) | 35 | 15,26(1,88) | 36 | 15,17(1,69) | 0,691 ³ |
| Sumatoria AGS | - | 46,18(3,56) | - | 48,21(3,26) | 0,007 ³ |
| Palmitoléico (C16:1) | 32 | 1,55±0,46 | 34 | 1,49± 0,47 | 0,614 ² |
| Oléico (C18:1) | 37 | 17,52(3,99) | 36 | 17,33(3,39) | 0,389 ³ |
| Sumatoria AGM | - | 18,96(4,36) | - | 18,86(3,63) | 0,544 ³ |
| Linoléico (C18:2n6) | 37 | 22,86± 3,08 | 36 | 23,30± 3,21 | 0,318 ² |
| Dihomo γ Linoléico (C20:3n6) | 37 | 2,97±0,68 | 36 | 2,65±0,66 | 0,044 ² |
| Araquidónico (C20:4n6) | 37 | 6,93±1,39 | 36 | 6,71±1,71 | 0,545 ² |
| Sumatoria AG n6 | - | 32,14± 4,04 | - | 32,75± 3,88 | 0,297 ² |
| Docosahexaenóico (C22:6n3) | 17 | 1,84(0,31) | 4 | 2,12(0,61) | 0,210 ³ |
| Sumatoria PUFA | - | 33,56± 3,01 | - | 33,04±2,85 | 0,761 ² |
| Relación $\omega 6/\omega 3$ | - | 17,78(2,66) | - | 17,00(6,35) | 0,654 ³ |
| D6D 20:3n6/18:2n6 | 37 | 0,13(0,06) | 36 | 0,11(0,02) | 0,025 ³ |

1 Valores reportados como promedio±desviación o como mediana (rango intercuartílico)

2 T de Student, p <0,05. 3U de Mann Whitney p<0,05

asociación entre este, los TG y la CC (30), igualmente Warensjö y Perxachs en adultos con SM encontraron el palmitoléico-16:1n7 más alto (8,31). En niños se han encontrado patrones similares, Okada determinó que el palmitoléico-16:1n7 fue más alto en obesos y correlacionó con variables antropométricas como % de grasa y CC, igual a lo hallado en esta investigación (11). Gil-Campos encontró que el palmitoléico-16:1n7 se encuentra más alto en el total de AGL, TG y EC en niños OBSM comparados con los de PA (10), igual a lo encontrado por Decsi en EC y FL (9), este AG correlacionó positivamente con la ingesta de carbohidratos y el riesgo de SM (10); el aumento de este AG se deber posiblemente a un aumento de la lipogénesis en obesidad, ya que este AG, junto con el palmítico-16:0, es uno de los productos finales de la síntesis endógena y no se encuentra comúnmente en los alimentos, lo que refleja el flujo de carbonos aportados por las grasas y carbohidratos dietarios para la síntesis de AG y el almacenamiento hepático de lípidos (10,11).

El grupo OBSM mostró diferencias significativas con valores mayores que los OBNSM y PA, en la CC, glucemia, insulina, HOMA, TG, e índice de Castelli y más bajos de cHDL, con 51,3% de los jóvenes con CC alta y RI. Estos hallazgos confirman la asociación entre la obesidad central y las alteraciones propias del SM, si-

milares a los de Gil (10). Los OBSM presentaron concentraciones significativamente mayores de AGL totales similar a lo hallado por Reinehr (32), este además encontró correlación significativa entre el total de AGL, CC, insulina y HOMA (32), lo que sugiere que en quienes se presenta obesidad central, los adipocitos aumentan la liberación de AG, que una vez circulantes son lipotóxicos y se asocian con el desarrollo de RI y SM. Las variables TG, cHDL, glucemia, insulina y HOMA más altas en OBSM, no fueron significativamente diferentes entre los jóvenes OBNSM y los de PA, estos grupos tampoco difirieron en el total de AGL, ni en los tipos de AGL del suero. Estos resultados indican que el riesgo de enfermedad en los adolescentes obesos no está directamente asociado con el IMC, y que la conexión entre la obesidad y las alteraciones metabólicas (configuradas en SM) está más asociada al exceso de grasa visceral, que produce liberación de AG, que pueden causar lipotoxicidad, RI y finalmente producir acumulación de lípidos en el hígado y generar enfermedad de hígado graso no alcohólico (33).

Lo anterior sugiere que la susceptibilidad de los jóvenes obesos a sufrir alteraciones metabólicas que incrementan el riesgo de enfermar no es igual para todos, posiblemente por el diferente grado de exposición que puedan tener a factores ambientales, del estilo de vida

y genéticos que predisponen a obesidad, en este sentido un estudio realizado en estos jóvenes encontró que la asociación de algunas variantes génicas con obesidad se modificaba según el estilo de vida, por ejemplo el genotipo I/I de SNP19 de la calpaína (CAPN10) se asoció significativamente con exceso de peso aún en jóvenes activos, mientras algunas variantes de los genes FTO y UCP3 mostraron tener efecto sobre la obesidad solo cuando los jóvenes eran sedentarios (34).

El grupo OBSM presentó significativamente mayor concentración de DHGL-20:3n6 que PA, resultado que concuerda con lo reportado en adultos, en quienes se ha asociado DHGL-20:3n6 en EC con obesidad y SM (8,35); en niños y jóvenes con exceso de peso y SM se ha encontrado mayor proporción de este AG tanto en FL (9,29) como EC (15,29). Esta asociación con SM se reforzó al encontrar que DHGL-20:3n6 presentó correlación positiva y significativa con CC y HOMA, igual que en el estudio de Steffen (29), aunque estas correlaciones fueron débiles, orientaron a pensar que DHGL-20:3n6 podría estar alto en aquellos jóvenes obesos con SM y RI, más que en aquellos obesos con SM sin RI. Por lo anterior, se realizó un sub-análisis que permitiera confirmar la asociación de DHGL-20:3n6 con RI, en jóvenes con exceso de peso, en el cual se encontró que este AG correlacionó con PCRhs, insulina, HOMA, TG, % de grasa y CC. En adultos reportaron resultados similares donde el DHGL-20:3n6 en EC y FL se asoció con marcadores de RI y DM (36). Este AG (DHGL-20:3n6) se produce a partir del AG esencial linoléico-18:2n6 después de ser desaturado por la D6D y elongado; posteriormente otra desaturación catalizada por la D5D produce el araquidónico-20:4n6 (8); esta línea da origen a eicosanoides vasoactivos que se incrementa en obesidad abdominal asociándose con inflamación (PCRhs). Sin embargo, en los jóvenes con obesidad y SM de este estudio el aumento de DHGL-20:3n6 no se acompañó de incremento en el AG araquidónico-20:4n6. Esta mayor concentración de DHGL-20:3n6 precursor de tromboxanos y prostanoïdes de la serie 1 por la vía de la ciclooxigenasa, podría potenciar la actividad antiinflamatoria y posiblemente indicar que el aumento del DHGL-20:3n6 sería un mecanismo compensatorio para mantener el balance entre sustancias pro y antiinflamatorias, más que el causante de las alteraciones metabólicas de SM, como RI, estrés oxidativo y mayor estado inflamatorio (37).

La relación para D6D (DHGL-20:3n6/linoléico-

18:2n6) fue significativamente mayor en los dos grupos de obesos frente al de PA, debido a la mayor proporción de DHGL-20:3n6. En adultos esta relación en FL correlacionó con IMC y RI y asoció con riesgo de SM (8), además se ha relacionado con altos niveles de péptido C (marcador temprano de insulinemia y RI) (36); en niños D6D se ha encontrado más alta en jóvenes con sobrepeso, que de PA en FL y EC, y se han encontrado asociación con medidas de adiposidad como IMC y CC, y bioquímicas como triglicéridos e insulina en la fracción de FL (29), igual que en la presente investigación pero en la fracción de AGL.

En estos jóvenes no se detectó, en la fracción de AGL, α linoléico ni EPA, solo DHA y en concentraciones muy bajas. Estudios previos ya habían relacionado la obesidad con depleción de AGPI omega 3 (9), posiblemente por una desaturación defectuosa del α linoléico por parte de las desaturasas D6D y D5D. Los AGPI de cadena larga reprimen la expresión de las desaturasas D5D y D6D, por lo tanto la depleción de AGPI ω 3 podría inducir su expresión y la de los receptores SREBP-1c promoviendo lipogénesis, mientras deprime la expresión de PPAR α y con ello la β oxidación de AG, lo cual podría explicar la asociación que se encontró en este estudio entre la D6D con adiposidad, (38,39).

En el grupo OBSM aunque sin diferencia significativa, se observó una tendencia a mayores concentraciones de AGM y menores de omega 6, frente a los dos grupos pero menores concentraciones de AGS y DHA-22:6n3 frente al grupo OBNSM, resultados similares a los reportados por Decsi y Platat en FL (9,15) quienes encontraron menor cantidad del total de AG omega 6 y linoléico-18:2n6, y altas cantidades del total de AGM y DHGL-20:3n6 en niños OBSM frente a PA (9,15), debido posiblemente a un cambio en el metabolismo en SM, pues el aumento en la lipogénesis, podría estimular la producción de AGM como palmitoléico-16:1n7 y AGP como DHGL-20:3n6, disminuyendo los AG precursores de esas vías. En el análisis con dos grupos (RI y no RI), el grupo con RI se repite el comportamiento, mayores cantidades de AGM, menores de omega 6, DHA-22:6n3, AGS y palmítico-16:0, estos últimos significativamente más bajos frente al grupo sin RI.

Este estudio presentó algunas limitaciones metodológicas, el diseño "transversal" no permite establecer relaciones causales; no se analizó el componente alimentario, el cual pudo tener influencia en los resultados obtenidos; la estimación de las enzimas desatu-

rasas se realizó con por la medición de la relación producto/precursor, que es un método indirecto y puede estar influenciado por el consumo de alimentos y por último este estudio solo tuvo en cuenta la PCRhs como estimativo de estado inflamatorio, reconociendo que el estado pro-inflamatorio de bajo grado es componente importante del SM y hay otras medidas que pueden estimar de manera más precisa este componente

CONCLUSIONES

Los obesos desarrollaron mayor CC, inflamación (PCRhs) y cLDL; en relación con los AGL, los obesos presentaron con mayor frecuencia AG palmitoléico-16:1n7 y mayor concentración media de DHGL-20:3n6 reflejando mayor lipogénesis. Una vez el joven obeso desarrolla SM y CC alta, permanece la inflamación y aparece la RI, las alteraciones metabólicas y los índice de riesgo cardiovascular se hacen más grades; aumenta el total de AGL circulantes, el DHGL-20:3n6 y la relación 20:3n6/18:2n6 indicativa de la actividad de D6D, con lo que se confirma la asociación entre obesidad central, los componentes del SM, lipólisis aumentada en el tejido adiposo visceral y la inflamación.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado con recursos de Colciencias, Convocatoria 569, contrato 487- 2012 y la Universidad de Antioquia con fondos del CODI 2013-2014.

REFERENCIAS

1. Finucane MM, Stevens G a, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9•1 million participants. *Lancet*. 2011 12;377(9765):557–67.
2. Han JC, Lawlor DA, Kimm SYS. *Childhood Obesity –2010: Progress and Challenges*. 2011;375(9727) :1737–48.
3. Popkin B, Adair L, Wen S. NOW AND THEN: The Global Nutrition Transition: The Pandemic of Obesity in Developing Countries. *Nutr Rev*. 2012;70(1):3–21.
4. Rivera JÁ, de Cossío TG, Pedraza LS, Aburto TC, Sánchez TG, Martorell R. Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2014;2(4):321–32.

5. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet*. 2005;365(9468):1415–28.
6. Boden G. Obesity, insulin resistance and free fatty acids. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2011;18(2):139–43.
7. Capurso C, Capurso A. From excess adiposity to insulin resistance: the role of free fatty acids. *Vascul Pharmacol*. 2012;57(2-4):91–7.
8. Warensjö E, Risérus U, Vessby B. Fatty acid composition of serum lipids predicts the development of the metabolic syndrome in men. *Diabetologia*. 2005;48(10):1999–2005.
9. Decsi T, Csábi G, Török K, Erhardt É, Minda H, Burus I, et al. Polyunsaturated Fatty Acids in Plasma Lipids of Obese Children With and Without Metabolic Cardiovascular Syndrome. 2000;35(11):1179–84.
10. Gil-Campos M, del Carmen Ramírez-Tortosa M, Larcqú E, Linde J, Aguilera CM, Cañete R, et al. Metabolic syndrome affects fatty acid composition of plasma lipids in obese prepubertal children. *Lipids*. 2008;43(8):723–32.
11. Okada T, Furuhashi N, Kuromori Y, Miyashita M, Iwata F, Harada K. Plasma palmitoleic acid content and obesity in children. *Am J Clin Nutr*. 2005;82:747–50.
12. Hodson L, Skeaff CM, Fielding B a. Fatty acid composition of adipose tissue and blood in humans and its use as a biomarker of dietary intake. *Prog Lipid Res*. 2008;47(5):348–80.
13. Laaksonen DE, Lakka T a., Lakka H-M, Nyyssonen K, Rissanen T, Niskanen LK, et al. Serum fatty acid composition predicts development of impaired fasting glycaemia and diabetes in middle-aged men. *Diabet Med*. 2002;19(6):456–64.
14. Novgorodtseva TP, Karaman YK, Zhukova N V, Lobanova EG, Antonyuk M V, Kantur T a. Composition of fatty acids in plasma and erythrocytes and eicosanoids level in patients with metabolic syndrome. *Lipids Health Dis*. 2011;10(1):82.
15. Klein-platat C, Draí J, Oujaa M, Schlienger J, Simon C. Plasma fatty acid composition is associated with the metabolic syndrome and low-grade inflammation in overweight adolescents. 2005;(3):1178–84.
16. Gloria A, Claudia V, Gabriel B, Alejandro E, Luz Mariela M, Patiño F. Variations in the prevalence of metabolic syndrome in adolescents according to different criteria used for diagnosis: which definition should be chosen for this age group? *Metab Syndr Relat Disord*. 2014;12(4):209–209.
17. Onis M De, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(9):660–7.
18. DANE. Modelo de Reglamento del Comité Perma-

- nente de Estratificación Socioeconómica. [Sitio en Internet] [Acceso 11 de noviembre 2014]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Modelo_de_Reglamento_CPE.pdf
19. Lohman TG, Roche AF, Martorell F: Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
 20. Fernandez J, Redden D, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *The Journal of Pediatrics*. 2004.
 21. High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(2):555–76.
 22. Argüeso A, Díaz Díaz J, Díaz Peromingo J, Rodríguez González A, Castro Ma M, Diz Lois F. Lípidos , colesterol y lipoproteínas. *Galicía Clin*. 2011;72:S7–17.
 23. National Cholesterol Education Program. hird 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(25):3143–421.
 24. Lee JM, Okumura MJ, Davis MM, Herman WH, Gurney JG. Prevalence and determinants of insulin resistance among U.S. adolescents: a population-based study. *Diabetes Care*. 2006;29(11):2427–32.
 25. Yin J, Li M, Xu L, Wang Y, Cheng H, Zhao X, et al. Insulin resistance determined by Homeostasis Model Assessment (HOMA) and associations with metabolic syndrome among Chinese children and teenagers. *Diabetol Metab Syndr*. 2013 Jan;5(1):71.
 26. Pearson T a, Mensah G a, Hong Y, Smith SC. CDC/AHA Workshop on Markers of Inflammation and Cardiovascular Disease: Application to Clinical and Public Health Practice: overview. *Circulation*. 2004;110(25):e543–4.
 27. Ford ES, Li C, Cook S, Choi HK. Serum concentrations of uric acid and the metabolic syndrome among US children and adolescents. *Circulation*. 2007;115(19):2526–32.
 28. Folch J, Lees M, Stannley S. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem*. 1957;226(457-509).
 29. Steffen LM, Vessby B, Jacobs DR, Steinberger J, Moran A, Hong C-P, et al. Serum phospholipid and cholesteryl ester fatty acids and estimated desaturase activities are related to overweight and cardiovascular risk factors in adolescents. *Int J Obes*. 2008;32(8):1297–304.
 30. Paillard F, Catheline D, Duff F Le, Bouriel M, Deugnier Y, Pouchard M, et al. Plasma palmitoleic acid, a product of stearoyl-coA desaturase activity, is an independent marker of triglyceridemia and abdominal adiposity. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008;18(6):436–40.
 31. Mayneris-Perxachs J, Guerendiain M, Castellote AI, Estruch R, Covas MI, Fitó M, et al. Plasma fatty acid composition, estimated desaturase activities, and their relation with the metabolic syndrome in a population at high risk of cardiovascular disease. *Clin Nutr*. 2014 Feb;33(1):90–7.
 32. Reinehr T, Kiess W, Andler W. Insulin sensitivity indices of glucose and free fatty acid metabolism in obese children and adolescents in relation to serum lipids. *Metabolism*. 2005;54(3):397–402.
 33. Trauner M, Arrese M, Wagner M. Fatty liver and lipotoxicity. *Biochim Biophys Acta*. 2010;1801(3):299–310.
 34. Orozco AC, Muñoz AM, Velásquez CM, Uscátegui RM, Parra M V, Patiño FA, et al. Variant in CAPN10 gene and environmental factors show evidence of association with excess weight among young people in a Colombian population . *Biomédica*. 2014;34:546–55.
 35. Kishino T, Watanabe K, Urata T, Takano M, Uemura T, Nishikawa K, et al. Visceral fat thickness in overweight men correlates with alterations in serum fatty acid composition. *Clinica chimica acta*. 2008;398:57-62
 36. Kurotani K, Sato M, Ejima Y, Nanri A, Yi S, Pham NM, et al. High levels of stearic acid, palmitoleic acid, and dihomo- γ -linolenic acid and low levels of linoleic acid in serum cholesterol ester are associated with high insulin resistance. *Nutr Res*. 2012;32(9):669-75 e3
 37. Roke K, Ralston JC, Abdelmagid S, Nielsen DE, Badawi A, El-Sohehy A, et al. Variation in the FADS1/2 gene cluster alters plasma n-6 PUFA and is weakly associated with hsCRP levels in healthy young adults. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2013;89(4):257–63.
 38. Nakamura MT, Nara TY. Structure, function, and dietary regulation of delta6, delta5, and delta9 desaturases. *Annu Rev Nutr*. 2004;24:345–76.
 39. Araya J, Rodrigo R, Pettinelli P, Araya a V, Poniachik J, Videla L a. Decreased liver fatty acid delta-6 and delta-5 desaturase activity in obese patients. *Obesity*. 2010;18(7):1460–3.

Percepciones y conocimientos acerca de la sal, el sodio y la salud en adultos de clase media de la provincia de San José, Costa Rica

Katrina Heredia-Blonval, Mariela Pacheco-Guier, Daniela Primus-Alfaro, Marielos Montero –Campos, Adrián Fatjó-Barboza, Adriana Blanco-Metzler

Universidad Autónoma de Ciencias Médicas. Departamento de Nutrición. Unidad de Nutrición y Salud. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (Inciensa). San José, Costa Rica.

RESUMEN. En el ámbito mundial se realizan acciones para desarrollar e implementar estrategias que permitan la reducción del consumo de sal/sodio y de esta manera disminuir la prevalencia de hipertensión arterial (HTA) y de enfermedades cardiovasculares (ECV). El objetivo de la investigación fue explorar las percepciones y los conocimientos acerca de la sal, el sodio y la salud de los adultos de clase media de la zona urbana de la provincia de San José; con el fin de proporcionar información para el desarrollo de estrategias educativas. Se realizaron entrevistas (formulario pre-codificado en el Anexo 1) a 400 personas entre 40 y 55 años de edad de clase media, subdividida en tres substratos (alto, medio y bajo). Se analizaron frecuencias y se aplicó la prueba de Chi cuadrada. Se encontró que las personas no se sienten en riesgo de desarrollar HTA independientemente del substrato socioeconómico ($p > 0,05$) y 68% de éstas no consideró un exceso en el consumo de sal/sodio. Además, 70% no tenían conocimiento sobre la relación entre sal y sodio y hubo asociación ($p < 0,05$) entre la subdivisión del estrato socioeconómico y el conocimiento de esta relación. Además, poseían un conocimiento calificado como medio acerca del riesgo del consumo excesivo de sal/sodio y de los beneficios de la disminución de su ingesta. Se concluyó que existen vacíos de conocimientos en la población de Costa-Rica y que es necesario desarrollar estrategias educativas basadas en la situación actual, acompañadas por intervenciones que impacten a las personas en riesgo y cambien sus hábitos de alimentación.

Palabras clave: Sodio, hipertensión, conocimientos, actitudes y práctica en salud, percepción, consumo de alimentos, ingesta diaria recomendada

SUMMARY. Perceptions and knowledge about salt, sodium and health in middle-class adults living in San José, Costa Rica. Organizations and governments globally are making great efforts to develop strategies to reduce population salt intake, and thus reduce the prevalence of hypertension and CVD. The objective of this study was to explore the perceptions and knowledge about salt, sodium and their effects on health of adults of middle income in the urban area of San José; in order to provide information for the development of educational strategies. Four hundred interviews to subjects between 40 to 55 years old, belonging to middle income socioeconomic strata, sub-divided into three levels (high, medium and low) were performed. Frequency analyses were performed, and the Chi-square test was applied. We found that people felt that they are not at risk of developing hypertension regardless of the sub-middle socioeconomic strata ($p > 0.05$) and 68% of individuals did not consider that their consumption of salt and/or sodium was excessive. In addition, 70% of subjects had no knowledge about the relationship between salt and sodium, and an association ($p < 0.05$) between the sub-division of the socioeconomic status and knowledge about this relationship was found. Individuals had an average knowledge about the risk of excessive salt/sodium consumption and the benefits of reduced intake. It was concluded that there is a knowledge gap in subjects and there is a need for developing initiatives to reduce salt/sodium intake, shocking enough to make people be more aware of their risk and change their eating habits.

Key words: Sodium, perception, knowledge, hypertension, consumption

INTRODUCCIÓN

Treinta y seis millones de personas cada año, mueren debido a enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) y las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen la mayoría de estas defunciones, y son la principal causa de morbilidad en el mundo (1).

La presión arterial elevada es el principal factor de riesgo para el desarrollo de ECV y constituye 50% de las muertes por enfermedad coronaria y 60% de las muertes por accidentes cerebrovasculares(2). En Costa Rica 64,6% de las personas adultas mayores de 20 años tienen problemas de presión arterial elevada (37,8%

son hipertensos y 26,8% son pre hipertensos) (3). La relación entre mucho consumo de sodio y el aumento de la presión arterial está documentada en diferentes estudios epidemiológicos, poblacionales, genéticos, experimentales y de casos controles(4). En el ámbito mundial, el consumo de sodio sobrepasa la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de menos de 5g/persona/día(5). Las principales fuentes de sodio de la dieta difieren entre países; en los desarrollados 75% proviene de alimentos procesados, mientras que en los países en vías de desarrollo y asiáticos proviene de la sal de mesa (cloruro de sodio), salsas y condimentos agregados a las preparaciones durante y luego de la cocción(6, 7). En Costa Rica, el consumo de sodio en el 2004 fue de 3 900 mg, equivalentes a 9,75 g de sal (8). No existen datos actualizados al respecto, no obstante los estudios demuestran la transición nutricional en países en vías de desarrollo, con tendencia en el aumento del consumo de alimentos procesados altos en sodio, energía y otros nutrientes(9-11). Los países crean y proponen estrategias en la reducción del consumo de sal/sodio, para disminuir la prevalencia de HTA y de ECV(5, 7, 12-13). La implementación de políticas exitosas debe adaptarse a la situación y al contexto de cada país, por lo que es importante conocer las creencias, actitudes y percepciones que tienen las personas respecto a la sal y el sodio. Existen pocos estudios en esta temática y se requiere ampliar los grupos de poblaciones para determinar si existen diferencias por considerar en el diseño de las intervenciones educativas(14, 15).

El objetivo fue explorar las percepciones y los conocimientos acerca de la sal, el sodio y la salud que tienen los adultos de clase media en la zona urbana de la provincia de San José.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información de esta investigación cuantitativa, descriptiva y transversal, se obtuvo mediante entrevistas en los hogares de diez distritos de la provincia de San José (San Francisco de Dos Ríos, San Antonio de Escazú, Patarrá, San Rafael Abajo, San Antonio de Desamparados, Calle Blancos, Mata de Plátano, La Trinidad, San Rafael de Escazú y Curridabat), durante el mes de abril del 2013.

El diseño muestral fue aleatorio, con un nivel de confianza del 95% y bietápico, en donde se tomaron en cuenta el sexo, la edad y los estratos socioeconómicos

medios. La primera etapa consistió en la selección aleatoria de diez distritos de San José y la segunda en la selección de los hogares con salto sistemático.

Según el Censo nacional de población y vivienda del año 2011(16), la población adulta entre 40 y 55 años de edad residentes en la provincia de San José fue de 278 515 personas, dato utilizado para estimar el tamaño de muestra mediante la fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$$

En donde “n” representa el tamaño de la muestra; “Z α ” el nivel de confianza para extraer la muestra (95%: 1,96); “p*q” es la probabilidad de encontrar una persona que se ajuste a la encuesta realizada (0,5*0,5) y “e” es el error máximo permisible (4,9%: 0,049).

Por conveniencia se decidió realizar el estudio en la clase media de San José. En el ámbito nacional en el 2008, 34,4% de la población correspondió a esta clase socioeconómica, cuyo ingreso mensual se ubicó entre 300 000 y 999 000 colones (581\$ y 1933\$ respectivamente con un tipo de cambio de 516,75 colones); 11,1% era clase media-alta, 10,6% clase media-media y 12,7% clase media-baja (17). Se dispuso que todos los estratos de clase media tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados dentro de la muestra (33%, 34% y 33% respectivamente), debido a la proporción similar entre las subdivisiones.

Para participar en el estudio debían firmar un consentimiento informado por escrito y cumplir con los siguientes criterios de inclusión: pertenecer a la clase media y tener un rango de edad entre 40 y 55 años. Por otra parte, los de exclusión fueron: haber participado en un estudio sobre nutrición durante los últimos tres meses, trabajar en compañías de investigación de mercados, agencias de publicidad, medios de comunicación o cualquier área de la salud relacionada con nutrición y no vivir en el hogar donde se realizó la entrevista.

Para identificar el estrato socioeconómico del entrevistado se utilizó un indicador que tomó en cuenta la posesión de ciertos artículos, apoyo de servicio doméstico y ciertas facilidades en el hogar; ingreso familiar mensual y grado de escolaridad de la persona encuestada(18).

Variables e indicadores: para determinar los conocimientos y la percepción de riesgo del entrevistado se tomaron en cuenta las siguientes variables: conocimiento del consumo de sal/sodio diario recomendado

por la OMS, conocimiento sobre la relación entre la sal y el sodio y percepción del exceso de consumo de sal/sodio. Por otro lado se construyó un indicador que midió los conocimientos de los beneficios al disminuir el consumo de sal/sodio y los riesgos a la salud, por medio de la asignación de la definición conceptual, operacional e instrumental a la variable (Tabla 1). Se midió la confiabilidad por métodos estadísticos, con el fin de corroborar que el indicador construido captaba la información por medir.

Instrumento de recolección de datos: La información se recopiló mediante un formulario de 15 preguntas, validado en una prueba piloto, por medio de la aplicación de la encuesta en condiciones reales a 20 individuos que cumplieran con los criterios de inclusión (Anexo 1).

Métodos estadísticos se realizaron análisis de frecuen-

cia. Las variables cualitativas fueron evaluadas mediante la prueba de Chi cuadrada y se consideró como significativo un valor de $p < 0,05$. Además se midió la confiabilidad de los indicadores con el coeficiente Alfa de Cronbach (19). Para ello se utilizó el software Epiinfo, versión 7.

RESULTADOS

Caracterización de la muestra: La Tabla 2 detalla las características de la muestra.

Padecimiento de HTA y percepción del consumo de sal/sodio

Sesenta y cinco por ciento de las personas señalaron padecer o tener algún familiar cercano con hipertensión arterial diagnosticada. Además, 68% no consideró su consumo de sal/sodio excesivo o alto. Éstas expresaron

“Casi no le agregamos sal a los alimentos”, “En la casa quitamos la sal de mesa”, “La cantidad de sal que le pongo a los alimentos es mínima, apenas una pizquita”, “Tratamos de cocinar con poca sal”. No se encontraron diferencias ($p > 0,05$) entre la percepción del consumo de sal/sodio y el padecimiento de HTA o de algún familiar, ni con la subdivisión de estrato socioeconómico.

Conocimientos sobre la sal y el sodio

La mayoría de las personas (70%) no tenían conocimiento

acerca de la relación entre la sal y el sodio; mencionaron que el sodio se encuentra en la sal o es un componente de ella y es cloruro de sodio. Se encontró asociación ($p < 0,05$) entre la subdivisión de estrato socioeconómico y el conocimiento de esta relación (Figura 1), no así con respecto a la edad ($p > 0,05$).

Un 94% de los encuestados desconocía la cantidad diaria de sal/sodio que debían consumir, independientemente de la subdivisión socioeconómica. Las mismas mencionaron *“No conozco cuánta sal debo consumir por día”, “No sé cuanta cantidad de sal es nociva para la salud”.*

Beneficios de disminuir el consumo de sal/sodio y riesgos de su consumo excesivo

Las personas entrevistadas poseían un conocimiento

Tabla 1. Grado de conocimiento sobre riesgos y beneficios del consumo del sal/sodio

| Definición conceptual | Definición operacional | Definición instrumental |
|---|--|--------------------------|
| Un beneficio es todo bien que se hace o se recibe sobre el monitoreo del consumo de sal/sodio. | Cantidad de respuestas correctas <u>Conocimiento nulo</u> 0 respuestas acertadas | |
| Un riesgo es todo mal que se hace o se recibe sobre el consumo excesivo de sal/sodio (más de 2 000mg de sodio o 5g de sal al día) | <u>Conocimiento bajo</u> De 1 a 4 respuestas acertadas <u>Conocimiento moderado</u> De 5 a 7 respuestas acertadas <u>Conocimiento alto</u> De 8 a 10 respuestas acertadas | Encuesta: pregunta C4 |

Tabla 2. Características demográficas de la muestra, 2013

| Variable | n | Porcentaje (%) |
|----------------------|-----|----------------|
| Género | | |
| Masculino | 180 | 45 |
| Femenino | 220 | 55 |
| Total | 400 | 100 |
| Grupo de edad (años) | | |
| 40 - 44 | 132 | 33 |
| 45 - 49 | 136 | 34 |
| 50 - 55 | 132 | 33 |
| Total | 400 | |
| Nivel socioeconómico | | |
| Medio bajo | 130 | 32 |
| Medio medio | 131 | 33 |
| Medio alto | 139 | 35 |
| Total | 400 | 100 |

Nota: Muestra estadísticamente significativa, basada en el Censo nacional de población y vivienda 2011

medio acerca del riesgo de consumir mucha sal/sodio y de los beneficios de la disminución de su ingesta. Asimismo, existía una asociación entre el conocimiento sobre los beneficios de disminuir y los riesgos de consumir sal/sodio en exceso de acuerdo con el estrato socioeconómico medio (Figura 2). No se encontró asociación entre el grado de conocimiento y el padecimiento de HTA o de algún familiar cercano (Figura 3). Las personas relacionaban el consumo excesivo de sodio con hipertensión arterial, accidente vascular cerebral, enfermedades coronarias, retención de líquido y problemas de riñón e hígado; además con dolores de estómago. No asociaron al mineral con la aparición de osteoporosis ni con problemas de visión.

DISCUSIÓN

El desconocimiento de la relación entre la sal y el sodio evidente en esta investigación concuerda con la de otros estudios realizados internacionalmente, donde los participantes manejan el término sal, pero no lo relacionan con sodio, independientemente del grado socioeconómico (14, 15). Así mismo, a pesar de que la HTA es una enfermedad con la cual la mayoría de las personas entrevistadas se relacionan a diario (65%) y además de reconocer que el consumo excesivo de sodio se asocia con el aumento de la presión arterial y el desarrollo de ECV, éstas no se sienten en riesgo, por lo que probablemente no monitorean la ingesta de dicho mineral, ni toman acciones para disminuir su ingesta. Esta situación no es propia de Costa Rica. En países del medio oriente como Irán, los individuos reportaron tener conocimientos catalogados por los investigadores como no aceptables con respecto a sal/sodio, y mencionan que este vacío es una barrera para la disminución del consumo de sodio (20). Sin embargo, estudios realizados en Korea y China, donde la cultura culinaria es diferente a esta región, indican que las personas, a pesar de tener un grado de conocimiento mayor, tienen comportamientos y percepciones similares a las reportadas en este estudio (21, 22).

La falta de conocimiento sobre la cantidad máxima de consumo recomendada de sal/sodio y el poco interés mostrado por los consumidores en revisar el etiquetado

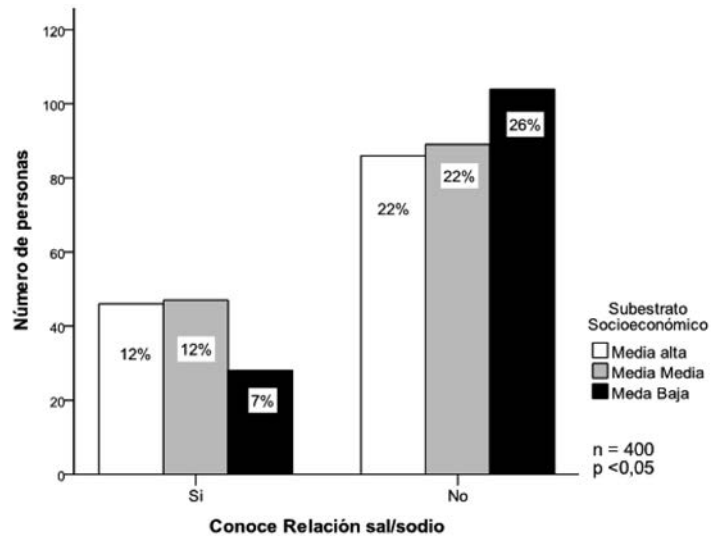


Figura 1. Conocimiento sobre la relación entre la sal y el sodio según substrato socioeconómico, 2013

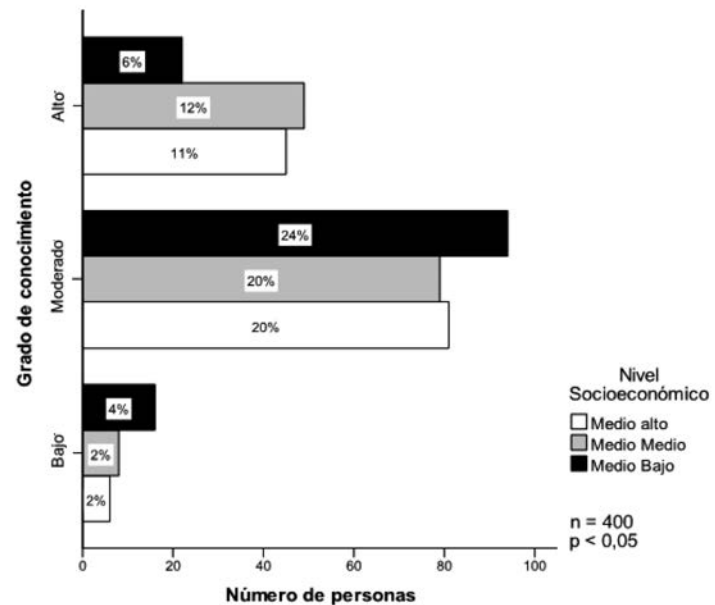


Figura 2. Grado de conocimiento sobre riesgos y beneficios del consumo del sal/sodio según estrato socioeconómico, 2013

nutricional (porque aseguran no entenderlo) (23), sugieren que alguna información relacionada con el tema llega a la población, pero la comunicación no ha sido efectiva pues aún existen vacíos de conocimiento. Esta realidad confirma la necesidad de sensibilizar y educar respecto al tema por parte del gobierno, del sector industrial y de los profesionales del sector salud.

Aunque este estudio no cuantificó el consumo actual de sodio de los sujetos estudiados, la ingesta de éste sobrepasa la recomendación establecida por la OMS de

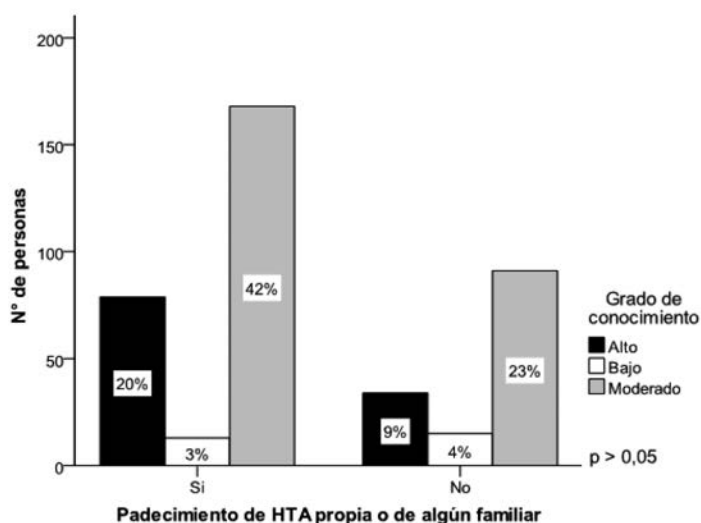


Figura 3. Conocimiento sobre el riesgo de consumo excesivo y los beneficios de disminuir la ingesta de sal/sodio según padecimiento de hipertensión arterial o de algún familiar, 2013

menos de 5 g/persona/día en la mayor parte del mundo (6, 7). En los países en vías de desarrollo, como Costa Rica y Brasil y en muchos países asiáticos, la principal fuente de sodio proviene de la sal de mesa (cloruro de sodio) y de los condimentos utilizados en la preparación de los platillos (5, 6). Por esta razón la Organización Panamericana de la Salud (OPS) recomienda estrategias para la prevención de enfermedades cardiovasculares por medio de la disminución del consumo de sal/sodio dietario, enfocadas en la educación y en el aumento de la concientización de la población sobre el tema (7, 13, 24). Sin embargo, la educación en este tema, debe acompañarse por intervenciones que transformen el ambiente alimenticio e incentiven un cambio de comportamiento poblacional, pues según la literatura la educación por sí sola es una estrategia ineficaz y no existe una relación clara y fuerte entre los conocimientos, actitudes y comportamientos de las personas hacia la sal y su consumo real (25).

El establecimiento de metas de reducción de sodio en alimentos procesados y la negociación con la industria alimentaria, la creación de regulación respecto al mercadeo de alimentos dirigidos a poblaciones vulnerables (como los niños), la propuesta de leyes reguladoras de la venta de alimentos no saludables en los establecimientos educativos y el adecuado etiquetado nutricional de los productos preempacados, son estrategias que pueden acompañar a las campañas educativas y han demostrado ser eficientes en la reducción del consumo de

sodio en otros países (17, 21, 26). El establecimiento de la obligatoriedad de la declaración de nutrientes en todos los productos preempacados, la utilización de imágenes impactantes en el mercadeo social y alianzas público privadas, son tácticas que los gobiernos de nuestra región pueden utilizar para mejorar la situación de la ingesta de sodio y la HTA en Latinoamérica.

Este estudio presenta algunas limitaciones. A pesar de haber seleccionado una muestra estadísticamente representativa de la provincia de San José y de que ésta es una de las regiones más pobladas, los datos no se pueden generalizar al resto del país, porque se conoce que los comportamientos, las creencias y las actitudes de las personas cambian y dependen de la zona geográfica, cultura culinaria y grupo étnico. Es necesario ampliar el estudio hacia otras regiones y estratos socioeconómicos de Costa Rica.

Éste es el primer estudio en contrastar el estrato socioeconómico con los conocimientos sobre sal/sodio, sin embargo sólo consideró el estrato social medio, razón por la cual, no se observaron diferencias significativas de conocimiento entre las subdivisiones. Además, no se analizaron los datos por edad, por ser un grupo etario homogéneo; se recomienda tomar en cuenta esta variable en futuras investigaciones.

El principal aporte del estudio es un instrumento validado para recolectar información sobre temas relacionados a sal, sodio y salud, además con un indicador confiable capaz de medir el grado de conocimiento sobre riesgos y beneficios del consumo del sal/sodio. Por otra parte, aporta información para orientar la propuesta de políticas públicas y de campañas educativas dirigidas a la prevención de la HTA por medio de la disminución del consumo de sal/sodio de la dieta.

CONCLUSIÓN

Existe un vacío de conocimiento en temas relacionados con sal y sodio en los sujetos estudiados. Se debe educar e informar a la población y tener en cuenta que un aumento en el conocimiento no significa necesariamente un cambio en el comportamiento. En el ámbito mundial se han desarrollado iniciativas e implementado estrategias para la reducción del consumo de sal/sodio, sin embargo, éstas no han logrado impactar lo suficiente a las personas para que se sientan en riesgo y cambien sus hábitos de alimentación. Es necesario indagar y crear

estrategias capaces de empoderar a los consumidores e incentivar cambios en las conductas personales.

Agradecimiento: Los autores agradecen al Centro Internacional para el Desarrollo de la Investigación de Canadá (IDRC), Proyecto #106 888 por el apoyo financiero.

REFERENCIAS

1. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012;380(9859):2224-60.
2. Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJ. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet*. 2006;367(9524):1747-57.
3. Caja Costarricense de Seguro Social. Vigilancia de los factores de riesgo cardiovascular. Costa Rica 2011 [Internet]. Disponible en: http://portal.ccss.sa.cr/portal/page/portal/Gerencia_Medica/Vigilancia_Sindromica/Publicaciones/Documento%20Final%20Cardiovascular%20Cronicas.pdf
4. Oh SW, Baek SH, An JN, Goo HS, Kim S, Na KY, et al. Small increases in plasma sodium are associated with higher risk of mortality in a healthy population. *J Korean Med Sci*. 2013;28(7):1034-40.
5. He FJ, Campbell NR, MacGregor GA. Reducing salt intake to prevent hypertension and cardiovascular disease. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;32(4):293-300.
6. Brown IJ, Tzoulaki I, Candeias V, Elliott P. Salt intakes around the world: implications for public health. *Int J Epidemiol*. 2009;38(3):791-813.
7. Legetic B, Campbell N. Reducing salt intake in the Americas: Pan American Health Organization actions. *J Health Commun*. 2011;16 Suppl 2:37-48.
8. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Encuesta de hogares 2001. [monografía en Internet]. Costa Rica 2009 [citado 20 mayo 2014]. Disponible en: <http://www.inec.go.cr/anda4/index.php/catalog/104>
9. Sheehy T, Roache C, Sharma S. Eating habits of a population undergoing a rapid dietary transition: portion sizes of traditional and non-traditional foods and beverages consumed by Inuit adults in Nunavut, Canada. *Nutr J*;2013;12:70.
10. Shetty P. Nutrition transition and its health outcomes. *Indian J Pediatr*;2013;80 Suppl 1:S21-7.
11. Cardoso I, Bovet P, Viswanathan B, Luke A, Marque P. Nutrition transition in a middle-income country: 22-year trends in the Seychelles. *Eur J Clin Nutr*;2013;67(2):135-40.
12. Galea G, Bollars C, Breda J, Cappuccio F, Van Raaij J, Siopa M, et al. Mapping-salt-reduction-initiatives-in-the-WHO-European. Dinamarca: World Health Organization/Regional Office for Europe; 2013.
13. Webster JL, Dunford EK, Hawkes C, Neal BC. Salt reduction initiatives around the world. *J Hypertens*. 2011;29(6):1043-50.
14. Sánchez G, Peña L, Varea S, Patricia M, Goetschel M, Montero MdlÁ, et al. Conocimientos, percepciones y comportamientos relacionados con el consumo de sal, la salud y el etiquetado nutricional en Argentina, Costa Rica y Ecuador. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;32(4):259-64.
15. Moreira R, Linders H, Zancheta C, Legetic B, Campbell N. Consumer attitudes, knowledge, and behavior related to salt consumption in sentinel countries of Americas. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;32(4):265-73.
16. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Resultados generales de la población y vivienda de la población 2011 [monografía en Internet]. Instituto Nacional de Estadística y Censo. 2011. [citado 20 mayo 2014]. Disponible en: <http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>.
17. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Encuesta nacional de hogares de propósitos múltiples [monografía en Internet]. 2010. [citado 20 mayo 2014]. Disponible en: <http://www.inec.go.cr/enaho/result/ingHogares.aspx>.
18. Caro D. Estimación del nivel socioeconómico de las familias: propuesta metodológica para la evaluación nacional de rendimiento del 2001 Perú;2002. p. 43.
19. García R, González J, Jornet J. SPSS: análisis de fiabilidad. Valencia, España: Grupo de Innovación Educativa; 2010. p. 6
20. Kamran A, Azadbakht L, Sharifirad G, Mahaki B, Sharghi A. Sodium intake, dietary knowledge, and illness perceptions of controlled and uncontrolled rural hypertensive patients. *Int J Hypertens*. 2014, Article ID 245480. doi:10.1155/2014/245480
21. Kim MK, Lopetcharat K, Gerard PD, Drake MA. Consumer awareness of salt and sodium reduction and sodium labeling. *J Food Sci*. 2012;77(9):S307-13.
22. Zhang J, Xu A, Ma J, Shi X, Guo X, Engelgau M, et al. Dietary Sodium Intake: Knowledge, Attitudes and Practices in Shandong Province, China, 2011. *PLoS ONE*. 2013; 8(3): e58973. doi:10.1371/journal.pone.005897
23. Pacheco M, Primus D. Conocimientos en etiquetado nutricional de alimentos procesados, con énfasis en sodio, en adultos de clase media residentes de San José, Costa Rica, 2013. San José, Costa Rica: Universidad Autónoma de Ciencias Médicas; 2013.
24. Valenzuela Landaeta K, Atalah Samur E. Global strategies to reduce salt intake. *Arch Latinoam Nutr*. 2011;61(2):111-9.
25. Land MA, Webster J, Christoforou A, Johnson C, Trevena H, Hodgins F, et al. The association of knowledge, attitudes and behaviours related to salt with 24-hour urinary sodium excretion. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2014;11(1):47.
26. Nilson EA, Jaime PC, Resende DeO. Initiatives developed in Brazil to reduce sodium content of processed foods. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;32(4):287-92.

Recibido: 29-08-2014
Aceptado: 24-11-2014

Marcadores de estrés oxidativo y su relación con el estado nutricional en adultos, Ecuador

*Raquel Salazar-Lugo, Amparito Barahona, Manuel Santamaria,
Hilda Salas, Mariana Oleas, Bélgica Bermeo*

Proyecto Prometeo, Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SE-
NESCYT). Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

RESUMEN. Se evaluó la relación entre biomarcadores de estrés oxidativo (ácido úrico, bilirrubina y proteína C-reactiva) con el estado nutricional en 321 adultos de Ecuador, pertenecientes al personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, con edades de 43 ± 10 años, (46,30% femenino y 53,61% masculino). Se obtuvo información sociodemográfica, de estilo de vida y epidemiológica; se calculó el índice de Masa Corporal (IMC), porcentaje de grasa y agua corporal, se midió la circunferencia de la cintura (CC) y la presión arterial y se determinó las concentraciones de ácido úrico, bilirrubina y Proteína C reactiva (PCR). Se encontró que 17,9% de la población presentó obesidad y 51,72% sobrepeso. Los valores más elevados de ácido úrico se encontraron en obesos, hipertensos y en quienes realizan actividad física. La bilirrubina total, directa e indirecta se encontró en límites superiores en los grupos con obesidad abdominal, y con actividad física. Las variables % de grasa y de agua influyen en la PCR en el grupo con baja grasa corporal y en las mujeres. En hombres, la PCR se asocia con IMC y CC. En los grupos sobrepeso, alta grasa corporal y PHT, el ácido úrico mostró relación con el % de grasa y la CC. En los obesos con el % de agua e IMC y en los grupos obesidad abdominal e HT se asoció con % de agua y CC. Se concluye que el porcentaje de agua corporal es un importante indicador nutricional para el desarrollo de estrés oxidativo en esta población.

Palabras clave: Acido úrico, PCR, bilirrubina, obesos, porcentaje de agua corporal, hipertensos, estado nutricional.

SUMMARY. Relationships between biomarkers of oxidative stress and nutritional status in adults, Ecuador. In this work it was evaluated the relationship between oxidative stress biomarkers (uric acid, bilirubin and C-reactive protein) with nutritional status in 321 adults of Ecuador, belonging to administrative staff of the Universidad Técnica del Norte, aged 43 ± 10 years old (46.30% female and 53.61% male). Socio demographic and epidemiological information and lifestyle were obtained through a survey; The Body Mass Index (BMI) and body fat and body water percentages were calculated; waist circumference (WC) and blood pressure was measured. Determinations of uric acid, bilirubin, and serum C-reactive protein (PCR) were performed. 17.9% of the populations were obese and 51.72% overweight. The highest values of uric acid were found in obese, hypertensive and physical activity groups. The total direct and indirect bilirubin were found in upper limits in abdominal obesity and physical activity groups. The CRP level was influenced by % fat and % water in the low body fat group and in females. In male, BMI and WC were associated with CRP. Uric acid showed relationship with % fat and WC in overweight, high body fat and PHT groups, uric acid was associated with the % water and BMI in obese. Finally, uric acid was associated with % water and the WC in the abdominal obesity, and HT groups'. The body water percentage is an important indicator to development of oxidative stress in this population.

Key words; Uric acid, CRP, bilirubin, obese, overweight, percentage body water, hypertensive, nutritional status

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y el síndrome metabólico, son el resultado de procesos inflamatorios crónicos relacionados con la producción de radicales libres que conducen al desarrollo de un desbalance del estado redox de la célula generando estrés oxidativo. El organismo se defiende del daño inducido por los radicales libres a través de sistemas antioxidantes, que incluyen moléculas tales como la

Proteína C reactiva (PCR), el ácido úrico y la bilirrubina. La PCR es un indicador no específico de inflamación; niveles medios en suero se asocian con procesos inflamatorios crónicos. Se ha demostrado asociación de PCR con indicadores de riesgo cardiovascular tales como obesidad y algunos desórdenes lipídicos tanto en niños como en adultos (1)

Tanto el ácido úrico como la bilirrubina han sido reportados como potentes moléculas de la maquinaria de defensa antioxidante de la célula (2, 3). Niveles

medianamente elevados de bilirrubina en el suero se asocian negativamente con factores de riesgo cardiovascular tales como obesidad, síndrome metabólico e hipertensión (4). En modelos experimentales se ha demostrado que la bilirrubina reduce significativamente el peso corporal, aumenta la sensibilidad a la insulina y suprime la infiltración de macrófagos y la expresión de citoquinas proinflamatorias en el tejido adiposo (5). En Ecuador la diabetes y las enfermedades hipertensivas y cerebrovasculares están señaladas como las tres primeras causas de muerte en la población (6), y se ha reportado un incremento en la obesidad y el síndrome metabólico en poblaciones tanto de adultos como infantiles (7). Al respecto, en este estudio se aportan evidencias que permiten identificar cuáles parámetros antropométricos (índice de masa corporal y circunferencia de la cintura) y nutricionales (% de grasa y % de agua corporal) están relacionados con marcadores de estrés oxidativo (PCR, ácido úrico y bilirrubina) en adultos de la región de Imbabura, con la finalidad de definir estrategias de intervención adecuadas que contribuyan a mejorar el estatus redox de esta población y por consiguiente prevenir la aparición de enfermedades crónicas.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó tomando en cuenta las normas de bioética establecidas en la declaración de Helsinki (Ginebra 2002). Los sujetos de estudio fueron 321 adultos pertenecientes al personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte (UTN) con promedio de edades de 43 ± 10 años, (46,30% femenino y 53,61% masculino). Se aplicó una encuesta para la recolección de la información sociodemográfica (nivel de instrucción, estado civil, etnia y lugar de residencia), de estilo de vida (fumar, consumo de alcohol y actividad física) y de vigilancia epidemiológica (patologías presentes en ellos o sus familiares directos). Fueron excluidos de este estudio aquellas personas diagnosticadas como diabéticas.

Para valorar el estado nutricional, los sujetos de estudio se pesaron en una balanza electrónica (TBF-551; Tanita Corp, Tokio, Japon). y se midieron en un tallímetro de madera (de 0 a 200 cm y precisión de un milímetro). Estos datos fueron usados para calcular el Índice de Masa Corporal (IMC), se determinó el estado nutricional considerando los siguientes puntos de corte:

$< 18,5$ = desnutrición; $18,5$ a $24,99$ = normal; 25 a $29,9$ = sobrepeso; $30,0$ a $34,9$ = obesidad 1, 35 a $39,9$ = obesidad 2; > 40 = obesidad 3 (8).

Se midió la circunferencia de la cintura (CC) con una cinta métrica, según normas establecidas aplicando para este estudio puntos de corte definidos para poblaciones latinoamericanas (hombres >90 cm y mujeres > 81 cm). El porcentaje de grasa y agua corporal se evaluó en la balanza TANITA, según puntos de corte señalados en el equipo para ambos sexos (9). La población se agrupó de acuerdo a la grasa total en cuatro grupos: 1. Baja grasa (Mujeres: 18-39 años: 0-21%; 40 a 59 años: 0-22,9%; 60 a 99 años: 0-23,9%; Hombres: 18 a 39 años: 0-7,9%, 40 a 59 años: 0-10,9%, 60 a 99 años: 0-12,9%); 2 saludable (Mujeres 18 a 39 años: 21-32,9%, 40 a 59 años: 23-33,9%, 60 a 99 años: 24-35,9%; Hombres: 18 a 39 años: 8-19,9%; 40 a 59 años: 11-21,9%, 60 a 99 años: 13-24,9%); 3 altos en grasa (Mujeres: 18 a 39 años: 33-39,9, 40 a 59 años: 34-39,9%, 60 a 99 años: 36-41,9%; Hombres: 18 a 39 años: 20-24,9%, 40 a 59 años: 22-27,9%, 60 a 99 años: 25-29,9%); y 4. Obesos (Mujeres: 18-39 años: > 39 %, 40 a 59 años: > 40 %; 60 a 99 años: > 42 %; Hombres: 18 a 39 años: > 25 %, 40 a 59 años: > 28 %, 60 a 99 años: > 30 %) y de acuerdo al porcentaje de agua en dos grupos: bajo porcentaje de agua (< 50 hombres, < 45 mujeres) y adecuado porcentaje de agua (50-65% hombres, 45-60% mujeres). No se observaron personas con alto porcentaje de agua corporal.

La presión arterial, fue medida con un tensiómetro de mercurio (No. 611 Yamasu; Kenzmedico, Saitama, Japón) y evaluada según los criterios de ATP III (10). De acuerdo a la presión arterial la población se clasificó en 3 grupos: PN= presión normal ($<120/<80$), PHT= prehipertensos ($>120/80,139/89$), HP= hipertensos ($>140/90$). Para la determinación de los parámetros sanguíneos se tomaron 10 ml de sangre utilizando la técnica de punción venosa. Posteriormente, se procedió a extraer el suero para los respectivos análisis. Se realizaron determinaciones de ácido úrico, bilirrubina total (BT), bilirrubina directa (BD) y bilirrubina indirecta (BI) mediante métodos colorimétricos y Proteína C reactiva (PCR) por inmunoturbidimetría utilizando reactivos especificados para cada determinación de acuerdo a la casa ROCHE, las determinaciones se hicieron con el equipo COBAS e 311 ROCHE (Diagnostic GmbH, Sandhofer Strasse 116, D-68305 Mannheim, Alemania).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante métodos no paramétricos debido a que no respondieron a los criterios de normalidad y homogeneidad. Para determinar diferencias significativas en las concentraciones de PCR, ácido úrico, BT, BD y BI y los grupos evaluados de acuerdo al estado nutricional, porcentaje de agua y grasa, CC, hipertensión arterial, actividad física, consumo de alcohol y fumadores aplicando las pruebas de Kruskal Wallis (K-W) y Mann Whitney (W). Se aplicó un análisis de regresión lineal múltiple para ajustar un modelo que explique la influencia de las variables independientes IMC, % de agua, % de grasa

y CC sobre las variables bioquímicas ácido úrico, BT, BD, BI y PCR en los grupos de acuerdo a cada clasificación establecida. El nivel de significancia se fijó en $P < 0.05$. Los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SPSS para Windows, Versión 20.0 (IBM Inc., Armonk, NY, USA).

RESULTADOS

El grupo de estudio se caracterizó por ser, en su mayoría, no fumadores (79,94%), un 52,35% dijo no consumir alcohol, contra 37,93% que manifestaron consumir ocasionalmente bebidas alcohólicas y el 69,79% realiza algún tipo de actividad física.

En cuanto a la evaluación nutricional, el 17,24% de la población estudiada presentó algún grado de obesidad (obesidad I: 13,17%; obesidad II: 3,13% y obesidad III: 0,94%) y el 51,72% sobrepeso.

De acuerdo al porcentaje de grasa corporal, se encontró que el 49,84% de los individuos se clasificaron como obesos, el 28,71% con porcentaje de grasa normal, 17,98% con alta grasa corporal y un 3,47% con baja grasa corporal. Así mismo, el 70,35% de los individuos

Tabla 1. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo a su estado nutricional, Ecuador 2014.

PCR= proteína C reactiva, en paréntesis los valores mínimos y máximos.

| Parámetros bioquímicos | Estado nutricional | | |
|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | Eutroficos X ± DE | Sobrepeso X ± DE | Obesidad X ± DE |
| PCR | 2,55 ± 2,26 | 3,32 ± 3,32 | 4,85 ± 8,91 |
| µg/dL | (0 - 14) | (0 - 25,21) | (0 - 45,54) |
| Ácido úrico | 4,92 ± 1,11 | 5,45 ± 1,37 | 5,95 ± 1,63 |
| mg/dL | (2,7 - 8,5) | (2,7 - 10,1) | (3,4 - 10,1) |
| Bilirrubina Total | 0,60 ± 0,44 | 0,62 ± 0,39 | 0,66 ± 0,22 |
| mg/dL | (0,24 - 2,67) | (0,24 - 2,27) | (0,27 - 2,55) |
| Bilirrubina Directa | 0,19 ± 0,10 | 0,19 ± 0,09 | 0,19 ± 0,05 |
| mg/dL | (0,08 - 0,76) | (0,07 - 0,53) | (0,1 - 0,35) |
| Bilirrubina Indirecta | 0,39 ± 0,21 | 0,46 ± 0,30 | 0,45 ± 0,27 |
| mg/dL | (0,15 - 1,23) | (0,14 - 1,79) | (0,17 - 1,79) |

* $P < 0,001$

Tabla 2. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo al porcentaje de grasa corporal, Ecuador 2014. PCR= proteína C reactiva, en paréntesis los valores mínimos y máximos.

| Parámetros bioquímicos | Baja Grasa X±DE | Adecuada grasa X±DE | Altos en grasa X±DE | Obesos X±DE |
|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|----------------|
| PCR | 2,19 ± 1,67 | 2,37 ± 1,92 | 3,76 ± 4,52 | 3,91 ± 5,34 |
| µg/dL | (0 - 5,38) | (0 - 9,78) | (0 - 25,21) | (0 - 45,54) |
| Ácido úrico | 4,02 ± 0,89 | 5,35 ± 1,19 | 5,25 ± 1,20 | 5,49 ± 1,51* |
| mg/dL | (2,7 - 5,4) | (3,0 - 8,8) | (2,9 - 7,8) | (2,7 - 10,1) |
| Bilirrubina Total | 0,53 ± 0,29 | 0,70 ± 0,45 | 0,58 ± 0,30 | 0,63 ± 0,36 |
| mg/dL | (0,24 - 2,55) | (0,24 - 2,69) | (0,25 - 2,16) | (0,25 - 2,22) |
| Bilirrubina Directa | 0,17 ± 0,09 | 0,20 ± 0,09 | 0,17 ± 0,07 | 0,19 ± 0,09 |
| mg/dL | (0,08 - 0,34) | (0,08 - 0,50) | (0,08 - 0,53) | (0,07 - 0,76) |
| Bilirrubina Indirecta | 0,35 ± 0,20 | 0,46 ± 0,30 | 0,41 ± 0,23 | 0,44 ± 0,27 |
| mg/dL | (0,15 - 0,75) | (0,14 - 1,79) | (0,16 - 1,63) | (0,16 - 1,79) |

* $P < 0,05$

Tabla 3. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo al porcentaje de agua corporal, Ecuador 2014.
PCR= proteína C reactiva en paréntesis los valores mínimos y máximos.

| Parámetros bioquímicos | Porcentaje de Agua corporal | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | Bajo porcentaje X±DE | Adecuado porcentaje X±DE |
| PCR | 5,26 ± 6,90 | 2,70 ± 2,77 * |
| µg/dL | (1 – 45,54) | (0 – 25,21) |
| Ácido úrico | 5,21 ± 1,40 | 5,40 ± 1,36 |
| mg/dL | (2,7 – 10,1) | (2,7 – 10,1) |
| Bilirrubina Total | 0,59 ± 0,27 | 0,67 ± 0,41 |
| mg/dL | (0,25 – 1,64) | (0,24 – 2,69) |
| Bilirrubina Directa | 0,17 ± 0,60 | 0,19 ± 0,09 |
| mg/dL | (0,07 – 0,34) | (0,02 – 0,76) |
| Bilirrubina Indirecta | 0,40 ± 0,21 | 0,45 ± 0,29 |
| mg/dL | (0,16 – 1,23) | (0,14 – 1,79) |

* P<0,01

Tabla 4. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo a la grasa abdominal, Ecuador 2014.
PCR= proteína C reactiva en paréntesis los valores mínimos y máximos

| Parámetros bioquímicos | Grasa abdominal | |
|------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Adecuada X±DE | Obesidad abdominal X±DE |
| PCR | 3,03 ± 2,48 | 3,41 ± 4,61 |
| µg/dL | (0 – 9,19) | (0 – 45,54) |
| Ácido úrico | 4,51 ± 0,96 | 5,57 ± 1,39* |
| mg/dL | (2,9 – 7,1) | (2,7 – 10,1) |
| Bilirrubina Total | 0,46 ± 0,22 | 0,68 ± 0,40* |
| mg/dL | (0,24 – 1,22) | (0,25 – 2,69) |
| Bilirrubina Directa | 0,16 ± 0,07 | 0,19 ± 0,09* |
| mg/dL | (0,08 – 0,40) | (0,02 – 0,76) |
| Bilirrubina Indirecta | 0,33 ± 0,16 | 0,46 ± 0,28* |
| mg/dL | (0,14 – 0,91) | (0,16 – 1,79) |

* P<0,01

Tabla 5. Parámetros bioquímicos marcadores de estrés oxidativo en adultos clasificados de acuerdo a la presión arterial, Ecuador 2014.

PCR= proteína C reactiva PN= presión normal, PHT= prehipertensos, HT= hipertensos en paréntesis los valores mínimos y máximos

| Parámetros bioquímicos | Presion arterial | | |
|------------------------|------------------|---------------|---------------|
| | PN X±DE | PHT X±DE | HT X±DE |
| PCR | 2,73 ± 5,14 | 3,73 ± 4,02 | 3,72 ± 2,79 * |
| µg/dL | (0 – 45,54) | (0 – 25,21) | (1 – 14) |
| Ácido úrico | 3,03 ± 1,25 | 5,61 ± 1,4 | 5,98 ± 1,3* |
| mg/dL | (3 – 6) | (2,7 – 7,4) | (3,6 – 6,5) |
| Bilirrubina Total | 0,67 ± 0,44 | 0,64 ± 0,36 | 0,61 ± 0,32 |
| mg/dL | (0,24 – 2,55) | (0,24 – 2,69) | (0,25 – 2,16) |
| Bilirrubina Directa | 0,19 ± 0,11 | 0,18 ± 0,07 | 0,18 ± 0,07 |
| mg/dL | (0,02 – 0,76) | (0,09 – 0,50) | (0,07 – 0,53) |
| Bilirrubina Indirecta | 0,45 ± 0,31 | 0,42 ± 0,22 | 0,43 ± 0,26 |
| mg/dL | (0,15 – 1,79) | (0,14 – 1,23) | (0,17 – 1,63) |

*P<0,01

mostraron un porcentaje de agua corporal adecuado, independientemente de su estado nutricional y el resto (29,34%) presentaron bajo porcentaje de agua corporal.

No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de PCR en los grupos evaluados nutricionalmente, ni en los evaluados de acuerdo al porcentaje de grasa ni de la circunferencia de la cintura (Tablas 1, 2 y 4). El valor promedio de la PCR arrojó diferencias estadísticamente significativas en las personas evaluados de acuerdo al porcentaje de agua (W= 2664; P<0,001), observándose el valor promedio más elevado en el grupo con bajo porcentaje de agua (5,26 ± 6,90) y el más bajo en los agrupados con alto porcentaje de agua (2,70 ± 2,77; Tabla 3). Así mismo, se observaron diferencias significativas en las concentraciones de PCR para los grupos evaluados de acuerdo a la presión sanguínea (K-W= 14,90; P<0,001), los valores promedios más bajo se observaron en el grupo PN (Tabla 5). En cuanto a las concentraciones de ácido úrico, el análisis estadístico mostró que existían diferencias significativas

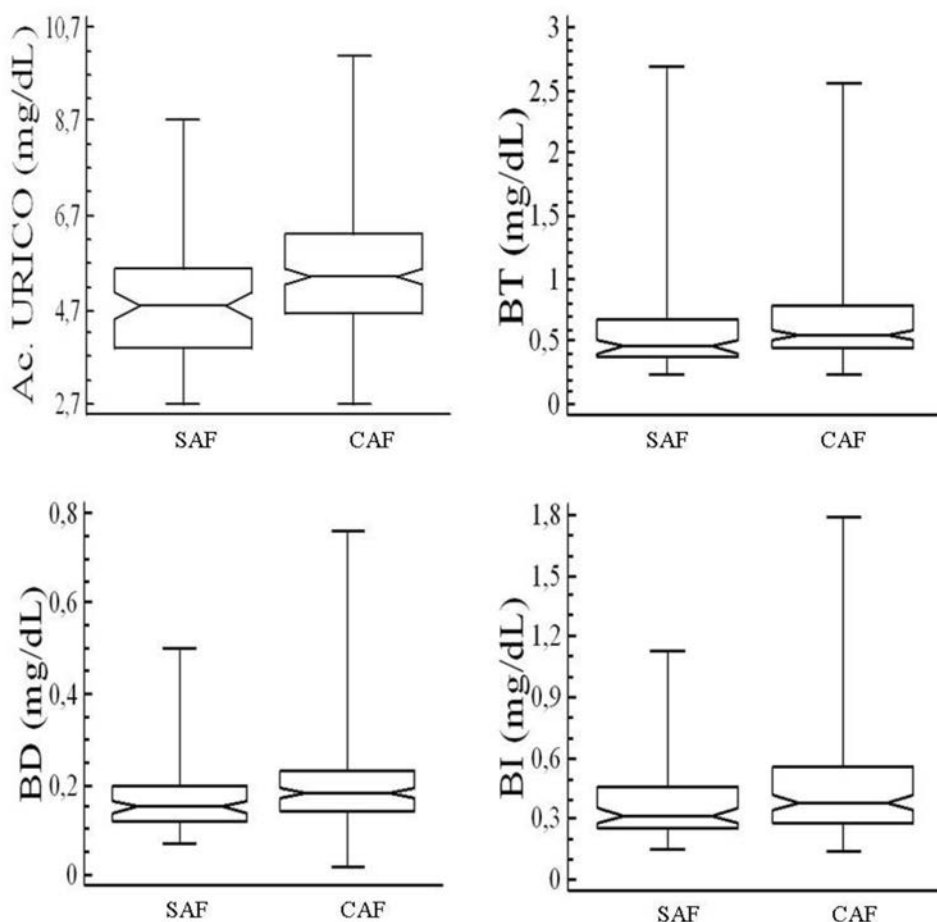


Figura 1. Valores de ácido úrico y bilirrubina total (BT), directa (BD) e indirecta (BI) en adultos de acuerdo a la actividad física, SAF= sin actividad física, CAF: con actividad física. Ecuador, 2014.

centraciones de PCR en los individuos clasificados con baja grasa corporal ($R^2=12,1\%$; $P<0,05$) y en las mujeres ($R^2=18,6\%$; $P<0,01$). En hombres, las variables que se asocian independientemente con la PCR fueron IMC y CC ($R^2=10,7\%$; $P<0,01$) y en el grupo PN fueron el IMC, % de agua y CC ($R^2=35,9\%$; $P<0,01$). No se encontró relación entre las concentraciones de PCR y las variables antropométricas y nutricionales en los grupos con adecuado porcentaje de agua corporal, eutróficos, con adecuada grasa corporal y abdominal

En los grupos sobrepeso, alta grasa corporal y PHT, las concentraciones de ácido úrico mostraron relación con las variables % de grasa y CC ($R^2=27,1\%$; $P<0,01$; $R^2=36,4\%$; $P<0,01$; $R^2=18,1$; $P<0,01$; respectivamente).

En los grupos clasificados con obesidad y con PN, el

entre los promedios de las concentraciones de ácido úrico de acuerdo al estado nutricional ($K-W=15,36$; $P<0,001$), la evaluación de grasa corporal ($K-W=11,68$; $P<0,01$), grasa abdominal ($W=9922,5$; $P<0,001$) y de la presión sanguínea ($13,92$; $P<0,001$). Los valores promedios más elevados se observaron en los obesos ($5,95 \pm 1,63$), el grupo con elevada grasa corporal ($5,49 \pm 1,51$), el de obesidad abdominal ($5,57 \pm 1,39$) y los hipertensos ($5,98 \pm 1,3$; Tablas 1, 2, 4, 5). Los valores promedio de BT; BD e BI mostraron diferencias estadísticamente significativa en el grupo clasificado de acuerdo a la grasa abdominal, ($W=6324$ $P<0,001$; $W=6860$ $P<0,01$; $W=6377$ $P<0,01$) los valores más elevados se encontraron en el grupo con elevada grasa abdominal ($0,68 \pm 0,40$; $0,19 \pm 0,09$; $0,46 \pm 0,28$; respectivamente; Tabla 4).

El análisis de regresión lineal múltiple determinó que las variables % de grasa y de agua influyen en las con-

ácido úrico se relacionó con las variables % de agua e IMC ($R^2=16,8\%$; $P<0,05$; $R^2=17,1\%$; $P<0,01$) y en los clasificados con obesidad abdominal, e HT el ácido úrico se asoció con las variables % de agua y CC ($R^2=20,2\%$; $P<0,0$; $R^2=27,2$, $P<0,01$).

El grupo con obesidad abdominal también mostró una relación significativa entre las concentraciones de BT, BD y BI y las variables % de agua y la CC ($R^2=4,9\%$; $P<0,05$, $R^2=6,7\%$; $P<0,01$; $R^2=4,3\%$, $P<0,05$, respectivamente)

La actividad física fue un factor que determinó diferencias estadísticamente significativa en los parámetros bioquímicos evaluados, específicamente en las concentraciones de ácido úrico ($W=12004,5$ $P<0,001$) y BT ($W=6115,0$; $P<0,05$), BD ($W=6788,5$ $P<0,01$) y BI ($W=6077,5$; $P<0,05$), observándose los valores más elevados en el grupo que afirmó practicarla al menos 2 veces a la semana (Figura 1). No se

encontró diferencias significativas para la PCR entre estos grupos.

DISCUSIÓN

En este estudio se demostró que los niveles de PCR séricos en la población estudiada se asocian con los parámetros IMC, CC, % de agua y % de grasa dependiendo del género. En el género masculino los predictores independientes de los niveles de PCR fueron el IMC y la CC y en el género femenino fueron el % de agua y de grasa. Esta asociación no fue encontrada en los obesos ni en el grupo de sobrepeso, contrario a lo reportado en estudios realizados en otras poblaciones latinoamericanas (11). Se ha demostrado que la grasa corporal está relacionada con inflamación crónica y la obesidad visceral está asociada con niveles elevados de PCR independientemente del IMC (12, 13).

La asociación entre la PCR con el porcentaje de agua y grasa en aquellos individuos clasificados con baja grasa corporal sugiere que esta condición puede producir cierto estado inflamatorio crónico subclínico y que una condición adecuada de grasa y agua corporal determinan la disminución de un estado oxidativo que conlleva a procesos inflamatorios, tal y como lo indica la no asociación entre este indicador bioquímico y los parámetros nutricionales en los grupos clasificados con porcentaje normal de grasa y de agua corporal.

Las mayores concentraciones de ácido úrico se encontraron en los obesos, en el grupo con alta grasa corporal así como en los HT lo cual concuerda con otros estudios (14, 15). En los grupos sobrepeso, alta grasa corporal y PHT, el % de grasa y la CC son variables que influyen en los niveles de ácido úrico; se ha reportado que algunos componentes del síndrome metabólico como la CC se correlacionan positivamente con los niveles de ácido úrico (16). Los individuos con sobrepeso, alta grasa corporal o con prehipertensión se encuentran en una etapa intermedia entre la salud y la enfermedad, en donde prevalece un proceso oxidativo crónico; de tal forma que moléculas como el ácido úrico pueden jugar un rol clave en la defensa antioxidante.

El estrés oxidativo generado en el tejido adiposo se le ha reconocido como la mayor causa de la resistencia a la insulina y de la enfermedad cardiovascular (16, 17, 18). El incremento en los niveles de ácido úrico está relacionado con dietas que incluyen alto contenido de

fructosa; las consecuencias del metabolismo de la fructosa resulta en estrés oxidativo, inflamación e incremento de la lipogénesis y se ha reportado que alto consumo de fructosa es un factor importante de desarrollo de desórdenes metabólicos que incluyen la obesidad, alta presión arterial la resistencia a la insulina y el inicio de enfermedad renal y cardíaca (19).

Por otro lado, se observaron los niveles más altos de BT, BD y BI en el grupo clasificado con obesidad abdominal, resultado contrario a lo reportado en otros trabajos (20, 21). La bilirrubina es un potente antioxidante endógeno y citoprotector. Se ha reportado una relación negativa entre los niveles de bilirrubina y marcadores de estrés oxidativo como los oxiteroles e igualmente, la elevación media de los niveles de bilirrubina en el suero se asocia fuertemente con una baja prevalencia de enfermedades mediadas por el estrés oxidativo (3, 22).

El hecho de que las concentraciones de bilirrubina y ácido úrico se encuentren más elevadas en las personas que practican alguna actividad física sugiere que el ejercicio físico parece influir en el incremento de estas moléculas y por consiguiente en la capacidad antioxidante de estas personas independientemente de su estatus nutricional.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en relación a las concentraciones de bilirrubina parecen reflejar un balance entre el estrés oxidativo generado por el sobrepeso y la respuesta antioxidante del organismo. Así mismo, el porcentaje de agua corporal es un indicador nutricional a considerar para disminuir los factores de riesgo bioquímicos asociados con el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles en esta población. Por último, el ejercicio físico juega un papel importante en el incremento de la capacidad antioxidante de estos adultos.

Agradecimientos: A la Secretaria Nacional de Educación Superior. Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT) Proyecto Becas PROMETEO, a la Facultad de Ciencias de la Salud (FCCS), al Centro Universitario de Investigación Ciencia y Tecnología (CUICYT) de la Universidad Técnica del Norte (UTN-Ibarra), al Hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) Ibarra, a los departamentos: de Bienestar Universitario y Riesgos Laborales, a la Carrera de Nutrición y Salud Comunitaria y un especial reconocimiento al Personal Administrativo de la UTN por su participa-

ción en el Estudio.

REFERENCIAS

1. Haro-Acosta MI, Ru Iacuta Z, Esparza-Cisneros J, Delgado-Valdez JU, Ayala-Figueroa RI. Ultra-sensitive C-reactive protein associated to nutritional status and biochemical profile in Mexican school children. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2014;52(4):398-403.
2. Ames B, Cathcart R, Schwiers E, Hochstein P. Uric acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant- and radical-caused aging and cancer: a hypothesis. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1981;78:6858-6862.
3. Vitek L, Novotný L, Žák A, Staňková B, Zima T, Polito A, Cesare G, Zerbinati C, Iuliano L. Relationship between serum bilirubin and uric acid to oxidative stress markers in Italian and Czech populations. 2013; *J Appl Biomed.* 11: 209-221,
4. Vitek L. The role of bilirubin in diabetes, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases. *Front Pharmacol.* 2012;3:55-60..
5. Dong H, Huang H, Yun X, Kim DS, Yue Y, Wu H, Sutter A, Chavin KD, Otterbein LE, Adams DB, Kim YB, Wang H. Bilirubin increases insulin sensitivity in leptin-receptor deficient and diet-induced obese mice through suppression of ER stress and chronic inflammation. *Endocrinol.* 2014; 155(3):818-28.
6. Bernstein A. Emerging patterns in overweight and obesity in Ecuador. *Rev Panam Salud Pública.* 2008; 24 (1): 71-4.
7. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). *AEV-Anuario de Estadísticas Vitales.* Quito: INEC. 2010
8. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Uso e interpretación de la antropometría.* Ginebra: OMS-OPS. 1995.
9. Gallagher AC. Fluid and electrolyte requirements. En: Krey SH, Murrar RL (eds). *Dynamics of nutrition support.* Norwalk CT. Appleton-Century-Crofts. EUA 1986: 249-75.
10. Cleeman J. I. Executive summary of the 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). *J Amer Med Assoc* 2001. 285: 2486-2497,
11. Ramírez A, Sánchez R. Relación entre los niveles séricos de la proteína C reactiva y medidas antropométricas; una revisión sistemática de los estudios realizados en Suramérica. *Nutr Hosp.* 2012; 27(4):971-977.
12. Stepień M, Stepień A, Wlazeł RN, Paradowski M, Banaś M, Rysz J. 2014, Obesity indices and inflammatory markers in obese non-diabetic normo- and hypertensive patients: a comparative pilot study. *Lipids in Health and Dis.* 2014; 13:29.
13. Cruz-Domínguez MP, Cortés DH, Zarate A, Tapia G, Alvarez A, Damasio L, Manuel A. Relationship of ghrelin, acid uric and proinflammatory adipocytokines in different degrees of obesity or diabetes. *Int J Clin Exp Med.* 2014; 7(5):1435-41.
14. Cicero AF, Salvi P, D'Addato S, Rosticci M, Borghi C. Brisighella Heart Study group. Association between serum uric acid, hypertension, vascular stiffness and subclinical atherosclerosis: data from the Brisighella Heart Study. *J Hypertens.* 2014;32(1):57-64.
15. Colado AN, Bandeira J, Sabbatini D, Cecchini R, Dichi I. 2008. Influence of uric acid and γ -glutamyltransferase on total antioxidant capacity and oxidative stress in patients with metabolic syndrome. *Nutrition.* 2008; 24:675-681
16. Lanasa M, Sanchez L, Choi Y, Cicerchi C, Kanbay M, Roncal J, et al. Uric acid induces Hepatic Steatosis by Generation of Mitochondrial Oxidative Stress: Potential Role in Fructose-Dependent and- Independent Fatty Liver. *J Bio Chem.* 2012; 287(48):40732-40744.
17. Prieto D, Contreras C, Sánchez A. Endothelial dysfunction, obesity and insulin resistance. *Curr Vasc Pharmacol.* 2014; 12(3):412-26.
18. Iantorno M, Campia U, Di Daniele N, Nistico S, Forleo GB, Cardillo C, Tesaro M. Obesity, inflammation and endothelial dysfunction. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2014; 28(2):169-76.
19. Johnson R, Segal M, Sautin Y, Nakagawa T, Feig D, Kang D, et al. Potential role of sugar (fructose) in the epidemic of hypertension, obesity and the metabolic syndrome, diabetes, kidney disease, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 2007; 86:899-906.
20. McArdle PF1, Whitcomb BW, Tanner K, Mitchell BD, Shuldiner AR, Parsa A. Association between bilirubin and cardiovascular disease risk factors: using Mendelian randomization to assess causal inference. *BMC Cardiovasc Disord.* 2012; 14:12:16.
21. Choi SH, Yun KE, Choi HJ. Relationships between serum total bilirubin levels and metabolic syndrome in Korean adults. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2013; 23(1):31-7.
22. Jenko-Pražnikar Z1, Petelin A, Jurdana M, Žiberna L. Serum bilirubin levels are lower in overweight asymptomatic middle-aged adults: an early indicator of metabolic syndrome?. *Metabolism.* 2013; 62(7):976-85.

Recibido: 19-09-2014

Aceptado: 23-11-2014

Substituição do resíduo da produção de palmito da Palmeira Real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*) na silagem de cana-de-açúcar em dietas de ovinos

Geraldo Fábio Viana Bayão; Augusto César de Queiroz; Samuel Galvão de Freitas;
Camila Delveaux Araujo Batalha; Katiene Régia Silva Sousa; Róberson Machado Pimentel;
Lucas Ladeira Cardoso; Alex Júnio da Silva Cardoso

Dept de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, SP, Brasil.

RESUMO. Objetivou-se avaliar a composição química, consumo voluntário e digestibilidade aparente de dietas contendo resíduo oriundo da produção de palmito da palmeira Real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*) em substituição à cana-de-açúcar em ovinos. Foram utilizados 12 ovinos com peso vivo médio de $23,3 \pm 2,8$ kg, mantidos em gaiolas metabólicas distribuídos em seis quadrados latinos 2x2 implementado em esquema fatorial 3 x 2 (três tipos de resíduo – folha, bainha e composta - e dois níveis de substituição do resíduo, 5% e 15%). Verificou-se maior consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos não fibrosos (CNF) na substituição pelo resíduo composta. Os valores médios de digestibilidade aparente da MS, MO, Proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) e nível dietético de NDT foram maiores para o resíduo folha. Constatou-se efeito de interação entre resíduo e o nível de substituição sobre as excreções urinárias de nitrogênio total (EUN), balanço nitrogenado aparente (BNA) e compostos nitrogenados microbianos (NMIC). Resíduos da produção de palmito oriundos da palmeira Real Australiana podem ser utilizados como alimentos volumosos na dieta de animais ruminantes, sendo destes, o resíduo folha e composta os que apresentaram melhores respostas nas características avaliadas.

Palavras chave: Agroindústria, alimento alternativo, consumo, digestibilidade.

SUMMARY. Replacing of residue from production of palm Palm Royal Australian (*Archontophoenix alexandrae*) in silage of sugar cane in diets of sheep. The aim of this study was to evaluate the chemical composition, voluntary intake and apparent digestibility of the diets containing residue from palm heart of Australian Royal Palm (*Archontophoenix alexandrae*) to replace sugar cane on sheep. Twelve sheep were used with average live weight of $23,3 \pm 2,8$ Kg and they placed in metabolism cages and distributed in six latin square 2 x 2 in a factorial design 3 x 2 (three types of residue -sheet, bark and composed - and two levels of residue's replacement, 5% and 15%). It was observed higher intake of dry matter (DM), organic matter (OM), nonfiber carbohydrates (NFC) by substitution of composed residue. The average values of apparent digestibility of DM, OM, crude protein (CP), neutral detergent fibre correct for ash and protein (NDFap) and total digestible nutrients (TDN) were higher for sheet residue. There was interaction between type of residue and level of residue's replacement on the urinary excretion of total nitrogen (NUE), apparent nitrogen balance (BNA) and microbial nitrogen compost (NMIC). Residues from palm heart of Australian Royal Palm can be used as roughage in the ruminants' diet, and of these residues, the sheet and composed residue showed better response in the evaluated characteristics.

Key words: Agribusiness, alternative feed, digestibility, intake.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de palmito do mundo, perdendo a posição de maior exportador devido à proibição da extração de palmitos selvagens de juçara e açai por causa da ameaça de extinção de suas palmeiras, além da entrada de países como Costa Rica e Equador no mercado, com plantios mais organizados

e com menores custos de produção (1).

A palmeira Real (*Archontophoenix alexandrae*) é originária da Austrália e seu palmito tem ganhado mercado devido as características de qualidade e produção. Do processamento da palmeira para a produção do palmito, são gerados como resíduos as folhas, as bainhas que envolvem o palmito e a parte dos caules. Esses resíduos são de natureza lignocelulósica e apresentam

baixo ou nenhum valor comercial, tornando-se um problema para a agroindústria por falta de opção para o aproveitamento destes.

A utilização dos resíduos da produção de palmito na alimentação de ruminantes é uma alternativa para amenizar o impacto ambiental negativo do seu descarte no meio ambiente e uma vantagem econômica ao inserir na dieta dos animais, uma vez que os ruminantes apresentam microrganismos simbióticos que permitem aproveitar alimentos fibrosos e converter a produtos que podem ser aproveitados pelo homem.

A utilização dos resíduos da produção de palmito da palmeira Real na alimentação de animais ruminantes é ainda desconhecida na literatura. Existem alguns trabalhos relacionados a resíduos da palmeira pupunha (2 e 3), porém devido a palmeira Real tratar-se de uma espécie diferente e apresentar características químicas diferentes, pouco pode-se inferir sobre a utilização de seus resíduos na alimentação animal.

Objetivou-se, portanto, avaliar a composição química, consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos consumindo resíduos da produção de palmito da palmeira Real em substituição na silagem de cana.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, situada à latitude 20°45'14'' S, longitude 42°52'54'' W.

Foram utilizados 12 ovinos Santa Inês, everminados, com peso vivo médio inicial de $23,3 \pm 2,8$ kg, mantidos em regime de confinamento em gaiolas metabólicas providas de comedouro e bebedouro individuais.

O resíduo agroindustrial da produção do palmito da palmeira Real foi cedido por uma agroindustrial localizada no município de Cajuri, Minas Gerais. Os resíduos utilizados foram as folha, bainha e composta (Tabela 1). A composta do resíduo foi formulada proporcionalmente de acordo com a percentagem de folha e bainha presentes em uma planta da palmeira Real, que possui em média 45,31% de folhas e 54,69% de bainha com base na massa natural.

Os animais foram adaptados às condições experimentais durante 15 dias, antes do início dos períodos experimentais. O experimento foi constituído de dois períodos de 12 dias cada, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação dos animais e os dias restantes

para coleta de amostras. No primeiro período, metade dos animais apresentou substituição da silagem de cana por 5% de um dos resíduos, enquanto a outra metade recebia substituição por 15%. No segundo período, realizou-se a inversão dos níveis de substituição dos resíduos. Todas as substituições (5 e 15%) foram avaliadas na base da matéria seca (MS).

Os resíduos foram processados em processadora de facas em partículas de tamanho entre 2,0 a 3,0 cm e armazenados em câmara fria (-10°C) para evitar fermentações indesejáveis. As dietas (Tabela 2) foram fornecidas diariamente ad libitum, duas vezes ao dia, permitindo-se sobras de 10% do ofertado.

A coleta total de fezes e urina foi realizada durante cinco dias consecutivos. A urina foi filtrada e diluída em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N para evitar a destruição bacteriana dos derivados de purinas. Posteriormente, as amostras de urina foram congeladas para análises laboratoriais (-15°C). Ao final de cada dia de coleta de fezes, as amostras foram homogeneizadas retirando-se alíquotas de 10% do total excretado. As amostras fecais foram secas em estufa de ventilação forçada (60°C/72 horas) e processadas em moinho de facas (1 mm) procedendo-se à confecção da amostra composta, proporcional a cada excreção diária por animal.

Durante o período experimental, registrou-se diariamente a quantidade de alimento consumido e das sobras, coletando-se alíquotas de ambos (10%), as quais foram homogeneizadas constituindo amostras representativas para cada animal. Posteriormente, essas amostras foram secas sob ventilação forçada (60°C/72 horas) e processadas em moinhos de facas (1 mm).

As amostras coletadas foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), lignina pelo método dopermanganato de potássio, (4). As análises da Proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido foram feitas conforme o método INCT-CA(5). Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foram obtidos utilizando-se α -amilase-termoestável e omitindo-se a utilização de sulfito de sódio(6). As correções da FDN e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram feitas para correção de cinzas(7) e proteína (6).

As concentrações de uréia e ácido úrico na urina foram estimadas pelos métodos de Jaffé modificado (Bioclin K016-1) e colorimétrico (UOD-PAP, Bioclin K052) respectivamente. As análises dos níveis de alantoína na

urina foram determinadas pelo método colorimétrico (8). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia.

A quantidade de purinas absorvidas (Y , mmol dia⁻¹), foi estimada a partir da excreção de derivados de purinas (X , mmol dia⁻¹) pela equação: $Y = [(X - (0,385 \text{ PC}^{0,75})/0,85]$, sendo 0,85 a recuperação de purinas absorvidas como derivadas de purinas; $0,385 \times \text{PC}^{0,75}$ a contribuição endógena para a excreção de purinas (9); PC o peso corporal. A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Z , g Nmic dia⁻¹), foi estimada em função das purinas absorvidas (Y , mmol dia⁻¹), utilizando-se a equação descrita por (8), com exceção da relação N purinas: N total das bactérias de 0,176, conforme (10), por meio da equação: $Z = [(70Y)/0,83 \times 0,176 \times 1000]$, assumindo que 70 é conteúdo de N das purinas (mg N mol⁻¹), 0,176 a relação N purinas : N total nas bactérias; e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas; A eficiência microbiana (g PBmic/kg NDT) foi obtida pela razão entre a produção de proteína microbiana (PBmic), expressa em gramas, e a quantidade consumida de nutrientes digestíveis totais (NDT), expressa em quilogramas.

O experimento foi implementado e interpretado segundo delineamento em quadrado latino 2 x 2 (11), com dois períodos experimentais e agrupamento de seis quadrados latinos, sendo dois para o resíduo folha, dois para o resíduo balsa e dois para o resíduo composta. Os níveis de resíduo de palmito (5 ou 15%) foram incluídos dentro de cada quadrado latino, sendo aplicados de forma alternada aos animais de cada quadrado em cada período experimental. Assim, utilizou-se o esquema fatorial 3 x 2 (três tipos de resíduo e dois níveis de resíduo), de acordo com o modelo $Y_{ijkl} = \mu + F_i + N_j + FN_{ij} + P_k + A(i)l + \epsilon_{ijkl}$ em que Y_{ijkl} = resposta experimental do animal l , durante o período K , alimentado com o resíduo i e com nível de substituição do resíduo j ; μ = constante geral; F_i = efeito do resíduo i (fixo); N_j = efeito do nível de substituição do resíduo j (fixo); FN_{ij} = interação entre o resíduo i e o nível de substituição do resíduo j (fixo); P_k = efeito do período experimental k (fixo); $A(i)l$ = efeito do animal l aninhado ao resíduo i (aleatório); e ϵ_{ijkl} = erro experimental não observável, pressuposto NID (0; σ^2).

Adotou-se o nível de significância de 5% para o teste Tukey. Os procedimentos estatísticos foram conduzi-

dos por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System) (12).

RESULTADOS

Os teores de MS, PB, EE, PIDIN, PIDA foram maiores para o resíduo folha (Tabela 1). Já a FDNcp, FDAcp e lignina, foram maiores para a balsa (Tabela 1).

Não foram verificados efeitos de interação ($P > 0,05$) entre o tipo de resíduo da produção de palmito da palmeira Real e o nível de substituição (Tabela 3). O consumo de MS, MO, CNF, (kg/dia) foi maior na substituição pelo resíduo composta ($P < 0,05$) em relação aos demais resíduos (Tabela 3), enquanto o consumo de PB (kg/dia) foi maior ($P < 0,05$) nas dietas com substituição pelo resíduo folha (Tabela 3).

Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) entre o consumo de FDNcp (kg/dia) na substituição do resíduo balsa e composta, sendo as médias maiores ($P < 0,05$) em relação a substituição pelo resíduo folha. Quando o consumo foi expresso em g/kg PC, observou-se maior consumo de MS e MO ($P < 0,05$) na substituição pelo resíduo balsa, enquanto o consumo de FDNcp foi maior para a substituição pelo resíduo folha. Os valores médios de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDNcp e nível de NDT foram maiores ($P < 0,05$) para as substituições pelo resíduo folha (Tabela 3).

Nas substituições pelos resíduos, verificou-se médias de NDT de 56,2; 51,5 e 54% para folha, balsa e composta, respectivamente.

Verificou-se efeito de interação ($P < 0,05$) entre o tipo de resíduos e o nível de substituição sobre as excreções urinárias de nitrogênio total (EUN), balanço nitrogenado aparente (BNA) e produção de compostos nitrogenados microbianos (NMIC) (Tabela 4). O desdobramento dessas interações está apresentado na Tabela 5.

O balanço de nitrogênio aparente (BNA), tanto nos níveis 5% ou 15%, foi maior para o resíduo folha (Tabela 5). Não foi verificada diferença significativa entre a eficiência de síntese microbiana (EFIM – g PB microbiana/kg NDT) e produção relativa de compostos nitrogenados microbianos (NMICR, g/g de nitrogênio ingerido) (Tabela 4).

DISCUSSÃO

Os teores de PB da folha (Tabela 1) mostram-se maio-

Tabela 1. Composição química do resíduo da produção de palmito da palmeira Real e da cana-de-açúcar

| Item | Folha | Bainha | Silagem Cana |
|----------|-------|--------|--------------|
| MS | 30,7 | 20,3 | 23,2 |
| MO1 | 94,8 | 95,1 | 95,1 |
| PB1 | 8,6 | 3,6 | 7,49 |
| EE1 | 0,7 | 0,29 | 0,9 |
| FDNcp1 | 70,7 | 75,3 | 66 |
| CNF1, 2 | 14,8 | 15,91 | 20,71 |
| FDAcP1 | 46,7 | 47,9 | 41,5 |
| Lignina1 | 10,6 | 12,3 | 7,4 |
| PIDIN3 | 27,2 | 20,7 | 23,8 |
| PIDA3 | 15,5 | 12,9 | 18,3 |

1% da matéria seca 2CNF = MO - (EE+FDNcp + PB) 3% da PB
 MS = Matéria seca MO = Matéria orgânica PB = Proteína bruta EE = extrato etéreo

CNF= carboidratos não fibrosos

FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

FDAcP = Fibra insolúvel em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína

PIDIN = Proteína insolúvel em detergente neutro

PIDA = Proteína insolúvel em detergente ácido.

Tabela 2. Composição química das dietas experimentais (%MS)

| Item | SC + Folha | | SC + Bainha | | SC +Composta | |
|----------|-----------------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|
| | Nível de substituição | | | | | |
| | 5 | 15 | 5 | 15 | 5 | 15 |
| MS | 30,18 | 29,14 | 30,17 | 29,11 | 30,33 | 29,58 |
| MO1 | 95,09 | 95,06 | 95,1 | 95,1 | 95,15 | 95,24 |
| PB1 | 7,55 | 7,66 | 7,3 | 6,91 | 7,3 | 7,31 |
| EE1 | 0,68 | 0,64 | 0,7 | 0,69 | 0,71 | 0,73 |
| FDNcp1 | 66,24 | 66,71 | 66,47 | 67,4 | 66,22 | 66,66 |
| CNF2 | 20,41 | 19,82 | 20,47 | 19,99 | 20,61 | 20,41 |
| FDAcP1 | 41,76 | 42,28 | 41,82 | 42,46 | 41,64 | 41,91 |
| Lignina1 | 7,56 | 7,88 | 7,65 | 8,14 | 7,6 | 8 |

1% da matéria seca 2CNF = MO - (EE+FDNcp + PB)

SC = Silagem de cana MS = Matéria seca MO = Matéria orgânica PB = Proteína bruta

EE = extrato etéreo CNF = Carboidratos não fibrosos

FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

FDAcP = Fibra insolúvel em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína

res que a bainha, apresentando-se uma alternativa mais viável para a utilização na alimentação de animais ruminantes, uma vez que teores acima de 7% de PB na alimentação seria o mais recomendado para garantir uma fermentação ruminal adequada (13). Quanto ao teor de FDNcp, a bainha apresenta maior teore associando com o maior teor de lignina, podemos inferir, de acordo com estes componentes químicos, que a bainha é um resíduo

de qualidade inferior comparado ao resíduo folha. Além disso, como na MS apresenta está inserido os componentes químicos importantes para a nutrição animal e o resíduo folha apresenta maior teor em relação à bainha, o uso da folha na alimentação de ruminantes pode ser mais vantajoso.

O alto teor de lignina é uma característica negativa dos resíduos (Tabela 1). As associações entre a lignina, celulose e hemicelulose comprometem a degradação química pelas bactérias ruminais reduzindo a digestibilidade da fibra (14). A idade aproximada para a palmeira Real estar apta para a produção de palmito é de três a quatro anos, o que causa grande deposição de lignina, comprometendo o valor nutritivo da bainha. Dessa forma, para sua utilização dos resíduos deve-se ponderar essa característica.

O maior consumo de MS (kg/dia) nas dietas com resíduo composta sugere que a combinação dos dois resíduos, folha e bainha, favoreceu o consumo dos animais em relação ao seu fornecimento indi-

vidual. Esta resposta é interessante sob o ponto de vista prático do produtor de palmito, pois pode-se utilizar todo o resíduo produzido pelo processamento na agroindústria do palmito.

O consumo de PB foi menor nas substituições com o resíduo bainha na cana-de-açúcar (Tabela 3) provavelmente devido a seleção dos animais. O resíduo bainha apresenta-se com uma textura diferenciada, muito fibrosa e isto pode ter influenciado negativamente seu consumo a níveis abaixo dos 7% recomendados por (13).

O menor consumo do teor de

FDNcpda folha (Tabela 3) pode ser associado a capacidade de seleção dos animais na busca de alimentos menos fibrosos, uma vez que as dietas apresentaram dietas similares quanto a composição química (Tabela 1).

As menores digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp nas substituições pelos resíduos bainha e composta (Tabela 3) pode estar relacionado a se-

Tabela 3 – Consumo (g/dia) e digestibilidade aparente dos componentes da dieta

| Item | Resíduo | | | Nível | | | Valor P | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|--------|-----|---------|--------|--------|
| | Folha | Bainha | Composta | 5% | 15% | % | Resíduo | Nível | R X N |
| Consumo g/dia | | | | | | | | | |
| MS | 722,14 ^c | 760,91 ^b | 789,65 ^a | 749,16 | 765,93 | 2,6 | 0,0004 | 0,0732 | 0,855 |
| MO | 717,35 ^c | 756,46 ^b | 786,39 ^a | 745,44 | 760,71 | 2,6 | 0,0003 | 0,0779 | 0,8411 |
| PB | 54,61 ^a | 24,42 ^c | 41,38 ^b | 39,09 | 40,12 | 2,9 | <0,0001 | 0,052 | 0,5795 |
| EE | 5,26 ^a | 2,54 ^b | 5,09 ^a | 4,21 | 4,26 | 4,8 | <0,0001 | 0,0805 | 0,0625 |
| FDNcp | 509,79 ^b | 572,61 ^a | 556,48 ^a | 540,35 | 551,97 | 2,6 | <0,0001 | 0,0741 | 0,8642 |
| CNF | 146,19 ^c | 157,88 ^b | 184,79 ^a | 161,11 | 165,57 | 2,7 | <0,0001 | 0,0863 | 0,8369 |
| Digestibilidade aparente | | | | | | | | | |
| DMS | 63,81 ^a | 57,48 ^c | 61,29 ^b | 59,91 | 61,68 | 2,6 | 0,0001 | 0,0235 | 0,4537 |
| DMO | 55,56 ^a | 50,80 ^c | 52,53 ^b | 52,91 | 52,99 | 0,9 | <0,0001 | 0,5085 | 0,1946 |
| DPB | 71,54 ^a | 69,71 ^c | 70,40 ^b | 70,46 | 70,63 | 0,8 | 0,0005 | 0,9589 | 0,8134 |
| DFDNcp | 53,14 ^a | 51,47 ^b | 50,37 ^c | 51,52 | 51,91 | 0,6 | <0,0001 | 0,016 | 0,8145 |
| DCNF | 59,03 ^a | 48,92 ^b | 59,63 ^a | 56,21 | 55,47 | 5,4 | 0,0001 | 0,5709 | 0,6713 |
| NDT | 56,21 ^a | 51,54 ^c | 53,90 ^b | 53,8 | 53,93 | 1,5 | <0,0001 | 0,7066 | 0,6418 |

a, b, c = médias com diferentes sobrescritos, nas linhas, diferem entre si pelo teste Tukey (P< 0,05) R = resíduo N = nível

MS = Matéria seca MO = Matéria orgânica PB = Proteína bruta EE = extrato etéreo CNF = Carboidratos não fibrosos FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

DPB = Digestibilidade da proteína bruta DFDNcp = Digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro DCNF = Digestibilidade dos carboidratos não fibrosos NDT = Nutrientes digestíveis totais

Tabela 4 – Consumo, excreção fecal e urinária de nitrogênio (g/dia), excreção urinária de nitrogênio ureico (g/dia), balanço nitrogenado aparente (g/dia), produção de compostos nitrogenados microbianos (g/dia), produção de compostos nitrogenados microbianos (g/g de nitrogênio ingerido) e eficiência de síntese microbiana (g PB microbiana/kg NDT)

| Item | Resíduo | | | Nível | | CV (%) | Valor P | | |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|
| | Folha | Bainha | Composta | 5% | 15% | | Resíduo | Nível | R X N |
| CN | 8,76 ^a | 3,79 ^c | 6,49 ^b | 6,27 | 6,42 | 2,7 | <0,0001 | 0,0702 | 0,473 |
| EFN | 2,50 ^a | 1,15 ^c | 1,92 ^b | 1,83 | 1,88 | 3,1 | <0,0001 | 0,113 | 0,4949 |
| *EUN | - | - | - | - | - | 12,2 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0026 |
| EUNU | 0,73 ^a | 0,58 ^c | 0,66 ^b | 0,66 | 0,66 | 1 | <0,0001 | 0,0628 | 0,2247 |
| *BNA | - | - | - | - | - | 7,7 | <0,0001 | 0,0041 | 0,0185 |
| *NMIC | - | - | - | - | - | 6,9 | <0,0001 | 0,0046 | 0,0014 |
| NMICR | 1,02 | 1,92 | 1,08 | 1,35 | 1,32 | 72,5 | 0,1714 | 0,9293 | 0,9651 |
| EFIM | 137,1 | 116,63 | 101,43 | 121,3 | 115,5 | 54,2 | 0,5607 | 0,8306 | 0,8828 |

a, b, c = médias com diferentes sobrescritos, nas linhas, diferem entre si pelo teste Tukey (P< 0,05) *Ver desdobramento de interação na Tabela 6 R = resíduo N = nível de substituição

CN = Consumo de nitrogênio EFN = Excreção fecal de nitrogênio EUN = Excreção urinária de nitrogênio EUNU = Excreção urinária de nitrogênio ureico BNA = balanço nitrogenado aparente NMIC = produção de compostos nitrogenados microbianos NMICR = produção de compostos nitrogenados microbianos EFIM = eficiência de síntese microbiana.

letividade dos alimentos que, da mesma forma que influenciou o consumo dos constituintes químicos, influenciou a digestibilidade destes.

Apesar de não haver diferença entre o consumo de nitrogênio entre os níveis de substituição (Tabela 4), o balanço nitrogenado da folha foi maior em relação aos demais resíduos (Tabela 5), indicando que as substitui-

ções por esse resíduo proporcionou um melhor equilíbrio proteico-energético da dieta, já que o maior balanço de nitrogênio é consequência da melhor relação entre as fermentações proteicas e energéticas da dieta (15). Por outro lado, utilizando substituições de 20 e 40% de substituição do resíduo de palmito pupunha na silagem de milho, não verificaram diferenças no BNA

Tabela 5 – Desdobramento da interação resíduo da dieta x nível de substituição do resíduo

| Nível de substituição | Resíduo | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Folha | Bainha | Composta |
| Excreção urinária de nitrogênio (EUN, g/dia) | | | |
| 5% | 1,0 ^{Ba} | 1,2 ^{Aa} | 1,3 ^{Ba} |
| 15% | 1,6 ^{Ab} | 1,2 ^{Ab} | 2,2 ^{Aa} |
| Balanço nitrogenado aparente (BNA, g/dia) | | | |
| 5% | 5,2 ^{Aa} | 1,4 ^{Ac} | 3,4 ^{Ab} |
| 15% | 4,8 ^{Aa} | 1,4 ^{Ac} | 2,4 ^{Bb} |
| Compostos nitrogenados microbianos (NMIC, g/dia) | | | |
| 5% | 9,7 ^{Aa} | 6,8 ^{Ab} | 7,3 ^{Ab} |
| 15% | 7,9 ^{Bb} | 7,7 ^{Ab} | 5,7 ^{Ba} |

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

de ovinos (2).

Apesar de não ser verificada diferença significativa (P>0,05) na produção de compostos nitrogenados microbianos (NMICR), em todas as substituições dos resíduos na dieta, as estimativas apresentaram valores superiores a um (1,0), indicando déficit proteico na dieta. Dessa forma, a suplementação proteica da dieta contendo resíduos da produção de palmito em substituição à silagem de cana deve ser realizada.

CONCLUSÕES

Resíduos da produção de palmito oriundos da palmeira Real Australiana apresentam potencial para serem utilizados como alimentos volumosos na dieta de animais ruminantes, sendo destes, o resíduo folha e composta os que apresentaram melhores respostas nas características avaliadas.

REFERÊNCIAS

1. Bergo, C. L., Negreiros, J. R. S., Miqueloni, D. P., Lunz, A. M. P. 2013. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em pupunheiras para palmito da raça putumayo. *Rev Bras Frutic.* 35(3): 829-836.
2. Rombola, G. L., Neto, S. G., Moro, J. R. 2010. Resíduo da industrialização do palmito pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) na alimentação de ovinos deslançados. *Agropec Cient semi-árido*, 6(1):19-26.
3. Rodrigues Neto, A. J., Bergamaschine, A. F., Isepon, O. J., Alves, J. B., Hernandez, F. B. T., Macedo, M. P. 2001. Efeito de aditivos no valor nutritivo de silagens

4. Silva, D. J., Queiroz, A. C. 2005. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 2005. 3ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
5. Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C. 2012. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa.
6. Mertens, D. R. 2005. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *J Assoc Offic Anal Chem Intern.* 85:1217-1240.
7. Licita, G., Hernandez, T. M., Van Soest, P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim Feed Sci and Technol.* 57: 347-358.
8. Chen, X. B., Gomes, M. J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of the technical details. *Buchsburnd Aberdeen: Rowett Research institute, England.*
9. Verbic, J., Chen, X. B., Macleod, N. A., Ørskov, E. R. 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. *J Agric Sci.* 114:243-248.
10. Valadares Filho, S. C. 1995. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. *Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de ruminantes, Viçosa: UFV.* p. 355-455.
11. Cochran, W. G., Cox, G. M. 1957. *Experimental designs.* 2 ed. New York: John Wiley & Sons.
12. *Statistical Analysis System (SAS).* SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA, 2005.
13. Sampaio, C. B., Detmann, E., Lazzarini, I., Souza, M. A., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. C. 2009. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Rev Bras Zootec.* 38(3): 560-569.
14. Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant.* 2 ed. Ithaca: Cornell University Press.
15. Silva, J. F. C., Leão, M. I. 1979. *Fundamentos da nutrição de ruminantes.* 1 ed. Piracicaba: Livrocerec.

Recibido: 24-07-2014
 Aceptado: 11-11-2014

FE DE ERRATAS

En el **Volumen 63 N° 4, Diciembre 2013:**

-Página 346, en *Recomendaciones para la población venezolana*, donde lee 45 mg, debe leer 45 µg.

-Página 379, en **Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. 2012**, quinta columna de números, donde lee Vit. D (µg/día), debe leer Vit. D (UI/día)

Notas

Discurso de Orden de Walter Jaffé Carbonell

Acto de conmemoración de los 100 años del nacimiento de Werner Jaffé, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, UCV. Caracas, 13 de Noviembre 2014

Hoy, gracias a la iniciativa de sus discípulos y de las autoridades de la Facultad de Ciencias de la UCV, estamos conmemorando el centenario del nacimiento de Werner Günter Jaffé Fellner, esa persona modesta, tímida, de hablar bajo y pausado, de gran sensibilidad social y humana, que dejó profunda huella en su familia, sus estudiantes, allegados, colegas y amigos, y en la sociedad venezolana. Werner Jaffé nació en Frankfurt, Alemania el 27 de Octubre de 1914 en el seno de una familia de químicos, ingenieros y médicos. El abuelo paterno Benno, químico-empresario que hizo fortuna explotando la patente de la lanolina, el abuelo materno Fellner destacado ingeniero especialista en la naciente tecnología de los hornos rotatorios; y su padre Rudolf, médico-patólogo, quien se vio forzado a emigrar a Venezuela en 1936 huyendo de las persecuciones raciales del régimen Nazi para fundar en el país la patología como disciplina científica y como servicio médico, fueron las influencias determinantes de su orientación a la ciencia.

Realizó sus estudios de secundaria en Berlín y los universitarios en las universidades de Danzig, Berlín y Zúrich, Suiza, donde recibió el título de doctor en Química en 1940, bajo la supervisión del Profesor Paul Karrer, Premio Nobel de Química. Inmediatamente se trasladó a Venezuela, vía Génova, Sevilla y Madeira para reunirse con sus padres y hermanos. A su llegada a Caracas en 1940 con 26 años de edad, Werner Jaffé comenzó a trabajar en el laboratorio del doctor Augusto Pi Suñer y poco más tarde en el Instituto Químico Biológico C.A. Una de sus primeras tareas fue buscar alternativas ante la falta de quinina, ingrediente que no se podía importar más debido a la Guerra Mundial. Visita zonas rurales y boscosas cercanas a Caracas tratando de conseguir arboles de chinchona. Se aloja en casas de familias campesinas y conoce su mo-

nótona, poco diversa y frecuentemente precaria alimentación, basada en arepas, caraotas y a veces un poco de queso blanco y papelón. Le llama la atención que sin embargo, la misma pareciera satisfacer los requerimientos nutricionales básicos. Este es el nacimiento de su interés por la alimentación y nutrición que lo acompañó a lo largo de su vida. Permaneció como investigador en el Instituto Químico Biológico hasta 1946, cuando recibió una beca de la Fundación Rockefeller para realizar una pasantía de investigación en la Universidad de Wisconsin. Ese año contrajo nupcias con Mercedes Carbonell, su tesista recién graduada de la Facultad de Farmacia de la UCV, quien fue su compañera de vida y madre de sus seis hijos, además de su Asistente de Investigación por muchos años.

Trayectoria institucional

A su regreso a Caracas en 1947 acepta la propuesta del entonces Ministro de Agricultura Eduardo Mendoza para incorporarse a la recién creada Escuela Superior de Agricultura en El Valle, en la cual inicia el análisis de alimentos de consumo usual y a dar clases de Química Agrícola. Esta Escuela dio origen a la Facultad de Agronomía y al Instituto de Ciencias Agrícolas, los cuales fueron trasladadas en 1950 a Maracay. Ese año renuncia al cargo de Profesor de la Facultad de Agronomía y pasa a la recién creada Escuela de Química de la Facultad de Farmacia de la UCV. En 1956 participa junto al Dr. José María Bengoa en la reorganización del Instituto Pro Alimentación Popular, actual Instituto Nacional de Nutrición, INN, donde se desempeñó por muchos años como Jefe de Investigaciones. En Diciembre de 2000 se da el nombre de "Dr. Werner G. Jaffé" a la División de Investigaciones en Alimentos del INN.

Desde su llegada a Caracas se incorporó al incipiente

movimiento científico nacional. Primero fue miembro, y más tarde presidente, de la Sociedad Venezolana de Química, donde editó su Boletín. Fue miembro fundador de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia, AsoVAC, en 1950, y fundador y Secretario Ejecutivo por muchos años de FundaVAC, organización dedicada a fomentar las relaciones de la ciencia con la industria y financiar proyectos. Fue parte del grupo de científicos que desde la AsoVAC impulsaron, primero, la creación de la Facultad de Ciencias de la UCV, y luego del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas CONICIT. Fue por ocho años el primer editor de la revista Acta Científica Venezolana de la ASOVAC y gran impulsor de las convenciones científicas anuales de esa institución. También fue miembro fundador de la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria, APIU, de la UCV. En 1958, al crearse la Facultad de Ciencias de la UCV, es nombrado Director de la Escuela de Química. Durante años fue profesor de Bioquímica y Nutrición en la Facultad de Ciencias y en la Escuela de Nutrición y Dietética de la UCV. En el ámbito administrativo, fue por ocho años el primer secretario del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV, creado en 1958.

Fue parte del grupo de científicos que crearon la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN en 1966 y Presidente de la misma por un período. Fundador en 1950 y editor por doce años de los Archivos Venezolanos de Nutrición publicados por el Instituto Nacional de Nutrición, que en 1966 se convierten en los Archivos Latinoamericanos de Nutrición, órgano oficial de divulgación de la SLAN. En 1975-78 integra el Grupo de Trabajo de Nutrición del CONICIT, que elabora la sección correspondiente del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología. Miembro y Presidente de la Comisión Técnica de Alimentos y Nutrición del CONICIT por muchos años, desde la cual interviene en la reorientación del CIEPE, un centro de investigación agroindustrial, en 1976. Miembro del Consejo Directivo de la Fundación Cavendes (hoy Fundación Bengoa) desde su creación en 1983. Asimismo, participa en los años ochenta y noventa como asesor en el Proyecto Venezuela del Centro de Estudios sobre el Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana (FUNDACREDESA).

Trayectoria científica

A lo largo de su carrera publicó unos 250 trabajos de investigación en revistas nacionales e internacionales. Su área general de investigación se centró en la bioquímica vegetal y de la nutrición, dentro de la cual desarrolló en paralelo varias líneas de investigación. La primera que inició a su llegada en Venezuela, fue la caracterización química de alimentos de la dieta venezolana. Así, en los años cuarenta y cincuenta estudió el café, la concha del plátano verde para alimentación animal, el aceite y torta del ajonjolí, las leguminosas, los cereales, las frutas, el papelón y los pescados. Destaca el descubrimiento de la complementación nutricional al combinar el consumo simultáneo de maíz y caraotas y la identificación de la metionina en los frijoles como el amino ácido limitante. También en los años cuarenta inició una colaboración muy activa de varios años con su padre Rudolf Jaffé sobre la acción cancerígena de sustancias como el metilcolantreno, el alquitrán de tabaco, disolventes de hidrocarburos y el tiosulfato de sodio.

En 1946 identificó un factor nutricional esencial para el crecimiento, tema de investigación que desarrolla en su estadía en la Universidad de Wisconsin en 1947, logrando aislar una fracción activa en un extracto alcohólico. El regreso a Venezuela retrasó la continuación de este trabajo y en 1948 dos grupos, uno en los EEUU (entre la Universidad de Maryland y la empresa Merck) y otro de la Universidad de Cambridge, logran cristalizar este factor que fue denominado Vitamina B12 y más tarde Cobalamina. Por sus aportes a la ciencia en 1950 recibió el Premio Vargas por sus estudios sobre la vitamina B12 y en 1978 el primer Premio Nacional de Ciencia que otorgó el CONICIT. Otro hito importante en sus estudios tempranos sobre la alimentación del venezolano fue la identificación de factores antinutricionales en frijoles crudos. Esto da inicio a una línea de investigación muy activa y productiva, que identificó varios factores causales con efectos de hemoaglutinación e inhibición de enzimas como amilasas y proteasas. Werner Jaffé fue uno de los reconocidos expertos internacionales en este campo de investigación, gracias a descubrimientos claves como, por ejemplo, del efecto mitogénico de la Concavalina A. Otras líneas de investigación iniciadas en 1961 fueron establecer el contenido de selenio en alimentos venezolanos y la identificación y caracterización de

proteasas vegetales, enzimas que degradan proteínas. Por ejemplo, fue descubridor de la huraina, una proteasa del jabillo (*Hura crepitans* L.).

Su trabajo científico siempre tuvo una orientación práctica y social. Entre los productos de sus investigaciones hay que mencionar la publicación en 1950 de la primera Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela, en conjunto con José María Bengoa, el desarrollo en los años ochenta de la fórmula nutricional Lactoviso, una bebida para combatir la desnutrición infantil, hecha con harina de arroz precocida, leche en polvo, proteína de soya y enriquecida con vitaminas y minerales, que es producida comercialmente por varias industrias con licencia del CONICIT y el enriquecimiento obligatorio de las harinas de maíz y trigo en el país impulsado por el INN. Hasta comienzos de la década de los sesenta, trabajó prácticamente solo ya

que no contaba con un laboratorio bien equipado ni con un grupo de colaboradores fijos. Es con la creación de la Facultad de Ciencias de la UCV, el desarrollo del INN y la creación del IVIC y de la Universidad Simón Bolívar que estructura un grupo de colaboradores significativo entre colegas.

Werner Jaffe fue maestro de generaciones de universitarios, fundador de los estudios de bioquímica en nuestro país y promotor de la investigación científica en diversas áreas. Impulsor de la incorporación de la investigación científica en el desarrollo social y económico y de una ciencia de punta comprometida con la sociedad.

Muchas gracias.

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

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

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 64, 2014

ARTICULOS GENERALES

Cáncer-vitaminas-minerales: Relación compleja

*Gertrudis Adrianza de Baptista,
Carolain Murillo Melos* 220

PERSPECTIVA

La transición alimentaria y la doble carga de malnutrición: cambio en los patrones alimentarios de 1961 a 2009 en el contexto socioeconómico mexicano

*Moreno-Altamirano Laura, Hernández-Montoya Dewi,
Silberman Martín, Capraro Santiago,
García-García Juan José, Soto-Estrada Guadalupe,
Elvira Sandoval-Bosh* 231

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Bioquímica Nutricional

Efectos in vitro e in vivo de la pulpa de mango (*Mangifera indica* cv. Azúcar) en la carcinogénesis de colon

*Andrea Corrales-Bernal, Luz Amparo Urango,
Benjamín Rojano, María Elena Maldonado* 16

Biomarcadores óseos y su relación con la densidad mineral ósea en adultas jóvenes y adolescentes en su primer año posparto

*Reyna Sámano, Hugo Martínez-Rojano,
Ana Lilia Rodríguez-Ventura, Estela Godínez-Martínez,
Maricruz Tolentino, Gabriela López-de-Cárdenas,
Fernando Isoard, Soledad de Santiago* 24

Prevalencia de la enfermedad de hígado graso no alcohólico (EHGNA) en una población de niños obesos en Valencia, Venezuela

*Milagros Pontiles de Sánchez, Alba Morón de Salim,
Henny Rodríguez de Perdomo,
Germán Perdomo Oramas* 73

Calidad de hidratos de carbono en la dieta y su efecto sobre el control metabólico de la Diabetes Tipo 2

*Daniela Pincheira, Romina Morgado,
Marcela Alviña, Claudia Vega* 241

Cáncer y Salud Pública

Reflexiones sobre las recomendaciones en salud pública para la prevención de cáncer dadas por el fondo mundial para la investigación sobre cáncer (FMIC) y la situación de Chile

Mirta Crovetto, Ricardo Uauy 81

Ciencia de Alimentos

Capacidad antioxidante de subproductos de semillas de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*)

*Ofelia Araceli López-Mejía, Aurelio López-Malo,
Enrique Palou* 50

Molar ratio iron: zinc and folic acid in Brazilian biscuits and snacks and test for classification using principal component analyses

*Adriana Teixeira Godoy, Ana Paula Rebelatto,
Alessandra Borin-Nogueira,
Juliana Azevedo Lima-Pallone* 108

Comparative study on the nutritional and antioxidant properties of two Mexican corn (*Zea mays*) based meals versus processed cereals

*Marissa Sánchez-Herrera, Evelia Martínez-Cano,
María Maldonado-Santoyo,
Xochitl Aparicio-Fernandez* 116

Efecto de la congelación y cocción sobre la textura y patrón electroforético de las proteínas de brazos de pulpo (*Octopus vulgaris*)

*Genara Reyes, Mauro Nirchio, Rafael Bello,
Javier Borderías* 198

Educación Nutricional

Evaluación de una intervención de educación nutricional en profesores y alumnos de prebásica y básica de la comuna de Los Andes en Chile

*Edith Montenegro, Judith Salinas, María Parra,
Lydia Lera, Fernando Vio* 182

Embarazo Adolescente

Embarazo adolescente: características maternas y su asociación con el peso al nacer del neonato

*Sandra Lucía Restrepo-Mesa, Natalia Zapata López,
Beatriz Elena Parra Sosa, Luz Estela Escudero Vásquez,
Eduardo Atalah* 99

Microbiología de Alimentos

Niveles de ocratoxina A y aflatoxinas totales en café de exportación de Panamá por un método de ELISA

*JHeriberto Franco, Aracelly Vega, Stephany Reyes,
Javier De León, Alexis Bonilla* 42

Presencia de los genes de toxigenicidad *nheA*, *nheB* y *nheC* en cepas de *Bacillus cereus* aislados de leches deshidratadas en Costa Rica

*Jonathan Rojas, Carlos E. Rodríguez-Rodríguez,
Cristian Pérez, Carolina Chaves,
Marías Laura Arias* 192

Nutrición Animal

Substituição do resíduo da produção de palmito da Palmeira Real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*) na silagem de cana-de-açúcar em dietas de ovinos

*Geraldo Fábio Viana Bayão, Augusto César De Queiroz,
Samuel Galvão de Freitas, Camila DelveauxArajo
Batalha, Katiene Régia Silva Sousa, Rôberson Machado
Pimentel, Lucas Ladeira Cardoso, Da Silva Cardoso,
Alex Júnio da Silva Cardoso* 271

Nutrición y Embarazo

- Ingesta energética y de macronutrientes en mujeres embarazadas en el noreste de México**
Alexandra Tijerina Sáenz, Erik Ramírez López, Victor Manuel Meneses Valderrama, Nancy Edith Martínez Garza 174

Nutrición Experimental

- Prevalencia de deficiencia y consumo de hierro, zinc y cobre en mujeres chilenas en edad fértil**
María F. Mujica-Coopman, Angélica Borja, Fernando Pizarro, Manuel Olivares 9

Nutrición Humana

- Variación estacional del perfil lipídico en adultos aparentemente sanos de Santiago, Chile**
Christine Kreindl, Manuel Olivares, Alex Brito, Magdalena Araya, Fernando Pizarro 145
- Urinary iodine excretion in healthy Mexican adults**
Armando Flores-Rebollar, Marisol Lendecky Velázquez, Andrea Castro Sánchez, Guadalupe López Carrasco, Aida Ruiz Juvera 153

Nutrición Materna

- Comparación entre los niveles de prolactina de madres en relactancia y madres con lactancia materna exclusiva**
Isabel Cluet de Rodríguez, María Del Rosario Rossell-Pineda, Thais Álvarez de Acosta, Rosanny Chirinos 1

Nutrición y Estrés Oxidativo

- Marcadores de estrés oxidativo y su relación con el estado nutricional en adultos, Ecuador**
Salazar-Lugo, Raquel, Amparito Barahona, Manuel Santamaría, Hilda Salas, Mariana Oleas, Bélgica Bermeo 264

Nutrición y Obesidad

- Perfil de ácidos grasos libres (AGL) en suero de jóvenes colombianos con obesidad y síndrome metabólico**
Bermúdez JA, Velásquez CM 248

Nutrición y Salud Pública

- Hábito alimentar e síndrome metabólica em uma amostra de adultos brasileiros**
Fábio Antonio Neia Martini, Marcelo Brandão Borges, Dartagnan Pinto Guedes 161
- Percepciones y conocimientos acerca de la sal, el sodio y la salud en adultos de clase media de la provincia de San José, Costa Rica**
Katrina Heredia-Blonval, Mariela Pacheco-Guier, Daniela Primus-Alfaro, Marielos Montero-Campos, Adrián Fatjó-Barboza, Adriana Blanco-Metzler258

Nutrición y Tercera Edad

- Healthy eating index of elderly: description and association with energy, macronutrients and micronutrients intake**
Vera Elizabeth Closs, Ana Maria Pandolfo Feoli, Irenio Gomes, Carla Helena Augustin Schwanke 34

Síndrome Metabólico y Dieta

- Dietary quality improvement after a short-term nutritional counseling program in individuals with metabolic syndrome**
Carla H. Piovesan, Fabricio E. Macagnan, Luiz Carlos Bodanese, Ana Maria P. Feoli 89

Tecnología de Alimentos

- Folates retention in brassica vegetables consumed in Brazil after different cooking methods**
Ceres M. Della Lucía, Elizangela Rodrigues Da Silva Mota, Tatiana Aguiar Montini, Sônia M. R. Ribeiro, José Benício P. Chaves, Helena M. Pinheiro-Sant'Ana 59
- Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones**
Elba Sangronis, María José Soto, Yolmar Valero, Ignacio Buscema 123

LatinFoods. Composición de Alimentos

- Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivos en el noroeste de Argentina**
María Eugenia Jiménez, Norma Sammán 131

LATINFOODS activities and challenges during the period of 2009-2012

- Adriana Balnco-Metzler, Saturnino de Pablo, Norma Sammán, Julieta Salazar de Ariza, Lilia Masson, Leticia G. de Núñez, Elizabete Wenzel de Menezes* 206

NUEVOS LIBROS 69

FE DE ERRATAS..... 277

NOTAS..... 278

ÍNDICE DE AUTORES DEL VOLUMEN 64-2014

A

- Adrianza de Baptista, Gertrudis**
Cáncer-vitaminas-minerales:
Relación compleja 64(4): 220-230; 2014
- Aguiar Montini, Tatiana**
Véase Della Lucia, Ceres M. 64(1): 59-68; 2014
- Álvarez de Acosta, Thaís**
Véase Cluet de Rodríguez, Isabel 64(1):1-8; 2014
- Alviña, Marcela**
Véase Pincheira, Daniela 64(4): 241-247; 2014
- Aparicio-Fernández, Xochitl**
Véase Sánchez-Herrera, Marissa 64(2): 116-122; 2014
- Araya, Magdalena**
Véase Freindl, Christine 64(3): 145-152; 2014
- Arias, María Laura**
Véase Rojas, Jonathan 64(3): 192-197; 2014
- Atalah, Eduardo**
Véase Restrepo-Mesa, Sandra Lucía 64(2): 99-107; 2014
- Augustin Schwanke, Carla Helena**
Véase Closs, Vera Elizabeth 64(1): 34-41; 2014
- Azevedo Lima-Pallone, Juliana**
Véase Teixeira Godoy, Adriana 64(2): 108-115; 2014

B

- Barahona, Amparito**
Véase Salazar-Lugo, Raquel 64(4): 264-270; 2014
- Bello, Rafael**
Véase Reyes, Genara 64(3): 198-205; 2014
- Bermeo, Bélgica**
Véase Salazar-Lugo, Raquel 64(4): 264-270; 2014
- Bermúdez J. A.**
Perfil de ácidos grasos libres (AGL)
en suero de jóvenes colombianos con
obesidad y síndrome metabólico 64(4): 248-257; 2014
- Blanco-Metzler, Adriana**
LATINFOODS activities and challenges
during the period of 2009-2012 64(3): 206-214; 2014
Véase Heredia-Blonval, Katrina 64(4): 258-263; 2014
- Bodanese, Luiz Carlos**
Véase Piovesan, Carla H. 64(2): 91-98; 2014
- Bonilla, Alexis**
Véase Franco, Heriberto 64(1): 42-49; 2014
- Borderías, Javier**
Véase Reyes, Genara 64(3): 198-205; 2014
- Borin-Nogueira, Alessandra**
Véase Teixeira Godoy, Adriana 64(2): 108-115; 2014

Borja, Angélica

Véase Mújica-Coopman, María F. 64(1): 9-15; 2014

Bradão Borges, Marcelo

Véase Neia Martini, Fábio Antonio 64(3): 161-173; 2014

Brito, Alex

Véase Kreindl, Christine 64(3): 145-152; 2014

Buscema, Ignacio

Véase Sangronis, Elba 64(2): 123-130; 2014

C

Capraro, Santiago

Véase Moreno-Altamirano, Laura 64(4): 231-240; 2014

Castro Sánchez, Andrea

Véase Flores-Rebollar, Armando 64(3): 153-160; 2014

Chaves, Carolina

Véase Rojas, Jonathan 64(3): 192-197; 2014

Chaves, José Benício P.

Véase Della Lucia, Ceres M. 64(1): 59-68; 2014

Chirinos, Rosanny

Véase Cluet de Rodríguez, Isabel 64(1): 1-8; 2014

Closs, Vera Elizabeth

Healthy eating index of elderly: description
and association with energy, macronutrients
and micronutrients intake 64(1): 34-41; 2014

Cluet de Rodríguez, Isabel

Comparación entre los niveles de prolactina
de madres en relactancia y madres
con lactancia materna exclusiva 64(1): 1-8; 2014

Corrales-Bernal, Andrea

Efectos in vitro e in vivo de la pulpa de
mango (*Mangifera indica* cv. Azúcar)
en la carcinogénesis de colon 64(1): 16-23; 2014

Crovetto, Mirta

Reflexiones sobre las recomendaciones en salud
pública para la prevención de cáncer dadas por el
fondo mundial para la investigación sobre cáncer
(FMIC) y la situación de Chile 64(2): 83-90; 2014

D

Da Silva Cardoso, Alex Júnio

Véase Viana Bayão, Gerardo Fabio 64(4): 271-276; 2014

De León, Javier

Véase Franco, Heriberto 64(1): 42-49; 2014

De Pablo, Saturnino

Véase Blanco-Metzler, Adriana 64(3): 206-214; 2014

De Queiroz, Augusto César

Véase Viana Bayão, Gerardo Fabio 64(4): 271-276; 2014

Della Lucia, Ceres M.

Folates retention in brassica vegetables consumed in Brazil after different cooking methods 64(1): 59-68; 2014

Delveaux Araujo Batalha, Camila

Véase Viana Bayão, Gerardo Fabio 64(4): 271-276; 2014

E**Escudero Vásquez, Luz Estela**

Véase Restrepo-Mesa, Sandra Lucía 64(2): 99-107; 2014

F**Fatjó-Barboza, Adrián**

Véase Heredia-Blonval, Katrina 64(4): 258-263; 2014

Feoli, Ana Maria P.

Véase Piovesan, Carla H. 64(2): 91-98; 2104

Flores-Rebollar, Armando

Urinary iodine excretion in healthy Mexican adults 64(3): 153-160; 2014

Franco, Heriberto

Niveles de ocratoxina A y aflatoxinas totales en cafés de exportación de Panamá por un método de ELISA 64(1): 42-49; 2014

G**Galvão de Freitas, Samuel**

Véase Viana Bayão, Geraldo Fábio 64(4): 271-276; 2014

García-García, Juan José

Véase Moreno-Altamirano, Laura 64(4): 231-240; 2014

Godínez-Martínez, Estela

Véase Sámano, Reyna 64(1): 24-33; 2014

Gomes, Irenio

Véase Closs, Vera Elizabeth 64(1): 34-41; 2014

H**Heredia-Blonval, Katrina**

Percepciones y conocimientos acerca de sal, el sodio y la salud en adultos de clase media de la provincia de San José, Costa Rica 64(4): 258-263; 2014

Hernández-Montoya, Dew

Véase Moreno-Altamirano, Laura 64(4): 231-240; 2014

I**Isoard, Fernando**

Véase Sámano, Reyna 64(1): 24-33; 2014

J**Jaffé Carbonell, Walter**

Acto de conmemoración de los 100 años del nacimiento de Werner Jaffé, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, UCV. Caracas, 13 de noviembre 2014 64(4): 278-280; 2014

Jiménez, María Eugenia

Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad anti-radical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina 64(2): 131-138; 2014

K**Kreindl, Christine**

Variación estacional del perfil lipídico en adultos aparentemente sanos de Santiago, Chile 64(3): 145-152; 2014

L**Ladeira Cardoso, Lucas**

Véase Viana Bayão, Geraldo Fábio 64(4): 271-276; 2014

Lendechy Velázquez, Marisol

Véase Flores-Rebollar, Armando 64(3): 153-160; 2014

Lera, Lydia

Véase Montenegro, Edith 64(3): 182-191; 2014

López Carrasco, Guadalupe

Véase Flores-Rebollar, Armando 64(3): 153-160; 2014

López-de-Cárdenas, Gabriela

Véase Sámano, Reyna 64(1): 24-33; 2014

López-Malo, Aurelio

Véase López-Mejías, Ofelia Araceli 64(1): 50-58; 2014

López-Mejías, Ofelia Araceli

Capacidad antioxidante de subproductos de semillas de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) 64(1): 50-58; 2014

M**Macagnan, Fabricio E.**

Véase Piovesan, Carla H. 64(2): 91-98; 2014

Machado Pimentel, Róberson

Véase Viana Bayão, Geraldo Fábio 64(4): 271-276; 2014

Maldonado, María Elena

Véase Corrales-Bernal, Andrea 64(1): 16-23; 2014

Maldonado-Santoyo, María

Véase Sánchez-Herrera, Marissa 64(2): 116-122; 2014

Martínez-Cano, Evelia

Véase Sánchez-Herrera, Marissa 64(2): 116-122; 2014

Martínez Garza, Nancy Edith

Véase Tijerina Sáenz, Alexandra 64(3): 174-181; 2014

Martínez-Rojano, Hugo

Véase Sámano, Reyna 64(1): 24-33; 2014

Masson, Lilia

Véase Blanco-Metzler, Adriana 64(3): 206-214; 2014

Meneses Valderrama, Víctor Manuel

Véase Tijerina Sáenz, Alexandra 64(3): 174-181; 2014

Montenegro, Edith

Evaluación de una intervención de educación nutricional en profesores y alumnos de prebásica y básica de la comuna de Los Andes en Chile 64(3): 182-191; 2014

Montero-Campos, Marielos

Véase Heredia-Blonval, Katrina 64(4): 258-263; 2014

Moreno-Altamirano, Laura

La transición alimentaria y la doble carga de malnutrición: cambio en los patrones alimentarios de 1961 a 2009 en el contexto socioeconómico mexicano 64(4): 231-240; 2014

Morgado, Romina

Véase Pincheira, Daniela 64(4): 241-247; 2014

Morón de Salim, Alba

Véase Pontiles de Sánchez, Milagros 64(2): 73-82; 2014

Mujica-Coopman, María F.

Prevalencia de deficiencia y consumo de hierro, zinc y cobre en mujeres chilenas en edad fértil 64(1): 9-15; 2014

Murillo Melo, Carolain

Véase Adrianaza de Baptista, Gertrudis 64(4): 220-230; 2014

N**Neia Martini, Fábio Antonio**

Hábito alimentar e síndrome metabólica em uma amostra de adultos brasileiros 64(3): 161-173; 2014

Nirchio, Mauro

Véase Reyes, Genara 64(3): 198-205; 2014

Nuñez, Leticia G. de

Véase Blanco-Metzler, Adriana 64(3): 206-214; 2014

O**Oleas, Mariana**

Véase Salazar-Lugo, Raquel 64(4): 264-270; 2014

Olivares, Manuel

Véase Mujica-Coopman, María F. 64(1): 9-15; 2014

Véase Kreindl, Christine 64(3): 145-152; 2014

P**Pacheco-Guier, Mariela**

Véase Heredia-Blonval, Katrina 64(4): 258-263; 2014

Palou, Enrique

Véase López-Mejía Ofelia Araceli 64(1): 50-58; 2014

Pandolfo Feoli, Ana María

Véase Closs, Vera Elizabeth 64(1): 34-41; 2014

Parra, María

Véase Montenegro, Edith 64(3): 182-191; 2014

Parra Sosa, Beatriz Elena

Véase Restrepo-Mesa Sandra Lucía 64(2): 99-107; 2014

Perdomo Oramas, Germán

Véase Pontiles de Sánchez, Milagros 64(2): 73-82; 2014

Pérez, Cristian

Véase Rojas, Jonathan 64(3): 192-197; 2014

Pincheira, Daniela

Calidad de hidratos de carbono en la dieta y su efecto sobre el control metabólico de la Diabetes Tipo 2 64(4): 241-247; 2014

Pinheiro-Sant'Ana, Helena M.

Véase Della Lucia, Ceres M. 64(1): 59-68; 2014

Pinto Guedes, Dartagman

Véase Neia Martini, Fábio Antonio 64(3): 161-173; 2014; 2014

Piovesan, Carla H

Dietary quality improvement after a short-term nutritional counseling program in individuals with metabolic syndrome 64(2): 91-98; 2014

Pizarro, Fernando

Véase Mujica-Coopman, María F. 64(1): 9-15; 2014

Véase Kreindl, Christine 64(3): 145-152; 2014

Pontiles de Sánchez, Milagros

Prevalencia de la enfermedad de hígado graso no alcohólico (EHGNA) en una población de niños obesos en Valencia, Venezuela 64(2): 73-82; 2014

Primus-Alfaro, Daniela

Véase Heredia-Blonval, Katrina 64(4): 258-263; 2014

R**Ramírez López, Erik**

Véase Tijerina Sáenz, Alexandra 64(3): 174-181; 2014

Rebelatto, Ana Paula

Véase Teixeira Godoy, Adriana 64(2): 108-115; 2014

Restrepo-Mesa, Sandra Lucía

Embarazo adolescente: características maternas y su asociación con el peso al nacer del neonato 64(2): 99-107; 2014

Reyes, Genara

Efecto de la congelación y cocción sobre la textura y patrón electroforético de las proteínas de brazos de pulpo (*Octopus vulgaris*) 64(3): 198-205; 2014

Reyes, Stephany

Véase Franco, Heriberto 64(1): 42-49; 2014

Ribeiro, Sônia M. R.

Véase Della Lucia, Ceres M. 64(1): 59-68; 2014

Rodríguez Da Silva Mota, Elizangela

Véase Della Lucia, Ceres M. 64(1): 59-68; 2014

Rodríguez de Perdomo, Henny

Véase Pontiles de Sánchez, Milagros 64(2): 73-82; 2014

Rodríguez-Rodríguez, Carlos E.

Véase Rojas, Jonathan 64(3): 192-197; 2014

Rodríguez-Ventura, Ana Lilia

Véase Sámano, Reyna 64(1): 24-33; 2014

Rojano, Benjamín

Véase Corrales-Bernal, Andrea 64(1): 16-23; 2014

Rojas, Jonathan

Presencia de los genes de toxigenicidad *nheA*, *nheB* y *nheC* en cepas de *Bacillus cereus* aislados de leches deshidratadas en Costa Rica 64(3): 192-197; 2014

Rossell-Pineda, María del Rosario

Véase Cluet de Rodríguez, Isabel 64(1): 1-8; 2014

Ruiz Juvera, Aída

Véase Flores-Rebollar, Armando 64(3): 153-160; 2014

S**Salas, Hilda**

Véase Salazar-Lugo, Raquel 64(4): 264-270; 2014

Salazar de Ariza, Julieta

Véase Blanco-Metzler, Adriana 64(3): 206-214; 2014

Salazar-Lugo, Raquel

Marcadores de estrés oxidativo y su relación con el estado nutricional en adultos, Ecuador 64(4): 264-270; 2014

Salinas, Judith

Véase Montenegro, Edith 64(3): 182-191; 2014

Sámano, Reyna

Biomarcadores óseos y su relación con la densidad mineral ósea en adultas jóvenes y adolescentes en su primer año posparto 64(1): 24-33; 2014

Sammán, Norma

Véase Jiménez, María Eugenia 64(2): 131-138; 2014

Véase Blanco-Metzler, Adriana 64(3): 206-213; 2014

Sánchez-Herrera, Marissa

Comparative study on the nutritional and antioxidant

properties of two Mexican corn (*Zea mays*) based meals versus processed cereals 64(1): 116-122; 2014

Sandoval-Bosh, Elvira

Véase Moreno-Altamirano, Laura 64(4): 231-240; 2014

Sangronis, Elba

Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones 64(2): 123-130; 2014

Santamaría, Manuel

Véase Salazar-Lugo, Raquel 64(4): 264-270; 2014

Santiago, Soledad de

Véase Sámano, Reyna 64(1): 24-33; 2014

Silberman, Martín

Véase Moreno-Altamirano, Laura 64(4): 231-240; 2014

Silva Sousa, Katiene Régia

Véase Viana Bayão, Geraldo Fábio 64(4): 271-276; 2014

Soto, María José

Véase Sangronis, Elba 64(2): 123-130; 2014

Soto-Estrada, Guadalupe

Véase Moreno-Altamirano, Laura 64(4): 231-240; 2014

T**Teixeira Godoy, Adriana**

Molar ratio iron: zinc and folic acid in Brazilian biscuits and snacks and test for classification using principal component analyses 64(2): 108-115; 2014

Tijerina Sáenz, Alexandra

Ingesta energética y de macronutrientes en mujeres embarazadas en el noreste de México 64(3): 174-181; 2014

Tolentino, Maricruz

Véase Sámano, Reyna 64(1): 24-33; 2014

U**Uauy, Ricardo**

Véase Crovetto, Mirta 64(2): 83-90; 2014

Urango, Luz Amparo

Véase Corrales-Bernal, Andrea 64(1): 16-23; 2014

V**Valero, Yolmar**

Véase Sangronis, Elba 64(2): 123-130; 2014

Vega, Aracelly

Véase Franco, Heriberto 64(1): 42-49; 2014

Vega, Claudia

Véase Pincheira, Daniela 64(4): 241-247; 2014

Velásquez, C. M.

Véase Bermúdez, J. A. 64(4): 248-257; 2014

Viana Bayão, Geraldo Fábio

Substituição do resíduo da produção de palmito da
Palmeira Real Australiana (*Archontophoenix*
alexandrae) na silagem de cana-de-açúcar em
dietas de ovinos 64(4): 271-276;2014

Vio, Fernando

Véase Montenegro, Edith 64(3): 182-191;2014

W**Wenzel de Menezes, Elizabeth**

Véase Blanco-Metzler, Adriana 64(3):206-214; 2014

Z**Zapata López, Natalia**

Véase Restrepo-Mesa, Sandra Lucia 64(2):99-107; 2014

ÍNDICE DE MATERIAS DEL VOLUMEN 64-2014

| | | | |
|---|----------|---|-------------|
| A | | Embarazo adolescente..... | 99 |
| Ácido úrico | 264 | Energía | 174 |
| Ácido grasos libres | 248 | Enfermedades crónicas no transmisibles | 83 |
| Ácido grasos omega-3 | 91 | Estabilidad | 59 |
| Actitudes y prácticas en salud..... | 258 | Estacionalidad | 145 |
| Actividad antirradical | 131 | Estado nutricional | 34, 99, 264 |
| Actividad motora | 91 | Estilo de vida | 83 |
| Adolescente..... | 24, 99 | Estudios epidemiológicos | 161 |
| Aflatoxina | 42 | Evaluación nutricional | 34 |
| Agroindustria | 271 | F | |
| Alimentación saludable..... | 182 | Factores de riesgo | 91, 161 |
| Alimento alternativo | 271 | FAO/ONU | 206 |
| <i>Amaranthus hypochondriacus</i> | 50 | Fitoquímicos | 16 |
| América Latina | 206 | 5-Formiltetrahydrofolato | 59 |
| Anciano | 34 | FRAP | 123 |
| Anemia | 9 | Fructooligosacáridos | 131 |
| Antioxidantes | 123 | G | |
| B | | Genes <i>nheA</i> , <i>nheB</i> y <i>nheC</i> | 192 |
| Bacillus cereus | 192 | Granos enteros..... | 116 |
| Bases de datos de alimentos | 206 | H | |
| Bilirrubina | 264 | Harina fortificada | 108 |
| Brasil..... | 161 | Hemoglobina glicosilada | 241 |
| C | | Hidratos de carbono en la dieta..... | 241 |
| Café procesado | 42 | Hierro | 9 |
| Cáncer | 83, 220 | Hígado graso | 73 |
| Cáncer de colon | 16 | Hipertensión | 258 |
| Capacidad antioxidante..... | 50 | Hipertensos | 264 |
| Capacidad antirradical..... | 116 | I | |
| Cereales procesados | 116 | Índice de alimentación saludable | 34 |
| Circunferencia de cintura | 73 | Índice glicémico | 241 |
| Cobre..... | 9 | INFOODS | 206 |
| Cocción | 198 | Ingesta | 174 |
| Colesterol LDL | 145 | Ingesta diaria recomendada | 258 |
| Colesterol sérico | 145 | J | |
| Composición de alimentos | 206 | Jóvenes | 248 |
| Composición proximal | 116 | L | |
| Composición química | 131 | Lactancia exclusiva..... | 1 |
| Compuestos fenólicos totales | 116 | LATINFOODS | 206 |
| Congelación | 198 | Leche en polvo | 192 |
| Conocimientos | 258 | Latinoamérica | 153 |
| Consumo | 271 | M | |
| Consumo de alimentos | 161, 258 | Macronutrientes | 174 |
| D | | Madres en relactación | 1 |
| Densidad mineral ósea | 4 | Malnutrición | 220 |
| Diabetes mellitus..... | 241 | Mandiocas | 131 |
| Dieta | 83, 174 | Manejo poscosecha | 42 |
| Digestibilidad | 271 | <i>Mangifera indica</i> | 16 |
| Dislipidemias | 145 | | |
| Doble carga de malnutrición..... | 231 | | |
| E | | | |
| Educación nutricional | 182 | | |
| Embarazo | 174 | | |

| | |
|---|-----|
| 5-Metiltetrahidrofolato | 59 |
| Método de inmunofluorescencia ELISA | 42 |
| Metodologías participativas | 182 |
| México | 24 |
| Micotoxinas | 42 |
| Micronutrientes | 220 |
| Minerales | 108 |
| Mujeres en edad fértil | 9 |

N

| | |
|-----------------------------|----|
| Niveles de prolactina | 1 |
| N-Telopeptidos | 24 |

O

| | |
|-------------------------------|---------|
| Obesidad | 83, 248 |
| Obesidad pediátrica | 73 |
| Obesos | 264 |
| Ocas | 131 |
| Ocratoxina | 42, 123 |
| <i>Octopus vulgaris</i> | 198 |
| Osteocalcina | 24 |

P

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Panamá | 42 |
| Patrones alimentarios | 231 |
| PCR | 264 |
| Percepciones | 258 |
| Perfil electroforético | 198 |
| Peso al nacer | 99 |
| Política nutricional | 34 |
| Porcentaje de agua corporal | 264 |
| Posparto | 24 |
| Pulpo | 198 |

Q

| | |
|------------------------|----|
| Quimioprevención | 16 |
|------------------------|----|

S

| | |
|--|----------|
| Sal | 206 |
| Sal yodada | 153 |
| Síndrome metabólico | 161, 248 |
| Síndrome X metabólico | 91 |
| Sodio | 206, 258 |
| Subproductos de semillas de amaranto | 50 |

T

| | |
|--|-----|
| Técnicas de cocción | 59 |
| Tecnologías de la información y comunicación (TIC) | 182 |
| Temperatura ambiental | 145 |
| Terapia nutricional | 91 |
| Tetrahidrofolato | 59 |
| Textura | 198 |
| <i>Theobroma cacao</i> L | 123 |
| Toxicidad | 220 |
| Transición alimentaria | 231 |

V

| | |
|------------------|----------|
| Vitamina D | 145 |
| Vitaminas | 108, 220 |

Y

| | |
|------------------------|-----|
| Yacón | 131 |
| Yodo, exceso de | 153 |
| Yodo, ingesta de | 53 |

Z

| | |
|-----------------------|-----|
| <i>Zea mays</i> | 116 |
| Zinc | 9 |