

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 64

JUNIO 2014

Nº 2

Contenido

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Páginas

Bioquímica Nutricional

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

Cáncer y Salud Pública

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

Mirta Crovetto, Ricardo Uauy 81

Síndrome Metabólico y Dieta

Dietary quality improvement after a short-term nutritional counseling program in individuals with metabolic syndrome

Carla H Piovesan, Fabrício E Macagnan, Luiz Carlos Bodanese, Ana Maria P Feoli 89

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

Ciencia de Alimentos

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-Fernández 116

Tecnología de Alimentos

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 cultivados en el noroeste de Argentina

María Eugenia Jiménez, Norma Sammán..... 131

INFORMACION PARA LOS AUTORES 139

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 64

JUNE 2014

Nº 2

Contents

	Pages
RESEARCH PAPERS	
Nutritional Biochemistry	
Prevalence of No Alcohol Fatty Liver Disease (NAFLD) in a population of obese children in Valencia, Venezuela <i>Milagros Pontiles de Sánchez, Alba Morón de Salim, Henny Rodríguez de Perdomo, Germán Perdomo Oramas</i>	73
Cancer and Public Health	
Analysis of the recommendations for cancer prevention given by the global fund for research on cancer (FMIC) and the situation in Chile <i>Mirta Crovetto, Ricardo Uauy</i>	81
Metabolic Syndrome and Diet	
Dietary quality improvement after a short-term nutritional counseling program in individuals with metabolic syndrome <i>Carla H Piovesan, Fabrício E Macagnan, Luiz Carlos Bodanese, Ana Maria P Feoli</i>	89
Adolescent Pregnancy	
Adolescent pregnancy: maternal characteristics and their association with birth weight of the newborn <i>Sandra Lucía Restrepo-Mesa, Natalia Zapata López, Beatriz Elena Parra Sosa, Luz Estela Escudero Vásquez, Eduardo Atalah</i>	99

Food Science

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-Fernández 116

Food Technology

Husk of Venezuelan cocoa as raw material of infusions

Elba Sangronis, María José Soto, Yolmar Valero, Ignacio Buscema 123

LatinFoods. Food Composition

Chemical characterization and quantification of fructooligosaccharides, phenolic compounds and antiradical activity of Andean roots and tubers grown in Northwest of Argentina

María Eugenia Jiménez, Norma Sammán..... 131

INFORMATION FOR AUTHORS 139

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

Instituto de Investigaciones en Nutrición (INVESNUT)/Departamento de Salud Pública.
Escuela de Medicina. Dpto. de Bioquímica Escuela de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas.
Universidad de Carabobo. Centro Clínico Guerra Méndez. Valencia. Venezuela

RESUMEN. El hígado graso no alcohólico (HGNA), se caracteriza por la acumulación anormal de grasa en los hepatocitos, sin consumo de alcohol, donde sobrepeso y obesidad son factores condicionantes. Se evaluó, por ecosonografía, la prevalencia de hígado graso en pacientes pediátricos obesos y su relación con la evaluación nutricional. Muestra conformada por 85 niños, (51 hembras, 34 varones), edad 3-17 años. Se realizó ecosonografía abdominal, IMC, circunferencia de cintura; Test Godard para actividad física, se interrogó antecedentes de diabetes, dislipidemia, obesidad y enfermedad cardiovascular. Se determinó perfil lipídico, glucosay resistencia a la insulina. Datos analizados a partir de tablas descriptivas y comparativas. Se obtuvo: edad promedio hembras $9,8 \pm 2,7$ y varones $9,6 \pm 2,7$ años. La ecosonografía indicó 50% hígado graso y 50% hígado-páncreas graso en niños de 3-6 años; 7-11 años hígado-páncreas graso 39,7%; 12-17 años 31,6% hígado-páncreas graso ($p > 0,05$); $IMC > 26 \text{ kg/m}^2$ hígado-páncreas graso 42,9%; 21-25 kg/m^2 44,7% hígado graso; 15-20 kg/m^2 60% hígado-páncreas graso; ($p > 0,05$). CC alta 97,6%. Un 68,2% con actividad física insuficiente; alta frecuencia de antecedentes de enfermedades crónicas no transmisibles. Se concluye que en la población en estudio hubo predominio de hígado graso con reemplazo graso de páncreas (HG-RGP) en los grupos con mayor IMC, circunferencia de cintura y sexo masculino, sin relación entre resistencia a la insulina, alteraciones del perfil lipídico y diagnóstico de HG. Se infiere que es la evaluación antropométrica de circunferencia de cintura y la ecosonografía abdominal las que indican la presencia de obesidad visceral, que predispone a la condición de esteatosis hepática, pancreática y/o hepática-pancreática. **Palabras clave:** Hígado graso, obesidad pediátrica, circunferencia de cintura.

SUMMARY. Prevalence of No Alcohol Fatty Liver Disease (NAFLD) in a population of obese children in Valencia, Venezuela. No Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) is characterized by an abnormal accumulation of fat in hepatocytes, without alcohol, where overweight and obesity are determinants. Ecosonography evaluated the prevalence of fatty liver in obese pediatric patients and its relation to nutritional assessment. The sample consisted of 85 children (51 females, 34 males), age 3-17. The abdominal ecosonography, BMI, waist circumference were performed; Godard Test for physical activity, history of diabetes, dyslipidemia, obesity and cardiovascular disease were questioned. Lipid profile, glucose and insulin resistance were determined. Data analyzed from descriptive and comparative tables. We obtained: mean age 9.8 ± 2.7 females and males 9.6 ± 2.7 years. The ecosonography indicated 50% and 50% fatty liver-pancreas fatty liver in children aged 3-6 years; 7-11 years 39.7% fatty liver-pancreas; 12-17 yrs 31.6% fatty liver-pancreas ($p > 0.05$); $BMI > 26 \text{ kg/m}^2$ 42.9% fatty liver-pancreas; 21 to 25 kg/m^2 44.7% fatty liver; 15 to 20 kg/m^2 60% fatty liver-pancreas ($p > 0.05$). 97.6% with high CC; 68.2% with inadequate physical activity; high frequency of history of chronic non-communicable diseases. We concluded that this population had predominantly fatty liver fatty replacement of the pancreas (HG-RGP) in the groups with higher BMI, CC and high male unrelated insulin resistance, altered lipid profile and diagnosis HG. We inferred that the anthropometric assessment of waist circumference and abdominal ecosonography indicate the presence of visceral obesity, a condition that predisposes to hepatic steatosis, pancreas and / or liver-pancreas. **Key words:** Fatty liver, pediatric obesity, waist circumference

INTRODUCCIÓN

Cada niño tiene un patrón de crecimiento que es el resultado de la interacción de las características heredadas de sus padres y el medio ambiente en el que él se desarrolla; de este modo se puede señalar, que los factores que influyen en el proceso de crecimiento se

clasifican en dos tipos: factores genéticos y factores ambientales. En la interacción, de estos factores los genéticos, tendrán la mayor posibilidad de expresarse a medida que las condiciones del medio les sean más favorables; en caso contrario, ante condiciones adversas, los factores hereditarios verán limitada la manifestación de su potencialidad, dado que los genes

influyen en todos los aspectos de la fisiología humana, donde la obesidad y la diabetes tipo II, son el resultado entre la nutrición y el acervo genético (1,2).

Por otro lado, el estado nutricional es una condición corporal que resulta de la ingestión, biodisponibilidad, utilización, reserva de nutrientes, que se manifiestan en la composición y función corporal y es el resultado de interacciones biológicas, psicológicas y sociales. En la infancia el estado nutricional, constituye un indicador de salud y bienestar ya que se asocia al crecimiento y desarrollo, nivel de actividad física, respuesta inmunitaria así como también a enfermedades crónicas degenerativas de la vida adulta. Durante la infancia, la obesidad constituye una de las principales enfermedades más difíciles de tratar; su presencia en edades tempranas determina alteraciones metabólicas, que provocan adelanto de la maduración ósea y sexual, ocasionando alteraciones del crecimiento y desarrollo, y predisponiendo de esta manera la presencia de enfermedades crónicas no transmisibles (3).

La Organización Mundial de la Salud señala que el sobrepeso y la obesidad son el sexto factor principal de riesgo de defunción en el mundo. Cada año fallecen alrededor 3,4 millones de personas adultas como consecuencia del sobrepeso o la obesidad. Además, el 44% de la carga de diabetes, el 23% de la carga de cardiopatías isquémicas y entre el 7% y el 41% de la carga de algunos cánceres son atribuibles al sobrepeso y la obesidad. Por otro lado indica que el 2012, más de 40 millones de niños menores de cinco años de edad tenían sobrepeso. Si bien el sobrepeso y la obesidad tiempo atrás eran considerados un problema propio de los países de ingresos altos, actualmente ambos trastornos están aumentando en los países de ingresos bajos y medianos, en particular en los entornos urbanos. En los países en desarrollo con economías emergentes (clasificados por el Banco Mundial en países de ingresos bajos y medianos) la prevalencia del sobrepeso y la obesidad infantil en niños preescolares es superior al 30%. En los países en desarrollo viven más de 30 millones de niños con sobrepeso y en los países desarrollados 10 millones (4).

En cuanto a Venezuela, éste no escapa al aumento de la obesidad, y es así como el Instituto Nacional de Nutrición (INN) con la finalidad de generar respuestas ante el aumento de los índices de sobrepeso y obesidad en la población venezolana, retomó durante el 2008 la investigación de los problemas relacionados con la nu-

trición y la alimentación en el país y se propuso realizar para el periodo 2008-2009 el primer Estudio Nacional de Prevalencia de Sobrepeso y Obesidad y Factores Exógenos Condicionantes en la población de 7 a 40 años de edad, en vista de que Venezuela está ubicada entre países más obesos, de acuerdo al más reciente ranking de obesidad realizado por la OMS, donde ocupa el vigésimo cuarto país “más gordo del planeta”, al ubicar en 65,2% a la población mayor de quince años con sobrepeso. Este “mal” es atribuible a factores sociales, culturales y económicos, tales como el sedentarismo cada vez más elevado, los cambios en los medios de transporte y en general la urbanización que cada vez aleja más a la población de actividades físicas, eso sumado a la modificación de la dieta diaria, con una tendencia al aumento de alimentos ricos en carbohidratos, grasas y azúcares y que se ha podido observar en los hogares venezolanos, debido al alto incremento de la canasta alimentaria (5).

En el grupo de lactantes para el año 1995 el INNSISVAN reportó un sobrepeso de 20,4% y 26,9% para el 2005; en el mismo periodo de diez años se observa una tendencia ascendente del sobrepeso de 9,4% a 11,0 %, en niños de 2 a 6 años, esta condición también es observada en los escolares de 7 a 14 años, donde asciende del 12,5% en 1995 a 15,8% en el 2005 (6); se ha sugerido que en la edad preescolar los niños tienden a presentar una disminución fisiológica del apetito y los padres les permiten una alta ingesta de alimentos ricos en azúcares y grasa (7).

Adicionalmente, para el año 2007, el exceso de peso representó para los menores de dos años un 19%, por combinación de indicadores; en niños de 2 a 14 años 14,8%, alcanzando 18,6% en el grupo de 7 a 14 años (6) para este mismo año, el Ministerio para el Poder Popular para la Salud (8), reportó las 15 primeras causas de muerte en Venezuela, encontrándose en el décimo lugar las enfermedades del hígado: cirrosis y fibrosis hepática, enfermedad alcohólica del hígado y otras enfermedades de éste; conforme se observa, el incremento de la obesidad en niños, la incidencia de la enfermedad hepática del hígado graso pudiera verse aumentada en las próximas décadas.

Para el estado Carabobo, el Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional de Venezuela (SISVAN) reportó para el año 2007, que los menores de 15 años tenían exceso nutricional por el indicador peso para la talla de 11,8%, mientras que en los niños entre 7 y 14

años, este valor se situó en 20,3% (6) Adicionalmente el INN para los años 2008-2010, reportó una prevalencia de obesidad para el grupo de 7 a 17 años de 14,52% de sobrepeso y 9,56 de obesidad, en diferentes entidades, donde el estado Carabobo ocupó el noveno lugar. Razón por la cual existe una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad (9).

Algunos estudios señalan, que más del 55% de los niños obesos podrían presentar esteatosis hepática, representada por la enfermedad de hígado graso no alcohólico con un amplio espectro de anomalías histológicas y clínicas con daño hepático, que va desde la esteatosis simple y la esteatohepatitis, hasta la fibrosis avanzada y la cirrosis. La esteatohepatitis no alcohólica (EHNA) representa sólo una parte en Enfermedad de Hígado Graso no Alcohólica (EHGNA) y su prevalencia es del 2-3 % en la población general.

A pesar de que la esteatohepatitis simple NASH tiene un curso benigno, ésta puede progresar a cirrosis en un 25 % de los pacientes y llevar a la muerte a un 10% por enfermedad hepática grave; la esteatohepatitis no alcohólica posee un sustrato anatomopatológico caracterizado por lesiones hepáticas similares a las producidas por el alcohol, pero aparecen en sujetos que no consumen cantidades tóxicas de éste, pudiendo presentarse en obesos con síndrome metabólico, síndrome de Reye, infección por HIV, entre otros.

Por todo lo antes expuesto, y dada la importancia del tema, se realizó el presente trabajo de investigación, donde se evaluó la prevalencia de hígado graso no alcohólico en una población de niños obesos de la ciudad de Valencia, estado Carabobo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Investigación descriptiva, transversal y de campo, cuya población estuvo constituida por niños obesos que asistieron a la consulta de Nutrición Pediátrica de una institución privada Centro Médico “Dr. Rafael Guerra Méndez”, Valencia, Estado Carabobo. El trabajo estuvo aprobado por el Comité Ético de la Institución. La muestra fue de tipo no probabilística deliberada, constituida por 85 niños obesos, de ambos sexos, que asistieron a la consulta de nutrición por presentar como motivo sobrepeso y/o obesidad, que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: niños aparentemente sanos que venían a consulta sólo por

tener problemas de alimentación, con sobrepeso u obesidad, sin patologías asociadas; edad comprendida entre 3-17 años, de los cuales se obtuvieron todos los datos necesarios tales como: valoración de actividad física por aplicación del Test Godard, evaluación nutricional antropométrica, evaluación bioquímica y ecografía abdominal.

Se excluyeron aquellos niños con: enfermedad hepática (viral, metabólica, genética y/o autoinmune); antecedentes de toxicidad por drogas; los que estuvieran recibiendo medicamentos tipo valproato, metrotexate, amiodarona y prednisolona; otra causa de hígado graso que no fuera obesidad, como leucemia, hipotiroidismo o síndrome nefrótico.

Las técnicas e instrumentos para la recopilación de la información, estuvieron dadas por: valoración nutricional subjetiva, la cual se realizó siguiendo la metodología aplicada por Sanjay y col (10). Valoración de actividad física, se evaluó a partir del test clínico subjetivo aplicado por Godard y col (11), se consideró actividad física insuficiente valor de 0-3 puntos, regular 4-6, excelente de 7-10; valoración nutricional objetiva, determinada por evaluación antropométrica, para ello se determinó el índice de masa corporal (IMC), se utilizaron las gráficas del “Centro para el Control y Prevención de Enfermedades” CDC (12), considerándose como puntos de corte: percentil ≥ 95 sobrepeso-obesidad y percentil entre 85 y 95 riesgo de sobrepeso.

Para área grasa y área muscular, se consideraron los valores de referencia de FUNDACREDESA 1991 (13). La circunferencia de cintura (CC), fue medida para determinar la obesidad central o distribución visceral de la grasa. La medición se realizó colocando una cinta métrica no extensible, en la parte media entre el reborde costal y la cresta iliaca al final de una espiración normal, con el paciente de pie y registrada en centímetros y milímetros. Fueron tomados en consideración los valores de referencia de McCarthy y col (14).

En cuanto a la evaluación bioquímica. Los procesos metabólicos que son alterados por la malnutrición por exceso, fueron evaluados mediante la determinación del perfil lipídico, glicemia e insulina. Perfil lipídico: se realizó a partir de la determinación de: colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol y triglicéridos, siguiendo las instrucciones y procedimientos descritos para el kit producido por Wiener

Laboratorio para instrumentos automatizados en el laboratorio privado del Centro Médico Rafael Guerra Méndez Valencia. Para su interpretación se consideraron como patrón de referencia las guías de la American Heart Association 1998 AHA y Expert Panel on Blood Cholesterol Levels in Children and Adolescents NCEP, que establecen: nivel aceptable, en el límite y alto para colesterol y LDL-colesterol en niños y adolescentes entre 2 y 19 años. Aceptable para colesterol total menor de 170 mg/dL y para LDL-colesterol menor de 110 mg/dL; niveles límites: 170 a 199 mg/dL y 110 a 129 mg/dL y niveles altos ≥ 200 y 130 mg/dL respectivamente. Para triglicéridos ≥ 150 mg/dL se consideró elevado. Para el HDL-colesterol ≥ 40 mg/dL (15).

En la determinación de glucosa en sangre se utilizó el método de la hexocinasa-glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (16). Se consideró como valor normal de glicemia en ayunas 100 mg/dL y alto mayor de 100 mg/dL. En la actualidad se considera que un nivel de glucosa de 126 mg/dL en ayunas, en dos determinaciones, es una cifra que diagnóstica diabetes. Las cifras entre 100-126 mg/dL son consideradas como "glucosa basal alterada" y el límite de normalidad se considera por debajo de 100 mg/dL (17).

La determinación de Insulina se realizó por el método IMMULITE 2000, en suero o en plasma heparinizado. Los valores de insulina en ayunas junto con el valor de glicemia fueron usados para calcular resistencia a la insulina por el Índice HOMA-IR (Homeostatic model assessment), método para valorar función de las células β del páncreas desde la concentración de glicemia en ayunas o el péptido-C, el cual es definido como insulina en ayunas (μ U/ml), glucosa en ayunas mmol/L dividido entre 22,5. Tomando como punto de corte el valor de 3 (18).

Para la Ecosonografía abdominal se usó un equipo marca SIEMENS, modelo Prima, con transductor sectorial, convexo de 3,5 MHz y otro ATL, 5000; con transductor convexo, banda ancha 2-5 MHz. Los pacientes fueron citados con indicaciones de 4 horas de ayunas, para permitir una mayor transmisión del sonido y poder visualizar páncreas y vías biliares. Para visualizar el hígado no se requiere ayuno. Se usaron los siguientes criterios ecográficos: contraste hepatorenal, brillantez del hígado, atenuación sónica posterior, escasa visualización de vasos. Se consideró como contraste la diferencia ecogénica entre la brillantez del

parénquima renal derecho y del parénquima hepático, en la línea medio axilar derecha.

Para clasificar la infiltración grasa del hígado se usó: Grado I (discreta o leve), discreto aumento difuso de la ecogenicidad, visualización normal de estructuras vasculares y diafragmas. Grado II (moderado): moderado aumento difuso de la ecogenicidad, dificultad para ver el diafragma y estructuras vasculares. Grado III (severa): marcado o importante aumento de la ecogenicidad, escasa o ausente visualización de las paredes de los vasos intrahepáticos, diafragma y porción posterior del lóbulo derecho (19).

Análisis de los datos, estos fueron procesados mediante el paquete estadístico SPSS versión 17.0; cuantitativamente se comparó la edad, el IMC, el perfil lipídico según el hallazgo ecográfico a través del análisis de varianzas (ANOVA); de igual manera se asociaron los grupos de edad, los intervalos de IMC, el sexo, los valores de referencia del perfil lipídico (normal y alterados), la presencia de resistencia a la insulina, obesidad abdominal y actividad física según el hallazgo ecosonográfico a través del análisis no paramétrico de Chi cuadrado (X^2). Se adoptó como criterio de significación estadística p valores inferiores a 0,05.

RESULTADOS

La muestra estuvo distribuida en 51 hembras (60,0%) y 34 varones (40,0%); edad promedio para las hembras de $9,8 \pm 2,7$ años, para varones $9,6 \pm 2,7$ años, sin diferencia significativa entre ambos sexos. Los resultados de ecosonografía, Tabla 1, indicaron que 38,8% de los niños presentaron hígado y páncreas grasos; 27,1% hígado graso; 7,1% presencia de páncreas graso y 27,1% sin alteraciones ecosonográficas del hígado.

En relación a la edad, se observó que de los niños entre 3-6 años, un 50% tenía hígado graso y 50,0% hígado y páncreas graso. En los 7-11 años predominó la combinación de hígado y páncreas graso (39,7%); y de 12-17 años se observó igual porcentaje (31,6%) para hígado graso e hígado y páncreas graso. No hubo diferencia significativa entre los hallazgos ecosonográficos y la edad ($p = 0,4978 > 0,05$).

Se pudo observar que el grupo con IMC (kg/m^2) de 26 o más, representó la mayoría de los casos (49,4% = 42 casos), predominando entre ellos el hallazgo ecográfico de hígado graso con reemplazo graso del pán-

Tabla 1 Diagnóstico de hígado graso no alcohólico según edad, IMC y sexo en pacientes pediátricos obesos, atendidos en la consulta de nutrición Centro Médico “Dr. Rafael Guerra Méndez”

Edad (años)	Resultado Ecosonográficos				Total (%)
	Normal	Hígado graso	Hígado y páncreas grasos	Páncreas graso	
3 - 6 (pre escolar)	0 (0,0)	4 (50,0)	4 (50,0)	0 (0,0)	8 (9,4)
7 - 11 (escolar)	18 (31,0)	13 (22,4)	23 (39,7)	4 (6,9)	58 (68,2)
12 -17 (adolescente)	5 (26,3)	6 (31,6)	6 (31,6)	2 (10,5)	19 (22,4)
x ± s (edad en años):	10,0 ± 2,6	9,6 ± 2,9	9,9 ± 2,4	9,6 ± 2,8	9,7 ± 2,7
Anova: $F_{3,81} = 0,163$ p = 0,92					
Índice de Masa Corporal (kg/m ²)	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	Total (%)
15 – 20	2 (40,0)	0 (0,0)	3 (60,0)	0 (0,0)	5 (5,9)
21 – 25	10 (26,3)	13 (34,2)	12 (31,6)	3 (7,9)	38 (44,7)
26 o más	11 (26,2)	10 (23,8)	18 (42,9)	3 (7,1)	42 (49,4)
x ± s (IMC en kg/m ²):	26,0 ± 4,2	26,3 ± 3,4	26,4 ± 3,5	25,9 ± 2,7	26,2 ± 3,6
Anova: $F_{3,81} = 0,075$ p = 0,97					
Sexo	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	Total (%)
Femenino	16 (31,4)	15 (29,4)	17 (33,3)	3 (5,9)	51 (60,0)
Masculino	7 (20,6)	8 (23,5)	16 (47,1)	3 (8,8)	34 (44,7)
Total	23 (27,1)	23 (27,1)	33 (38,8)	6 (7,1)	85 (100)

χ^2_{PRA} (resultados ecosonográficos) = 2,38 gl= 3 p=0,49 > 0,05

*porcentajes calculados sobre los sub totales horizontales

creas (18 casos). El intervalo de IMC entre 21 y 25 kg/m² representó 44,7% (38 casos), de éstos 13 casos 34,25% presentaron hígado graso, seguido de 31,6% con hígado y páncreas graso. En el grupo con IMC de 15 a 20 kg/m² (5,9%= 5 casos), predominó el hígado y páncreas graso (3 casos). Los valores promedios del IMC, no arrojaron diferencias significativas con los hallazgos ecográficos (p= 0,97 > 0,05). En las hembras hubo un porcentaje menor de presencia de hígado graso (33 casos= 65%) con respecto a los varones (24 casos= 71%), sin asociación significativa entre los resultados ecosonográficos respecto al sexo (p<0,49).

En los análisis bioquímicos, Tabla 2, se encontró que al analizar el perfil lipídico de los niños 50,6% tenían niveles de colesterol por debajo de 170 mg/dl; 28,2% valores entre 170 y 199 mg/dl y 16,7% por encima de 200 mg/dl; de los niños que presentaron colesterol menor de 170 mg/dl predominaron aquellos que tenían hígado y páncreas graso (39,5%); entre aquellos que tenían niveles entre 170 a 199 mg/dl predomina-

ron aquéllos sin alteraciones ecosonográficas (37,5%); mientras que entre los que presentaron 200 mg/dl o más de colesterol, predominó hígado y páncreas graso (55,6%). Encontrándose una asociación estadísticamente significativa entre los niveles de colesterol según la presencia de HGNA (p= 0,003 < 0,05). Los valores medios de colesterol más altos se registraron en niños con páncreas graso, sin diferencias estadísticamente significativas (p>0,05).

Fueron más frecuentes aquellos pacientes con valores de triglicéridos iguales o menores a 150 mg/dl, (78,8%). Entre los pacientes con los niveles de triglicéridos normales predominó la presencia de hígado con páncreas graso (38,8%), al igual que en aquellos con valores altos. No se encontró una asociación estadísticamente significativa entre los niveles de triglicéridos y los hallazgos ecográficos (p= 0,9>0,05). El mayor promedio de triglicéridos fue registrado con los de diagnóstico de hígado graso (111,3 mg/dl), sin diferencias estadísticamente significativas (p= 0,85 > 0,05).

Tabla 2. Perfil lipídico según diagnóstico de hígado graso no alcohólico en pacientes pediátricos obesos atendidos en la consulta de nutrición del Centro Médico "Dr. Rafael Guerra Méndez"

Colesterol (mg/ml)	Resultados ecosonográficos				Total (%)
	Normal	Hígado graso	Hígado y páncreas grasos	Páncreas graso	
	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	
< 170	11 (25,6)	14 (32,6)	17 (39,5)	1 (2,3)	43 (50,6)
170 - 199	9 (37,5)	7 (29,2)	6 (25,0)	2 (8,3)	24 (28,2)
≥ 200	3 (16,7)	2 (11,2)	10 (55,6)	3 (16,7)	18 (16,7)
x ± s (mg/dl)	167,9 ± 32,7	165,5 ± 30,0	168,4 ± 34,7	203,6 ± 35,5	170,0 ± 33,7
Anova: $F_{3,81} = 2,270$ p= 0,09 > 0,05					
Chi ² _{PBA} (Colesterol) = 11,91 gl= 2 p = 0,003					
Triglicéridos (mg/dl)	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	Total (%)
≤ 150	18 (26,8)	18 (26,9)	26 (38,8)	5 (7,5)	67 (78,8)
> 150	5 (27,8)	5 (27,8)	7 (38,8)	1 (5,6)	18 (21,2)
x ± s (mg/dl)	110,2 ± 47,4	111,3 ± 41,0	108,9 ± 62,0	90,6 ± 35,9	108,6 ± 50,9
Anova: $F_{3,81} = 0,270$ P valor= 0,85					
Chi ² _{PBA} (Triglicéridos) = 0,08 3 gl P valor= 0,9939					
HDL (mg/dl)	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	Total (%)
≥ 40	17 (29,3)	15 (25,9)	22 (37,9)	4 (6,9)	58 (68,2)
< 40	6 (22,2)	8 (29,6)	11 (40,7)	2 (7,4)	27 (31,8)
x ± s (mg/dl)	47,5 ± 11,2	43,6 ± 9,2	44,3 ± 8,1	46,8 ± 14,6	45,2 ± 9,7
Anova: $F_{3,81} = 0,779$ P valor= 0,51					
Chi ² _{PBA} (HDL) = 11,31 gl= 1 P valor= 0,0011					
LDL (mg/dl)	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	Total (%)
< 110	16 (29,6)	16 (29,6)	20 (37,0)	2 (3,7)	54 (63,5)
110 - 129	4 (30,8)	3 (23,1)	5 (38,5)	1 (7,7)	13 (15,3)
≥ 130	3 (16,7)	4 (22,2)	8 (44,4)	3 (16,7)	18 (21,2)
Total	23 (27,1)	23 (27,1)	33 (38,8)	6 (7,1)	85 (100,0)
x ± s (mg/dl)	93,3 ± 35,2	100,6 ± 31,2	103,6 ± 30,3	128,8 ± 30,3	101,8 ± 32,5
Anova: $F_{3,81} = 2,014$ p = 0,12					
Chi ² _{PBA} (LDL) = 4,15 3 gl P valor= 0,2461					

* Porcentajes en base a sub totales horizontales

En cuanto al HDL predominaron aquellos niños con valores iguales o por encima de 40 mg/dl (68,2%), siendo el diagnóstico de hígado graso asociado a páncreas graso el más frecuente, tanto para los que tenían 40 mg/dl o más en HDL (37,9%), como en el grupo con HDL menor a 40 mg/dl (40,7%). La mayor media de HDL se registró en el grupo con ecografía normal (47,5 mg/dl), no encontrándose diferencias significativas entre las medias (p= 0,51 > 0,05).

En lo que respecta a los valores de LDL fueron más frecuentes aquellos por debajo de 110 mg/dl (63,5%).

En los tres niveles de LDL, fue mayoritaria la presencia de hígado con reemplazo graso de páncreas. No hubo asociación estadísticamente significativa (p>0,05). En cuanto a los valores promedios, la mayor media la registraron los niños con diagnóstico de páncreas graso (128,8 mg/dl); no se registró una diferencia significativa (p= 0,2461>0,05).

En la tabla 3 se evidencia que la resistencia a la insulina (RI), fue más frecuente en aquellos niños con predominio de hígado graso y reemplazo graso de páncreas (41,9%) No hubo asociación estadísticamente

Tabla 3 Resistencia periférica a la insulina, obesidad abdominal y actividad física según diagnóstico ecosonográfico de HGNA en pacientes pediátricos obesos atendidos en la consulta de nutrición del Centro Médico “Dr. Rafael Guerra Méndez”

Resistencia a la Insulina	Resultados Ecosonográficos				Total (%)
	Normal	Hígado graso	Hígado y páncreas grasos	Páncreas graso	
(Insulina en ayuno (mμ/ml) *Glucosa en ayuno (mmol/l) / 22.5	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	
NO	12 (22,2)	16 (29,6)	20 (37,0)	6 (11,1)	54 (63,5)
SI	11 (35,5)	7 (22,5)	13 (41,9)	0 (0,0)	31 (36,5)
Chi ² (HOMA) =5,21 3 gl P valor= 0,1572 > 0,05					
Obesidad abdominal	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	Total (%)
Alta	23 (27,7)	23 (27,7)	31 (37,3)	6 (7,2)	83 (97,6)
Normal	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)	0 (0,0)	1 (1,2)
Riesgo	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)	0 (0,0)	1 (1,2)
Actividad física (Godard)	f (%)*	f (%)*	f (%)*	f (%)*	Total (%)
Insuficiente	16 (27,6)	14 (24,1)	26 (44,8)	2 (3,4)	58 (68,2)
Regular	7 (25,9)	9 (33,3)	7 (25,9)	4 (14,8)	27 (31,8)
Total	23 (27,1)	23 (27,1)	33 (38,8)	6 (7,1)	85 (100,0)
Chi ² _{PBA} (actividad física) =6.53 3 gl p= 0,0884 > 0,05					

* Porcentajes en base a sub totales horizontales

significativa entre la presencia de RI y los hallazgos ecográficos ($p= 0,1572 > 0,05$). En los niños con una alta obesidad abdominal (31 casos= 37,3%) obtenida por medio de circunferencia de cintura, se apreció el hígado graso junto con páncreas graso con mayor frecuencia.

Un 68,2%, de los niños presento actividad física insuficiente, el hallazgo ecográfico frecuente fue hígado y páncreas graso 44,85% de los casos. En aquellos niños con actividad física regular predominó el hígado graso en 33,3%; sin embargo, al relacionar la actividad física según el test de Godard y el diagnóstico ecosonográfico, no se encontró asociación significativa entre estas dos variables ($p>0,05$).

DISCUSIÓN

En pediatría, la enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) o esteatosis hepática es un pro-

blema emergente, y por su asociación con la obesidad infantil representa un problema de salud pública para países desarrollados y en vías de desarrollo; sobre todo en América Latina, que ha tenido un reciente crecimiento económico, disminuyendo la desnutrición, las enfermedades infecciosas y por consiguiente la mortalidad infantil, aunque con un incremento en las cifras de sobrepeso y obesidad en preescolares y escolares (20).

En el presente estudio se encontró que en preescolares y escolares obesos predominó la infiltración grasa del hígado (HG), así como hígado graso con reemplazo graso del páncreas (RGP), relacionándose con el diagnóstico nutricional antropométrico por IMC; este hecho es de importancia ya que la edad preescolar es clave para la adquisición de conductas adecuadas respecto a la alimentación y la actividad física, dado que las alteraciones en el estado nutricional, en edades tempranas, con dietas ricas con grasa y azuca-

res se asocian con cambios en los patrones de metilación del ADN, que afectan a la región promotora de distintos genes implicados en la homeostasis energética del hígado (3); esto pudiera conllevar a modificaciones del crecimiento y desarrollo, con persistencia del tejido adiposo, y alteraciones del rebote adiposo entre los 4 y 8 años y en la adolescencia.

Se ha demostrado que el factor de riesgo más importante para el HGNA/EHNA, es el sobrepeso y la obesidad lo cual es común en adolescentes, con una incidencia del 8-80%, (21). En la presente trabajo se encontró una frecuencia de 27,06% para HG y 38,82% para HG con reemplazo graso del páncreas (RGP), es decir que 65,88% de la población en estudio tenía alteraciones hepáticas demostradas por ecosonograma abdominal, lo cual coincide, con lo reportado por otros investigadores (22), que indican que hay una tendencia a un aumento de la esteatosis hepática a medida que aumenta la edad y la obesidad infantil.

Bajo este contexto, el hallazgo del diagnóstico ecosonográfico de reemplazo graso de páncreas junto con hígado graso y sólo reemplazo graso de páncreas, pudiera ser debido a la presencia de la grasa ectópica visceral presente en estos niños, relacionándose estos hallazgos con quienes encontraron una relación entre IMC y síndrome metabólico. Por otro lado, el diagnóstico de reemplazo graso del páncreas aparece como un hallazgo accidental en pacientes que asisten por síntomas abdominales no específicos. Los niños con presencia de esteatosis pancreática, o RGP tenían valores mayores de IMC, aunque esta asociación no fue significativa.

Este hecho es de gran importancia, sobre todo en niños, debido a la correlación existente entre lipomatosis pancreática o reemplazo graso con obesidad y diabetes mellitus, además que es una condición cada día más común en la población general y capaz de inducir una respuesta inflamatoria y por ende un reemplazo de tejido pancreático por tejido fibrótico, llevando a la glándula a una pancreatitis crónica (23).

Los valores de colesterol y LDL anormales fueron encontrados en aquellos niños que presentaron ecosonograma con páncreas graso. Sin embargo, se encontró que más de la mitad del total de los niños obesos, tenían valores iguales o menores a 170 mg/dL, de colesterol, con ecosonograma normal; mientras que aquéllos con valores en riesgo (170-199 mg/dL) presentaron un ecosonograma alterado con compromiso

de hígado y páncreas graso, estadísticamente significativo ($p < 0,005$); es de hacer notar, que los que presentaron páncreas graso eran los que tenían los valores promedio de colesterol más elevados ($203,6 \pm 35,5$ mg/dL); las medias de HDL se situaron entre $43,6 \pm 9,2$ mg/dL en el hígado graso y $47,5 \pm 11,2$ mg/dL para hígado normal.

Los resultados de HDL coinciden con los apuntados por Hanaa (22) pero difieren de los reportados por Browning y col (24), al no evidenciarse la dislipidemia característica del niño obeso. Muchos trastornos endocrinos están asociados con EHGNA, a través de cambios en la homeostasis energética y glico-lipídica, y/o cambios en la distribución de la grasa central, los cuales pueden ser primariamente responsables del desarrollo de EHGNA, por los cambios antropométricos y/o alteraciones en la homeostasis de la energía y el metabolismo de la glucosa y los lípidos. La resistencia a la insulina aunque no fue lo más frecuente se encontró en cierta proporción en aquellos pacientes con HGNA. Un alto porcentaje de los pacientes presento obesidad abdominal alta, siendo la más frecuente entre aquellos con HGNA al igual que la actividad física insuficiente.

En niños con circunferencia de cintura (CC) por encima del percentil 90 para edad y sexo, existen posibilidades de tener más factores de riesgo que los que están por debajo del percentil 90. En el presente estudio se relacionó la CC, con los hallazgos ecosonográficos y se encontró que 98% de los niños en estudio tenían CC por encima del percentil 90 (alta), predominando en éstos el HG-RGP y HG, sin asociación significativa. Se ha encontrado que la circunferencia de cintura (CC), tiene una buena concordancia entre indicadores antropométricos de obesidad general y de distribución de grasa corporal (25).

Todo lo antes expuesto resulta interesante ya que la maduración y evolución de las diferentes partes del cuerpo humano no se realiza siempre de una forma armónica y la CC mide la distribución de grasa abdominal en edad pediátrica, lo cual se demostró por el porcentaje de obesidad abdominal encontrado en los preescolares.

Por otro lado, el hecho de haberse encontrado una prevalencia de sobrepeso u obesidad tanto en varones como en hembras es indicativo de un aumento de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, endocrina y morbilidad hepática. Este hecho es importante

por lo difícil que es el despistaje y manejo de obesidad en poblaciones jóvenes, puesto que ellos, no toman en cuenta sus problemas de peso, y no siguen los controles adecuados para evitar complicaciones futuras.

Aunado a lo antes expuesto se ha demostrado que los estilos sedentarios de vida son uno de los principales factores de riesgo para desarrollar obesidad, en niños, por las migraciones de áreas rurales hacia las ciudades, lo que concuerda con lo encontrado en este estudio donde los niños con actividad física insuficiente, presentaron mayor prevalencia de HG-RGP y para los de actividad regular el HG, con significación estadística para la actividad insuficiente.

A raíz de la realización de este estudio se evidenció la predominancia de hígado y páncreas graso en un porcentaje mayoritario de la muestra en estudio (62 casos) siendo más frecuentes aquellos pacientes entre 7 y 11 años de edad, con IMC igual o mayor a 26 y sin diferencias porcentuales entre ambos sexos. Aunque predominaron los niveles normales en perfil lipídico se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de colesterol y el hallazgo ecográfico, observándose los mayores promedios en aquellos pacientes con páncreas graso.

REFERENCIAS

1. Guerra-Cabrera CE, Cabrera-Romero AC, Santana-Carballosa I, González AE, Almaguer SP, Urra-Coba T. Manejo práctico del sobrepeso y la obesidad en la infancia. *Revista Electrónica de las Ciencias Médicas en Cienfuegos Medisur* 2009; 7(1):61-9.
2. Fermin M, Martínez A. Epigenética en obesidad y diabetes tipo 2: papel de la nutrición y futuras aplicaciones. *Rev Chil. Endocrinol. Diabetes*. 2013;6(3):108-14.
3. Henríquez-Pérez G, Dini-Golding E (ed). Evaluación del estado nutricional. *Nutrición en Pediatría*. Centro de Atención Infantil Antímamo. Caracas 2009. pp. 3-74.
4. Organización Mundial de la Salud. OMS. La obesidad y sobrepeso Nota descriptiva N°311. Mayo de 2014 Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
5. Instituto Nacional de Nutrición INN. Pionero en investigaciones sobre obesidad en Venezuela Disponible en: <http://www.inn.gob.ve/modules.php?name=News&file=article&sid=434>
6. Anuario del Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (SISVAN) 2007 Caracas. Instituto Nacional de Nutrición; 2008. Pp. 33
7. López de Blanco M, Carmona A. La transición alimentaria y nutricional: Un reto en el siglo XXI. *Anales Venezolanos de Nutrición*. 2005. Vol 18 n. 1.
8. Ministerio del Poder Popular para la Salud. Anuario de Mortalidad 2007 Caracas. Disponible en: www.ov-salud.org/.../129-ministerio-para-el-poder-popular-de-la-salud.
9. Instituto Nacional de Nutrición. Sobrepeso y obesidad en Venezuela. Prevalencia y factores condicionantes. Disponible en: <http://www.inn.gob.ve/modules.php?name=News&file=article&sid=434>
10. Sanjay K, Arun G, Bhati K, Navneet A. Management of dyslipidemia in children. *Diabetology and Metabolic Syndrome*. 2009, 1:26.
11. Godard C, Rodriguez M, Díaz N, Lera L, Salazar G, Burrows R. valor de un test clínico para evaluar actividad física en niños. *Revista Médica Chilena* 2008; 1155- 62
12. Centro Nacional de Estadísticas de Salud. Centro Nacional de enfermedades crónicas y Promoción de Salud (2000). Disponible en: <http://www.cdc.gov/growthcharts>
13. López M, Landaeta M. Evaluación Nutricional Antropométrica. Manual de Crecimiento y Desarrollo. Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Capítulo de Crecimiento, Desarrollo y Adolescencia. FUNDACREDESA. 1991.
14. McCarthy HD, KV Jarrett, HF Crawley .The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16,9 y. *European J of Clin Nut*. 2001; (55): 902-907
15. Kavey W, Daniels S, Lauer R, Atkins D, Hayman L, Taubert K. American Heart Association Guidelines for Primary Prevention of Atherosclerotic Cardiovascular Disease Beginning in childhood. March 2003. Disponible en <http://www.circ.ahajournals.org>
16. Henry RJ. *Clinical Chemistry Principles and Technics*, Harper and Row. New York, NY 1974, pp 1283
17. Tirosh A, Shai I, Tekes-Manova D, et al; Israeli Diabetes Research Group. Normal fasting plasma glucose levels and type 2 diabetes in young men. *N Engl J Med*. 2005; 353(14):1454-62.
18. Tresaco B, Bueno G, Pineda I, Moreno LA, Garagorri JM, Bueno M. Homeostatic model assessment (HOMA) index cut-off values to identify the metabolic syndrome in children. *J Physiol Bichem* 2005; 61: 381-88.
19. Iannacconne R, Alba E, Murakami T, Hori M, Passariello R, Vilgrain V. Fat in the liver: diagnosis and characterization. *Eur Radiol* 2006; 16:2292-2308.
20. McDonald Ch, Baylin A, Arsenault JE, Mora-Plazas M, Villamor E. Overweight Is More Prevalent Than

- Stunting and Is Associated with Socioeconomic Status, Maternal Obesity, and a Snacking Dietary Pattern in School Children from Bogota, Colombia. *J Nutr* 2009; 139: 370-76.
21. Nobili V, Alisi A, Raponi M. Pediatric non-alcoholic fatty liver disease: Preventive and therapeutic value of lifestyle intervention. *World J Gastroenterol* 2009; 15(48): 6017-22.
 22. Hanaa M, El-Karakasy N, El Koofy G. Anwar, Fatma M. El-Mougy, Ahmed El-Hennawy, Mona E. Fahmy. Predictors of Non-alcoholic fatty liver disease in obese and overweight Egyptian children: Single Center Study. *The Saudi J Gastroenterol* 2011; 17(1): 40-1.
 23. Sosa-Valencia L, Galvis Elymir, WewerWallia, Delgado Francis, Bethelmy Alejandro. La esteatosis pancreática detectada por ecoendoscopia y su relación con el síndrome metabólico *GEN* 2007; 61 (1): 21-25.
 24. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev* 2010; (7):1-7.
 25. Rafeey M, Mortazavi F, Mogaddasi N, Robabeh G, Ghaffari S, Hasani A. Fatty Liver children. *Therapeutics and Clinical Risk Management* 2009; 371-74

Recibido: 27-03-2014

Aceptado: 06-07-2014

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

Mirta Crovetto, Ricardo Uauy

Facultad de Ciencias de la Salud, Centro de Estudios Avanzados. Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Santiago; Chile

RESUMEN. El cáncer representa el 13% de causas de muerte anuales a nivel mundial y es la segunda causa en las Américas con 1,2 millones de muerte en el 2008. En Chile represento el 25,6 % del total de muertes en el 2007. La obesidad se relaciona con un tercio de todos los cánceres, y está asociada con la grasa corporal, grasa abdominal, aumento de peso en la edad adulta, todos factores modificables a través de un patrón saludable de dieta y actividad física.

El objetivo fue analizar las recomendaciones de Salud Pública, emitidas por el Fondo Internacional para la Investigación del Cáncer (WCRF) y el Instituto Americano de Investigación del Cáncer (AICR) en el año 2007 para la prevención del cáncer. Comparar las recomendaciones del informe "Alimentación, Nutrición y actividad física y la prevención del cáncer: una perspectiva mundial", con la situación nacional en relación a estas recomendaciones. Luego, se proponen recomendaciones nacionales en concordancia con las propuestas del WCRF. El análisis revela que Chile a nivel poblacional presenta riesgos de cáncer asociados con estilos de vida; dieta, Índice de Masa Corporal y sedentarismo. El patrón de consumo alimentario y el perfil nutricional y las conductas asociadas a los estilos de vida de la población no reflejan las recomendaciones de organismos internacionales, sobre los consumos de productos protectores (legumbres, hortalizas, frutas altos en antioxidantes, fibra) y de los de alto riesgo (bebidas y jugos azucarados, procesados altos en sodio, grasas totales). Se requiere educar a la población sobre alimentación saludable y estilos de vida que mantengan la salud.
Palabras clave: Enfermedades Crónicas No transmisibles, dieta, cáncer, obesidad, estilos de vida.

SUMMARY. Analysis of the recommendations for cancer prevention given by the global fund for research on cancer (FMIC) and the situation in Chile. Cancer is one of the most important causes of death in the world corresponding to 63% annually, is the second in the Americas with 1.2 million deaths in 2008 and Chile in 2007 representing 25.6% of all deaths. Obesity is associated with a third of all cancers and is associated with body fat, abdominal fat, weight gain in adulthood, all modifiable factors through a healthy diet pattern and physical activity.

The aim was to analyze the recommendations of Public Health issued by the International Fund for Cancer Research (WCRF) and American Institute for Cancer Research (AICR) in 2007 to prevent cancer. Compare the recommendations of the report "Food, Nutrition and physical activity and cancer prevention: a global perspective", with the national situation regarding these recommendations. Then, we propose national recommendations in accordance with the proposals of WCRF. The analysis reveals that Chile has a population level cancer risks associated with lifestyle, diet, body mass index and physical inactivity. The pattern of food consumption and nutritional profile and behaviors associated with the lifestyles of the population does not reflect the recommendations of international organizations, on the consumption of protective (vegetables, fruits high in antioxidants, fiber) and high risk (sugary drinks and juices, processed, high in sodium, total fat). Is required to educate people about healthy eating and lifestyles to maintain health.
Key words: Chronic Non-communicable, dietary patterns, cancer, obesity, lifestyles

INTRODUCCIÓN

El cáncer representa el 13% de causas de muerte anuales a nivel mundial y es la segunda causa en las Américas con 1,2 millones de muerte en el 2008. Se señala que la carga del cáncer aumentará de forma significativa como consecuencia del envejecimiento de la población y de la transición epidemiológica que está

registrando América Latina y el Caribe (ALC). Los factores de riesgo mas importantes después del consumo de tabaco son: la dieta inadecuada, un Índice de Masa Corporal (IMC) aumentado; falta de actividad física y el consumo de alcohol. Más del 30% de los cánceres se pueden prevenir o retrasar con cambios en la dieta y actividad física (1-2).

En 1970, en Chile, el cáncer representaba el 12,1%

de las defunciones variando a un 18,1% en 1990 y 25,6% en el 2009. Los cánceres más frecuentes que afectan a las mujeres son el de mama, vesícula biliar y cuello uterino (55,3%) y de próstata, estómago y piel a los hombres (58,7%). Las principales causas de muerte en Chile, están correspondidas a muertes prematuras, a Años de Vida Ajustados a Discapacidad: (AVISA) entre ellas, las cardiovasculares, los tumores malignos (cáncer), accidentes, diabetes, enfermedad pulmonar obstructiva (3-5).

El Fondo Internacional para la Investigación del Cáncer (WCRF) y el Instituto Americano de Investigación del Cáncer (AICR), en noviembre del 2007, publicaron el informe "Alimentación, nutrición, actividad física y la prevención del cáncer: una perspectiva mundial", resultado de la revisión y análisis de 7.000 trabajos científicos, los que confirmaron la evidencia de la asociación entre distintos tipos de cáncer y la alimentación, la actividad física y el peso de las personas. El Informe señala diez recomendaciones que permiten disminuir las posibilidades de desarrollar esta grave enfermedad, que la AICR resumió en tres grandes directrices "prefiera los alimentos vegetales, limite el consumo de carnes rojas y evite las carnes procesadas"; "sea físicamente activo durante 30 minutos diarios como mínimo" y "mantenga un peso saludable durante toda la vida (6).

El objetivo de este estudio fue analizar los objetivos de salud pública y las recomendaciones a la población dadas por el WCRF/AICR y confrontarlas con los factores de riesgo presentes en la población en Chile para proponer algunas recomendaciones para la toma de decisiones para prevención del cáncer a nivel poblacional.

MATERIAL Y METODOS

Este artículo se basa fundamentalmente en las recomendaciones proveniente del informe "Alimentación nutrición y actividad física y la prevención del cáncer: una perspectiva mundial del WCRF/AICR del año 2007 (www.wcrf.org), los objetivos a alcanzar en la salud pública para su prevención, que puedan contribuir a la prevención de los factores de riesgo asociados a las causas de los cánceres.

Se presentan las 10 recomendaciones, con los objetivos de salud pública y la justificación de éstas. Se resumen las relaciones entre el consumo de alimentos y el nivel de riesgo de presentar los diversos tipos de cáncer (6).

Se evalúa la situación actual de Chile, comparando las recomendaciones con los resultados de estudios y estadísticas oficiales realizados en Chile, como las Encuestas Nacionales de Salud, las Encuestas de Calidad de Vida, Encuestas de Consumo de Drogas, estudios de los autores en consumo y patrón alimentario, entre otros.

RESULTADOS

RECOMENDACIÓN 1.

MANTENCIÓN DEL PESO CORPORAL

Mantener el menor peso posible dentro de los márgenes normales del peso corporal

OBJETIVOS DE SALUD PÚBLICA

La mediana del Índice de Masa Corporal (IMC Kg/m²) de los adultos, debería estar comprendida entre 21 y 23, según el intervalo normal de variación para las distintas poblaciones, con el fin de evitar el aumento en la discapacidad y muerte asociada a las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT). La proporción de la población con sobrepeso; IMC mayor de 24, 9 y menor de 30 y la de obesidad; IMC mayor de 30, no debería exceder la proporción actual; preferentemente, ambas deberían disminuir en los próximos 10 años. La circunferencia de cintura (CC), debería estar bajo 88 cm para las mujeres y 102 cm para los hombres.

Justificación: Mantener un peso saludable a lo largo de toda la vida es una de las formas más importantes de protegerse del cáncer. También protegerá de las enfermedades crónicas no transmisibles más frecuentes.

RECOMENDACIÓN 2 ACTIVIDAD FÍSICA

Mantenerse físicamente activo como parte de la vida cotidiana.

OBJETIVOS DE SALUD PÚBLICA

La proporción de la población sedentaria debe bajar a la mitad cada 10 años.

Los Niveles Medios de Actividad Física (NAF) deben estar por sobre 1,6

Justificación: Casi todas las poblaciones de los países, y la mayoría de las personas que viven en zonas industrializadas y urbanas, tienen habitualmente niveles de actividad física baja (debajo del nivel de actividad física propia de los seres humanos durante su evolución).

Todas las formas de actividad física protegen contra algunos tipos de cáncer, al igual que previenen el aumento de peso, el sobrepeso y la obesidad. Existe una

relación causal entre las formas sedentarias de vida, el sobrepeso, la obesidad y algunos tipos de cánceres. El aumento de peso, el sobrepeso y la obesidad, son también responsables de algunos tipos de cánceres independientemente, del nivel de actividad física, ya que la obesidad no actúa solo por mayor adiposidad corporal, si no que a través de otros factores relacionados con la dieta y la actividad física.

RECOMENDACIÓN 3.

ALIMENTOS Y BEBIDAS QUE PROMUEVEN EL AUMENTO DE PESO

Se debe limitar la ingesta de alimentos de alta densidad energética y evitar el consumo de bebidas azucaradas que promueven el aumento de peso.

Se consideran alimentos de alta densidad energética a los que exceden de 250 kcal por cada 100g. Respecto a las bebidas, se refiere principalmente a las bebidas de fantasía y jugos de fruta o con azúcares añadidas. Los azúcares consumidos en exceso y, en especial los añadidos son igualmente nocivos, independientemente de su origen.

Se ha demostrado que algunos alimentos naturales con alta densidad energética, pero relativamente poco procesados, como las nueces, las almendras y otras semillas, no contribuyen al aumento de peso cuando se consumen como parte de las dietas habituales, en las porciones recomendadas; las que además, aportan aceites vegetales de alto valor nutricional y contribuyen a la saciedad post-prandial.

OBJETIVOS DE SALUD PÚBLICA

Disminuir la densidad energética media de las dietas las que no deben exceder las 125 kcal por cada 100g de alimentos. El consumo medio de bebidas con azúcar por la población debe disminuir a la mitad cada 10 años.

Justificación: El consumo de alimentos de alta densidad energética y de bebidas azucaradas está aumentando en todo el mundo y probablemente esté contribuyendo al incremento mundial de la obesidad.

Esta recomendación, se orienta a prevenir y controlar el aumento de peso, el sobrepeso y la obesidad, por la densidad energética de estos productos elaborados, que en su mayoría, tienen gran proporción de grasas saturadas o azúcares añadidos y que en comparación a productos frescos suelen tener mayor densidad energética.

RECOMENDACIÓN 4. ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL

Consumir alimentos de origen vegetal como prin-

cipal componente de la dieta.

OBJETIVOS DE SALUD PÚBLICA

El consumo medio de verduras no feculentas y frutas debe ser a lo menos de 600g diarios. Los cereales, con poco o sin procesamiento (granos integrales) y las leguminosas (legumbres), así como otros alimentos que son fuente natural de fibras dietaria, deben aportar a cada persona un promedio no menor de 25g diarios de fibra cruda.

Justificación. Un enfoque integral de las pruebas científicas demuestra que la mayoría de las dietas que protegen contra el cáncer están compuestas sobre todo por alimentos de origen vegetal

Los vegetales no feculentos y las frutas, probablemente protejan de algunos cánceres. Por su baja densidad energética, probablemente también protejan contra el aumento de peso. Un mayor consumo de varios alimentos vegetales probablemente proteja contra cánceres de diversas localizaciones

RECOMENDACIÓN 5.

ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

Limitar la ingesta de carnes rojas y no consumir carnes procesadas

OBJETIVO DE SALUD PÚBLICA

El consumo medio de carnes rojas (bovinas, porcinas, ovinas y caprinas de animales domesticados y las contenidas en alimentos procesados) no debe exceder los 300 g por semana, con una mínima proporción (o ninguna) de carnes procesadas. Se llama carne procesada la que para su conservación ha sido salada, curada, ahumada o se le han agregado conservantes químicos, e incluye la contenida en alimentos procesados.

Justificación. Un enfoque integral de las pruebas científicas también demuestra que muchos alimentos de origen animal son nutritivos y saludables si se consumen en cantidades moderadas.

Las carnes rojas o procesadas son causas convincentes, o al menos probables, de algunos cánceres. Las dietas con niveles elevados de grasas animales son a menudo relativamente altas en energía, lo que incrementa el riesgo de aumento de peso.

RECOMENDACIÓN 6.

BEBIDAS ALCOHÓLICAS

Limitar el consumo de bebidas alcohólicas

OBJETIVO DE SALUD PÚBLICA

La proporción de la población que sobrepasa los límites de consumo de alcohol recomendados debe reducirse en un tercio cada 10 años.

Justificación: La evidencia científica disponible sobre el cáncer justifica la recomendación de no consumir bebidas alcohólicas.

Las pruebas científicas no demuestran que exista un nivel preciso de consumo de bebidas alcohólicas por debajo del cual no aumente el riesgo de los cánceres que causa. Esto significa que, con base exclusivamente en la evidencia sobre el cáncer, debe evitarse incluso el consumo de pequeñas cantidades de alcohol. La evidencia indica que todas las bebidas alcohólicas producen el mismo efecto. Los datos no sugieren ninguna diferencia significativa relacionada con el tipo de bebida alcohólica. Por lo tanto, esta recomendación abarca todas las formas de alcohol para consumo humano, ya se trate de cervezas, vinos, bebidas destiladas (licores), u otras. El factor decisivo es la cantidad de etanol consumida.

**RECOMENDACION 7.
CONSERVACIÓN, ELABORACIÓN,
PREPARACIÓN**

Limitar el consumo de sal

No consumir cereales (granos) o leguminosas (legumbres) contaminados por hongos (aflatoxinas)

OBJETIVOS DE SALUD PÚBLICA

El consumo medio de la población de sal (cloruro de sodio) procedente de cualquier fuente debe ser inferior a 5g (2g de sodio) diarios. La proporción de la población que consume más de 6g de sal (2,4g de sodio) al día debe reducirse a la mitad cada 10 años.

La exposición a las aflatoxinas de cereales (granos) o leguminosas (legumbres) contaminados por hongos debe reducirse al mínimo.

Justificación: Las pruebas científicas más contundentes sobre los procedimientos de conservación, elaboración y preparación de alimentos demuestran que el consumo de alimentos salados y conservados en sal es una causa probable de cáncer de estómago, y el consumo de alimentos contaminados con aflatoxinas es una causa probable de cáncer de hígado.

**RECOMENDACIÓN 8.
SUPLEMENTOS ALIMENTARIOS**

Procurar satisfacer los requerimientos nutricionales a través de los alimentos naturales.

Esto no siempre es factible: en algunas situaciones de enfermedad o de nutrición inadecuada, los suplementos alimentarios podrían ser necesarios.

OBJETIVO DE SALUD PÚBLICA

Aumentar al máximo la proporción de la población

que alcance una nutrición adecuada sin recurrir a suplementos alimentarios.

Justificación: Las pruebas científicas demuestran que dosis altas de suplementos nutrientes pueden proteger contra el cáncer, pero también pueden causarlo. Los estudios que muestran tales efectos no guardan relación con el uso extendido entre la población general, en la que el equilibrio entre los riesgos y los beneficios no puede predecirse en forma confiable. Una recomendación general de consumir suplementos para la prevención del cáncer podría tener efectos adversos inesperados. Es preferible aumentar el consumo de nutrientes protectores incorporando a la dieta habitual alimentos que los contengan.

**RECOMENDACIÓN ESPECIAL 1.
LACTANCIA MATERNA**

Las madres deben amamantar a sus hijos; los lactantes deben ser amamantados. La lactancia protege tanto a la madre como al niño.

OBJETIVO DE SALUD PÚBLICA

Lograr que la mayoría de las madres mantengan la lactancia exclusiva durante seis meses.

SOBREVIVIENTES DE CÁNCER

Seguir las recomendaciones de alimentación saludable para la prevención del cáncer dadas en este informe

[Esta recomendación no se aplica a las personas que se encuentran bajo tratamiento activo, con las salvedades descritas en el informe del WCRF/AICR del año 2007 (www.wcrf.org)].

RECOMENDACIONES

Los sobrevivientes de cáncer deben recibir atención nutricional de un profesional competente.

Procurarán seguir las recomendaciones dadas sobre alimentación, peso saludable y actividad física, a menos que hayan recibido otras indicaciones dadas por un profesional de la salud.

DISCUSIÓN

Mantención del peso corporal. En Chile, la obesidad y sobrepeso en los escolares y en la población mayor de 18 años han mantenido el aumento en la prevalencia durante los últimos 20 años. En 1987, un 7,6% de los escolares que ingresaban al primer año básico

del sistema público, tenía obesidad; en el año 2010, la prevalencia de obesidad es de un 21,5 % y el sobrepeso es de casi un 30% (7). En los mayores de 18 años, las Encuestas Nacionales de Salud (ENSA) 2003 y 2010, muestran que el sobrepeso (IMC 25-29,9) y la obesidad (IMC >30), han aumentado de un 38% a un 39,3% y de un 22% a un 25,1% respectivamente y la obesidad central medida por la circunferencia de cintura (cc) (>87 cm hombres, >82 cm mujeres, OMS) era de 90,7cm en hombres y de 86,2cc para mujeres y que en 2010, la presentó un 62,0% de la población (hombres 63,6%, mujeres 60,5% (8-9).

Las metas sanitarias 2000-2010, consideraban reducir la obesidad de un 10% a un 7% en preescolares; de un 16% a un 12%, en los niños de ingreso al sistema de educación pública y de un 32% a un 25% en embarazadas; ninguna de esas metas se logró, al contrario la obesidad se incrementó a un rango mayor de todo lo esperado, casi duplicándose en todos los grupos de población en la década (10).

Actividad física. Chile, es un país sedentario; las ENSA 2003 y 2010 y la Encuesta de Calidad de Vida y Salud 2006, señalan que un 89% de la población es sedentaria, sin cambios prácticamente, entre ellas; las Encuestas Nacionales de Hábitos de Actividad Física y Deportes, 2006 y 2010, mostraron un leve descenso de un 87,2% a un 86,4%, respectivamente (11-13).

En la población infantil, el sedentarismo es parte de la vida diaria a través de juegos pasivos y horas frente al computador y Televisión (TV). En 1995, se observó que un 40,7% de los pasaba entre una y tres horas frente al televisor, cuya exposición ha aumentado a 4 o 5 horas los fines de semana (14-15).

Existen diversas evidencias que señalan el rol protector de la actividad física en la mantención y rehabilitación de la salud, en especial las cardiovasculares y las ECNT. Chile, se está lejos de cumplir con esta recomendación. En este contexto, la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda a los gobiernos fomentar la actividad física y regular la publicidad de alimentos y bebidas, con el fin de crear un ambiente más favorable a la adquisición de hábitos alimentarios apropiados en la población infantil (16).

Limitar consumo de bebidas gaseosas y alimentos de alta densidad energética. En Chile, las bebidas gaseosas, los jugos y néctares junto con la carne y el pan son los productos más importantes en la canasta de alimentos. A nivel mundial, Chile ocupa el tercer lugar

en el consumo de bebidas gaseosas, tras Estados Unidos y México. El consumo per/cápita/año de éstas es de 155 l, más de un vaso diario. El 90% de las bebidas gaseosas en Chile contienen azúcares agregados; en promedio, una bebida de 350 cc tiene 3 a 4 cucharadas de azúcar con un aporte calórico de 140 kcal (17-18).

En los productos de alta densidad energética por porciones de consumo, están también los snacks, cuyo marketing y publicidad se orientan principalmente a los niños. Estudios realizados en escolares entre 8 y 13 años a inicios del 2000 en la Región Metropolitana y en tres regiones del país en el 2003, alertaron sobre el incremento del consumo de snacks, bebidas azucaradas, helados y confites. En el estudio del 2003, se observó ya una ingesta de bebidas gaseosas azucaradas de 310cc; de 180cc en bebidas light y de 343 a 460g de snacks/día. Además, se registró que el 91,5 % de los escolares disponía de dinero para la compra de productos, cuyas preferencias eran refrigerios dulces (46,5%) y salados (42,3%) (19-22).

A nivel poblacional, las tres últimas Encuestas de Presupuestos Familiares (EPF),

(1987;1997;2007), en el Gran Santiago, indican que las bebidas y jugos procesados fueron los productos que más aumentaron el gasto en el Total de Hogares (TH) seguidos por las bebidas alcohólicas, comidas preparadas y comidas fuera del hogar (23-25).

Los productos procesados de alta densidad energética, azúcares agregados y sal, han experimentado un aumento explosivo en todos los segmentos poblacionales, los que en su composición se alejan de las recomendaciones internacionales para una alimentación saludable y se asocian al aumento desbordante de sobrepeso y obesidad (26).

Consumir sobre todo alimentos vegetales. En Chile, distintos estudios, señalan que el consumo de frutas y verduras en la población adulta es menos de lo recomendado; las encuestas sobre Calidad de Vida 2000 y 2006, informaron que un 42% de los hombres y un 52% de las mujeres consumían fruta todos los días, cifra que no varió en el 2006, correspondiendo a un consumo promedio de frutas más verduras de 166g/persona/d, el que aumenta a 186g/persona/d según la ENSA2010. Estudios de los autores en base a la VI EPF señalan un consumo de 400g/d para el TH en la Región Metropolitana, cercano al consumo mínimo recomendados por la OMS. El aporte de fibra dietaria de 12g/persona/d, es menos de la mitad respecto

a los 25g//por/persona/d indicado por los organismos internacionales. Los autores, han alertado el bajo consumo de legumbres que son los productos que contienen la mayor cantidad de fibra dietaria (27-29).

El consumo de frutas, verduras, granos enteros, frutos secos, legumbres y otros alimentos de origen vegetal debe ser el principal enfoque de la dieta para la prevención de enfermedades, en lugar de nutrientes individuales o componentes de los alimentos. Por lo cual, se hace imprescindible incorporar variedad de colores de todas las frutas y hortalizas, sanamente preparadas, ya que así se garantiza un consumo suficiente de la mayoría de los micronutrientes, de fibra dietética y de una serie de sustancias no nutrientes esenciales. Es importante considerar además, que el aumento del consumo de productos vegetales puede ayudar a desplazar los alimentos ricos en grasas saturadas, azúcares o sal y a disminuir el la densidad energética de la dieta por su efecto de saciedad y menor índice glicémico.

Alimentos de origen animal. Limitar el consumo de carnes rojas. En Chile, datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), señalan que en el 2011, el consumo de carnes rojas fue de 38,2 k/per/cápita/año; (18,7 k/vacuno y de 19,5k/cerdo) disminuyendo respecto al 2010 en que se consumieron 48k/per/cápita/año de carnes rojas (vacuno, cerdo) de los 81,9 per/cápita/año de consumo total de carnes (30).

Datos de las tres últimas EPF, señalan para el TH, que el consumo aparente de carnes rojas y procesadas ha variado de 90g/percápita/d (IV EPF); a 110g/percápita/d (VEPF) y 80g per/cápita/d (VI EPF) lo que indica un consumo semanal promedio por persona de 630g; 730g y 560g/persona/ respectivamente; de las cuales 90g, 320g y 150g corresponde a carnes procesadas, respectivamente. El consumo de carnes blancas (pollo y pavo) ha mostrado una tendencia al alza según la misma fuente de información variando de 140g; 280g y 161g/percápita/semana. Cabe señalar que este consumo se refiere sólo al gasto que los hogares realizan directamente por medio de la compra. Si bien las carnes rojas han experimentado una leve disminución, la participación de las carnes procesadas varían de representar un 11% (IVEPF86-87); a un 45% (V EPF96-97) y a un 41% (VI EPF 2006-07), respectivamente (31).

6. Disminuir el consumo de alcohol. En 1994, la I Encuesta Nacional de Drogas (12 a 64 años), informó que la prevalencia de consumo de alcohol en el último mes era de 46.66% disminuyendo a un 40,5% en la IX

Encuesta Nacional de Drogas (2010). Los jóvenes (12-18 años) son los que más consumen con 55,4%, seguido por los adulto-jóvenes (19-25 años) con 47,7% y adultos (> 35 años) 44,4%. La ENSA 2010, señaló que el consumo semanal promedio de alcohol puro es 88,40 g y superior a los 55,58 g/día, el que no debería ser superior a los 20 g diarios, condición que sólo el 2% de los bebedores en Chile lo logra. Estos datos son concordantes con los del estudio de Carga de Enfermedad y Carga Atribuible al Alcohol en Chile (MINSAL 2007) (32-33).

En Chile, los antecedentes señalan que los g de etanol que se consumen se alejan de todas las recomendaciones internacionales sobre un consumo moderado de alcohol, con inicio a temprana edad. El promedio del trago estándar chileno es de 15,5g de alcohol puro (mientras que la referencia internacional es de 10g (34).

Restringir consumo de sodio. El consumo de sodio en Chile, es el doble de lo recomendado por los organismos internacionales; los mayores de 15 años consumen en promedio 9,8g/día; por sexo, se observa un consumo diario de 9,45g en las mujeres y de 10,24g en los hombres. Una proporción importante de este alto consumo de sal está relacionada con el consumo de productos elaborados y procesados (35).

Suplementos nutricionales. Preferir alimentos y bebidas en su forma natural

En Chile al igual que en resto del mundo existe un aumento notable en el consumo de suplementos nutricionales en la forma de pastillas, bebidas y alimentos especiales.

Lactancia materna. La lactancia materna exclusiva en Chile ha ido aumentando desde 1993, de un 46,4% a un 59,6% en el 2005, de las madres que logran la lactancia exclusiva hasta el 3er mes y de un 16,0% a un 45,8% de las madres que amamantan hasta el 6to mes. Las metas a alcanzar son lograr lactancia exclusiva hasta el 6to mes (36).

Considerando el impacto de lactar para evitar el cáncer de mama de las madres y las infecciones en los lactantes, se recomienda alimentación exclusiva al seno materno (la legislación actual en Chile lo facilita) hasta los 6 meses y posteriormente complementada con alimentos ricos en proteína y micronutrientes (Hierro y Zinc) hasta los 2 años o más según la opción de alimentación que la madre elija para su hijo.

Sobrevivientes de cánceres. Seguir las indicaciones del equipo de salud y mantener conductas saludables.

CONCLUSIONES

Los antecedentes presentados señalan que a nivel poblacional tenemos un perfil de riesgo de cáncer elevado el que está asociado a las conductas alimentarias, consumo de alcohol, actividad física, obesidad, todos ellos, incompatibles con la salud. El patrón de consumo de alimentos de la población chilena y los indicadores analizados se alejan de las recomendaciones dadas por los organismos internacionales para el fomento y la protección de la salud (37-38).

Es imprescindible que la población tome conciencia sobre el efecto que tiene este patrón de consumo sobre el perfil epidemiológico y especialmente en los factores de riesgo relacionados con el desarrollo de los distintos cánceres asociados.

REFERENCIAS

1. International Agency for Research on Cancer (IARC), Organización Mundial de la Salud (OMS) [Internet]. Francia: GOBACAN 2008. Section of cancer information International Agency for Research on Cancer; 2008. [consultado 19 abr 2013]. Disponible en: <http://globocan.iarc.fr/>
2. Organización Panamericana de Salud, Organización Mundial de la Salud (OPS)/ (OSM). Estrategia regional y plan integrado sobre el control y prevención de las enfermedades crónicas. Washington, D.C., USA: OPS; 2007.
3. Ministerio de Salud. (MINSAL). Informe final: Estudio de carga de enfermedad y carga atribuible. Santiago, Chile: MINSAL; 2008.
4. Ministerio de Salud. (MINSAL). La carga de enfermedad en Chile. Santiago, Chile: MINSAL; 1996.
5. Ministerio de Salud. [Internet]. Santiago, Chile: MINSAL; 1996. Defunciones grandes causas; [21 abril 2012]. Disponible en: <http://http://ders-minsal.cl>
6. World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research. Food, nutrition and physical activity and the prevention of cancer: A global perspective. Washington DC, USA: American Institute for Cancer Research; 2007. Disponible en: http://www.dietandcancerreport.org/cancer_resource_center/downloads/summary/spanish.pdf
7. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. [Internet]. Santiago, Chile: JUNAEB. Situación nutricional de los escolares chilenos de 1º Básico. [Consultado 24 mar 2012]. Disponible en: <http://bpt.junaeb.cl:8080/Mapa-NutricionalGx/>.
8. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud: Informe final. Santiago: MINSAL; 2003.
9. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud: Informe preliminar. Santiago: MINSAL; 2009-2010.
10. Ministerio de Salud. El vigía, resumen ejecutivo objetivos sanitarios para la década 2000-2010. Boletín de Vigilancia en Salud Pública de Chile. 2002 Abr; 5(15):1-15.
11. Ministerio de Salud. II Encuesta de calidad de vida y salud. Santiago: Departamento de Epidemiología y Departamento de Promoción de Salud, MINSAL; 2006.
12. Gobierno de Chile, Chile Deportes. Observatorio Social Universidad Alberto Hurtado Encuesta nacional de hábitos de actividad física y deporte en la población chilena mayor o igual a 18 años informe de resultados 2006. Santiago, Chile: Gobierno de Chile; 2007.
13. Instituto Nacional de Deportes. [Internet]. Santiago, Chile: IND. Encuesta nacional de hábitos en actividad física y deportes. 2009. Principales resultados; 2010 [10 mayo 2012]. Disponible en: www.lanacion.cl/noticias/site/artic/.../habitos_en_actividad_fisica.pdf
14. Olivares S, Albala C, García F, Jofré I. Publicidad televisiva y preferencias alimentarias en escolares de la Región Metropolitana. Rev Méd Chil 1999; 127: 791-9.
15. Olivares S, Kain J, Lera L, Pizarro F, Vio F, Moron C. Nutritional status, food consumption and physical activity among Chilean school children: a descriptive study. Eur J Clin Nutr. 2004; 58: 8 1278-85.
16. Ministerio de Educación. [Internet]. Santiago, Chile: MINEDUC. Informe de resultados educación física de Octavo año de educación básica SIMCE; 2010. [Consultado 28 marzo 2012]. Disponible en: http://www.cooperativa.cl/prontus_not/site/artic/20110309/a_socfile/20110309122818/informe_de_resultados_educacion_fisica_1.pdf
17. Diario Estrategias. [Internet]. Santiago, Chile: Ed. Gestión. Negocio de bebidas refrescantes se duplica en Una Década. 2013 Abr 24. [Consultado Marzo 2013]. Disponible en: http://www.estrategia.cl/detalle_noticia.php?cod=21085
18. Olivares S, Bustos N, Lera L, Zelada M. Estado nutricional, consumo de alimentos y actividad física en escolares mujeres de diferente nivel socioeconómico de Santiago de Chile. Rev Med Chil. 2007; 135:71-78.
19. Lera L, Olivares S, Leyton B, Bustos N. Patrones alimentarios y su relación con sobrepeso y obesidad en niñas chilenas de nivel socioeconómico medio alto. ALAN. 2006 Jun; 56(2):165-170.
20. Diario Estrategias. [Internet]. Santiago, Chile: Ed. Gestión. Latin American Market. Consumo de snacks en Chile. [Consultado 22 abril 2012]. Disponible en: www.estrategia.cl/histo/200601ambito_snac.htm

21. Zapata M. Alimentos. Asociación de empresas de alimentos, Chile. Caramelos, chocolates y otros dulces. [Internet]. Diario Las Últimas Noticias; 2012 Ene [Consultado mayo 2012]. Disponible en: http://www.chilealimentos.com/link.cgi/Servicios/noticiero/2012_ESTUDIO_mercado_coyuntura/Caramelos_chocolates_otros/20538
22. Jackson P, Romo M, Castillo M, Castillo C. Las golosinas en la alimentación infantil. Análisis antropológico nutricional. Rev Med Chile 2004; 132:1235-1242.
23. Instituto Nacional de Estadísticas. IV Encuesta de presupuestos familiares 1987-1988. Estructura del gasto de los hogares del Gran Santiago por grupo quintil de hogares. Santiago, Chile: INE; 1989.
24. Instituto Nacional de Estadísticas. V Encuesta de presupuestos familiares 1996-1997. Estructura del gasto de los hogares del Gran Santiago por grupo quintil de hogares. Santiago, Chile: INE; 1999; 3.
25. Instituto Nacional de Estadísticas. VI Encuesta de presupuestos familiares 2006-2007. Estructura del gasto de los hogares del Gran Santiago por grupo quintil de hogares. Santiago, Chile: INE; 1999; 3.
26. Crovetto M, Uauy R. Evolución del gasto en alimentos procesados en la población del Gran Santiago en los últimos 20 años. Rev. Med. Chil. 2012; 140(3):305-312. [Consultado 10 mayo 2012. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872012000300004&script=sci_arttext
27. Ministerio de Salud (MINSAL). I Encuesta Nacional de Calidad de Vida y Salud. Santiago: MINSAL; 2000.
28. Crovetto M, Uauy R. Cambios en el consumo aparente de nutrientes en el Gran Santiago 1988-1997 en hogares según ingreso y su probable relación con patrón de enfermedades crónicas no transmisibles. Rev. Med. Chil. 2010; 138:1091-1108
29. Olivares C Sonia, Bustos Z Nelly. Consumo de verduras y frutas en grupos específicos de consumidores chilenos: elementos a considerar en su promoción. Rev. Chil. Nutr. [revista en la Internet]. [citado 2013 Sep 11]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000300007&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182006000300007>.
30. Retail in Detail. [Internet]. México. Consumo Carnes 2012. [Consultado junio 2012. Disponible en: www.gcretailindetail.com/.../2012/.../Consumo-per-capita-de-carne-e
31. Crovetto M, Uauy R. Recomendaciones para la prevención del cáncer dadas por el Fondo Mundial para la Investigación sobre el cáncer (FMIC) Análisis de la situación en Chile. Rev.Med.Chil 2013; 141: 626-636
32. Consejo Nacional para el Control de Estupefacientes (CONACE) Estudio Nacional de Drogas en Población General de Chile, 1994. Santiago, Chile: CONACE; 1996.
33. Consejo Nacional para el Control de Estupefacientes (CONACE). IX Estudio nacional de drogas en la población general de Chile. 2010. Santiago, Chile: CONACE; 2011.
34. Organización Panamericana de la Salud. Alcohol y Salud Pública en las Américas. Un caso para la Acción. Año 2007 en línea http://www.who.int/substance_abuse/publications/alcohol_public_health_americas_sp_anish.pdf. Consultado 26 de agosto 2013.
35. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Reducción del consumo de sal en la población. Informe de un foro y una reunión técnica de la OMS, del 5 al 7 de octubre del 2007, París, Francia <http://www.who.int/dietphysicalactivity/salt-report-SP.pdf>. Consultado 26 de agosto 2013
36. Ministerio de Salud. (MINSAL). Manual de Lactancia Materna 2010. Santiago, Chile: MINSAL; 2011.
37. Organización Mundial de la Salud (OMS). Estrategia Mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. En: 57ª Asamblea Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza: OMS; 2004.
38. Organización Mundial de la Salud (OMS). Prevención y control de las enfermedades no transmisibles: Aplicación de la estrategia mundial. Informe de Secretaría. [Internet]. En: 61ª Asamblea Mundial de La Salud; 2008 Arb. [Consultado 4 junio 2012. Disponible en: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A61/A61_8-sp.pdf

Recibido: 16-12-2013
 Aceptado: 17-02-2014

Dietary quality improvement after a short-term nutritional counseling program in individuals with metabolic syndrome

Carla H Piovesan, Fabrício E Macagnan, Luiz Carlos Bodanese, Ana Maria P Feoli

Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul (PUCRS). Porto Alegre - RS - Brazil.
University of Santa Cruz do Sul (UNISC). Cruz do Sul – RS – Brazil.

SUMMARY. Metabolic Syndrome is a complex clinical condition that brings together a set of cardiovascular risk factors. Lifestyle changes, such as eating habit improvements, are first-choice therapies for the treatment of this clinical condition. This study aimed to evaluate the effect of short-term nutritional counseling, on the diet quality and total energetic value (TEV) in individuals with Metabolic Syndrome. Eighty subjects (men and women) aged 30 to 60 years with metabolic syndrome were followed over three months. The Healthy Eating Index tool adapted to the Brazilian population was used for the evaluation of diet quality. Mean age was 51 + 6 years, and 68.6% were women. The mean score of the dietary quality of the population studied increased significantly from 53.02 to 61.65 after intervention. The amount of individuals classified as Inappropriate Diet decreased significantly six-fold, the amount of individuals classified as Healthy Diet increased four-fold, and the percent of diets classified as Diet that Needs Change decreased by 25% when compared to the beginning of the study. Adequate intake of vegetables was inversely associated to abdominal circumference, as well as adequate intake of sodium and fasting serum insulin. The amount of TEV presented a significant reduction ($p < 0.000$) after intervention. The short-term nutritional counseling showed to be efficient to improve dietary quality. Associations between dietary quality and variables studied highlight the importance of nutritional intervention in individuals with metabolic syndrome.

Key words: Metabolic Syndrome X, nutrition therapy, risk factors, motor activity, omega-3 fatty acids

RESUMO. Melhora da qualidade da dieta após um programa de aconselhamento nutricional de curta duração em indivíduos com Síndrome Metabólica. A Síndrome Metabólica é uma condição clínica complexa que reúne um conjunto de fatores que aumentam o risco cardiovascular. Mudanças no estilo de vida como a melhora dos hábitos alimentares são consideradas terapia de primeira escolha nesta condição clínica. Este estudo tem como objetivo avaliar o efeito de uma intervenção nutricional de curta duração sobre a qualidade da dieta e o valor energético total (VET) em indivíduos com Síndrome Metabólica. Oitenta indivíduos (homens e mulheres) com idades entre 30 a 60 anos, com síndrome metabólica foram acompanhados ao longo de três meses. Para avaliar a qualidade da dieta foi utilizado o instrumento Índice de Alimentação Saudável adaptado para a população brasileira. A média de idade foi de 51 + 6 anos e 68,6% eram mulheres. A pontuação média da qualidade da dieta da população estudada aumentou significativamente de 53,02 para 61,65 após a intervenção. A quantidade de indivíduos classificados como dieta inadequada diminuiu significativamente em seis vezes, a quantidade de indivíduos classificados como dieta saudável aumentou quatro vezes, e a percentagem de dietas classificadas como dieta que necessita modificação diminuiu 25% em relação ao início do estudo. A ingestão adequada de vegetais foi inversamente associada à circunferência abdominal, bem como a ingestão adequada de sódio e insulina sérica de jejum. O VET apresentou uma redução significativa ($p < 0,000$) após a intervenção. O aconselhamento nutricional de curta duração mostrou-se eficiente para melhorar a qualidade da dieta. As associações entre a qualidade da dieta e as variáveis estudadas destacam a importância da intervenção nutricional em indivíduos com síndrome metabólica.

Palavras-chave: Síndrome X Metabólica, terapia nutricional, fatores de risco, atividade motora, ácidos graxos omega- 3

INTRODUCTION

The Metabolic Syndrome (MS) is a complex disorder represented by a set of cardiovascular risk factors usually related to the central storage of fat and to insulin resistance (1). From an epidemiologic standpoint, this syndrome is responsible for

an increase of around 1.5 times in general mortality and of 2.5 times in mortality due to cardiovascular reasons (2).

According to the World Health Organization (WHO), four of the six most important morbid-mortality risk factors associated to chronic diseases (systemic arterial hypertension, hypercholesterolemia, insufficient intake of fruits, vegetables, overweight and obesity, physical inactivity,

smoking) are related to diet (3).

Interventions that give priority to the improvement of diet quality affect several criteria of the MS, thus reducing the risk of cardiometabolic complications (4,5).

Nutritional counseling for a healthy diet should be the first management approach adopted in the treatment of MS, aiming to reach or maintain the weight considered adequate, to decrease levels of total cholesterol, LDL, TG, as well as to increase HDL levels (6). Nutrition directly affects lipidic profile and body weight. An efficient intervention is based on the development of an individualized nutritional plan capable of preventing a sustainable decrease in weight between 5 and 10% of the initial body weight (4).

The evaluation of food intake plays an important role in providing subsidies for a nutritional intervention focused on the improvement of eating habits. Specific needs or characteristics of a diet, which may predispose or worsen diseases, need to be addressed in food intake evaluations. An analysis tool that identifies inadequate eating habits provides data for an intervention directed towards the need for change (7).

Dietary evaluation tools, such as the Healthy Eating Index (HEI), were developed by the United States Department of Agriculture's (USDA) Center for Nutrition Policy and Promotion (CNPP), based on the work of Kennedy et al, to measure how well diets adhere to the recommendations of the Dietary Guidelines and to assess diet quality using a single composite number (7).

The HEI proposed in 1995 was considered by the American Dietetic Association as an adequate tool to measure diet quality in the American population and to create a gradient that reflects risk for many chronic diseases related to nutrition (8). Its design was based on the importance of certain nutrients and on dietary recommendations of the Food and Nutrition Board (9).

In 2004, Fisberg et al. (10) adapted the HEI for the Brazilian population (10). Since then, this tool has been increasingly used, at first the HEI adapted for Brazilians (HEI BR) was used with adolescents. However, in Brazil and in the world this tool is rarely used in the population with MS and other non-transmittable chronic diseases.

Considering the relevance of treatment with nutritional counseling for a healthy diet, the present study aimed at evaluating the effect of a short-term nutritional counseling for a healthy diet, on the dietary quality and total energetic value in individuals with MS.

MATERIALS AND METHODS

The sample totaled 80 individuals (men and women aged 30 to 60 years), and sixty-seven completed the follow-up over three months. The sample consisted of secondary data basis from a major study. The metabolic syndrome was defined according to criteria by the Third Report of the U.S. National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel (NCEP ATP III), that is, abdominal circumference >88 cm for women and >102 cm for men; systolic blood pressure >130 mmHg and diastolic blood pressure >85 mmHg; fasting glucose >100 mg/dl; triglycerides >150 mg/dl; cholesterol HDL <40 mg/dl for men and <50 mg/dl for women (4). Data collection was conducted from August 2006 and June 2008. The sample was screened via ads published on communication medias (newspapers, radios, neighborhood newsletters).

The following exclusion criteria were considered: use of medications for weight reduction and/or lipid-lowering drugs, history of cardiovascular event, body mass index >40 kg/m² (BMI calculated as kg/height²) (11), pregnancy, use of an antidepressant medication, hypothyroidism; out of reach and/or did not show for follow-up.

The research protocol was started after approval by the Ethics in Research Committee of Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul (PUCRS) and written informed consent was obtained from all the volunteers.

Anthropometry and body composition assessments: Body weight was obtained to the nearest 0.1 kg with a mechanical balance Cauduro®, with a capacity of 160 kg, using the minimum possible clothing and no shoes. Height was measured without shoes while standing on a level, hard surface using a stadiometer, with 2 m of height and accurate to 0.5 cm. Waist circumference was measured at the maximum extension of the abdomen as recommended by Lohman et al (12), using an common inextensible and inelastic tape measure with 150 cm in length.

Nutritional counseling: Nutritional intervention was performed by trained professionals. The monitoring occurred individually and lasted three months. The initial and final assessment comprised the food records, measurement of weight, height and waist circumference. Dietary intake was measured by the 24-hour recall method and two food records (one week day and one we-

ekend day) before and after the intervention. After the evaluation, individualized dietary plans were delivered to each patient.

The food plan was based on recommendation of the NCEP ATP III (4), which encourages the following composition: Total calories: to reduce weight in 5% to 10%; carbohydrates: 50-60% of total calories, with emphasis on complex carbohydrates; fibers: 20-30g/day; total fat: 25%-35% of total calories; saturated fatty acids: < 10% of total calories; polyunsaturated fatty acids: up to 10% of total calories; monounsaturated fatty acids: up to 20% of total calories; cholesterol: <300 mg/day; protein: 0.8 g to 1.0 g/kg present weight/day or 15% of total calories; micronutrients: as recommended by DRIs (13).

The follow-up visits occurred every two weeks, totaling six consultations, to discuss changes in eating habits, nutrition guidelines, and the importance of compliance with the diet to promote weight loss and to improve the quality of health. The dietary intervention included written and oral instructions in the form of lecture, with the aid of a sequence of posters. The achievement of goals and main difficulties to adhere to diet were verified in all consultations, and topics on healthy eating: labeling of foods, trans fats, functional foods, food pyramid, sodium intake, encouraging to eat at least five portions of a variety of fruit and vegetables a day, and clarification of doubts were approached.

The recommended dietary plan was organized from calorie equivalents. The food groups and servings sizes of each food group were established in accordance with the Brazilian Adapted Food Pyramid (14). Four groups of calorie levels were established, in accordance with the recommendation of 20 to 25 kcal/kg (15), aiming at the weight loss of 5% of initial weight within 3 months (4). The four groups of calorie levels established were: 1,600, 1,900, 2,200 and 2,500 kcal per day. Homemade measures of food records were converted into grams and milliliters and the quantification of nutrients was done using the computerized program of the São Paulo School of Medicine Nutwin®. Reference measurements as per the size of servings were based on Brazilian Adapted Food Pyramid (14). In this program the data of the Brazilian Table of Food Chemical Composition (TACO in its Portuguese acronym) was included (16).

The HEI Adapted to Brazilians: The HEI Adapted to Brazilians (HEI BR) is the sum of 10 component

scores. Components 1 to 5 measure the degree to which a person's diet complies with the Brazilian Adapted Food Pyramid recommendations for the 5 major food groups: Grains (bread, cereal, rice, and pasta), Vegetables, Fruits, Dairy (milk, yogurt, and cheese), and Meat, eggs and beans (meat, poultry, fish, dried, eggs, beans and nuts). Components 6 to 9 assess compliance with recommendations for total fat, saturated fat, cholesterol, and sodium intakes. The intakes of saturated fat, total fat, cholesterol, and sodium were scored with 10 points if saturated fat $\leq 10\%$ of energy, total fat $\leq 30\%$ of energy, cholesterol <300 mg, and sodium < 2400 mg. A zero score was given for >15% of energy for saturated fat, > 45% of energy for total fat, cholesterol >450 mg, and sodium >4800 mg. Between these 2 cutoffs, scores were scaled proportionately. The final component examines the variety of foods in the diet (similar foods, such as oranges and orange juice, are considered one item toward variety). A total intake of food from fifteen different food groups or more per day was assigned a score 10, while the food intake from five different food groups was assigned a score 0. Intermediate amounts were assigned scores according to their amounts. Each component is scored from 0 (for lack of compliance) to 10 (for full compliance), with intermediate scores calculated to indicate degree of compliance with dietary recommendations. The total HEI BR score ranges from 0 (worst) to 100 (best) (10).

The HEI BR was calculated before and after the intervention, using the three food records, including 1 weekend day, provided by each patient. The HEI BR value of each volunteer represents the mean of these three records.

The final score of each evaluated component was totaled up, resulting in a final score which classifies the diet quality as: Inadequate Diet = below or equal to 41 points; Diet that Needs Change = higher than 41 and lower than 64 points; Healthy Diet = equal to or higher than 64 points (10).

Biochemical measurements: Blood samples were collected after a 12-h overnight fasting by venous puncture. Plasma glucose, serum total cholesterol, serum triglyceride and serum HDL-cholesterol concentrations were measured by standard enzymatic methods using reagents in a fully automated analyzer (Vitros 950 dry chemistry system; Johnson & Johnson, Rochester, NY). LDL-cholesterol was estimated using the Friedewald equation (17).

Statistical Methods: Data was summarized and classified according to frequency and percentage (for the category variables), and mean and standard deviation (for continuous variables). Student's t-test was used to measure the effect of changes before and after intervention on HEI BR components. For associations between HEI BR, total energetic value (TEV), anthropometric profile, serum and arterial blood pressure variables, Pearson's linear correlation coefficient and multiple linear regression were used. The significance level was $p < 0.05$.

RESULTS

The results refer to a total of 67 participants who completed the 3-month monitoring period. Thirteen volunteers were excluded from the study because they could not attend more than two consecutive appointments.

Mean age of the population studied was 51 + 6 years, and 68.6% were women. The study population characteristics are described in Table 1.

In the beginning of the study, during HEI BR analysis, volunteers presented low scores (<4) for the components: Vegetables, Fruit and Sodium, which demonstrate low intake adequacy of these nutrition groups. Intermediate scores (≥ 4 and <6,4) were observed for the following

components: Grains; Dairy; Meat eggs and beans; Total fat and Variety; and high scores (>6,4) were recorded for Cholesterol and Saturated Fat. At the end of the follow-up none of the assessed diet components presented a low mean score. Score amounts that were low in the beginning of the intervention changed to intermediate. Intermediate and high scores stayed within this point cut after intervention.

The highest percentage noticed for the zero score before and after the intervention, which indicates in-

Table 1. Characteristics (mean + Standard Deviation or percentage) of subjects studied.

Characteristics		N
Female (%)	68.60	46
Male (%)	31.40	21
Age (years)	51 ± 6	67
Weight (Kg)	87 ± 13	67
Body mass index (kg/m ²)	33.22 ± 4.23	67
Abdominal circumference (cm)	106 ± 9.25	67
Fasting glucose (mg/dl)	108 ± 38.50	67
Triglycerides (mg/dl)	213.60 ± 114.80	67
HDL-cholesterol (mg/dl)	44.24 ± 10.22	67
Systolic blood pressure (mmHg)	130.68 ± 15.37	67
Diastolic blood pressure (mmHg)	81.90 ± 10.85	67
Fasting insulin (mg/dl)	18.87 ± 10.61	67

Table 2 - Short-term nutritional counseling program effect on HEI BR components and Total Energetic Value in individuals with Metabolic Syndrome.

Dietary Component	Score before intervention	Score after intervention	P
	Score Mean ± SD	Score Mean ± SD	
Total Energetic Value (kcal)	1,846.32 ± 575	1,535.83 ± 305	0.000 *
Grain	4.69 ± 1.48	4.24 ± 1.53	0.045 *
Vegetable	3.45 ± 2.03	4.73 ± 1.98	0.000 *
Dairy	5.29 ± 2.36	5.61 ± 2.20	0.352
Fruit	3.06 ± 2.40	4.26 ± 2.33	0.002 *
Meat, eggs and beans	5.02 ± 2.49	5.07 ± 2.03	0.896
Cholesterol	8.45 ± 1.98	8.75 ± 1.99	0.277
Total Fat	6.34 ± 2.53	7.49 ± 2.25	0.003 *
Saturated Fat	6.60 ± 2.77	8.57 ± 2.15	0.000 *
Sodium	3.87 ± 2.31	5.39 ± 1.90	0.000 *
Variety	6.17 ± 2.23	7.79 ± 2.61	0.000 *
Final Score	53.02 ± 9.63	61.65 ± 7.67	0.000 *

Scores values are mean + Standard Deviation or percentage.

* Student t test significant at $p < 0.05$.

HEI BR (Healthy Eating Index adapted for Brazilians)

adequate intake, was found for the component Fruit. On the other hand, the highest percentage for the 10 score was associated to Cholesterol, during both steps of the study.

The effects of the short-term nutritional counseling program over the dietary quality and total energetic value of the volunteers who participated on the study are described in Table 2.

Nutritional counseling significantly improved the HEI BR's Final Score. The study population presented a significant reduction in values of TEV, an improvement in the Total Fat, Saturated Fat, Sodium and diet Variety scores.

A significant improvement in the intake adequacy of the Fruit and Vegetables scores was also observed (Table 3). The linear correlation coefficient analysis demonstrated a statistically inverse association ($p < 0.05$) between an adequate vegetable intake and abdominal circumference, indicating that the more the diet in the Vegetables group approached the recommended values, the smaller was the abdominal circumference we observed. A high score of the Sodium component was associated to smaller levels of serum insulin. Thus, the

Sodium component also had a positive association with the Total Fat and Saturated Fat components, which suggests that, in this population, the smaller the amount of sodium intake, the lower total fat and saturated fat intake was observed in the daily diet. There was a positive association between daily values of energy intake and fasting serum insulin. The values of energy intake were inversely associated with adequate cholesterol intake, that is, in this population, the higher the total energy values, the smaller the score for Cholesterol component intake.

The multiple linear regression models showed a positive association between abdominal circumference and Variety component. A positive association has also been found between serum insulin and TEV. In contrast, a negative association was noticed between serum insulin and the Sodium score variation in HEI Adapted. There was a negative association between the Meat, eggs and beans group variation and body weight. Finally, HEI BR Total Fat component had a negative association with the variance of total cholesterol serum and serum LDL cholesterol (Table 4).

Before the intervention, 12.12% of the volunteers

Table 3. Pearson's linear correlation coefficient.

Variable	r	P
Abdominal Circumference - Vegetable Score	- 0.264	0.032*
Fasting insulin - Sodium Score	- 0.319	0.009*
Fasting insulin - Total Energetic Value	0.296	0.016*
Weight - Meat, eggs and beans Score	- 0.282	0.022*
BMI- Meat, eggs and beans Score	- 0.245	0.047*
Sodium Score - Total Fat Score	0.268	0.030*
Sodium Score - Saturate Fat Score	0.267	0.030*
Saturate Fat Score - Vegetable Score	0.249	0.043*

*Significant at $p < 0.05$.

BMI (Body mass index)

Table 4. Multiple linear regression.

Variable	β	p
Abdominal Circumference - Variety Score	0.280	0.041*
Fasting insulin - Sodium Score	- 0.346	0.020*
Fasting insulin - Total Energetic Value	0.354	0.020*
Weight - Meat, eggs and beans Score	- 0.328	0.023*
Cholesterol serum - Total Fat Score	- 0.376	0.046*
LDL- cholesterol - Total Fat Score	- 0.457	0.011*

*Significant at $p < 0.05$.

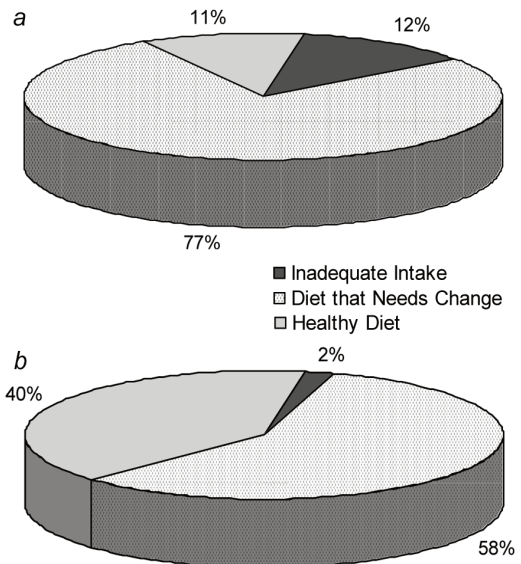


Figure 1
Dietary quality classification based on the HEI BR Score.

Panel a) shows the distribution of classifications of diets, based on the HEI BR, before the follow-up. Panel b) shows the distribution of classifications of diets, based on the HEI BR, after the follow-up.

HEI BR (Healthy Eating Index adapted for Brazilians)

presented Inadequate Diet, 77.28% presented Diet that Needs Change, and 10.6% presented a Healthy Diet. After the intervention, there was significant improvement in all classifications, and only one of the volunteers showed an inadequate diet classification. Diet quality classification observed in the studied population is presented in Figure 1.

DISCUSSION

The purpose of the study was to evaluate the effect of a short-term nutritional counseling program, on the diet quality and total energetic value in individuals with Metabolic Syndrome.

Food habits changes focused on MS should prioritize a healthy body weight reduction (2, 4). During this study the body weight reduction mean reached the 5% goal established (2, 4) compared to the beginning, and the mean weight changed from 87 kg to 82 kg at the follow-up ends. The proposed model showed a significantly reducing BMI, abdominal circumference, fasting insulin and glucose, triglycerides and systolic blood pressure (data not shown).

The HEI BR indicates it is a tool that assigns a score and ranks important dietary risk factors for MS. As suggested by other evidence, diets rich in salt, total fat and saturated fat intake are directly associated with chronic diseases, such as obesity, cardiovascular disease (CAD), hypertension and diabetes, all those intrinsically related to the Metabolic Syndrome's diagnostic criteria (8, 18).

The Healthy Eating Index was the instrument used by McCullough et al. (19) to assess the diet quality in cohort data studies such as Nurses' Health Study and Professional's Follow-up Study. The authors demonstrated that men with top HEI scores, which means a high quality diet, had 39% less risk to develop cardiovascular diseases if compared to those with a low score. In women, this ratio would determine 28% less risk of CAD for those with high diet quality scores when compared to the ones that presented low HEI scores (19). The nutritional intervention proposed by this model was shown to improve dietary items recommended by NCEP ATP III (4) and other health associations around the world (2, 4).

The final HEI BR score presented significant improvement in this population, which demonstrates the benefits of the nutritional behavior in these volunteers'

diet quality. The mean score of the studied population's diet quality increased significantly, from 53.02 to 61.65, after intervention ($p < 0.000$). This mean value was lower than that observed in other studies with American population (7, 8) and was similar to those observed in a recent study with Brazilian volunteers (20). The amount of individuals classified on an Inadequate Diet was six times smaller at the end of the monitoring phase. The amount of individuals classified on a Healthy Diet was four times higher, and the percentage of diets classified as Diet that Needs Change was 25% lower, when compared to the beginning of the study.

Among the components studied in the HEI BR the highest score means, i.e. the most adequate intake, was observed in the Cholesterol and Saturated Fat groups during both phases of the study. These results, also found by Fisberg et al (10), may be explained in the light of the inaccuracy of data regarding the quantity of these dietary items in the nutrition facts label and food labels.

The nutritional intervention performed led to an improvement in dietary components that had low scores before the study. Although the nutrition component Fruit had a significant score increase, from the lowest classification to the intermediate classification, this item still remained as the one with the lowest HEI mean for this population, a result that was similar to that reported by Fisberg et al. (20).

The nutritional intervention model resulted in a significant improvement in seven out of ten components that include HEI BR, and an unexpected score reduction regarding Grains group. These results emphasize the need for specific guidance about an adequate intake of this nutritional group. It is possible to hypothesize that this this nutritional group was underestimated during reports and dietary records (20).

The nutritional intervention performed promoted a significant increase in Total Fat, Saturated Fat and Sodium scores, which were items that presented low values in the beginning of the program. Previdelli's et al. (21) reported a similar result for sodium components. There was also a significant improvement in the mean score for the following nutritional groups: Vegetables and Fruit, and Diet Variety. An adequate Fruit and Vegetable intake becomes important because of its relationship with abdominal obesity and cardiometabolic diseases increase, as shown in previous studies (18,19).

In 2005, Fung et al. (22) verified an association between scores provided by different diet quality and serum concentrations in inflammatory markers assessment tools. In that study, a high score in the adapted Healthy Eating Index was associated to a lower concentration of inflammatory biomarkers, endothelial disorder and a 30 percent reduction in C-reactive protein levels of those subjects who presented a higher dietary quality.

A meta-analysis verified that fruit and vegetable intake is inversely associated to the risk of developing CVD (23). In the present study, subjects with MS presented low scores regarding an adequate ingestion of Fruit and Vegetables groups. After completing the monitoring phase a significant increase was observed in these groups' scores, which demonstrates a more adequate dietary intake after the nutritional intervention.

To know the quality and the adequate intake of certain food items, i.e. individuals diagnosed with CAD, diabetes or hypertension, allows focusing the intervention on the dietary risk. The adoption of this tool should be stimulated mainly because it is cost effective and easy to understand, either by professionals or by the general population, and due to the gradient of dietary quality it reflects.

However, some limitations in this study should be mentioned, like the difficulty to get volunteers due to some demanding exclusion criteria, as follows: use of drugs for MS diagnosis criteria and dietary supplementation. During the research phase, more than one thousand people interested in participating contacted the researchers, but only 10 percent fulfilled the inclusion criteria.

Studies have shown a tendency to underreport food intake by female subjects, overweight individuals as well as by people who are undergoing treatment for weight loss (24). In the present study, most of the sample consisted of female subjects, and all participants were overweight or obese as of the process of reducing weight. These characteristics may indicate a possible underreporting of actual intake. Another limitation is linked to the methods of dietary surveys used. It is known that the information collected in the 24-h recall and food record depends of memory and the cooperation of the patient. However, these methods are a widely used to collect data on eating behaviors and measuring energy intake in adults (24).

CONCLUSIONS

HEI Adapted to Brazilians revealed a significant improvement in overall dietary quality, demonstrating that a short-term nutritional counseling program promoted a significant result in individuals with MS.

The associations found between HEI BR components and the studied variables suggest that nutritional intervention plays a positive role in changing risk factors present in MS. This study demonstrated nutritional intervention efficiency in seven out of ten HEI BR components, and contributes to devise intervention approach in clinical practice.

Other studies and models where dietary quality indexes are adapted become necessary to measure other dietary characteristics, such as the amount of trans fat, and to adjust sugar intake.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank to the participants for their valuable help. We thank Professor Helio Radke Bittencourt for statistical assistance. The authors had no conflicts of interest to declare.

REFERENCES

1. 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). *JAMA*. 2001; 285(19):2486-2497.
2. Diretriz Brasileira para diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica. (Brazilian Guidelines for diagnosis and treatment of metabolic syndrome) *Hipertensão* 2004;7(4):121-163.
3. Guilbert JJ: The world healthy report 2002 – reducing risks, promoting healthy life *Educ Health (Abingdon)*. 2003;16(2):230.
4. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III): Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002;106(25):3143-421.
5. Kahn R, Buse J, Ferrannini E, Stern M: The metabolic syndrome. *Lancet*. 2005 Dec 3;366(9501):1921-2.
6. Hu FB, Willett WC: Optimal diets for prevention of co-

- ronary heart disease. *JAMA*. 2002;27;288(20):2569-78.
7. Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming KJ: The Healthy Eating Index: design and applications. *Am Diet Assoc*. 1995;95(10):1103-8.
 8. Kennedy ET, Bowman SA, Spence JT, Freedman M, King J: Popular diets: correlation to health, nutrition, and obesity. *J Am Diet Assoc*. 2001;101(4):411-20.
 9. Basiotis PP, Carlson A, Gerrior AS, Juan WY, Lino M: The Healthy Eating Index: 1999-2000. U.S. Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion. CNPP-12.
 10. Fisberg RM, Slater B, Barros RR, Lima FD, Cesar CLG, Carandina L, Barros MBA, Goldbaum M: Healthy Eating Index: Evaluation of adapted version and its applicability. *Rev Nutr*. 2004;17:301-318.
 11. World Health Organization (WHO) : Body Mass Index. Geneva: 1998.
 12. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD: Circunferencias, Antropométric standardizations reference manual. Edited by: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Champaign. IL: Human Kinetics; 1988.
 13. Murphy SP, Poos MI: Dietary Reference Intakes: summary of applications in dietary assessment. *Public Health Nutr*. 2002;5(6A):843-9.
 14. Philippi ST, Latterza AR, Cruz ATR, Ribeiro LC: Adapted food pyramid: A guide for a right food choice. *Rev Nutr*. 1999;12:65-80.
 15. Patiño JF: Determinación del gasto energético en el paciente quirúrgico. (Determination of energy expenditure in surgical patients) In: Lecciones de cirugía. Bogotá, Colombia; 2000.
 16. Tabela brasileira de composição de alimentos. (Brazilian's table food composition) NEPA-2. ed. Campinas SP: NEPA-UNICAMP, 2006.
 17. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS: Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without the use of preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972;18:499-502.
 18. Pan Y, Pratt CA: Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. *J Am Diet Assoc*. 2008 Feb;108(2):276-86.
 19. McCullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ, Giovannucci EL, Rimm EB, Hu FB, Spiegelman D, Hunter DJ, Colditz GA, Willett WC: Diet quality and major chronic disease risk in men and women: moving toward improved dietary guidance. *Am J Clin Nutr*. 2002 Dec;76(6):1261-71.
 20. Fisberg RM, Morimoto JM, Slater B, Barros MB de A, Carandina L, Goldbaum M, Latorre MRDO, Cesar CLG: Dietary quality and associated factors among adults living in the State of São Paulo, Brazil. *J Am Diet Assoc*. 2006 Dec:106(12)2067-72.
 21. Previdelli AN, Lipi M, Castro MA, Marchioni DML: Dietary quality and associated factory workes in the metropolitan region of São Paulo, Brazil. *J Am Diet Assoc*. 2010 May:110(5)786-790.
 22. Fung TT, McCullough ML, Newby PK, Manson JE, Meigs JB, Rifai N, Willett WC, Hu FB. Diet-quality scores and plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. *Am J Clin Nutr*. 2005 Jul;82(1):163-73.
 23. Dauchet L, Amouyel P, Hercberg S, Dallongeville J: Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: a meta-analysis of cohort studies. *J Nutr*. 2006;136(10):2588-93.
 24. Fisberg RM, Marchioni DML: Avaliação do consumo alimentar e da ingestão de nutrientes na prática clínica. (Assessment of food consumption and nutrient intake in clinical practice) *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2009;53(5):617-24.

Recibido: 04-04-2014

Aceptado: 11-06-2014

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*

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Colombia. Grupo de Investigación Alimentación y Nutrición Humana. Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago Chile

RESUMEN. En Colombia, el embarazo adolescente es un problema de salud pública, con serias implicaciones en la salud y nutrición del binomio madre-hijo. El objetivo del estudio fue evaluar características sociodemográficas, económicas, de seguridad alimentaria, de salud y el estado nutricional por antropometría en adolescentes en el tercer trimestre de embarazo y asociar estos factores con el peso de los recién nacidos. Se realizó un estudio analítico de corte transversal con 294 embarazadas (semana 27-40) del programa de control prenatal de la Red Pública Hospitalaria de Medellín-Colombia. Se buscó asociación del peso al nacer del neonato con las variables explicativas. El bajo peso en embarazadas se presentó en mayor proporción en adolescentes cuyas familias devengaron menos de un Salario Mínimo Mensual -SMMLV-, en las que tenían 15 años o menos y con edad ginecológica menor de cinco años. La mayor proporción de pequeños para la edad gestacional se presentó en adolescentes con infecciones, bajo peso gestacional e ingresos menores a un SMMLV. Devengar menos de un SMMLV disminuye 118 gramos el peso del recién nacido (IC95%:-2,5a-234,7) y por cada kilogramo que aumentó el peso pregestacional materno, el peso al nacer aumentó 10,3 g (IC95%: 2,0 - 18,5). Los ingresos económicos inferiores a un SMMLV se asociaron con bajo peso materno y con recién nacidos pequeños para la edad gestacional. El peso pregestacional, el índice de masa corporal bajo en tercer trimestre de gestación y la presencia de infecciones urinarias y/o vaginales de la madre se asociaron con recién nacidos pequeños para la edad gestacional.

Palabras clave: Estado nutricional, embarazo adolescente, adolescente, peso al nacer.

SUMMARY. Adolescent pregnancy: maternal characteristics and their association with birth weight of the newborn.

In Colombia, adolescent pregnancy is a public health problem, with serious implications for the health and nutrition of the binomial mother-child. Objective: assess socio-demographic, economic, food security, health and maternal nutritional status characteristics by anthropometric measures in a group of pregnant adolescents in Medellín-Colombia on their third trimester of pregnancy and associate them with the newborns weight. Methods and materials: A cross sectional analytical study was made with 294 pregnant women (week 27 to 40), who participating in prenatal control program of the public hospital network in Medellín-Colombia. We sought Association of weight at birth with the explanatory variables. Results: underweight in pregnant women was presented in families that had lower income wages than the Standard Minimum Wage Income – SMWI–, adolescents who were younger than 15 years old and those who had a gynecological age less than five years. In newborns, the highest proportion of small children for pregnancy age was found in mothers who presented infections, low pregnancy weight and low family income less than the minimum wage. For those whose earnings was less than the minimum income the newborn weight decreased 118g (CI95%:-2,5 a - 234,7), in addition, for each kilogram that increased the pre-pregnancy weight, newborn weight increased in 10,26g (CI95%:1,98 a -18,5). Conclusions: low-weight pregnancy and low-weight newborns are associated with low family income. Pre-pregnancy weight, body mass index in the third trimester of pregnancy and mother's presence of urinary tract and vaginal infections were associated with the newborn's weight.

Key words: Nutritional status, adolescent pregnancy, adolescent, birth weight.

INTRODUCCIÓN

La adolescencia, es una etapa caracterizada por grandes cambios físicos, biológicos, psicológicos, emocionales y sociales. En esta etapa es trascenden-

tal la búsqueda de identidad el enfrentarse a nuevas experiencias, entre ellas, el despertar a la sexualidad (1), factor de riesgo potencial para el embarazo en la adolescencia.

Colombia hace parte del segundo grupo de naciones

en el mundo con más altas tasas de fecundidad adolescente: entre 75 y 100 por mil nacidos vivos (2) y se le atribuye a Antioquia ser el departamento que más contribuye con estas cifras. En el último informe de la Dirección Seccional de Salud en Antioquia, 25,7% y en Medellín 23,1% de los embarazos son de adolescentes (3). El embarazo adolescente se vincula con graves riesgos para la salud y a mayor cercanía del embarazo al momento de la primera menstruación mayores pueden ser las complicaciones. En ese período la adolescente aún no ha cesado su crecimiento, lo que incrementa el riesgo de déficit energético y de nutrientes indispensables para un adecuado crecimiento, una óptima ganancia de peso en el embarazo, el buen desarrollo fetal y adecuado peso del neonato. Las deficiencias nutricionales y el bajo peso al nacer –BPN– se han asociado con alteraciones en la formación de las estructuras corporales y con mayor probabilidad de sufrir problemas metabólicos, como obesidad y enfermedades cardiovasculares en la edad adulta.

En Colombia el bajo peso gestacional en embarazadas adolescentes es 28,6% (4) y el BPN alcanza 7% (5). La gestación adolescente como causa del BPN puede explicarse por la competencia entre el feto y la madre por los nutrientes, la malnutrición materna, prematuridad, las características de salud propias de este periodo; o por la presencia de factores de riesgo característicos de esta edad, como el consumo de licor, sustancias psicoactivas, cigarrillo e inadecuados hábitos de alimentación.

Se ha evidenciado mayor prevalencia de embarazo adolescente en contextos de pobreza, e inequidad social, condiciones que contribuyen con la inseguridad alimentaria en el hogar, con serias implicaciones para la madre y el feto en formación (6). Según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional -ENSIN 2010-, la prevalencia de inseguridad alimentaria en Colombia fue 42,7%, y se encontró que los hogares más vulnerables eran los integrados por adultos y menores de 18 años, encabezados por mujeres y con adultos desempleados (4).

Otros aspectos de gran trascendencia para considerar en el embarazo adolescente es la deserción escolar y la dificultad para reintegrarse al sistema educativo después del embarazo, lo que tiene un efecto negativo en la calidad de vida, al someter en muchos casos a estas mujeres al subempleo y baja remuneración económica (7) que contribuyen a la replicación interge-

neracional de la pobreza.

El embarazo adolescente es una de las temáticas prioritarias por investigar en el país, por las implicaciones que este tiene en el desarrollo del capital humano y en la salud de las futuras generaciones. Además de lo anterior, la prevención del embarazo adolescente es uno de los indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en el cual, El país no alcanzará a cumplir las metas esperadas.

Por todo lo expuesto anteriormente, el propósito de este estudio es explorar el contexto sociodemográfico en el que se desarrolla el embarazo adolescente, caracterizar el estado nutricional materno y relacionar estos aspectos con el peso de los recién nacidos; para diseñar e implementar estrategias que contribuyan a mejorar la atención en salud y nutrición de este grupo y contribuir así a aminorar las graves consecuencias del embarazo adolescente en un contexto de vulnerabilidad emocional, social y económica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio analítico de corte transversal. La población objetivo fue de 659 embarazadas adolescentes entre 10 y 19 años de edad en tercer trimestre de gestación (semana 27 a 40), asistentes al programa de control prenatal de la Red Pública Hospitalaria de Medellín entre agosto de 2011 y abril de 2012. Se calculó una muestra con un error del 4%, una confianza de 95% y se tomó como variable de interés el bajo peso gestacional en adolescentes, el cual según la ENSIN 2010 fue 28,6% (4), lo que arrojó una muestra de 283 embarazadas; por razones de disponibilidad, se evaluaron 11 adolescentes más, para una muestra final de 294. El diseño de la muestra fue estratificado, proporcional y representativo para cada uno de los Centros de Atención en Salud.

En la madre se indagó por variables:

- Demográficas: edad, nivel educativo, estado civil, ocupación, entre otras.
- Socioeconómicas: ingresos familiares mensuales, estrato socioeconómico, percepción de seguridad alimentaria en el hogar.
- Antecedentes de salud y ginecobstétricos, enfermedades antes y durante la gestación.
- Antropométricas: peso pregestacional, peso actual, estatura, perímetro de brazo y pantorrilla e índice de masa corporal IMC pregestacional y

actual.

En el recién nacido se recolectaron los datos de edad gestacional al nacimiento, tipo de parto, sexo y peso al nacer.

Se incluyeron embarazadas que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: estar inscrita al programa prenatal, ser menor de 19 años, estar en tercer trimestre y tener embarazo monofetal.

La recolección de datos estuvo a cargo de un grupo de profesionales de la salud previamente capacitados y estandarizados. El peso se midió en kilogramos, con una báscula electrónica marca Tanita HD 313 de 0,1 kilogramos de precisión y capacidad de 150 kilogramos, la estatura se tomó en centímetros, con un estadiómetro marca Seca de 0,1 centímetros de precisión, los perímetros, con una cinta métrica marca Mabis de 0,1 centímetros de precisión.

La clasificación del estado nutricional en tercer trimestre de gestación de la embarazada se realizó según la Norma del Ministerio de Salud de Chile propuesta de Atalah y col (8). Para los perímetros de brazo y pantorrilla se definió riesgo cuando se encontraban por debajo de 24 cm y 32 cm (9), respectivamente. La adecuación de la estatura para las adolescentes hasta los 18 años se evaluó por medio del indicador estatura/edad, de acuerdo con los estándares de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud – OMS– de 2005 (10). Se clasificó según la Resolución Nacional 2121 del 2010 así: <-2DE Talla baja para la edad, -2 a <-1DE riesgo de talla baja y -1DE en adelante talla adecuada para la edad.

El peso pregestacional se describió como indicador cuantitativo y no se realizó clasificación categórica, debido a que para las adolescentes de 18 años o menos se dispone de cuatro categorías de clasificación y para las de 19 años de tres categorías, las cuales no son comparables entre sí.

El peso al nacer se clasificó por edad gestacional, según la propuesta de Fenton (11) así: entre el percentil 10 y 90 peso adecuado, menor al percentil 10 pequeño para la edad gestacional y mayor al percentil 90 grande para la edad gestacional. Debido a que solo se presentaron dos recién nacidos en esta última categoría, fueron incluidos para los análisis estadísticos en la clasificación de peso adecuado.

Para la evaluación de la seguridad alimentaria de los hogares se utilizó la Escala Latinoamericana y Caribeña para la Medición de la Seguridad Alimentaria

(12). Para la clasificación del estrato socioeconómico se utilizó la clasificación nacional de uno a seis, donde uno es el estrato-socioeconómico más bajo.

Análisis estadístico.

El procesamiento estadístico de datos se realizó en el Software SPSS versión 18,0. El análisis descriptivo para las variables cuantitativas comprendió medidas como media, mediana, moda y desviación estándar; para las variables cualitativas se utilizaron frecuencias absolutas y porcentajes. Se realizó un análisis bivariado entre la clasificación del peso al nacer y variables explicativas, la asociación se buscó mediante la prueba de χ^2 . Se determinó la normalidad de las variables cuantitativas con el test de Kolmogorov-Smirnov, según su distribución normal se realizó la prueba de análisis de varianza y la t de Student para comparar las diferencias de las medidas antropométricas entre grupos. Se realizó una regresión lineal múltiple para explorar las variables que se asocian con el peso al nacer.

El modelo final cumplió los supuestos de normalidad, colinealidad, homocedasticidad, independencia de residuos por Durbin-Watson y homogeneidad de varianza según la prueba de Levene.

Consideraciones éticas

El estudio cumplió con los principios éticos de acuerdo con la declaración de Helsinki y la resolución 008430 de Colombia (13). Fue aprobada por los Comités de Ética para la Investigación de Metrosalud y de la Sede de Investigación de la Universidad de Antioquia. Las embarazadas dieron su asentimiento y los adultos responsables de las adolescentes el consentimiento informado para la participación. Para la revisión de las historias clínicas de nacimiento, las instituciones hospitalarias en las que se realizó el proceso dieron su aval y autorización para tal fin.

RESULTADOS

La edad promedio de las adolescentes fue $17,3 \pm 1,5$ años. Se encontró una proporción de embarazadas de 15,6% con 15 años o menos, la más joven tuvo 13 años. Al momento de la entrevista, 70% de las participantes no se encontraban estudiando, de éstas, 56,2% no lo hacía por el embarazo y 43,8% por otros motivos. En relación con la ocupación, una cuarta parte de las embarazadas estudiaba, casi 70% eran amas de casa o no tenían ninguna ocupación actual (36,7% y

32,3%, respectivamente) y solo 5,4% tenían algún tipo de empleo. Respecto a las características socioeconómicas, 95,2% de adolescentes estaban afiliadas al régimen subsidiado de atención en salud y 4,4% restante al vinculado. El 45,2% de madres residían en el estrato socioeconómico dos, 34,4% en el uno y una menor proporción en el estrato tres. El ingreso económico mensual familiar para una tercera parte de los hogares fue \$580.000 o menos, la media del ingreso fue \$766,807, equivalentes a 434 dólares estadounidenses y se reportó como ingreso mínimo \$50.000/mes (25 dólares estadounidenses aproximadamente). En términos de Salario Mínimo Mensual Legal Vigente –SMMLV– vigente al año 2012; devengaron menos de un SMMLV 39,6% de las familias y entre uno y dos 48,4%. Se clasificaron en inseguridad alimentaria 64,3% de los hogares.

Respecto a las características de salud, la edad promedio de la menarca fue 12,4 años, 52,1% de embarazadas tuvo una edad ginecológica menor a cinco años, casi ocho de cada diez adolescentes no planearon su embarazo y una de cada siete no hacían uso de ningún método de planificación familiar. Ingresaron al programa de control prenatal de manera tardía 48,6%. Con relación a la presencia de patologías, 89% de las participantes presentaron infección vaginal y/o urinaria. Antes del embarazo, el consumo de licor, uso de cigarrillo y sustancias psicoactivas fue reportado por 66,3% de las adolescentes y durante la gestación la prevalencia alcanzó 35,4%.

En la evaluación antropométrica se encontró que en relación con el estado nutricional previo al embarazo, el IMC pregestacional promedio fue 20.8 kg/m²±3.0 y 29% pesaban menos de 45 kg. Referente a la clasificación de la estatura materna, 50% tuvieron talla adecuada para la edad; 39,1% presentaron riesgo de talla baja y 10% retraso en talla. Para las medidas de perímetro de brazo y perímetro de pantorrilla, los valores promedio fueron 26,0±2,9 cm y 33,9±2,97 cm, respectivamente. En el caso del perímetro de brazo 23,8% de las participantes se ubicaron por debajo del punto de corte y para el perímetro de pantorrilla la proporción aumentó ligeramente a 24,5%.

En la evaluación del estado nutricional por IMC en tercer trimestre de gestación se encontró 33,7% de las madres clasificadas como enflaquecidas y 12,2% con sobrepeso/obesidad. El bajo peso en las embarazadas se presentó en mayor proporción en aquellas cuyas fa-

milias devengaron menos de un SMMLV ($p=0,003$), en las que tenían 15 años o menos ($p=0,011$) y en aquellas con edad ginecológica menor de cinco años ($p=0,004$). Para las medidas de perímetro de brazo y pantorrilla hubo una diferencia significativa entre el promedio y la clasificación del IMC materno ($p=0,000$).

De las 274 embarazadas con información del recién nacido, se presentó un mortinato. Por tipo de parto, 21,6% de los nacimientos fue por cesárea. Las adolescentes con 15 años o menos, con sobrepeso u obesidad y parto prematuro presentaron la mayor prevalencia de parto quirúrgico ($p>0,05$). De los nacidos vivos, la edad gestacional promedio al momento del parto fue 39 semanas, nacieron a término 95,2% y antes de la semana 37 de gestación 4,8%. La prematuridad se presentó en mayor proporción en embarazadas solteras, en aquellas cuyas familias devengaron menos de un SMMLV, las que ingresaron tardíamente al control prenatal, que consumieron licor, cigarrillo y sustancias psicoactivas antes del embarazo, con infecciones vaginales y/o urinarias en la gestación y con inseguridad alimentaria en el hogar ($p>0,05$).

En relación con el peso al nacer, el peso promedio fue 3087±408 gramos. Se clasificaron con adecuado peso para la edad gestacional 85,3%, pequeños para la edad gestacional 13,9% y grandes para la edad gestacional 0,7%. Al realizar el análisis bivariado entre las características maternas y el peso al nacer de los hijos, se encontró que la proporción más grande de niños que nacieron pequeños para la edad gestacional fue producto de adolescente que presentaron infecciones vaginales y/o urinarias en el transcurso de la gestación ($p=0,045$), embarazadas con bajo peso ($p=0,029$) y aquellas cuyas familias devengaron menos de un SMMLV ($p=0,034$) (Tabla 1). De las características neonatales, la mayor proporción de pequeños para la edad gestacional se presentó en las niñas ($p=0,013$).

Al aplicar el modelo de regresión lineal múltiple, se halló que las variables que resultaron ser significativas fueron los ingresos económicos y el peso pregestacional, evidenciando cómo devengar menos de un SMMLV disminuye en 118 g el peso al nacer en el recién nacido (IC95%:-2,5 a -234,7), además, por cada kilogramo que aumenta el peso pregestacional de la madre se incrementa el peso al nacer de los niños en 10,3 g (IC95%:1,9 a -18,5) (Tabla 2).

Tabla 1: Características socioeconómicas, de seguridad alimentaria y de salud maternas según peso al nacer del recién nacido

		Clasificación del peso al nacer				P‡
		Peso adecuado para la edad gestacional		Pequeño para la edad gestacional		
		n	%	n	%	
Edad	≤de 15 años	40	90	4	9,1	0,312
	>. de 15 años	195	85,2	34	14,8	
Nivel educativo	Ninguno – Primaria	25	86,2	4	13,8	0,652
	Secundaria	190	86,8	29	13,2	
	Técnicos o superiores	20	80	5	20	
Estado civil	Soltera	140	85,9	23	14,1	0,912
	Casada - Unión libre	95	86,4	15	13,6	
Ocupación	Estudiante	62	87,3	9	12,7	0,691
	Ama de casa	84	83,2	17	16,8	
	Algún tipo de empleo	13	92,9	1	7,1	
	Ninguna ocupación	76	87,4	11	12,6	
Ingresos económicos	Menos de 1 SMMLV	64	78	18	22	0,034
	Entre 1 y 2 SMMLV	95	89,6	11	10,4	
	Más de 2 SMMLV	20	95,2	1	4,8	
Edad ginecológica	Con riesgo	127	89,4	15	10,6	0,097
	Sin riesgo	103	82,4	22	17,6	
Ingreso oportuno al CPN	Si	126	86,9	19	13,1	0,678
	No	109	85,2	19	14,8	
Presencia de infecciones	No	37	75,5	12	24,5	0,045
	Si	162	87,1	24	12,9	
Consumo de sustancias antes del embarazo*	Si	155	86,1	25	13,9	0,984
	No	80	86	13	14	
Consumo sustancias durante el embarazo*	Si	83	84,7	15	15,3	0,62
	No	152	86,9	23	13,1	
Clasificación de la seguridad alimentaria	Seguros	76	81,7	17	18,3	0,161
	Inseguros	154	88	21	12	
Clasificación del IMC materno	Bajo peso	76	80	19	20	0,029
	Normalidad	122	87,1	18	12,9	
	Sobrepeso - Obesidad	37	97,4	1	2,6	
Clasificación del indicador Talla/edad	Talla baja para la edad o retraso en talla	18	81,8	4	18,2	0,077
	Riesgo de talla baja	71	82,6	15	17,4	
	Talla adecuada para la edad	100	92,6	8	7,4	
Perimetro Pant	Sin riesgo	179	87,7	25	12,3	0,172
	Riesgo	56	81,2	13	18,8	
Clasificación PB	Sin riesgo	178	87,7	25	12,3	0,192
	Riesgo	57	81,4	13	18,6	

*Alcohol-cigarrillo y sustancias psicoactivas, ‡Prueba de chi².

Tabla 2: Asociación del peso al nacer con variables sociodemográficas, económicas, de salud, antropométricas de la madre

Variables	Beta	Valor p.	*I.C 95% para B		FIV‡
			Límite inferior	Límite superior	
Devengar menos de 1 SMMLV	-118,6	0,045	-234,7	-2,5	1,03
Clasificación perímetro de pantorrilla	-53,4	0,46	-195,6	88,8	1,24
Peso Pregestacional	10,3	0,015	2	18,5	1,27

*Intervalo de confianza, ‡Factor de inflación de la varianza

Este estudio no encontró asociación significativa entre el peso al nacer con características como edad, estado civil, nivel educativo, ocupación y seguridad alimentaria, edad ginecológica, periodo intergenésico y consumo de sustancias psicoactivas antes o durante el embarazo ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio indican que el peso pregestacional, el IMC bajo en el tercer trimestre, los ingresos económicos inferiores a un SMMLV, la presencia de infecciones urinarias y/o vaginales y ser niña, se asocia con neonatos pequeños para la edad gestacional. De igual manera, la mayor proporción de bajo peso gestacional en las adolescentes embarazadas se presentó en las que tenían ingresos familiares menores a un SMMLV, con 15 años o menos y en aquellas con edad ginecológica inferior a cinco años.

El embarazo adolescente conlleva grandes y graves implicaciones para el desarrollo físico, social y emocional de la mujer y su hijo. En el presente estudio, casi dos de cada diez adolescentes tenían 15 años o menos, cifra similar al promedio nacional.

Según la Federación Latinoamericana de Sociedades de Obstetricia y Ginecología, Colombia y Brasil son los países con la mayor proporción de embarazadas en este rango de edad, hallazgo importante y que merece un análisis especial, no solo por la complejidad de las causas que lo originan, sino por los mayores riesgos en salud y nutrición de un embarazo a tan corta edad (7).

La OMS reporta que 90% de los embarazos en adolescentes ocurren en países de bajos y medianos ingresos (14). En esta investigación la mayor proporción de embarazadas pertenecían al estrato socioeconómico bajo y bajo-bajo, contexto de carencia que limita la continuidad escolar.

Solo 25% de las adolescentes estudiaban al momento de la entrevista, lo que contribuye al círculo intergeneracional de la pobreza, a limitar las oportunidades laborales y un proyecto de vida diferente al de la maternidad (7).

Además de lo anterior, llama la atención la alta proporción de embarazadas con inseguridad alimentaria en el hogar, que fue superior a la reportada en el ámbito municipal y nacional. En la gestante adolescente la inseguridad alimentaria limita el consumo de alimentos fuentes de proteínas, vitaminas y minerales, e incrementa el riesgo de deficiencia de micronutrientes y, por ende, de niños con bajo peso al nacer.

En relación con el estado de salud, se resalta cómo más de la mitad de las embarazadas tuvieron una edad ginecológica menor de cinco años, factor de riesgo para el buen desarrollo de la gestación, evidenciado por diversos estudios, entre ellos uno realizado en Cuba (15), que mostró mayor probabilidad de presentar enfermedades y riesgos obstétricos en las adolescentes.

El presente estudio encontró asociación entre la edad ginecológica menor a cinco años y el bajo peso materno, lo que puede explicarse porque el crecimiento de la adolescente no termina hasta los cuatro años después de la menarquía y porque la gestación genera sobrecarga nutricional por la competencia de nutrientes entre la madre y el feto, lo que se asocia con placentas de menor tamaño y menor transferencia de nutrientes de la sangre del útero al cordón umbilical del feto.

Llama la atención por su importancia clínica la alta proporción de adolescentes con consumo de licor, cigarrillo y sustancias psicoactivas antes y durante la gestación, debido a las consecuencias de su consumo sobre el desarrollo neurológico, psicomotor y crecimiento de los recién nacidos; situación de riesgo que se agrava cuando se suma la asistencia tardía de este

grupo poblacional al programa de control prenatal.

En esta investigación alrededor de cinco de cada diez embarazadas ingresaron después de la semana 14 al programa de Control Prenatal, estos resultados son comparables con los encontrados por Villancis C. y col (16) en Bogotá, en el cual las adolescentes embarazadas ingresaron después del primer trimestre al programa. Las adolescentes por sus características biológicas, de vulnerabilidad y susceptibilidad social, tienden a ingresar de manera más tardía a los servicios de salud y a tener poca adherencia a los controles por miedo a ser juzgadas y rechazadas. Un estudio realizado en Louisiana, encontró que haber recibido un adecuado cuidado prenatal se relacionó de forma significativa con resultados obstétricos favorables en la gestante adolescente (17).

Con relación al estado nutricional materno hay suficiente evidencia de que este desempeña un papel importante sobre el recién nacido (9) razón por la cual el peso preconcepcional, el IMC gestacional y la ganancia de peso son indicadores que requieren de un minucioso seguimiento en la embarazada adolescente. Un estudio realizado por Gibbs y col encontró que el IMC previo al embarazo fue menor entre las adolescentes menores de 16 años, en comparación con las adultas (18). Además de lo anterior, Ticona Rendón (19) en Perú concluyó que los factores nutricionales de la madre antes del embarazo, como peso inferior a 45 kg, estatura menor a 1.50 m e IMC menor a 20 kg/m² fueron los principales determinantes del bajo peso al nacer.

Diferentes estudios, entre ellos los realizados por Restrepo (20) en Colombia, Ludwing en Michigan y New Jersey (21), entre otros, evidencian una asociación directa entre el peso materno y el peso del recién nacido.

Además de lo anterior, 50% de las adolescentes del estudio presentaron retraso en talla o riesgo de talla baja para la edad, lo que evidencia un pasado nutricional adverso que condiciona el buen desarrollo de la gestación. Fueron las niñas, las que presentaron mayor proporción de pequeños para la edad gestacional. Lo anterior es determinante en el desarrollo del capital humano de las futuras generaciones, debido a que estudios de cohorte realizados en países de bajos y medianos ingresos, como Brasil, Guatemala, Filipinas e India, demostraron que el valor en centímetros de una puntuación Z a los dos años de edad determina

la talla del adulto. Es decir, a mejor estatura a los dos años, mejor podrá ser la talla del adulto. Estas cohortes también han permitido evidenciar que el incremento en la talla a los dos años de edad puede incrementar el nivel de ingresos y la escolaridad, razón por la cual el peso y la talla al nacer de una niña puede condicionar la talla de su descendencia, que en el caso de ser del género femenino contribuye con el círculo intergeneracional de la subnutrición de la mujer (22).

En cuanto al peso al nacer para la edad gestacional se encontró 13,9% de pequeños para la edad gestacional y 0,7% grande para la edad gestacional. Datos similares a los reportados por Caraballo L. en Venezuela (23) en relación con la proporción de pequeños para la edad gestacional, pero disímiles en la proporción de neonatos grandes para la edad gestacional (7,8%).

Otros indicadores de relevancia para tamizaje nutricional y detección de riesgos en embarazadas son el perímetro del brazo y de la pantorrilla, debido a que éstos se correlacionan con el IMC materno, razón por la cual se recomienda su incorporación temprana en el monitoreo rutinario del control prenatal (24).

El presente estudio encontró asociación entre los ingresos de la familia con el bajo peso materno y con el bajo peso al nacer. Resultados similares con el peso al nacer se han reportado por otros estudios realizados por Anaelena Bragança de Moraes en Brasil (25). La evidencia sugiere que el nivel socioeconómico más bajo puede asociarse con restricción del crecimiento intrauterino, menor peso al nacer y mayores complicaciones neonatales.

Si vivir en un contexto de pobreza en cualquier momento de la vida es un fenómeno complejo, vivirla durante la gestación adolescente lo es más. La pobreza limita las oportunidades esenciales a las que tienen derecho todos los seres humanos, entre ellas la alimentación, que genera restricción en la ingesta de calorías y nutrientes, lo que afecta la formación de los órganos y tejidos y la expresión genética del feto y repercute no solo en el nacimiento, sino también en etapas posteriores de la vida del RN y su próxima generación, si la hay.

Las embarazadas adolescentes deben ser una prioridad para la atención, por su vulnerabilidad psicológica, económica y social. Lamentablemente, en la práctica, las actividades se reducen a la consulta prenatal. Desde el deber ser, las estrategias de atención a este grupo, deben encaminarse hacia la identificación

de riesgos, como la edad materna, inseguridad alimentaria, consumo de tabaco y sustancias psicoactivas, maltrato familiar, desplazamiento, rechazo a la gestación y patologías maternas. La intervención de riesgos debe acompañarse de la comprensión del contexto sociocultural, psicológico, alimentario y nutricional, de tal manera que se implementen estrategias contextualizadas y ajustadas a las necesidades de las embarazadas y sus familias. Unido a lo anterior, la educación nutricional, la complementación alimentaria, la suplementación de micronutrientes, especialmente ácido fólico, hierro y calcio y la vigilancia del peso materno, antes, durante y después de la gestación han demostrado ser efectivas en la atención a este grupo de población.

El actual Sistema General de Seguridad Social en Salud debe garantizar la atención oportuna y con calidad a la mujer en etapa de gestación, a las niñas, adolescentes y mujeres en edad reproductiva, solo así se logrará romper el ciclo de la desnutrición madre-hijo.

Se reconoce como limitación de este estudio, la no estandarización en la toma de los datos antropométricos del recién nacido, debido a que los nacimientos se presentaron en diferentes instituciones de la ciudad de acuerdo con la referencia de las embarazadas en la red de servicios y el tipo de afiliación a la Seguridad Social en Salud.

Como conclusión, este estudio evidencia que los ingresos económicos inferiores a un SMMLV se asociaron con el bajo peso materno y con los recién nacidos pequeños para la edad gestacional. El peso pregestacional, el índice de masa corporal bajo en tercer trimestre de gestación y la presencia de infecciones urinarias y/o vaginales de la madre también se asociaron con recién nacidos pequeños para la edad gestacional.

AGRADECIMIENTOS

El grupo de investigación agradece a las embarazadas adolescentes, sujetos centrales de este proceso por su vinculación al proyecto, a Metrosalud por permitir realizar la investigación en la institución y a todas las instancias financiadora: Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI) de la Universidad de Antioquia, Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana con recursos de sostenibilidad de 2009-2010 de la Vicerrectoría de

Investigación, Empresa Social del Estado Metrosalud y Laboratorios Laproff.

REFERENCIAS

1. Pescatore C. Adolescencia e Identidad. [cited 20 de junio de 2009]; Available from: www.apdeba.org/publicaciones/2001/02/pdf/022001cahan.pdf.
2. Coll A. Embarazo en la adolescencia. ¿Cuál es el problema?. En: Donas S -ed- Adolescencia y Juventud en América Latina. Primera ed. Costa Rica; 2001; p366.
3. Dirección Seccional de Salud de Antioquia. Estadísticas de Fecundidad. Embarazos 2009. [cited 28 de noviembre de 2010]; Available from: <http://www.dssa.gov.co/index.php/estadisticas/fecundidad>.
4. Ministerio de la Protección Social, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Instituto Nacional de Salud, Profamilia, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Instituto Colombiano del Deporte, et al. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010. Primera ed. Bogotá: ICBF; 2010.
5. Profamilia, Ministerio de la Protección Social, ICBF, USAID. Quinta Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2010. Capítulo 10: Salud Materno Infantil. Primera edición. Bogotá: Profamilia; 2011; p 222 y 226.
6. Pérez A, Bernal J. Predicción del estado nutricional mediante variables antropométricas y de seguridad alimentaria en el hogar de un grupo de embarazadas de Caracas, Venezuela. *Nutr Hosp*. 2006;21:611-6.
7. Gómez P, Molina R, Zamberlin N. Fecundidad en adolescente. En: Orozco LT, editor. Factores relacionados con el embarazo y la maternidad en menores de 15 años en América Latina y el Caribe. Lima: Federación Latinoamericana de Sociedades de Obstetricia y Ginecología. 2010.
8. Atalah E, Castillo C, Castro R, Aldea A. Propuesta de un nuevo estándar de evaluación nutricional de embarazadas. *Rev Med Chile*. 1997;125(12):1429-36.
9. Benjumea M, Bacallao J, Jiménez R. La predicción del bajo peso y del peso insuficiente al nacer mediante la antropometría materna. *Rev Hacia la promoción de la salud*. 2009;14(1):35-53.
10. World Health Organization. Growth reference 5-19 years. Geneva; 2007. [cited 1 Junio de 2012]; Available from: <http://www.who.int/growthref/en/>.
11. Fenton T. A new growth chart for preterm babies: Babson and Benda's chart updated with recent data and a new format. *BMC Pediatr*. 2003;3:13.
12. Álvarez M, Estrada A, Montoya E, Melgar H. Validación de la escala de la seguridad alimentaria doméstica en Antioquia – Colombia 2006. *Salud Publ Mex*.

- 2006;48(6):474-81.
13. República de Colombia, Ministerio de Salud. Resolución n° 008430 de 1993: por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.
 14. Zapata N, Restrepo S. Factores asociados con el índice de masa corporal materno en un grupo de gestantes adolescentes, Medellín, Colombia. *Cad Saúde Pública*. 2013;29(5):921-34.
 15. Balestena J, Balestena S. Impacto de la menarquía en los resultados maternos perinatales en la adolescencia. *Rev Cuba Obstet Ginecol* 2005;31:s/p
 16. Villancis C, Becerra D, Negrete L. Adherencia al control prenatal en la Clínica de Gestantes Adolescentes del Hospital de Engativá de Bogota. Tesis Universidad Nacional de Colombia. 2012. [cited 10 de junio de 2013]; Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6455/#sthash.c9YAyxwn.dpuf>.
 17. Wallace M, Harville E. Predictors of Healthy Birth Outcome in Adolescents: A Positive Deviance Approach. *J Pediatr Adolesc Gynecol*. 2012;25(5):314-21.
 18. Gibbs C, Wendt A, Peters S, Hogue C. The Impact of Early Age at First Childbirth on Maternal and Infant Health. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2012;26(1):259-84.
 19. Ticona M, Huanco D, Ticona, Vildoso M. Incidencia y factores de riesgo de bajo peso al nacer en población atendida en hospitales del Ministerio de Salud del Perú. *Ginecol Obstet Mex* 2012;80(2):51-60.
 20. Restrepo S, Mancilla L, Manjarrés L, Parra B. Evaluación de una intervención alimentaria en gestantes. *Rev Chilena Nutr*. 2010;37:18-31.
 21. Ludwin D, Currie J. The association between pregnancy weight gain and birthweight: a within-family comparison. *The Lancet*. 2010;376:984-90.
 22. Victora C. Los mil días de oportunidad para intervenciones nutricionales. De la concepción a los dos años de vida. *Arch Argent Pediatr* 2012;110(4):311-317
 23. Caraballo L. Estado nutricional y complicaciones inmediatas en neonatos de madres adolescentes. *Arch Venez Puer Ped* 2008;71(2):34-41.
 24. Carrillo S, Pérez A, Hernández R, Herrera H. Asociación entre antropometría materna y el producto de la gestación. *Nutr Hosp*. 2010;25(5):832-7.
 25. Moraes A, Zanini R, Riboldi J, Giugliani E. Risk factors for low birth weight in Rio Grande do Sul State, Brazil: classical and multilevel analysis. *Cad Saude Publica*. 2012;28(12):2293-305.

Recibido: 08-04-2014

Aceptado: 04-07-2014

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

State University of Campinas, Chemistry Institute, Faculty of Food Engineering, Campinas - SP – Brazil.
Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Faculty of Chemistry, Campinas - SP – Brazil

SUMMARY. The aim of the present work was to evaluate molar ratio iron:zinc and the levels of folic acid in biscuit and snacks commercialized in Brazil, prepared with folic acid and iron fortified flours. These nutrients are important for human nutrition; however, iron can have a negative effect on zinc absorption. Molar ratio iron:zinc can indicate if there will be any problems for absorption of these nutrients. The folic acid content varied from 58 to 433 $\mu\text{g}/100\text{g}$ and iron and zinc levels varied from 2.9 to 9.4 $\text{mg}/100\text{g}$ and from 0.2 to 1.3 $\text{mg}/100\text{g}$, respectively, for 75 analyzed samples. The average iron contents observed in the products and molar ratio iron:zinc (in average 8:1 for biscuits and 12.8:1 for snacks) could result in problems with the zinc absorption. Moreover, principal component analyses (PCA) indicated low uniformity in the distribution of minerals and vitamin in the majority of the samples, mainly among brands. The results indicated that for the majority of the samples tested folic acid and iron content was higher than expected for flours and could be useful to governmental authorities in their evaluation program of flour fortification.

Key words: Fortified flour, minerals, vitamin.

RESUMO. Razão molar ferro: zinco e ácido fólico em biscoitos e snacks brasileiros e testes para classificação usando análise por componentes principais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar razão molar ferro: zinco e os níveis de ácido fólico em biscoitos e snacks, comercializados no Brasil, preparados com farinhas fortificadas com ácido fólico e ferro. Esses nutrientes são importantes para nutrição humana, porém, o ferro pode ter efeito negativo na absorção do zinco. A razão molar ferro:zinco pode indicar se haverá problemas para absorção desses nutrientes. O teor de ácido fólico variou de 58 a 433 $\mu\text{g}/100\text{g}$ e os níveis de ferro e zinco oscilaram de 2.9 a 9.4 $\text{mg}/100\text{g}$ e de 0.2 a 1.3 $\text{mg}/100\text{g}$, respectivamente, para 75 amostras analisadas. O valor médio observado para o teor de ferro nos produtos e a razão molar ferro:zinco (em média 8:1 para biscoitos e 12,8:1 para snacks) podem resultar em problemas na absorção do zinco. Além disso, a análise por componentes principais (PCA) indicou baixa uniformidade na distribuição dos minerais e da vitamina na maioria das amostras, principalmente entre marcas. Os resultados mostraram que para muitas amostras o teor de ácido fólico e de ferro estava acima do esperado para as farinhas e podem ser utilizados pelas autoridades governamentais para a avaliação do programa de fortificação de farinhas.

Palavras-chave: Farinhas fortificadas, minerais, vitamina.

INTRODUCTION

Public health authorities in many countries have taken steps to improve the periconceptional intake of folic acid in women planning pregnancy. In the last decade, a great deal of experimental data, epidemiological evidence and clinical trials indicated that dietary folate intake can modulate and inhibit colon, lung, cervix, esophagus, stomach, brain, pancreas, breast, bone marrow and neuroblastoma carcinogenesis. These studies suggest an inverse association between folate intake and the risk of malignancies. It has been suggested that dietary folate supplementation might protect against the initiation of carcinogenesis. Consequently, by contrast, folate

deficiency would predispose to cancer and, in advanced tumorigenesis, folate supplementation might actually potentiate the growth and progression of lesions (1-5).

Iron deficiency is the most common nutritional disorder in the world, and it is estimated that as many as 3.5 billion people could be affected, thus being an important public health problem in both developed and developing countries (6). However, cell DNA damage under pro-oxidant conditions, has been shown to be mediated by iron, since iron is an important element in the establishment of a pro-oxidant status in the cell (7). In epidemiologic studies reviewing diet patterns to assess past exposure to dietary iron, one report (8) found no association, whereas two other studies reported possibly increased risks of Parkinson's disease with increasing levels of dietary iron (9,10).

Zinc has catalytic, structural and regulatory functions and is a component of many enzymes. Skin lesions, anorexia, growth retardation, hypogonadism and the immune suppression function are caused by zinc deficiency. The cause of an inadequate zinc status may be associated with the dietary intake and inhibitors of zinc absorption (11-13). Many studies have shown that high concentrations of iron could have a negative effect on zinc absorption in human adults, when zinc and iron are both present in a solution. An adequate Fe:Zn molar ratio is 4:1 (11,14).

In 2002, Brazil issued a regulation, effective in 2004, requiring corn and wheat flours to be fortified by the addition of folic acid ($150 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1} \pm 20 \%$) and iron ($4.2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1} \pm 20 \%$) (15), but the concentration of these nutrients in foods containing fortified flours as an ingredient is unknown. Brazilian flours are not fortified with zinc, but to know zinc levels is important for the establishment of Fe:Zn molar ratio in these type of food.

According to IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), the average consumption of biscuit by the Brazilian population is 4.8 Kg/person/year (16). According ANIB (Nacional Association of Biscuits Industry) the average consumption of snacks prepared from fortified corn flour was approximately 0.2 Kg/person/year (17). The Recommended Dietary Intakes (RDI) of folic acid, iron and zinc are 240 μg , 14 mg and 7 mg, respectively, for adults. In pregnancy the RDIs for the same nutrients are 355 μg , 27 mg and 11 mg (18).

Biscuits and snacks are popular food eaten by both children and adults; however, they are typically high in the components that make them "unhealthy". Thus, the aim of this work was to evaluate the molar ratio iron: zinc and folic acid levels in biscuits and snacks produced with wheat and corn fortified flour, in order to contribute to an evaluation of the impact of the mandatory fortification program in Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Samples and reagents

The samples evaluated showed the following characteristics: three different brands of milk (MC 1 – MC 3), cream cracker (CB 1 – CB 3) and cornstarch (CC 1– CC 3) biscuits, all in five (A-E) batches respectively and 30 samples of snacks (SN 1 – SN 30), in ten

different types, in 3 batches (A-C), chosen at random. The batches were purchased in local markets in the city of Campinas, São Paulo State, Brazil, and were differentiated according to their expiry dates. The product labels contained information about the ingredients: wheat flour fortified with folic acid and iron. The samples were homogenized, submitted to a sampling procedure, crushed and sieved (equipment with a 28 mesh particle size). The iron, zinc and folic acid determinations were then performed in triplicate.

Folic acid was obtained from Sigma USA (F-7876). Chromatographic grade acetonitrile was acquired from J. T. Backer, USA. Analytical grade acetic acid, potassium hydroxide, trichloroacetic acid, anhydrous dibasic sodium phosphate (Na_2HPO_4) and anhydrous monobasic potassium phosphate (KH_2PO_4) were obtained from Synth, Brazil. The water used in the preparation of the solutions and mobile phase was distilled and deionized (18 M Ω .cm resistivity). The mobile phases and samples after extraction were filtered through Millipore filters (HAWP and FHLP Millipore, Brazil), with 0.45 μm diameter pores. Nitric acid and hydrogen peroxide were acquired from Merck, Germany. Standard iron and zinc solutions were prepared by appropriate dilution of 1000 mg L (AccuStandard, USA) as stock solutions.

Equipments

An Agilent Technologies (USA) series 1100 Liquid Chromatograph equipped with a binary pump and diode array detector was used for the folic acid determination. The Chemstation data acquisition system was used to collect the chromatographic data and to evaluate the peak areas. Folic acid was separated using a Hypersil ODS 5 μm , 125X4.0 mm i.d. column (Agilent Technologies), protected by a Hypersil ODS 5 μm , 4X4 mm i.d. guard column (Agilent Technologies).

A Perkin-Elmer Analyst 300 Atomic Absorption Spectrometer (USA) equipped with a deuterium lamp background corrector was used for the iron and zinc determinations. The liquid sample was aspirated with the help of a pneumatic nebulizer and mixed with an oxidizing air/acetylene (10 and 3 L min flow rate, respectively) flame. The metals were measured in their fundamental states using a hollow cathode lamp for iron (248.3 nm) and zinc (213.9 nm). The other operational parameters (current and slit) were those recommended by the manufacturer.

Folic acid determination

One gram (1.00 g) of each sample of the biscuits and snacks homogenates was taken after sampling and milling the entire material. The vitamin was analyzed according to Boen et al. (19), with modifications in gradient elution. Folic acid was separated using gradient elution, starting with a 100 % acetic acid solution (2 % v/v) pH 2.8, and then adding acetonitrile to reach a mixture containing 76 % acetic acid plus 24 % acetonitrile in 12 minutes for biscuits and 28 minutes for snacks samples. The flow rate was 1.0 mL/min. Identification of the vitamin was provided by comparison of the retention times obtained with a standard analyzed under the same conditions, and also by spiking and comparison of the absorption spectra obtained by DAD. Peak purity was determined using the plotter system available in the Chemstation software. Quantification was performed using an external standard (calibration solutions from 0.045 to 1.5 $\mu\text{g}/100\text{g}$), the analytical curve presenting good linearity in the pre-established concentration bands.

Iron and zinc determinations

After total homogenization of the entire material aliquots of biscuits and snacks, they were taken and mineralized in a digestion block according to Boen and Lima-Pallone (20). Standard iron and zinc solutions containing from 0.5 to 6 mg/L and from 0.1 to 1.0 mg/L, respectively, were prepared using the same 0.01 mol/L HNO_3 solution. Both the standard solutions and the samples were analyzed using the atomic absorption spectrometer described in the Equipment section.

Multivariate analysis

Principal Component Analysis (PCA) was running in Matlab 6.1 Software (Mathworks). The data were represented as a matrix of 15 rows (samples) and 3 columns for biscuits and 30 rows (samples) and 3 columns for snacks, corresponding by 3 variables (iron, zinc and folic acid contents). Due to the different units, the data matrix was autoscaled. Numbers 1 to 5; 6 to 10; 11 to 15 represents MC 1, CB 1, CC 1, batches A to E; MC 2, CB 2, CC 2, batches A to E; MC 3, CB 3 and CC 3, batches A to E, respectively (Figures 2, 3 and 4). In Figure 4, SN 1 to SN 30 was represented with numbers 1 to 30, respectively. For variance analyses Origin 6.1 (OriginLab Corporation, Northampton MA, 01060. USA) program was used.

RESULTS

Table 1 summarizes the results obtained in the determinations of the folic acid, iron and zinc contents in the samples of biscuits. For milk biscuits the vitamin, iron and zinc levels ranged from 97 to 284 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (average of 153 $\mu\text{g}/100\text{g}$), 2.9 to 7.4 mg/100g (average of 5.2 mg/100g) and 0.7 to 1.3 mg/100g (average of 1.0 mg/100g), respectively. In cream cracker biscuits the folic acid content varied from 87 to 171 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (average of 126 $\mu\text{g}/100\text{g}$), and the iron and zinc levels from 3.2 to 9.4 mg/100g (average of 6.2 mg/100g) and 0.5 to 0.8 mg/100g (average of 0.6 mg/100g), respectively. In cornstarch biscuits the vitamin content varied from 71 to 244 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (average of 142 $\mu\text{g}/100\text{g}$), and the iron and zinc levels from 3.7 to 6.7 mg/100g (average of 4.7 mg/100g) and 0.7 to 1.1 mg/100g (average of 0.9 mg/100g), respectively.

Table 2 shows the results obtained in the determinations of folic acid, iron and zinc in snacks. The folic acid concentration ranged from 57.5 to 433.1 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (average of 204 $\mu\text{g}/100\text{g}$), and the variance analyses indicated differences amongst the values (95% of confidence). The iron and zinc levels ranged from 2.9 to 6.9 mg/100g (average of 4.4 mg/100g) and from 0.2 to 0.8 mg/100g (average of 0.4 mg/100g), respectively, and for iron the variance analyses indicated differences amongst the values (95 % of confidence).

In Brazil, the folic acid content in wheat and corn flours varied from 73 to 558 $\mu\text{g}/100\text{g}$, and in the same samples, the iron concentration ranged from 4.6 to 7.4 mg/100g, on average, in the eight different brands evaluated by Boen et al. (19) and Soeiro et al. (21).

In order to extract maximum information from these data (folic acid, iron and zinc composition in biscuits and snacks) the Principal Component Analyses (PCA) test was applied. Figures 1, 2, 3 and 4 present scores and loadings plot. PCA was calculated and two principal components were necessary to explain 90, 77 and 83 % of the total variance for MC (1-3), CB (1-3), CC (1-3) and SN (1-30), respectively.

In Figure 1 it was possible to observe that samples MC 1 (named 1 to 5) were characterized with higher folic acid and were clustered. The samples MC 3 (11 to 15) were grouped and contained more zinc. Samples MC 2 (6 to 10) were not clustered according to folic acid, iron and zinc composition.

For samples of cream cracker biscuits, CB 1 and

TABLE 1. Folic acid, iron and zinc content in biscuits and molar ratio Fe:Zn.

Sample	Folic acid ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		Iron ($\text{mg}/100\text{g}$)		Zinc ($\text{mg}/100\text{g}$)		Molar ratio Fe:Zn
	AV \pm SD	RSD ^a	AV \pm SD	RSD ^a	AV \pm SD	RSD ^a	
MC ^b 1*	105.2 - 156.5		6.1 - 7.4		1.1 - 1.3		
Average value	136 \pm 7	5	7.0 \pm 0.6	8	1.2 \pm 0.1	8	6,5:1
MC 2 *	145.9 - 283.9		2.9 - 7.0		0.7 - 1.2		
Average value	204 \pm 57	28	6.0 \pm 1.9	43	0.9 \pm 0.2	27	7,9:1
MC 3 *	97.0 - 183.3		3.8 - 4.2		0.9 - 1.1		
Average value	119 \pm 43	36	4.1 \pm 0.2	6	1.0 \pm 0.1	8	4,8:1
CBc 1 *	93.3 - 170.3		3.4 - 4.8		0.6 - 0.7		
Average value	170 \pm 33	20	4.4 \pm 0.6	14	0.6 \pm 0.02	3	8,6:1
CB 2 *	87.4 - 170.9		3.2 - 7.2		0.7 - 0.8		
Average value	123 \pm 32	26	5.6 \pm 1.7	30	0.7 \pm 0.07	10	9,1:1
CB 3 *	98.9 - 156.7		7.0 - 9.4		0.5 - 0.6		
Average value	125 \pm 26	21	8.8 \pm 1.0	11	0.6 \pm 0.03	6	17,5:1
CCd 1 *	157.0 - 244.3		3.7 - 5.4		0.7 - 1.1		
Average value	193 \pm 41	21	4.4 \pm 0.7	16	0.8 \pm 0.2	19	6,5:1
CC 2 *	112.6 - 170.5		5.4 - 6.7		0.9 - 1.1		
Average value	143 \pm 21	15	6.0 \pm 0.6	9.5	1.1 \pm 0.1	7	6,3:1
CC 3 *	70.6 - 113.4		3.3 - 4.2		0.7 - 1.0		
Average value	88 \pm 19	21	3.7 \pm 0.4	10	0.9 \pm 0.15	17	4,8:1

^aAV \pm SD RSD – average \pm standard deviation Relative standard deviation, ^bMC – milk cookie, 1 – 3 = brand, cCB – cream cracker biscuit, 1 – 3 = brand, dCC - cornstarch cookie, 1 – 3 = brand, *values for batches A to E.

TABLE 2. Folic acid, iron and zinc in snacks.

Sample	Folic acid ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		Iron ($\text{mg}/100\text{g}$)		Zinc ($\text{mg}/100\text{g}$)		Molar ratio Fe:Zn
	AV \pm SD	RSD ^a	AV \pm SD	RSD	AV \pm SD	RSD	
SN 1 ^b *	225.6 - 348.3		2.9 - 4.5		0.3 - 0.4		
Average value	298 \pm 47	16	4 \pm 1	22	0.3 \pm 0.06	17	15,9:1
SN 2 *	251.6 - 400.2		3.3 - 5.1		0.6 - 0.8		
Average value	335 \pm 76	23	4 \pm 1	24	0.7 \pm 0.1	16	6,7:1
SN 3 *	163.5 - 433.1		3.4 - 5.1		0.2 - 0.6		
Average value	256 \pm 153	60	4 \pm 1	22	0.4 \pm 0.2	57	11,9:1
SN 4 *	199.5 - 441.7		4.7 - 6.0		0.3 - 0.4		
Average value	333 \pm 123	37	6 \pm 1	13	0.4 \pm 0.06	16	17,5:1
SN 5 *	198.8 - 289.4		3.3 - 6.0		0.3 - 0.4		
Average value	256 \pm 50	20	5 \pm 1	30	0.4 \pm 0.06	16	14,6:1
SN 6 *	212.2 - 307.3		3.5 - 5.2		0.4 - 0.5		
Average value	246 \pm 53	22	4 \pm 1	20	0.4 \pm 0.06	14	11,7:1
SN 7 *	149.2 - 201.5		3.7 - 4.7		0.2 - 0.4		
Average value	169 \pm 28	22	4 \pm 1	12	0.3 \pm 0.1	35	16,6:1
SN 8 *	113.9 - 182.9		2.9 - 4.9		0.4 - 0.6		
Average value	146 \pm 35	24	4 \pm 1	27	0.5 \pm 0.1	25	9,4:1
SN 9 *	57.5 - 159.5		3.1 - 5.4		0.4 - 0.7		
Average value	117 \pm 53	45	4 \pm 1	33	0.5 \pm 0.2	29	9,4:1
SN 10 *	104.5 - 156.3		4.7 - 6.9		0.3 - 0.4		
Average value	151 \pm 44	29	5 \pm 1	23	0.4 \pm 0.06	16	14,6:1

^aAV \pm SD RSD – average \pm standard deviation Relative standard deviation

^bSN – snack, 1 – 10 = type/brand,

*values for batches A to C

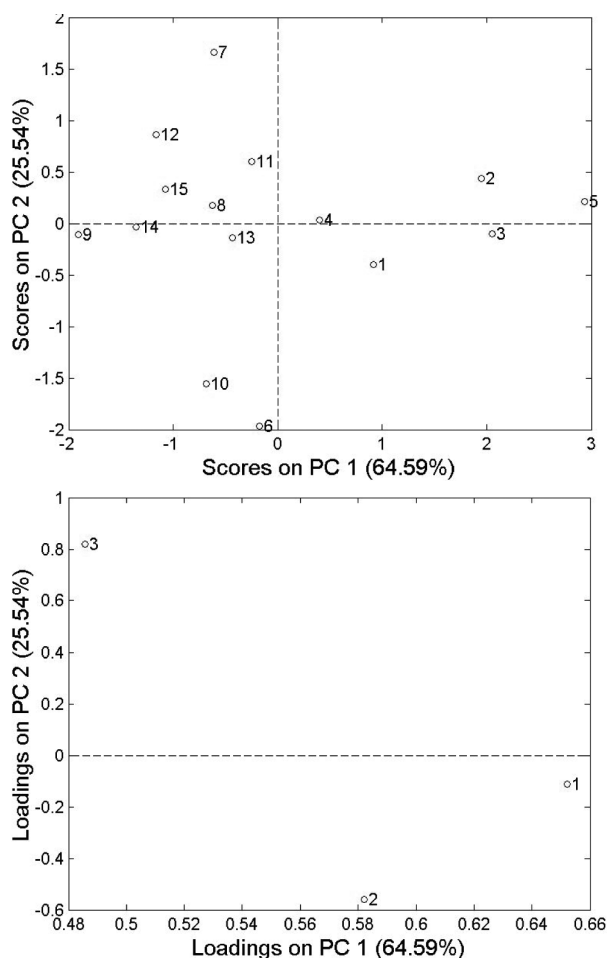


Figure 1 – A – Scores plot MC samples by PCA : MC1 A-E (1 to 5), MC2 A-E (6 to 10) and MC3 A-E (11 to 15) ; B – A – Loads plot MC samples by PCA: 1 – folic acid, 2 – iron and 3 – zinc.

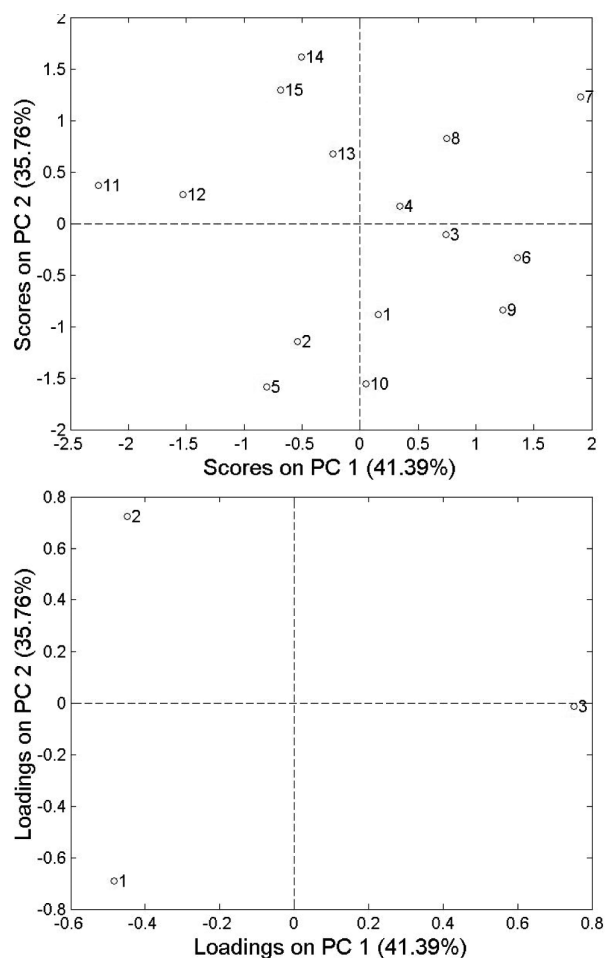


Figure 2 – A – Scores plot CB samples by PCA : CB1 A-E (1 to 5), CB2 A-E (6 to 10) and CB3 A-E (11 to 15) ; B – A – Loads plot CB samples by PCA: 1 – folic acid, 2 – iron and 3 – zinc.

CB 2, it was not observed grouping according to each brand. Only CB 3 (11 to 15, in Figure 2) presented cluster characterized by high iron content.

Samples of cornstarch cookies were characterized by grouping related to brands. Samples CC 1 (1 to 5 in Figure 3) contained more folic acid levels. On the other hand, CC 2 (6 to 10), presented more iron and zinc and CC 3 (11 to 25) were clustered, but the variables folic acid, iron and zinc were not responsible for this action.

Snacks samples (1 to 30, Figure 4) are not clustered according to the variables folic acid, iron and zinc.

DISCUSSION

Among biscuits in 13% of the samples the folic acid concentration exceeded the regulatory value for

fortified flours by approximately a twofold value. In average 38 % of the products tested contained levels below the value added and 49% were in accordance with the values cited in the Brazilian legislation for fortified flours. For iron 49 % of samples were in accordance, 42% exceeded the regulatory value for fortified flours and 9 % contained levels below the amount added to flours. In 63% of the samples of snacks the folic acid concentration exceeded the regulatory value for fortified flours by approximately a twofold value, as well as 10 % of the products tested contained levels below the value added and 27% were in accordance with the expected values for enriched flours. In 33% of the snacks the iron content exceeded the regulatory value, 23 % of the products tested contained levels below the value added and 44 % were in

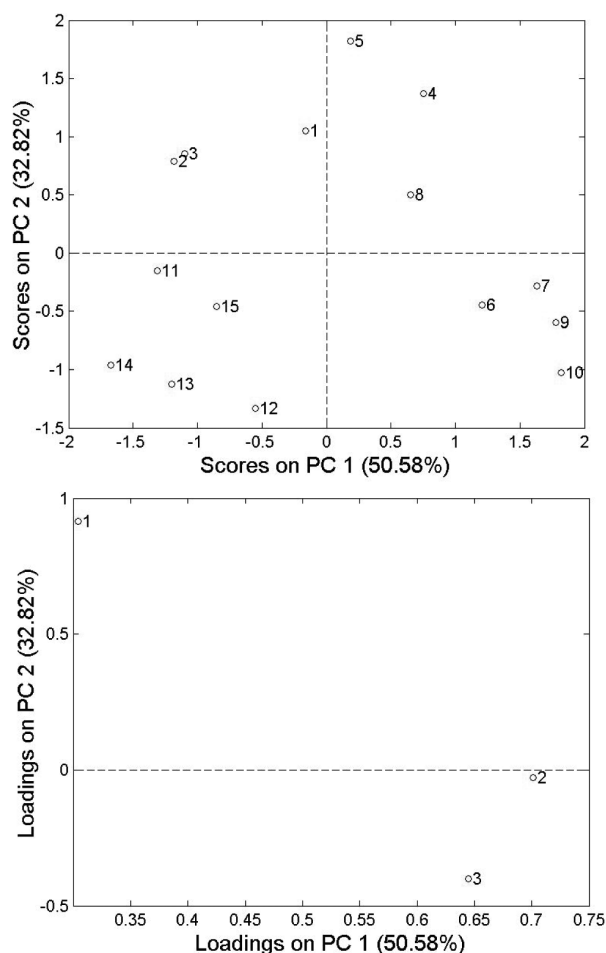


Figure 3 – A – Scores plot CC samples by PCA : CC1 A-E (1 to 5), CC2 A-E (6 to 10) and CC3 A-E (11 to 15) ; B – A – Loads plot MC samples by PCA: 1 – folic acid, 2 – iron and 3 – zinc.

accordance with the values for iron content in the Brazilian legislation for fortified flours. The variance analysis (95% of confidence) indicated significant differences for the values obtained for folic acid and iron in the samples.

Other researchers have found similar data for other types of food. Thomson (22) evaluated enriched cereal foods and verified that the iron concentration was in accordance or exceeded the label claim, and the folate content was below the label claim in 24 % of the products tested and exceeded it in 34%. Rader et al. (23) reported a variation from 33 to 229 $\mu\text{g}/100\text{g}$ for folic acid in samples of flour commercialized in the USA. Sadighi et al. (24) evaluated flours fortified with iron in Iran and found a mean value of 5.28 mg/100g. The percentages of flour samples with high, acceptable,

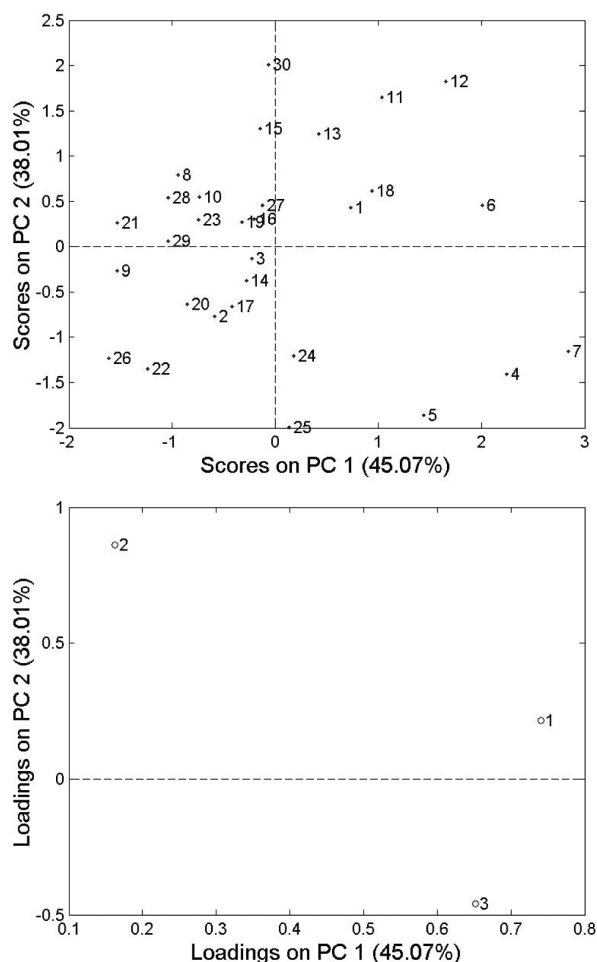


Figure 4 – A – Scores plot SN samples by PCA : SN1-30 A-C (1 to 30) different samples ; B – A – Loads plot SN samples by PCA: 1 – folic acid, 2 – iron and 3 – zinc.

good and low iron levels were 0%, 14%, 74.4% and 11.6%, respectively. Boen and Lima-Pallone (20) verified that for macaroni, pizza and bread prepared with fortified flour, the levels of folic acid and iron varied from 14.8 to 481.4 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 1.6 to 12.4 mg/100g, respectively.

The observation of PCA test indicated low uniformity in the distribution of minerals and vitamin in the majority of samples, mainly among brands. On the other hand, changes in values are not sufficient for grouping biscuits and snacks according each brand, except for samples MC 1, MC 3, CB 3, CC 1 and CC2, indicating no standard behavior when iron, zinc and folic acid were considered as variables. The nutrients evaluated presented random in the majority of the samples. PCA also indicated that for samples charac-

terized by high folic acid or iron, most of them contained excess of the nutrient.

The molar ratio iron: zinc (Fe:Zn) was, in average, 6.4:1.0, 11.7:1.0, 5.9:1.0 and 12.8:1 for milk, cream cracker, cornstarch biscuits and snacks, respectively. For all samples the Fe:Zn molar ratio indicated that zinc absorption could be compromised.

CONCLUSION

The results showed there was huge variability in the content of folic acid and iron in different samples of the same type of product (biscuits and snacks) prepared with fortified flours. These data could be related to the conditions required for folic acid stability, problems with the premix composition and the difficulty in adding the premix containing folic acid and iron to the fortified flours.

Moreover, the average values for iron observed in the products could lead to problems with zinc absorption, contributing to a zinc deficiency in some groups of the population, and it is important to point out that iron can induce oxidative stress in cells. This study could be a useful tool for the governmental authorities in their food fortification evaluation programs.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (process: 04/02664-4, 04/14413-6, 09/50730-0).

REFERENCES

1. Wright AJA, Finglas PM, Southon S. Proposed mandatory fortification of the UK diet with folic acid: have potential risks been underestimated? *Trends Food Sci. Tech.* 2001; 12: 313-321.
2. Kim YI. Role of folate in colon cancer development and progression. *J. Nutr.* 2003; 133: 3731S-3739S.
3. Bollheimer LC, Buettner R, Kullmann A, Kullmann F. Folate and its preventive potential in colorectal carcinogenesis. How strong is the biological and epidemiological evidence? *Crit. Rev. Oncol/Hematol.* 2005; 55: 13-36.
4. Canistro D, Pozzetti A, Sapone A, Broccoli M, Bonamassa B, Longo V, Lubrano V, Barillari J, Biagi GL, Paolini M. Perturbation of rat hepatic metabolising enzymes by folic acid supplementation. *Mut. Res.* 2008; 637: 16-22.
5. Omar RM, Ismael HM, Adb-Lateef BM, Yousef MI, Gomaa NF, Sheta M. Effect of processing on folic acid fortified Baladi bread and its possible effect on the prevention of colon cancer. *Food Chem. Toxicol.* 2009; 47: 1626-1635.
6. ACC/SCN. Administrative Committee on Coordination/Subcommittee on Nutrition. (United Nation) 2000; Fourth Report on the World Nutrition Situation. United Nations.
7. Meneghini R. Iron homeostasis, oxidative stress, and DNA damage. *Free Rad. Biol. Med.* 1997; 23(5): 783-792.
8. Anderson C, Checkoway H, Franklin GM, Beresford S, Smith-Weller T, Swanson PD. Dietary factors in Parkinson's disease: the role of food groups and specific foods. *Movem. Disord.* 1999; 14: 21-27.
9. Johnson CC, Gorell JM, Rybicki ba, Sanders K, Peterson EL. Adult nutrient intake as a risk factor for Parkinson's disease. *Int. J. Epidem.* 1999; 28: 1102-1119.
10. Powers KM, Smith-Weller T, Franklin GM, Longstreth JR WT, Sawason PD, Checkoway H. Parkinson's disease risks associated with dietary iron, manganese, and other nutrient intakes. *Neurol.* 2003; 60:1761-1766.
11. Lonnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J Nutr.* 2000; 130:1378S-1383S.
12. McCall KA, Chih-Chin H., Fierke CA. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. *J Nutr.* 2000; 130:1437S-1446S.
13. Salgueiro MJ, Zubillaga M, Lysionek A, Sarabia MI, Caro R, Paoli TD, Hager A, Weill R. Boccio J. Zinc as an essential micronutrient: a review. *Nutr. Res.* 2000; 20(5): 737-55.
14. Davidsson L, Almgren A, Sandstrom BRF. Zinc absorption in adult humans: the effect of iron fortification. *British J. Nutr.* 1995; 14: 411-425.
15. ANVISA. National Agency of Sanitary Vigilance. 2002;. RDC 344. Retrieved nov/ 2012. www.anvisa.gov.br/e-legis.
16. IBGE. Brazilian Institute of Geography and Statistic – POF 2008-2009; Retrieved nov/ 2012. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao-de-vida/pof/2002aquisicao/defaulttab.shtm>.
17. ANIB. Nacional Association of Biscuits Industry. 2009; Retrieved nov/ 2012. http://www.anib.com.br/dados_estatisticos.asp
18. ANVISA. National Agency of Sanitary Vigilance. 2005; RDC 269. Retrieved nov/ 2012. www.anvisa.gov.br/e-legis.
19. Boen TR, Soeiro BT, Pereira-Filho ER, Lima-Pallone JA Folic acid and iron evaluation in Brazilian enriched corn and wheat flours. *J. Braz. Chem. Soc.* 2008; 19: 53-59.

20. Boen TR, Lima-Pallone JA Folic acid, iron, and zinc contents in chosen food products prepared with fortified flours. *Cereal Chem.* 2009; 86:(6), 695-700.
21. Soeiro BT, Boen TR, Wagner R, Lima-Pallone JA Physico-chemical quality and homogeneity of folic acid and iron in enriched flour using principal component analysis. *Intern. J. Food Sci. Nutr.* 2009; 60: 167-179.
22. Thomson B. ESR Report on Fortification overages of the food supply. Folate and iron. 2005;38p.
23. Rader JI, Weaver CM, Angyal G. Total folate in enriched cereal-grain products in the United States following fortification. *Food Chem.* 2000; 70: 275-289.
24. Sadighi J, Sheikholeslam R, Mohammad K, Pouraram H, Abdollah, Z, Samadpour K, Kolahdooz F, Naghavi M. Flour fortification with iron: a mid-term evaluation. *Pub. Health*, 2008; 122: 313-321.

Recibido: 15-03-2013

Aceptado: 24-02-2014

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-Fernández

Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.
Laboratorio de Análisis Químicos. CIATEC. Guanajuato, México.

SUMMARY. The present study was conducted to analyze the chemical composition, total phenolics content and antioxidant capacity of two whole corn (*Zea mays*) based meals traditional from Mexico: "traditional pinole" and "seven grain pinole"; and compare it with information available from ready to eat cereal products based on refined corn and whole grain cereals. Proximate analyses (moisture, ash, fat, protein and fiber) were carried out according to the procedures of AOAC, sugars content was determined by HPLC method; calcium and iron were quantified using atomic absorption spectroscopy. Total phenolic compounds were determined by Folin-Ciocalteu spectrophotometric method; the antiradical capacity was determined by DPPH colorimetric method and total antioxidant capacity was determined by FRAP method. Traditional and seven grain pinole presented higher energy content and nutrient density (protein and fat) than processed cereals. Calcium content was higher in processed cereals than pinole; seven grain pinole presented the highest concentration of iron. Polyphenolic concentration was higher in both kinds of pinole compared to processed cereals; traditional pinole presented the highest antioxidant activity measured by DPPH and FRAP methods. The results provide evidence about the important nutrient and antioxidant content of traditional and seven grain pinole compared to processed cereals based on corn and other grains. It is recommended their incorporation in to regular diet as a healthy food, with a good protein level, low sugar content and good antioxidant capacity.

Key words: Whole grain, processed cereals, proximate composition, total phenolic, antiradical capacity.

RESUMEN. Estudio comparativo sobre las propiedades nutricionales y antioxidantes de dos alimentos mexicanos basados en maíz (*Zea mays*) en comparación con cereales procesados. En el presente estudio se analizó la composición química, el contenido de compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante de dos alimentos elaborados a base de granos enteros de maíz (*Zea mays*) típicos de México: "pinole tradicional" y "pinole de los siete granos"; y se comparó con la información nutricional ya disponible de dos cereales procesados. El análisis proximal se realizó de acuerdo a los procedimientos de la AOAC, el contenido de azúcares se determinó por HPLC; el calcio y hierro se cuantificaron utilizando espectroscopía de absorción atómica. Los compuestos fenólicos totales se determinaron espectrofotométricamente por el método de Folin-Ciocalteu; la capacidad antirradical se determinó por el método colorimétrico del DPPH, y la capacidad antioxidante total se determinó por el método FRAP. El pinole tradicional y el pinole de los siete granos presentaron una mayor densidad de nutrientes (proteína y grasa) y mayor contenido calórico en comparación con los cereales procesados. El contenido de calcio fue mayor en los cereales procesados; el pinole de los siete granos presentó la mayor concentración de hierro. La concentración de compuestos fenólicos fue mayor en ambos tipos de pinole comparado con los productos procesados; el pinole tradicional presentó la mas alta actividad antioxidante medida por los métodos de DPPH y FRAP. Los resultados muestran evidencia sobre el importante contenido de nutrientes y compuestos antioxidantes del pinole tradicional y pinole de los siete granos; se recomienda su consumo regular, por ser alimentos con un buen nivel de proteína, bajo contenido de azúcar y con una buena capacidad antioxidante.

Palabras clave: Granos enteros, cereales procesados, composición proximal, compuestos fenólicos totales, capacidad antirradical.

INTRODUCTION

Whole grains, or foods made from them, contain all the essential parts (bran, germ, and endosperm) and naturally-occurring nutrients of the entire grain seed. If the grain has been processed (e.g., cracked, crushed, rolled, extruded, and/or co-

oked), the food product should deliver the same balance of nutrients that are found in the original grain seed (1). Whole grains represent a rich source of nutrients, and have been the basis of human diet for thousands of years (2); their regular ingestion has been negatively associated with morbidity and mortality due to different chronic-degenerative diseases, such as chronic inflammation, heart failure,

hypertension, obesity, type-2diabetes, and some types of cancer, among others (2, 5). The protective effect of whole grains consumption is likely mediated through the different phytochemicals present in them, such as dietary fiber, oligosaccharides, phenolic compounds, phytoestrogens, antioxidants, vitamins and minerals, which may act together in a synergistic way (2, 5). Recommendations for a healthy diet suggest consuming three or more ounce-equivalents of whole grain products per day; at least half of the portions of cereals should come from whole grains (6, 7). However, most of the grain products consumed are refined, which means that the bran and germ have been removed; and hence an important part of the phytochemicals has been lost, and only the starchy endosperm remain in white flour used to prepare them (2). Some of the lost nutrients are added in a concentrate form, especially some minerals and vitamins, but some other, such as stanols, fiber and natural antioxidants can not be replaced.

Consumption of whole grains could be enhanced through the regular ingestion of traditional foods produced from complete grains. One of the staple grains in Mexico is corn (*Zea mays* L.) which is consumed in many ways, including sweet and salted preparations (8). One of the most antique preparations, from Mexico, based on corn is called "pinole"; it is a prehispanic powdered meal, traditionally prepared with roasted corn and some times sweetened, and additioned with cacao, cinnamon or anise. The way to consume it is mixed with liquid: water, juice or milk, to prepare porridge or a thick drink. Pinole represents a basic food for infants for some indigenous groups in Mexico (8, 10); different kinds of pinole, made up with corn and mixtures of grains, have been developed; for example, a kind of pinole with corn and chickpea (*Cicer arietinum* L.) is prepared in Guanajuato, Mexico; with faba bean (*Vicia faba* L.), rice (*Oriza sativa* L.) and pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.) is prepared in Zacatecas, Mexico. In Mexican highlands a kind of pinole is prepared with corn or amaranth (*Amaranthus* spp.) (10). "Pinole de los siete granos" (seven grain pinole) is sold in Durango, Mexico; it is prepared with five cereal grains and two legumes, regular consumers of this product refer it as a health promoter. This product is typically made from whole grains, so they provide all the nutritional and phytochemical benefits to consumers. There is little information on proximate composition of traditional and other enriched pinole products

(10,11); however, there is no information about the chemical composition of "seven grain pinole" and on the antioxidant properties of pinole, and that is why the objective of this research was to analyze the proximate composition, iron and calcium content of traditional and seven grain pinole and compare the information with data available from commonly consumed breakfast cereals prepared prepared with corn (corn flakes) and a mixture of corn and other grain (multi-grain cereal). Additionally, phenolic content and antioxidant capacity of traditional and seven grain pinole and processed cereals were analyzed and compared.

MATERIALS AND METHODS

Corn based meal samples. Two different types of corn based meals were analyzed: 1) "traditional pinole" (TP), prepared with roasted cacahuatzintle corn (*Zea mays*) and cinnamon, it was purchased from local market in Lagos de Moreno, Jalisco, Mexico; 2) "seven grain pinole" (SGP), prepared with a mixture of corn (*Zea mays*), faba beans (*Vicia faba* L.), lentils (*Lens culinaris*), rice (*Oriza sativa* L.), amaranth (*Amaranthus* spp.), granola and wheat (*Triticum* spp.), was purchased directly to the manufacturer in Ocampo, Durango, Mexico. For comparisson, the nutritional information available of two different breakfast cereals was utilized; corn flakes, a refined corn cereal (RCC), and multi-grain cereal (MGC) were chosen because their ingredients are similar to those in TP and SGP, because they are typically consumed with milk in the same way of pinole, and because they are among the most consumed breakfast cereals in Mexico. All the products were analyzed for phenolic content and antioxidant capacity. Two different batches of each product (TP, SGP, and processed cereals) were sampled from the first and second semesters of 2009.

Chemicals. All chemicals used were of high-purity reagent grade. Throughout all analytical work, ultrapure water (Labconco, USA, 18.2 M Ω /cm) was used. Atomic absorption spectrometry standards (Ca and Fe), hydrogen peroxide, boric acid, sodium hydroxide, nitric acid, HPLC solvents (methanol, ethyl acetate, acetonitrile), butylated hydroxytoluene (BHT), 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent, acetate buffer, 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ), FeCl₃•6H₂O, and acetate buffer were from Sigma Chemical Co. HPLC standards

(sucrose, fructose, glucose and maltose) were from WVR International.

ANALYSES

Proximate composition. Nutritional composition of pinole samples was determined according to standard AOAC methods (12). Crude protein was determined by the microKjeldahl method using 6.25 as the conversion factor (Method 960.52). Crude fiber was determined by Method 962.09E; while fat and ash contents were determined by Soxhlet extraction and dry ashing methods, respectively (Methods 920.39C, and 923.03). Total carbohydrates were calculated by subtraction of the five main constituents (moisture, ashes, fat, protein and fiber) to 100%. Gross energy was determined by calculation using Atwater's conversion factors (7).

Sugars. Sucrose and other simple sugars (maltose, glucose and fructose) were determined using an HPLC 2130 (Hitachi Instruments, Japan), with a refractive index detector (Bischoff 8120), with autosampler and Xcalibur software for data processing. The HPLC separations were carried out on a 250 × 4.61 mm i.d., 5- μ m Supelcosil LC-NH₂ column (Supelco). The mobile phase consisted of acetonitrile:water 85:15 (v/v), a flow rate of 1500 μ L/min, and an injection volume of 20 μ L were employed (13). All assays were performed in triplicate.

Minerals. Previous to mineral analysis, pinole samples were digested in HNO₃:30% H₂O₂ (1:1, v/v) following the protocol described by Santoyo and others (14). Ca and Fe were determined by atomic absorption spectrometry (AAS) Perkin-Elmer model 2380 (Perkin-Elmer, Norwalk, CT, USA) with air-acetylene flame at a wavelength of 248.3 nm for Fe and 422.7 nm for Ca, and using calibration standards in eight concentration levels, from 0 to 6 μ g/L.

ANTIOXIDANT PROPERTIES

Sample preparation. In order to develop the quantification of total phenolic compounds, DPPH and FRAP analysis, samples (TP, SGP, RCC and MGC) were subjected to extraction following the protocol described by Cardador-Martínez and others (15); briefly, samples were placed in flasks and mixed with methanol [1:50 (w/v) ratio]. The flasks were shaken for 24 h at 25 °C while wrapped in aluminum foil to protect from light. The samples were centrifuged (Sigma 2-16K, Germany) at 2000 rpm during 5 min. Analyses

were performed to the supernatants obtained.

Phenolic content. The amount of total phenolic was determined using the Folin-Ciocalteu modified method, according to Singleton and Rossi (16). A 0.1 mL aliquot of the extract was mixed with 0.1 mL of distilled water, 1.0 mL of 1N Folin-Ciocalteu reagent and 0.8 mL of 7.5% Na₂CO₃. The mixture was allowed to stand in the dark for 30 min at room temperature. Absorbance was measured at 765 nm on a spectrophotometer (Sigma 2-16K116172, Germany), previously calibrated with a blank prepared in the same way substituting the extract by distilled water. The total phenolic content was expressed as gallic acid equivalents (GAE per gram) according to a calibration curve from 0.1 to 0.5 mg/mL of gallic acid.

Antioxidant capacity. For quantification of antioxidant capacity of whole grain (TP, SGP) and refined (RCC and MGC) samples two methods were utilized: a) the antiradical capacity was tested by the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) method (15); and, b) the ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay (17). For the DPPH method, 300 μ L of each extract were placed in test tubes, and 3 mL of methanolic DPPH solution (150 μ M) were added. Tubes were mixed and incubated in the dark at 25°C. After 30 min, the absorption was measured in 1 cm cuvettes at 520 nm, using a spectrophotometer (Jenway 6305, Germany). Antiradical capacity (ARC) was calculated as decoloration percentage: $ARC = 100 \times [1 - (\text{absorbance sample} / \text{absorbance of control})]$. For the FRAP assay, 2,700 μ L of the FRAP reagent, was mixed with 270 μ L of distilled water and 90 μ L of the test sample or the blank (methanol). Absorbance values were measured at 595 nm after 4 min of reaction at 37°C, on a spectrophotometer (Jenway 6305, Germany).

Statistical Analyses. The data were analyzed using SAS 9.1 statistical package. Analysis of variance was used to analyze the difference in the nutrient concentrations between pinole samples. Student's t test was used to compare means of proximate analysis and minerals; while Duncan's Multiple Range Test, at 5% level of probability, was applied to antioxidant properties results.

RESULTS

Significant differences were found between TP and SGP proximate composition, as shown in Table 1. TP

presented higher fat, fiber and total carbohydrate contents, while content of protein, ash and sugars were higher in SGP. Both kinds of pinole presented higher protein and fat content, compared to the refined products (corn and multi-grain cereals). Sugars content followed the order MGC > SGP > RCC > TP. Figure 1 shows the concentration of fructose, glucose, maltose and sucrose quantified by HPLC. Sucrose was the most abundant sugar present in both corn meals (1.44% in TP, 11.51% in SGP); while the content of fructose, glucose and maltose was lower than 1%. TP and SGP were more energetic compared to refined products (Table 1). Percentage of energy contribution of protein, fat and carbohydrates to total energy in all products was calculated; carbohydrates contributed the biggest portion of total energy, around 80% of energy came from carbohydrates in TP and SGP; protein contributed 7.92 and

10.64% of the energy in TP and SGP, respectively; and fat contributed 11.45 and 9.44% of energy, respectively. Protein contribution in energy of RCC and MGC (7.87 and 7.84%, respectively) was similar to TP (7.92%); RCC presented the lowest fat contribution to energy (4.13%). Calcium and iron contents quantified in TP and SGP are shown in Table 1, as well as data from processed cereals. SGP presented the highest concentration in both minerals analysed (37.91 and 21.56 mg/100g, for Ca and Fe, respectively); but lower content of calcium compared to both processed cereals which were added with vitamins and minerals, including calcium and iron. Content of total phenolics in samples analyzed ranged from 0.448 to 1.69 mg GAE/g sample (Table 2); whole grain products (TP and SGP) presented the highest content of total phenolic compounds, data were not statistically different between them; while RCC present-

Table 1. Composition and energy contribution of "traditional pinole" and "seven grain pinole" compared to data reported for processed corn and multi grain cereals. (g/100 g)

	Whole corn products		Processed cereal products	
	Traditional pinole *	Seven grain pinole *	Refined corn cereal ‡	Multi-grain cereal ‡
Moisture	5.31 ± 4×10 ^{-3a}	4.22 ± 5×10 ^{-3b}	NR	NR
Protein	7.74 ± 0.01 ^b	10.37 ± 0.01 ^a	7.3	7.3
Fat	4.97 ± 4×10 ^{-3a}	4.09 ± 4×10 ^{-3b}	1.7	3.3
Fiber	2.13 ± 10 ^{-3a}	1.62 ± 2×10 ^{-3b}	4.0	5.0
Ash	1.06 ± 10 ^{-3b}	1.77 ± 10 ^{-3a}	NR	NR
Carbohydrates	78.79 ± 0.04 ^a	77.93 ± 0.03 ^b	81.6	78.3
Energy (kcal/100g)	390.9	390.0	370.9	372.1
Sugars	2.07 ± 0.15 ^b	12.27 ± 0.15 ^a	11.3	20.0
Ca (mg/100g)	31.89 ± 1.08 ^b	37.91 ± 6.22 ^a	660	660
Fe (mg/100g)	4.31 ± 1.82 ^b	21.56 ± 5.23 ^a	12.47	12.47

* Values are expressed as mean ± standard deviation. Means within a row followed by different superscripts are significantly different using Student's t Test.

‡ Obtained from nutritional information label.

NR = not reported.

Table 2. Total phenolic content and antioxidant capacity (DPPH and FRAP) in "traditional pinole" and "seven grain pinole", compared to processed corn and multigrain cereals.*

	Whole corn products		Processed cereal products	
	Traditional pinole	Seven grain pinole	Refined corn cereal	Multi-grain cereal
Total phenolic compounds ‡	1.58 ± 0.17 ^a	1.69 ± 0.07 ^a	0.448 ± 0.05 ^c	0.728 ± 0.04 ^b
Antiradical capacity †	27.87 ± 1.87 ^a	15.24 ± 1.63 ^c	2.37 ± 0.33 ^d	24.79 ± 2.01 ^d
Ferric reducing power **	21.25 ± 1.62 ^a	18.75 ± 2.33 ^b	12.66 ± 0.32 ^c	5.99 ± 1.05 ^d

* Values are expressed as mean ± standard deviation. Means within a row followed by different superscripts are significantly different using Duncan's Multiple Range Test at p < 0.05.

‡ Quantified by Folin-Ciocalteu method, expressed as mg of gallic acid equivalents/g of sample.

† Antiradical capacity determined by DPPH method, expressed as percentage.

** Ferric reducing power determined by FRAP method, expressed as μmol Fe²⁺/g.

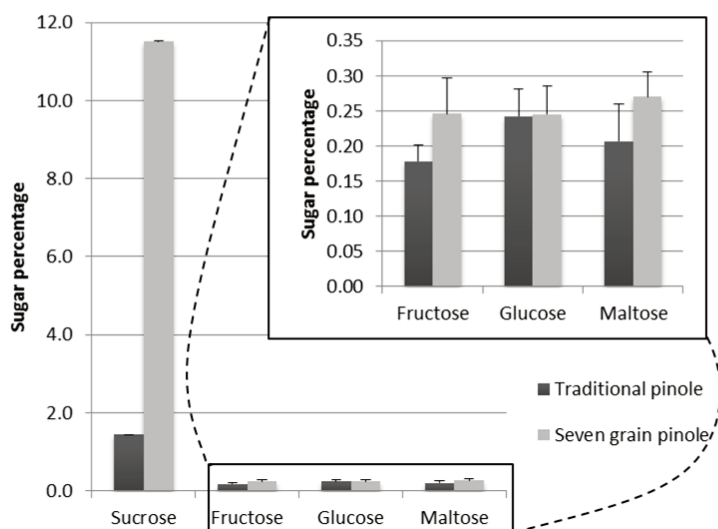


Figure 1. Sugars content: sucrose, fructose, glucose and maltose in "traditional pinole" and "seven grain pinole". Results are the mean \pm standard deviation based on three replications of two different batches.

ted the lower content. The antioxidant capacity of samples was determined through two different methods, one based on the capacity of sample components to quench free radicals (DPPH), and the other based on the capacity of samples to reduce Fe^{3+} to Fe^{2+} , namely their ferric reduction power (FRAP), the results are shown in table 2. Antiradical capacity of samples quantified by DPPH method ranged from 2.37 to 27.87%; and followed the decreasing order: TP > MGC > SGP > RCC; while the ferric reducing power of samples followed the order TP > SGP > RCC > MGC. As can be seen, TP presented the highest values of antioxidant capacity in both methods (27.87% of antiradical capacity by the DPPH method, and 21.25 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ by the FRAP method); while processed cereals presented the lowest values in DPPH (RCC 2.37%) and FRAP (MGC 5.99 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$) tests.

DISCUSSION

In general, data from proximate analyses of both pinole kinds (Table 1), were similar to pinole composition reported in Food Composition Table for Latin America (11), and were in agreement to corn products analyzed elsewhere (18). Both pinole products were prepared from whole grains, so they include germ and bran, which could explain the higher contents in fat over the refined products (2,7), and also they contain a

lower amount of added sugar; except for SGP in which the presence of granola, which contains honey, rised the sugar content to 12.27%; meanwhile processed cereals were added with refined sugar, partially inverted sugar syrup, and glucose syrup as stated in the label. Carbohydrate content represented the biggest portion of chemical components present in the two types of pinole analyzed and refined cereals (Table 1) and the main contributor to energy; results were similar to other reports (18) in which 80 to 82% of carbohydrates had been determined in corn products. Both processed cereals presented more than 80% of energy from carbohydrates, which reflects the fact of coming from refined grains, eventhough the description in label indicated the products contain 30.5 and 59% of whole grains, for RCC and MGC, respectively. Since these products are made

by hand and distributed unlabelled, there is no a portion size recommended for pinole; however, the way they are most commonly consumed is by mixing 3 tablespoons of powder (about 10g) with a glass of milk, juice or water to make a thick drink. In case of being eaten as porridge, a quarter cup of pinole (about 30 g) is mixed with liquid, a quantity similar to that of breakfast cereals portion. It is important to remark that TP and SGP, which are whole corn products, represent a healthy option for breakfast consumption since they provide higher protein concentration, lower sugar content (in the case of TP) compared to corn and multigrain processed cereals; and at least double of the healthy fat content present in the corn germ.

For TP and SGP, calcium quantification data (Table 1) were lower than the information reported in Food Composition Table for Latin America for traditional pinole (79 mg/100) (11), and higher than information reported by Figueroa-Cárdenas and others (19) for corn (7.7 mg/100 g). The concentration of calcium present in grains is variable, and the difference between both types of pinole, may be due to the grains included in their formulations. Iron content in SGP was almost three times the content of iron reported in Food Composition Table for Latin America for corn pinole (7.7 mg/100) (11). The higher content of iron in SGP could be attributed to the high content of it in legumes (lentils and faba beans) present in that product (7). The presence of

calcium and iron in diet is important because of their physiological effects, such as the bone and teeth building, muscles and nerve function, blood clotting and immune defense for calcium; and the myoglobin and immune function for iron; and that is one of the reasons processed foods are commonly fortified with these minerals (7), contrary to TP and SGP, which are produced in an artisanal way so they are not enriched. Processed corn and multi-grain cereals label stated that each cereal portion (30g) contained 22% of the recommended dietary ingestion (RDI) of calcium for Mexican population (900 mg/day) (20), which corresponded to 198 mg/30g or 660 mg Ca/100g; a higher content compared to both kinds of pinole analyzed. Iron content in SGP, was five times higher than the content in TP and 1.7 times the content reported in the processed cereals (22% of the RDI for Mexican population of 17 mg/day) (20).

Phenolic compounds are plant secondary metabolites with biological activity, commonly ingested by animals and humans through the diet. The presence of phenolic compounds in cereal products has been described especially in those prepared from whole grains, since they contain germ and bran, grain parts rich in phytochemicals (2, 21), and this could explain the presence of a higher phenolic content in the whole corn products analyzed in this research, compared to processed cereals. Both kinds of pinole, which are 100% whole grain products, presented more than triple and double phenolic compounds content compared to RCC and MGC, respectively (Table 2), which claim on the label to contain 30.5 and 59% of whole grains. Adom and Liu (22) reported a content of free phenolics of 0.36 mg GAE/ g of dehulled corn, a low content compared to TP, a product made from whole corn, but similar to RCC which is made from refined corn. MGC presented 1.6 times the phenolic content of RCC; and the values were similar to those reported by Yu and others (23) in four processed cereal samples based on wheat and oats (0.203-0.524 mg/g). The results suggest phenolic components are lost during cereal processing, because of the refining process which eliminates germ and bran. Antioxidant capacity of natural and processed cereals has been evaluated using different assays (22, 24). Results obtained by different authors present high variability, since antioxidant capacity values are influenced by analytical factors such as the kind of assay used, the oxidation substrate and the extraction method, among others; as well as, factors inherent to the sam-

ple; and that is why comparison among different results is difficult to carry out. Our results agree with the research of Adom and Liu (22), who investigated the antioxidant activity of raw grains, and found that corn, had the highest antioxidant activity followed by wheat, oats and rice. Products based on whole cereals are relatively high in antioxidant capacity, which is attributable to the presence of a number of nutrimental and non nutrimental antioxidant components (2, 24), including the polyphenolic compounds; in this research, concentration of phenolic compounds was not directly related to antioxidant capacity of samples, which proves that there are other components in grains that also have influence on their antioxidant capacity. Additionally, antioxidant capacity of foods can be increased during thermal treatment because of the formation of antioxidant non phenolic compounds such as Maillard products, which have been related to increased free radical scavenging properties (25). It is important to highlight that the antiradical capacity reported here may have been underestimated as, according to some authors (21, 22), the major portions of phytochemicals in the grains are present in the bound form and the results presented here come from soluble phytochemicals with antiradical capacity; further studies on the antiradical capacity of phytochemicals bounded to structural molecules are necessary to get a better picture of antiradical capacity of pinole and processed cereal products. It should be noted that polyphenolics are secondary metabolites which are synthesized in plants in response to environmental stress, and their concentration may vary among different batches of pinole.

CONCLUSIONS

TP and SGP are whole grain cereal products with a greater amount of protein, healthy fat and total phenolic compounds than commonly consumed breakfast cereals, which are fabricated from refined cereals and added with high doses of sugar. The results provide information to suggest that consumption of TP and/or SGP could have a positive impact on nutrition or have beneficial health effects compared to the consumption of refined breakfast cereals, because of their whole grain content and their phytochemical contribution to diet. More research is needed in order to identify other antioxidant compounds, than phenolic compounds; and to evaluate their activity in vivo.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by institutional funds from the Universidad de Guadalajara.

REFERENCES

1. AACC. American Association of Cereal Chemists. "International Defines Whole Grain" 2012 [<http://www.aaccnet.org/definitions/wholegrain.asp>]
2. Slavin J. Whole grains and human health. *Nutr Res Rev* 2004; 17:99–110.
3. Lillioja S, Neal AL, Tapsell L, Jacobs DR. Whole grains, type 2 diabetes, coronary heart disease, and hypertension: Links to the aleurone preferred over indigestible fiber. *BioFactors* 2013; 39(3):242–258.
4. Good CK, Holschuh N, Albertson AM, Eldridge AL. Whole grain consumption and body mass index in adult women: an analysis of NHANES 1999–2000 and the USDA pyramid servings database. *J Am Coll Nutr* 2008; 27:80–87.
5. Belobrajdic DP, Bird AR. The potential role of phytochemicals in wholegrain cereals for the prevention of type-2 diabetes. *Nutrition J* 2013; 12:62–72.
6. U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. *Dietary Guidelines for Americans*, 2010. 7th Edition, Washington, DC: U.S. Government. 95p.
7. Smolin LA, Grosvenor MB. *Nutrition: Science and applications*. 3rd ed. EUA: 2012. Wiley Global Education. 936p.
8. Fernández-Suárez R, Morales-Chávez LA, Gálvez-Marriscal A. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Rev Fitotec Mex* 2013; 36(3-A): 275–283.
9. Acuña-Delgado A. La construcción cultural del cuerpo en la sociedad Rarámuri de la Sierra Tarahumara. Quito, Ecuador: 2006. Ed. Abya Yala. 457p.
10. Lozano-Aguilar O, Solórzano-Vega E, Bernal-Lugo I, Rebolledo-Robles H, Jacinto-Hernández C. Pinole de alto valor nutricional obtenido a partir de cereales y leguminosas. *Ra Ximhai*, Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable 2008; 4(2):283–294.
11. FAO/LATINFOODS. Tabla de composición de alimentos de América Latina. A622. Pinole. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. <http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento/print.asp?dd=622>. 2002. Accessed 17 Feb 2009.
12. AOAC. *Official Methods of Analysis*. Washington, DC: 2000. Association of Official Analytical Chemists.
13. Rounds MA, Gregory JF. La cromatografía líquida de alta resolución. In: Nielsen SS, editor. *Análisis de los Alimentos*. España: Acribia; 2007. p. 537–558.
14. Santoyo MM, Figueroa JA, Wrobel K, Wrobel K. Analytical speciation of mercury in fish tissues by reversed phase liquid chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry with Bi³⁺ as internal standard. *Talanta* 2009; 79(3):706–711.
15. Cardador-Martínez A, Loarca-Piña G, Oomah BD. Antioxidant activity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Agr Food Chem* 2002; 50:6975–6980.
16. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 1965; 16:144–158.
17. Pulido R, Bravo L, Saura-Calixto F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *J Agr Food Chem* 2000; 48:3396–3402.
18. Gutiérrez-Dorado R, Cárdenas-Valenzuela OG, Alarcón-Valdez C, Garzón-Tiznado JA, Milán-Carrillo J, Armienta-Aldana E, Reyes-Moreno C. Alimento para niños preparado con harinas de maíz de calidad proteínica y garbanzo extruidos. *Interciencia* 2008; 3:868–874.
19. Figueroa-Cárdenas J, Acero-Godínez MG, Vasco-Méndez NL, Lozano-Guzmán A, Flores-Acosta LM, González-Hernández J. Fortificación y evaluación de tortillas de nixtamal. *Arch Latinoam Nutr* 2001; 51(3):293–302.
20. Rosado J, Casanueva E, Bourges H. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. *Bases Fisiológicas*. México: 2005. Médica Panamericana. 430p.
21. Neacsu M, McMonagle J, Fletcher RJ, Scobbie L, Duncan GJ, Cantlay L, de Roos B, Duthie GG, Russell WR. Bound phytochemicals from ready-to-eat cereals: Comparison with other plant-based foods. *Food Chem* 2013; 141:2880–2886.
22. Adom KK, Liu RH. Antioxidant Activity of Grains. *J Agr Food Chem* 2002; 50:6182–7.
23. Yu L, Perret J, Davy B, Wilson J, Melby CL. Antioxidant properties of cereal products. *J Food Sci* 2002; 67(7):2600–2603.
24. Fardet A, Rock E, Rémésy C. Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? *J Cereal Sci* 2008; 48:258–276.
25. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. Influence of the heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *J Food Chem* 2006; 99: 381–387.

Recibido: 02-04-2014

Aceptado: 28-05-2014

Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones

Elba Sangronis, María José Soto, Yolmar Valero, Ignacio Buscema

Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Laboratorio de Análisis de Alimentos,
Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela

RESUMEN. En la industria del cacao se subutilizan materiales que pudieran ser ingredientes en la elaboración de productos novedosos, uno de ellos es la cascarilla de cacao. Estudios previos le atribuyen a dicho material una alta capacidad antioxidante, lo que sumado a su relativo bajo costo, lo hacen un atractivo ingrediente para la elaboración de infusiones, pero antes de promoverlo como tal, se necesita garantizar su calidad. En este estudio se evaluó la composición química, la calidad microbiológica de la cascarilla de cacao, así como también aquellos parámetros que determinan su uso como materia prima en la preparación de infusiones. Las semillas de cacao fueron cultivadas en dos estados en Venezuela. A la cascarilla de cacao se le determinó el contenido de humedad, proteínas, grasa, cenizas, carbohidratos, minerales, calidad microbiológica, ocratoxina A y las propiedades como antioxidante, contenido de materias extrañas, cenizas insolubles en HCL y extracto acuoso. Los métodos aplicados se basan en normas nacionales e internacionales. Se determinaron diferencias significativas entre las muestras mediante la aplicación de ANOVA. Un bajo contenido de humedad pero alto en cenizas, una calidad microbiológica ajustada a la norma y la ausencia de ocratoxina A se observaron en la totalidad de las muestras analizadas. El bajo contenido de materias extrañas y alto valor del extracto acuoso y alto contenido de polifenoles con actividad antioxidante permite recomendar la cascarilla del cacao como materia prima para preparar infusiones.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L, antioxidantes, ocratoxina, FRAP

SUMMARY. Husk of Venezuelan cocoa as raw material of infusions . In the cocoa bean industry, some by-products go underutilized. Some of these components could provide other innovative products, and such is the case with the husk of the cocoa bean. Previous studies have attributed the husk with a high antioxidant capacity, which added to its relative low cost, makes it an attractive ingredient for the production of infusions. However, prior to promoting it as such, its quality needs to be guaranteed. This study evaluated the chemical composition of the husk of cocoa, its microbiologic quality and other parameters in order to be considered raw material in the preparation of infusions. The cocoa was cultivated in two different states in Venezuela. Moisture, protein, fat, ash, carbohydrates, microbiologic quality and ochratoxin A as well antioxidant properties, content of foreign matter, insoluble ash in HCL and aqueous extract were evaluated in the husk of cocoa seeds. Applied methods were in compliance with national and international norms. Significant differences were determined between the samples through the ANOVA application. A low level in moisture content, but high in ash, along with a microbiologic quality that met the norm, and an absence of ochratoxin A were observed in the totality of the analyzed samples. Low levels of foreign matter, the high value of its aqueous extract and high phenolic compounds content with antioxidant activity allow for the recommendation of the husk of cocoa as raw material for the preparation of infusions.

Key words: *Theobroma cacao* L, antioxidant, ochratoxin, FRAP

INTRODUCCIÓN

Venezuela cuenta con óptimas condiciones naturales para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L), un rubro de gran demanda internacional por la alta calidad de los compuestos del aroma y sabor que lo hace único. A partir de las semillas o almendras de cacao se obtiene el chocolate, en su elaboración, sólo se utiliza aproximadamente el 10% de dicha semilla, por lo que

se van dejando atrás potenciales materias primas, como la cáscara y la cascarilla, desperdiciándose las propiedades que ellos podrían ofrecer (1). Estos materiales son ricos en pectinas (2) y otros ingredientes de la fibra dietética así como otros compuestos de interés (3-5). Desde hace algún tiempo, en varios países, la cascarilla se utiliza como materia prima para abono orgánico y alimento para animales, pero su alto contenido en alcaloides puede ser una limitante (3). Una

estrategia económica beneficiosa para el productor y la industria es comercializar esos desechos para otros usos.

La cascarilla de cacao rodea al grano de cacao y se obtiene a partir del descascarillado de la semilla. Este material representa aproximadamente alrededor de 12% del peso de la semilla, es seca, crujiente y de color marrón (1). Estudios en otros países indican que la cascarilla de cacao tiene una importante actividad antioxidante y quizás una de las formas más eficientes de aprovechar esa propiedad sería a través de su uso en la preparación de infusiones (4,5). Los antioxidantes naturales son capaces de inactivar los radicales libres del proceso de oxidación del organismo, previniendo la aparición de enfermedades degenerativas, diversos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares entre otras (3). En el mercado nacional existe una oferta comercial de cascarilla de cacao para preparar infusiones, pero no se conoce mucho sobre su calidad. La mayoría de dicho material proviene del descascarillado manual del cacao, y probablemente no cumple con los requerimientos sanitarios exigidos para un alimento.

Para poder aprovechar esas propiedades de la cascarilla de cacao, no se debe obviar que el cacao es un rubro con una manipulación postcosecha que puede comprometer su calidad y también su inocuidad. Estudios informan de la presencia de ocratoxina A en cacao cultivado en algunas zonas de África y en Brasil, dicha micotoxina es poco inactivada por el procesamiento y se concentra en la cascarilla (6). La ocratoxina es producida por hongos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* e induce cáncer en el tracto urinario y riñones de humanos. También se ha detectado su presencia en café, cereales, uvas, vinos, frutos secos, entre otros alimentos. Es importante considerar que a veces puede estar presente el hongo pero no la toxina y que las condiciones de alta humedad y temperatura de climas tropicales favorecen la presencia de dichos hongos (6).

El objetivo de este estudio fue evaluar la composición química, la calidad microbiológica, las propiedades antioxidantes, así como también aquellos parámetros que definen el potencial uso como materia prima para preparar infusiones, de muestras de cascarilla proveniente de semillas de cacao cultivadas en los estados Sucre (Yaguaraparo) y Miranda (Barlovento).

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Se utilizaron muestras de cascarilla de cacao donadas por una empresa procesadora de cacao, ubicada en el Estado Miranda, Venezuela. El muestreo se realizó en un período de dos semanas y los lotes procesados en la empresa estaban compuestos por mezclas de semillas de cacao criollo y forastero ya que así lo reciben de sus proveedores. Se recolectó un total de 5 muestras, 3 de ellas provenían de Barlovento (Estado Miranda), identificadas como I, III y IV, mientras que la II y V provenían de Yaguaraparo (Estado Sucre). La numeración usada corresponde al orden cronológico en que se tomó la muestra, la cual se hizo de manera aleatoria mientras ocurría el descascarillado de cada lote procesado. El tamaño de cada muestra fue un kilogramo lo cual representó un 0,3% en peso del total de cascarilla por lote procesado. Todas las muestras se molieron a una granulometría de 0,595 mm en un micromolino analítico Scienceware y se conservaron en refrigeración (10°C) en envases herméticos hasta su análisis.

Composición proximal: se les determinó proteínas (960.52) y grasa (920.39C) usando la metodología AOAC (7) y humedad y cenizas aplicando las normativas COVENIN (8,9). Los carbohidratos se determinaron por diferencia. Los análisis se realizaron por triplicado de muestras.

Microbiología: se realizó el recuento de microorganismos aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos y levaduras. Para los aerobios mesófilos se siguió la norma COVENIN (10), usando Agar de Recuento en Placa (PCA, siglas en inglés) con siembra en profundidad. Para los coliformes totales se utilizó el método descrito en COVENIN (11). Mientras que para los mohos y levaduras se aplicó la norma COVENIN (12) con siembra en superficie en Agar Papa Dextrosa (PDA, siglas en inglés). Los análisis microbiológicos se realizaron por duplicado y los resultados se expresaron en UFC /g de muestra.

Ocratoxina A: se molieron las muestras a un tamaño de partícula de 20 mesh y se pesaron 25 g para preparar el extracto, se le adicionó 100 mL de metanol al 50% v/v y se mezcló en una licuadora durante 2 min. Seguidamente, se filtró a través de un papel de filtro tipo Whatman #2, se tomaron 100 µL del mismo y se diluyeron en 10 mL de metanol al 50% v/v. Este

extracto final se uso para la cuantificación de la ocratoxina A empleando el kit Veratox [®], basado en la técnica de inmunoensayo competitivo directo ELISA-CD. La ocratoxina libre que se encuentra en las muestras y en las soluciones controles del kit compite con la ocratoxina etiquetada con enzimas (conjugado), por sitios de enlace de anticuerpos. El sustrato reacciona con el conjugado enlazado produciendo un color azul, la intensidad de este color es inversamente proporcional a la cantidad de ocratoxina en la muestra. Se utiliza un lector micropozos para 650 nm. La curva estándar se prepara con las densidades ópticas de los controles mientras que la lectura de la muestra se interpola en la curva para calcular la concentración de ocratoxina. El método cuantifica entre 2-25 ppb. Los análisis se hicieron por duplicado.

Minerales: a partir de la solución de cenizas se determinaron los minerales por Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-AES). Los minerales determinados fueron: calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K) y magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn). Los resultados se expresaron en mg/kg.

Propiedades antioxidantes: para obtener información sobre la actividad antioxidante de las muestras, se aplicaron tres indicadores de tal actividad: contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante medida por la actividad antiradical 1,1-difenil-2-picril-hidrácil o método DPPH* y por el método del Poder Antioxidante de Reducción Ferrica o método FRAP (siglas en inglés). A continuación se detalla la metodología empleada.

Polifenoles totales: se utilizó el método de Folin-Ciocalteu (13), a partir de 500 g de muestra recién molido se realizaron dos extracciones sucesivas con una mezcla metanol-agua 80:20 v/v acidificado al 0,1% (14). Para la curva de calibración se utilizó ácido gálico, en concentraciones de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 y 0,5 mg/ml. Las lecturas se realizaron en el espectrofotómetro UV-Visible Genesys 6 Thermo Scientific a 765 nm. Los resultados se expresaron en g AGE (Ácido Gálico Equivalente)/100g de muestra.

Capacidad antioxidante: por el método del radical DPPH* (15). Se introdujo la modificación de preparar los extractos con metanol (14) y se utilizó 0,1 ml del dicho extracto de cada muestra a diferentes concentraciones y se hizo reaccionar con 3,9 ml de solución DPPH. Se determinó la absorbancia en un espectrofo-

tómetro UV-Visible Genesys 6 Thermo Scientific a una longitud de onda de 515 nm. De igual manera se corrió un patrón de solución de metanol al 80% (v/v). Para los cálculos se realizó un gráfico de % DPPH vs. tiempo. El % DPPH viene dado por la siguiente ecuación:

$$\%DPPH = \frac{Abs.muestra(515nm) + 0,0028}{Abs.patrn(515nm) + 0,0028} \times 100 \quad (1)$$

Luego se calculó la eficiencia antioxidante (EA) aplicando la siguiente ecuación:

$$EA = \frac{1}{EC_{50} * T_{EC_{50}}} \quad (2)$$

El factor EC₅₀ se obtiene del gráfico de %DPPH con las diferentes concentraciones, indica la cantidad de muestra en gramos necesarios para disminuir la absorbancia en un 50%. El factor T_{EC₅₀} representa el tiempo necesario para alcanzar el equilibrio a la concentración de EC₅₀. La influencia del EC₅₀ y T_{EC₅₀} en la EA se expresa mediante la ecuación 2.

Poder antioxidante de reducción ferrica (FRAP): la determinación se realizó según lo descrito por Benzie y Strain (16), se cuantificó la capacidad de los agentes reductores en las muestras para reducir el complejo férrico a ferroso, con producción de una coloración azul en la solución. La intensidad de dicha coloración es proporcional a la absorbancia leída en un espectrofotómetro a 760 nm. Los resultados se expresan en μmol/g de muestra.

Para determinar su potencial uso como materia prima de infusiones a las muestras se les determinó materias extrañas, cenizas insolubles en ácido clorhídrico y extracto acuoso, a continuación se detalla la metodología empleada.

Materias extrañas: según lo indicado en la Norma COVENIN (9), se pesaron aproximadamente 25 g de la muestras y se separaron las materias extrañas al producto (excretas de roedores y de otros animales, insectos enteros o partes de ellos), completamente identificables a simple vista o empleando una lupa, se pesaron y se calculó el porcentaje de materias extrañas.

Cenizas insolubles en ácido clorhídrico (HCl): se siguió el procedimiento descrito en la Norma COVENIN (9), para lo cual el residuo obtenido de las cenizas totales se trató con HCl y se filtró, y se sometieron a un proceso de ignición para finalmente pesarlo. Los resultados se expresaron en g/100 de muestra en base

seca.

Extracto acuoso: se siguió el procedimiento descrito en la Norma COVENIN (8), a fin de extraer las sustancias solubles en agua, se pesaron aproximadamente 2 g de muestra, en un matraz Erlenmeyer con tapa, se les agregó 100 ml de agua destilada a 70 °C, se agitó y se dejó reposar por 16 h; se filtró usando un papel de filtro Whatman #2. Luego se tomaron 50 mL del extracto obtenido, se evaporaron a sequedad, se pesaron los sólidos, y se expresó como el porcentaje de extracto acuoso en la muestra.

Los análisis se realizaron por triplicado de muestra.

Análisis estadístico: las diferencias entre las muestras se analizaron mediante la aplicación de ANOVA en una vía ($\alpha = 0,05$), se empleó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la composición proximal de la cascarilla de cacao. Se observa que su contenido de humedad es $\leq 5\%$, valor inferior a los reportados en estudios previos (3,17). En lo que respecta a su contenido de proteína, se aproxima a 20%, en concordancia con el rango dado (13-20%) por otros autores (5,17). Su aporte proteico, unido a la presencia de otros constituyentes como la fibra, hace a la cascarilla de cacao muy interesante para destinarla a la alimentación animal (5). Su contenido de grasa es algo mayor a 1%, estudios previos indican valores menores al 6% (5). Las cenizas totales de las muestras variaron entre 7 y 8%, lo que concuerda con resultados previos (3,17). Al calcular el contenido de carbohidratos por diferencia se observaron valores entre 70 y 72%, similares a lo reportado en otros estudios (5,17). Los resultados indican que la procedencia de las muestras no afectó significativamente la composición de las muestras analizadas.

En la Tabla 2 se muestran los resultados del contenido de minerales en la cascarilla de cacao. En general, el contenido de los minerales analizados es bajo, destaca el alto contenido de potasio en todas las muestras analizadas, siendo las provenientes de Barlovento más ricas en potasio que las de Yaguaraparo. También resalta el bajo contenido de hierro e incluso a nivel no detectable en las muestras II y V, ambas provenientes del estado Sucre. No se detectó la presencia zinc.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de las determinaciones de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras. Las muestras presentaron una carga de aerobios mesófilos menor a 5×10^4 UFC/g y una ausencia de coliformes, *E. coli*, mohos y levaduras. Las muestras provenientes de Barlovento (I, III y IV) presentan una mayor carga de aerobios mesófilos que las de Yaguaraparo (II y V), pero la diferencia entre ellas no supera un orden de magnitud. No se detectó presencia de ocratoxina (ND) en ninguna de las muestras, eso puede significar la ausencia total de esta toxina o que su concentración está por debajo del rango de detección del método aplicado (2 -25 ppb).

En la Tabla 4 se presentan los parámetros que se evalúan en materias primas de infusiones. En las muestras analizadas sólo se observaron materias extrañas tales como fragmentos de semillas de cacao y ramas pequeñas provenientes del árbol de cacao, resultando un porcentaje muy inferior al límite máximo (5%) establecido en la norma COVENIN (8). Las cenizas insolubles en HCL deben ser un máximo de 2%, los valores para la cascarilla de cacao superan este límite. En cuanto al extracto acuoso la normativa establece un mínimo de 15%, comparando los resultados de la cascarilla de cacao, se notan que están por encima del valor exigido.

En la Tabla 5 se presentan los parámetros que definen las propiedades antioxidantes de las muestras evaluadas. El contenido de polifenoles totales no presenta diferencias estadísticamente significativas entre las muestras analizadas, sin embargo, los valores de capacidad antioxidante para FRAP y DPPH son mayores en las muestras II, IV y V, las cuales son no se diferencian entre sí.

DISCUSIÓN

La variable humedad que presentan las muestras de cascarilla está influenciada por las diversas etapas del tratamiento postcosecha donde se aplica tratamiento térmico (secado y tostado). En la empresa que donó las muestras de cascarilla, se reciben las semillas de cacao secadas por el productor, y en la empresa se calienta para tostarla a temperaturas mayores de 100°C por un min, ello genera un material con una humedad menor a 5%. De acuerdo a la normativa nacional (8), la humedad máxima establecida para materiales destinados a la elaboración de infusión debe ser 10%, lo

Tabla 1. Composición proximal de las muestras de cascarilla de cacao (g/100g).

Muestras	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	*Carbohidratos
I	4,45 ± 0,46 ^{ab}	19,69 ± 0,53 ^a	1,38 ± 0,55 ^a	8,09±0,04 ^a	70,85 ± 0,03 ^b
II	4,83 ± 0,35 ^a	18,54 ± 0,45 ^b	1,12 ± 0,33 ^a	7,52±0,12 ^b	72,82 ± 0,79 ^a
III	3,46 ± 0,37 ^b	18,72 ± 0,39 ^b	1,33 ± 0,41 ^a	7,51±0,46 ^b	72,44 ± 0,66 ^a
IV	3,68 ± 0,63 ^{ba}	19,07 ± 0,53 ^{ab}	1,27 ± 0,21 ^a	7,87±0,09 ^a	71,81 ± 0,58 ^{ba}
V	5,08 ± 0,23 ^a	18,54 ± 0,69 ^b	1,09 ± 0,48 ^a	8,04±0,05 ^a	72,35 ± 0,46 ^a

Resultados expresados en base seca como promedio y desviación estándar de triplicados. *Calculados por diferencia. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencia estadística ($p < 0,05$).

Tabla 2. Minerales en las muestras de cascarilla de cacao (mg/kg).

Mineral	Muestras				
	I	II	III	IV	V
Ca	40,13 ± 8,34 ^a	25,40 ± 5,38 ^c	35,12 ± 7,18 ^{abc}	36,34 ± 8,70 ^{ab}	28,49 ± 5,88 ^{bc}
Mg	20,45 ± 5,12 ^a	28,52 ± 4,90 ^a	21,32 ± 4,89 ^a	20,10 ± 5,02 ^a	27,67 ± 5,72 ^a
Zn	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	0,76 ± 0,06 ^a	0,60 ± 0,04 ^{bc}	0,77 ± 0,08 ^a	0,70 ± 0,06 ^{ab}	0,56 ± 0,04 ^c
Mn	0,80 ± 0,24 ^a	0,71 ± 0,32 ^a	0,82 ± 0,41 ^a	0,81 ± 0,47 ^a	0,79 ± 0,25 ^a
Fe	0,14 ± 0,01 ^a	ND	0,17 ± 0,02 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	ND
Na	25,31 ± 4,22 ^c	35,36 ± 6,87 ^{ab}	23,45 ± 4,03 ^c	27,56 ± 0,5,74 ^{bc}	37,34 ± 5,09 ^a
K	810,76 ± 58,98 ^c	709,36 ± 49,08 ^{bc}	780,65 ± 50,25 ^{abc}	803,87 ± 57,90 ^{ab}	700,9 ± 45,95 ^a

Resultados expresados como promedio y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes en una misma fila denotan diferencia estadística ($p < 0,05$). ND: No Detectado

Tabla 3. Calidad microbiológica y Ocratoxina A en las muestras de cascarilla de cacao.

Microorganismo/Toxina	Muestras				
	I	II	III	IV	V
Aerobios mesófilos (UFC./g)	3,6 x 10 ⁴	8,5 x 10 ³	2,7 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴	4 x 10 ³
Coliformes totales (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Mohos (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Levaduras (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Ocratoxina A (ppb)	ND	ND	ND	ND	ND

ND: no detectado

Tabla 4. Materias extrañas, cenizas insolubles en HCl y extracto acuoso en muestras de cascarilla de cacao.

Muestra	Materias extrañas (g/100g)	Cenizas insolubles en HCl (g/100g)	Extracto acuoso (g/100g)
I	0,41 ± 0,47 ^a	4,70 ± 0,10 ^a	38,13 ± 1,92 ^a
II	0,10 ± 0,17 ^b	4,72 ± 0,23 ^a	36,58 ± 3,98 ^a
III	0,08 ± 0,13 ^b	4,29 ± 0,30 ^a	31,75 ± 1,66 ^a
IV	0,37 ± 0,32 ^c	4,23 ± 0,26 ^a	37,99 ± 5,79 ^a

Resultados expresados como promedio y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencia estadística ($p < 0,05$).

Tabla 5. Polifenoles totales, capacidad antioxidante y poder reductor de las muestras de cascarilla de cacao.

Muestra	Contenido de polifenoles (g AGE/100g muestra)	Capacidad antioxidante/método	
		DPPH	FRAP
		EA	($\mu\text{mol/g}$ muestra)
I	$2,50 \pm 0,06^a$	$6,77 \times 10^{-4} \pm 6,00 \times 10^{-5} \text{ a}$	$378,75 \pm 16,67^b$
II	$2,45 \pm 0,06^a$	$5,70 \times 10^{-4} \pm 8,39 \times 10^{-5} \text{ b}$	$416,25 \pm 18,08^{ba}$
III	$2,48 \pm 0,07^a$	$3,38 \times 10^{-4} \pm 5,02 \times 10^{-5} \text{ b}$	$388,125 \pm 26,45^b$
IV	$2,51 \pm 0,06^a$	$7,59 \times 10^{-4} \pm 6,66 \times 10^{-5} \text{ a}$	$473,13 \pm 28,70^a$
V	$2,40 \pm 0,05^a$	$6,95 \times 10^{-4} \pm 5,01 \times 10^{-5} \text{ b}$	$454,38 \pm 27,45^{ab}$

Resultados expresados como promedio y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencia estadística ($p < 0,05$).

cual indica que la cascarilla analizada cumpliría con ese requerimiento. La humedad es un parámetro crítico en la calidad del producto, su control minimiza la actividad microbiana del material (4). Con respecto a su contenido de proteínas, se observan valores muy similares a los reportados en granos enteros de cacao venezolano (cerca de 16%) (18), lo que indica que la proteína está homogéneamente repartida en el grano. Según varios autores ((5,19), ese alto contenido proteico junto a otros constituyentes como la fibra, hace que la cascarilla de cacao sea de interés en la alimentación animal. Las muestras de cascarilla analizadas están prácticamente libres de grasa. Los granos de cacao venezolano contienen entre 55 y 60% de grasa (18), pero en su cascarilla es cercana al 6% (5), variaciones dependen del tipo de cacao o su origen. El alto contenido de cenizas de las muestras indica que se trata de un material rico en minerales, sin embargo, los valores son inferiores a lo reportado en previas investigaciones (17,20). Como no se determinó la fibra dietética del material, ya que no era el interés del estudio, el valor de carbohidratos calculado por diferencia engloba el contenido de fibra. Un estudio previo en cacao colombiano reporta valores de fibra dietética en el orden de 70%, con predominio de la fibra insoluble (3).

Con respecto al contenido de minerales se observó que no se detectó la presencia de zinc, lo cual coincidió con lo reportado por otros autores (17,20). Otro dato interesante resultó ser el alto contenido de potasio en todas las muestras, en especial las de Barlovento. Una posible causa sería la utilización de fertilizantes, los cuales proveen potasio, en forma de óxido de potasio y de fósforo, deutóxido de difósforo y de nitrógeno (21). El contenido de minerales, además de

poseer un interés nutricional, es un parámetro que se modifica con el origen de las muestras analizadas, ya que está influenciado por la naturaleza de los suelos.

Al analizar la calidad microbiológica de las muestras de cascarilla de cacao, se observaron resultados que están dentro de los valores dados en el anteproyecto de la norma COVENIN revisada (22). Es importante aclarar que en la norma vigente para materia prima de infusiones (8) no se establecen requisitos microbiológicos, pero ello se corrigió en su anteproyecto de actualización (22). Los valores dados están soportados en la norma titulada Principios generales para el establecimiento de criterios microbiológicos en los alimentos, Norma COVENIN 409:1998 (23). El anteproyecto de la norma para infusiones establece un límite máximo de 1×10^4 para aerobios mesófilos y hasta un máximo de 1×10^3 para mohos, levaduras y coliformes totales. Se observó que las muestras I, III y IV (Barlovento) están fuera del rango recomendado de aerobios mesófilos, pero dentro del mismo ciclo logarítmico. Considerando que las muestras provienen de una procesadora de cacao que sigue Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), lo recomendable es controlar y monitorear las condiciones de cultivo, postcosecha y almacenaje de las semillas, es decir las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Con respecto a la no detección de ocratoxina A en las muestras analizadas, se puede explicar por varias razones. Quizás los granos de cacao de donde provienen las muestras de cascarilla estaban libres de contaminación tanto de los hongos como de la ocratoxina A producida por ellos. También es posible que los granos se hubiesen contaminado con hongos, pero que las condiciones para producir la toxina no se hubieran dado, o que simplemente la concentración presente no

fue detectada por el método empleando. Un alto contenido de humedad del alimento y temperaturas ambientales en un rango de 30-45°C, favorecen la presencia de los hongos y la producción de la ocratoxina (24). La mayor contaminación generalmente sucede en la etapa del secado al sol de las semillas fermentadas, las cuales son comúnmente extendidas en el suelo por horas y/o días. Se recomienda la utilización de hornos de secado sumada a la aplicación de BPA al momento del cultivo de la semilla y sus tratamientos posteriores (4). En la industria procesadora de cacao donde se hizo el muestreo, las semillas de cacao se someten a tostados a más de 100 °C durante un min antes del descascarillado, ello disminuye o elimina la carga microbiana previa. Es importante destacar que las muestras provienen de semillas de cacao cultivadas y cosechadas en dos estados del país, con técnicas agrícolas y postcosecha diferentes, factores de variabilidad en su calidad microbiológica.

El límite máximo de materias extrañas es 5% p/p (8), los valores de las muestras de cascarilla no superan ese valor, sólo se observaron materias extrañas tales como fragmentos de semillas de cacao y ramas pequeñas provenientes del árbol de cacao. De acuerdo con la normativa para infusiones (8), las cenizas insolubles en ácido clorhídrico no deben superar el 2% en peso de la materia prima, en tal sentido, los valores obtenidos para la cascarilla de cacao superan este límite. Sin embargo, en el anteproyecto de la norma revisada (22) no se fijaron límites en el valor de cenizas insolubles en ácido. Estos cambios en la normativa quizás se deban a que no se saben las implicaciones de dicho parámetro. Según la norma nacional (8), el extracto acuoso debe ser mínimo 15% y los valores para las muestras de cascarilla analizadas son superiores, lo que permite calificarlas como una materia prima idónea para la elaboración de infusiones. Ese parámetro representa la porción de los nutrientes y componentes solubles en agua, muchos de ellos beneficiosos y aprovechables al preparar la infusión

Con respecto a las propiedades antioxidantes, el contenido de polifenoles fue inferior a 6.000 mg/100 g de muestra, valores dados por otros autores (5), pero muy similares a polvos de café colombiano (25) y a los dados para varias semillas venezolanas que se promueven como ricas en antioxidantes, propiedad atribuida principalmente a los polifenoles presentes (26). Con respecto a los valores de EA, están en el orden

de 10-4, según Sánchez- Moreno et al (15) valores menores a 1 se considera una baja EA. Sin embargo, los valores de FRAP si reflejan una actividad antioxidante del orden de frutas como la manzana roja con cáscara, limón y vegetales verdes como el perejil, espinacas, alcachofas (27), entre otros. También se observó que las muestras con mayor EA también tienen mayor valor FRAP. Diferentes estudios sobre capacidad antioxidante en diversos alimentos de origen vegetal muestran una correlación positiva entre ambos métodos (26, 28). Estos resultados sugieren que la cascarilla de cacao como ingrediente podría proporcionar efectos beneficiosos para la salud como lo hacen algunas semillas, frutas y vegetales, por ser una fuente de compuestos con propiedades antioxidantes como son los polifenoles.

CONCLUSIÓN

El estudio realizado permite concluir que la cascarilla del cacao analizado, proveniente de Barlovento y Yaguaraparo y obtenido de una industria procesadora del cacao puede ser usada como materia prima de infusiones. Sin embargo, ello no puede generalizarse para toda la cascarilla que se genera del cacao venezolano, ya que su cultivo y tratamiento postcosecha es muy artesanal y está sometido a una cuestionada manipulación que en algunos casos pone en riesgo su inocuidad. Se requiere completar el estudio con muestras tomadas en otras empresas que procesen semillas y realizar evaluaciones sensoriales y pruebas de aceptabilidad con potenciales consumidores para conocer otros aspectos importantes de dicho material.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dra. Olgamar Franceschi por permitir realizar los análisis de ocratoxina en Laboratorios Brolab C.A y a la Profesora Alexia Torres por su colaboración en la metodología aplicada.

REFERENCIAS

1. Kalvatchev Z, Garzaro D, Guerra F. *Theobroma Cacao* L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. Agroalimentaria. 1998 (6).
2. Barazarte H, Sangronis E, Emaldi U. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente co-

- mercial de pectinas. Arch Latinoam Nutr. 2008; 58(1): 64-70.
3. Baena LM, García Cardona NA. Obtención y caracterización de fibra dietética a partir de cascarilla de las semillas tostadas de *Theobroma cacao* L. en una industria chocolatera colombiana. Tesis para optar al título de PhD. en Química. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira; 2012.
 4. Macrae R, Robinson R, Sadler M. Encyclopaedia of Food Science. Food Technology and Nutrition. Reino Unido: STAFF; 1993.
 5. Lecumberri E, Mateos R, Izquierdo M, Rupélez P, Goya L. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). Food Chem. 2007; 104:948-954.
 6. Teixeira de Magalhães J, Andrade G, Viscogliosi H. Occurrence of Ochratoxin A in Brazilian cocoa beans. Food Control. 2011; 22:744-748.
 7. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13a ed. Washington DC : A.O.A.C. International; 1990.
 8. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Infusiones 1575-80. Venezuela: Fondonorma; 1980.
 9. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales . Especies y Condimentos 1562-90. Métodos de Ensayo. Venezuela: Fondonorma; 1990.
 10. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Métodos para el recuento de colonias de bacterias aerobias en cápsulas de petri 902-87. Venezuela: Fondonorma; 1987.
 11. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Métodos para el recuento de colonias de bacterias coliformes en cápsulas de Petri 1086-84. Venezuela: Fondonorma; 1984.
 12. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Método para el recuento de mohos y levaduras 1337-90. Venezuela: Fondonorma; 1990.
 13. Singleton V, Orthofer R, Lamuela-Raventos R. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin–Ciocalteu reagent. Meth Enzymol. 1999; 299:152–178.
 14. Mujica M, Granito M, Soto N. Importance of the extraction method in the quantification of total phenolic compounds in *Phaseolus vulgaris* L. Interciencia. 2009; 34(9).
 15. Sánchez-Moreno C, Larrauri J, F. Saura-Calixto. A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. J Sci Food Agric. 1998; 76:270-276.
 16. Benzie I, Strain J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. Anal Biochem. 1996; 239(0292):0-76.
 17. Cardona, M, Sorza, J, Posada S, Carmona J. Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2002; 15(2):240-246.
 18. Ortiz de Bertorelli L, Graziani de Fariñas L, Gervaise Rovedas L. Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. Agronomía Trop. 2009; 59(2):119-127.
 19. Magistrelli L, Malagutti G, Galassi RF. Cocoa husks in diets of Italian heavy pigs. J Animal Sci. 2012; 90:230-232.
 20. León J, Gómez R, Hernández S. Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos en los Altos de Chiapas, México. Universidad y Ciencia. 2006; 22(002):163-174.
 21. FAO. Food and Agriculture Organization. Estrategias en Materia de Fertilizantes. Roma: Food and Agriculture Organization; 1989.
 22. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Infusiones (1575 R). Anteproyecto. Venezuela: Fondonorma; 2002.
 23. COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Principios generales para el establecimiento de criterios microbiológicos (409:1998). Fondonorma: Venezuela; 1998
 24. Centre for Food Safety. Ochratoxin A in Food. Food and Environmental Hygiene Department. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region; 2006.
 25. Naranjo M, Vélez L, Rojano B. Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades. Rev Cubana Plant Med. 16(2): 164-173.
 26. Padilla F, Rincón A, Bou-Rached L. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. Arch Latinoam Nutr. 2008; 58(3):303-308.
 27. Araya H, Clavijo C, Herrera C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. Arch Latinoam Nutr. 2008; 56(4):361-365
 28. Stockhammer S, Stolze K, Rohr-Udilova N, Chizzola R, Zitterl-Eglseer K, Franz C. Antioxidant activity of phylogenous industrial waste and derived extracts for the production of feed and food additives. Int J Food Sci Technol. 2009; 44(4):702-710.

Recibido: 23-04-2014

Aceptado: 04-07-2014

Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina

María Eugenia Jiménez, Norma Sammán

Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), CONICET-UNT, e Instituto de Química Biológica “Dr. Bernabé Bloj”, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, San Miguel de Tucumán, Argentina.

RESUMEN. Existe un creciente interés por consumir alimentos que además de aportar los componentes básicos para una buena nutrición provean otros compuestos benéficos para la salud. El objetivo del trabajo fue determinar la composición química de alimentos autóctonos de la región andina y cuantificar algunos componentes funcionales. Se determinó composición centesimal, contenido de vitamina C y compuestos fenólicos totales, actividad antirradical (DPPH) en cáscara y pulpa, fibra dietaria soluble e insoluble, fructooligosacáridos (FOS), almidón total y resistente (en tubérculos y raíces crudos, hervidos y hervidos y almacenados) de 6 variedades de Ocas (*Oxalis tuberosa*), 4 clones de Mandiocas (*Manihot esculenta Crantz*) y Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Los resultados mostraron mayor cantidad de compuestos bioactivos y actividad antirradical en la cáscara de ocas. En todos los casos el contenido de fibra insoluble fue mayor que la soluble. Las mandiocas tuvieron mayor contenido de almidón total que las raíces y tubérculos andinos. El proceso de ebullición disminuyó el contenido de almidón resistente en ocas y mandiocas pero cuando éstas se almacenaron por 48h a 5°C, el contenido de almidón resistente aumentó nuevamente. El contenido de FOS en ocas fue similar para todas las variedades (Aproximadamente 7%). El principal componente de los carbohidratos del yacón fueron los FOS (8,89%). Se puede concluir que las raíces y tubérculos estudiados, además de aportar nutrientes, contienen compuestos funcionales que les confieren un valor adicional como alimentos útiles para la prevención de algunas enfermedades no trasmisibles.

Palabras clave: Ocas, mandiocas, yacón, composición química, actividad antirradical, fructooligosacáridos.

SUMMARY. Chemical characterization and quantification of fructooligosaccharides, phenolic compounds and antiradical activity of Andean roots and tubers grown in Northwest of Argentina. There is great interest in consuming foods that can provide the nutrients for a good nutrition and other health beneficial compounds. The aim of this work was to determine the chemical composition of native foods of the Andean region and to quantify some functional components. Proximal composition, vitamin C, total phenolic compounds, antiradical activity (DPPH) in peel and pulp, dietary fiber soluble and insoluble, fructooligosaccharides (FOS), total and resistant starch (in tubers and raw roots, boiled and boiled and stored) of 6 varieties of Oca (*Oxalis tuberosa*), 4 clones of manioc (*Manihot esculenta Crantz*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) were determined. The results showed greater amount of bioactive compounds and antiradical activity in the skin of these products. The highest content was found in the oca peel. In all cases, the content of insoluble fiber was greater than the soluble. The manioc had higher total starch than Andean roots and tubers. The boiling process decreased the resistant starch content of ocas and manioc, but when these are stored for 48 h at 5 °C, the resistant starch content increased. The FOS content of the ocas was similar for all varieties (7%). The main component of yacon carbohydrates were FOS (8,89%). The manioc did not contain FOS. It can be concluded that the roots and tubers studied, in addition to provide nutrients, contain functional compounds that confer additional helpful value for preventing non communicable diseases.

Key words: Ocas, manioc, yacon, chemical composition, antiradical activity, fructooligosaccharides.

INTRODUCCIÓN

En el continente americano se han originado y domesticado especies de plantas actualmente cultivadas como la papa, el maíz, la mandioca, el camote y el frijol que han contribuido a la alimentación del mundo; también se han originado otras especies que son poco

conocidas aún pero con potencial para ser explotadas más intensamente. Entre estas especies nativas se encuentran tubérculos como la papalisa (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*); raíces andinas: como la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), yacón (*Smallanthus sonchifolius*), achira (*Canna edulis*), maca (*Lepidium meyenii*)

y ajípa (*Pachyrhizus ahipa*); granos: quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*C. pallidicaule*) y amaranto (*Amaranthus caudatus*); y leguminosas como el tarwi (*Lupinus mutabilis*) y el maní (*Arachis hypogaea*). Estas especies son cultivadas en pequeñas áreas bajo sistemas de producción tradicionales y en condiciones difíciles, pero son imprescindibles para asegurar la diversificación alimentaria y son el sustento de poblaciones que viven en mayor riesgo. Las razones para promover su producción, conservación y uso se basan en fundamentos nutricionales, ecológicos y socio-económicos (1).

El conocimiento de los principales componentes químicos y sus las características físicas, nutricionales y funcionales de las raíces y tubérculos andinos contribuirán a fomentar su consumo y permitirán orientar sus posibles aplicaciones.

Para determinar la calidad nutritiva de un alimento o dieta es necesario conocer su composición química y compararla con las estimaciones de las necesidades diarias de un nutriente en particular. Estas estimaciones de la calidad son útiles y constituyen la base de las evaluaciones rutinarias (2).

Es importante conocer el aporte nutricional de los cultivos andinos y de esta manera fomentar aquellos que puedan representar una solución a determinada carencia en una región o zona agroecológica específica.

Los tubérculos y raíces andinos contienen numerosos compuestos con actividad biológica tales como los flavonoides, fenoles, estanoles, prebióticos, probióticos y fitohormonas. El consumo regular de estos compuestos contribuye a disminuir las enfermedades cardiovasculares y del tracto digestivo, a fortalecer el sistema inmunológico y reproductor, neutralizar la acción de los radicales libres que pueden dañar las células y favorecer la desintoxicación de compuestos no deseados. El estudio de estos cultivos podrá aclarar científicamente muchas de sus bondades las cuales son reconocidas en forma empírica por la población de las distintas regiones andinas de América (3).

Los alimentos funcionales, son aquellos que contienen compuestos bioactivos que pueden proporcionar un beneficio adicional para la salud o efectos fisiológicos deseables, sin provocar efectos nocivos, además de asegurar la nutrición básica. Los cultivos andinos tendrían múltiples cualidades como alimentos funcionales. (3).

El objetivo del trabajo fue determinar la composi-

ción química de alimentos autóctonos de la región andina y cuantificar algunos componentes funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con seis variedades de Ocas (*Oxalis tuberosa*): Overa, Amarilla, Blanca, Colorada, Rosada y Morada provistas por la Cooperativa Agropecuaria y Artesanal Unión Quebrada y Valles (C.A.U. Que. Va.), Maimara, Jujuy, Argentina. Cuatro clones de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): Pomberí, Palma, Colorado Amadeo y Campeona provistos por Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Resistencia, Chaco, Argentina y Yacón (*Smallanthus sonchifolius*), adquirido en Cooperativa de Productores de Yacón de Chorrillos, Bárcena, Jujuy, Argentina.

La producción de todas las variedades se transportó a la cooperativa por los productores locales. Allí fueron clasificados y conservados en cámaras frías. Tres muestras de cada variedad de distintas épocas durante la cosecha, fueron seleccionadas y conservadas en el laboratorio a 4°C hasta su procesamiento y análisis. Todas las determinaciones analíticas fueron realizadas por triplicado.

Análisis químico

Se determinó: Humedad, proteínas (porcentaje de nitrógeno x 6,25), cenizas, fibra dietaria soluble e insoluble, materia grasa, siguiendo la técnica de Soxhlet, utilizando técnicas oficiales AOAC (4).

Vitamina C

Se determinó de acuerdo al método propuesto por Correa de Souza, et al. (5), utilizando un equipo de HPLC Gilson con una columna C18 y un detector UV (254 nm), la fase móvil fue una solución acuosa de H₂SO₄ (pH = 2,5), con un flujo isocrático de 0,7 mL/min. Se utilizó como estándar ácido ascórbico (SIGMA®).

Para la extracción de la vitamina C de la matriz alimentaria, la muestra fue triturada y homogeneizada con una solución de ácido meta- fosfórico (0,3 M) y ácido acético (1,4 M). Los extractos se filtraron y se usaron para su cuantificación.

Compuestos Fenólicos

Se pesaron 5 g de cada muestra (triturada y homogeneizada) y se mezclaron con 25 mL de metanol; se incubaron a 45°C durante 30 min con continua agita-

ción y luego se filtraron. El residuo fue reextraído con 25 mL de metanol. Los extractos se combinaron y concentraron en un rotaevaporador a 40°C y llevaron a 10 mL. Fueron refrigerados hasta su utilización. Los compuestos fenólicos se determinaron por el método de Folin-Ciocalteu (6). Se realizó una curva estándar con ácido gálico (SIGMA®). Los resultados se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico (AG)/100 g de alimento fresco. Las determinaciones se realizaron en pulpa o cáscara cruda.

Actividad Antirradical

Se determinó por el método descrito por Brand-Williams, et al. (7), utilizando el radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). Se agregaron diferentes alícuotas del extracto metanólico (obtenido como se describe arriba) a 3 mL de solución metanólica de DPPH• (Abs515nm=1). Se midió la absorbancia, en espectrofotómetro (Beckman DU 7500), a 515 nm cada 30 seg durante 30 min. El grado de decoloración de la solución indica la eficiencia de la sustancia agregada como atrapadora de radicales libre. Se ajustaron los datos a una exponencial de 2° orden y se determinó por extrapolación, el valor de la absorbancia para el estado estacionario, es decir a tiempo infinito, utilizando el software Origin 7.0 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA). La actividad antirradical se calculó como porcentaje de decoloración de la solución de DPPH•, según Burda y Oleszek (8). Se midió el porcentaje de actividad antirradical para diferentes concentraciones del antioxidante (extracto metanólico) y se determinó el valor de IC50, que corresponde a la cantidad de alimento que produce el consumo del 50 % del radical (Abs515nm=0,5) y se expresa en mg de alimento. Se realizó una curva de calibración con ácido ascórbico para expresar los resultados como capacidad antioxidante equivalente a vitamina C (VCEAC Vitamin C equivalent antioxidant capacity), (9).

Almidón Total (AT) y Resistente (AR)

Se determinaron utilizando las técnicas descritas por Tovar, et al. (10) y Goñi, et al. (11) respectivamente. Para el AT, la muestra se disuelve en KOH 4N y para AR se realiza una digestión previa con una solución de pepsina. Para ambas técnicas sigue una hidrólisis con α -amilasa (100°C, 30 min para AT y 37°C, 16 h para AR), luego una digestión con amiloglicosidasa, previa disolución del almidón con KOH 4N para

el AR. El contenido de glucosa se determinó utilizando un kit enzimático glucosa oxidasa/peroxidasa (GOD/POD). Los g de glucosa obtenida se multiplicaron por 0,9 para transformar glucosa a almidón. AR se determinó en papas crudas, recién hervidas (20 min de ebullición) y almacenadas a 5 °C durante 48 h.

Fructooligosacáridos (FOS)

Se extrajeron los FOS de la matriz alimentaria con agua bidestilada a 80°C y agitación constante y se cuantificaron según el método de Zuleta, et al. (12), utilizando cromatografía líquida de alta resolución (HPLC); el equipo consta de un sistema de bomba Gilson 322 pump, un detector de índice de refracción (Precision Instrument modelo Iota 2), columna Nucleogel® Sugar 810 ca y calefactor de columnas Zeltec modelo ZC 90. Se utilizó como fase móvil agua desionizada, con un flujo de 0,65 mL/min. La temperatura de la columna fue de 85°C. Se utilizó inulina, fructosa y glucosa SIGMA® como estándares.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra la composición centesimal de los alimentos estudiados. Sus componentes mayoritarios son el agua y los carbohidratos, conteniendo bajas cantidades de proteínas, lípidos y cenizas. En el yacón los carbohidratos representan el mayor porcentaje de la materia seca.

En la Tabla 2 se presentan los valores de FDT, insoluble y soluble de los alimentos estudiados. En todos el contenido de fibra insoluble es mayor que el de fibra soluble.

Compuestos bioactivos y actividad antirradical

En la Tabla 3 se pueden observar los contenidos de vitamina C, compuestos fenólicos y actividad antirradical (AAR), expresada como IC 50 y VCEAC, para la cáscara y la pulpa de las 6 variedades de ocas. En la variedad Amarilla el contenido de vitamina C es mayor en la pulpa (35,4±1,3 mg/100g alimento fresco); las variedades Rosada y Colorada presentan valores mayores en cáscara (47,3±0,2 y 44,8±1,2 mg/100g alimento fresco respectivamente); las variedades Morada y Blanca tienen cantidades similares en pulpa y cáscara. En pulpa los valores de compuestos fenólicos se encuentran entre 51,9±3,1 y 149,2 ±7,4 mg AG/100g de alimento fresco para las variedades Blanca y Colorada respectivamente. En todos los clo-

Tabla 1: Composición centesimal de raíces y tubérculos

Alimento	Energía Kcal/ 100g	Humedad*	Proteínas*	Lípidos*	Cenizas*	Fibra Dietaria Total	H C ** disponibles	
								g/100 g de pulpa bh
Oca	Amarilla	92	74,71 ± 0,61 ^b	1,15 ± 0,00 ^c	0,13 ± 0,05 ^{bc}	0,88 ± 0,02 ^c	1,53	21,6
	Overa	94	74,22 ± 0,62 ^b	1,59 ± 0,01 ^c	0,15 ± 0,03 ^{bc}	0,75 ± 0,03 ^a	1,69	21,6
	Rosada	97	73,05 ± 0,38 ^a	1,37 ± 0,09 ^d	0,10 ± 0,01 ^b	1,16 ± 0,01 ^c	0,87	22,58
	Morada	92	76,15 ± 0,66 ^c	0,79 ± 0,08 ^b	0,15 ± 0,03 ^{bc}	0,99 ± 0,00 ^d	1,92	21,92
	Blanca	84	76,81 ± 0,86 ^{cd}	1,51 ± 0,11 ^{de}	0,19 ± 0,03 ^c	0,84 ± 0,05 ^{bc}	1,58	19,07
	Colorada	83	75,82 ± 1,79 ^d	2,10 ± 0,00 ^f	0,14 ± 0,05 ^{bc}	0,78 ± 0,02 ^{ab}	2,6	18,51
Mandioca	Campeona	148	61,60 ± 1,09 ^a	1,32 ± 0,46 ^b	0,23 ± 0,09 ^b	0,72 ± 0,03 ^b	1,03	35,1
	Pomberí	142	62,34 ± 0,88 ^a	1,15 ± 0,07 ^b	0,21 ± 0,04 ^b	0,56 ± 0,03 ^a	1,82	33,91
	Colorada amadeo	109	70,53 ± 2,02 ^b	1,07 ± 0,13 ^b	0,13 ± 0,03 ^b	0,79 ± 0,00 ^b	1,67	25,8
	Palma	121	67,40 ± 0,99 ^b	1,05 ± 0,04 ^b	0,13 ± 0,02 ^b	0,96 ± 0,10 ^c	1,53	28,93
	Yacón	50	86,09 ± 4,85 ^c	0,48 ± 0,02 ^a	0,04 ± 0,03 ^a	0,37 ± 0,01 ^a	1,03	11,99

*Los resultados se presentan como promedio ± desviación estandar n= 3.

** Calculado por diferencia.

Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p<0,05)

bh: base húmeda

Tabla 2: Contenido de fibra soluble e insoluble en la pulpa de ocas, mandiocas y yacón.

Alimento	Fibra Dietaria Total**	Fibra Dietaria Insoluble*	Fibra Dietaria Soluble*	% cobertura del VDR	
					g/100 g de pulpa bh
Oca	Amarilla	1,53	1,02 ± 0,22 ^{ab}	0,51 ± 0,16 ^{bc}	5
	Overa	1,69	1,35 ± 0,06 ^b	0,34 ± 0,08 ^{ab}	6
	Rosada	0,87	0,69 ± 0,23 ^a	0,18 ± 0,07 ^a	3
	Morada	1,92	1,18 ± 0,02 ^b	0,74 ± 0,11 ^c	6
	Blanca	1,58	1,08 ± 0,05 ^b	0,50 ± 0,15 ^{bc}	5
	Colorada	2,6	2,12 ± 0,10 ^c	0,48 ± 0,00 ^b	9
Mandioca	Campeona	1,03	1,03 ± 0,08 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	3
	Pomberí	1,82	1,05 ± 0,23 ^a	0,77 ± 0,36 ^b	6
	Colorado Amadeo	1,67	1,53 ± 0,10 ^a	0,14 ± 0,04 ^a	6
	Palma	1,53	1,43 ± 0,61 ^a	0,10 ± 0,05 ^a	5
	Yacón	1,03	0,68 ± 0,06 ^a	0,35 ± 0,00 ^{ab}	3

* promedio ± desviación estandar n= 3.

** Calculado por la suma de la fibra soluble y la fibra insoluble. Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p<0,05)

VDR= Valor diario recomendado bh: base húmeda

nes de mandioca, el contenido de compuestos fenólicos y la AAR son por lo menos diez veces mayor en la cáscara que en la pulpa. Las variedades Campeona y Colorada A, presentan mayor contenido de vitamina C en pulpa, mientras que Palma y Pomberí tienen mayor cantidad en cáscara. El yacón presenta valores de vitamina C, compuestos fenólicos y AAR mayores en pulpa que en cáscara.

Caracterización de los carbohidratos

En la Tabla 4 se presenta el contenido de almidón total y resistente. Los resultados muestran que el proceso de ebullición produce una disminución en el contenido de AR, pero cuando éstas se almacenan por 48 h a 5 °C, el contenido de almidón resistente aumenta, en algunos casos hasta valores superiores al de los alimentos crudos. El yacón no almacena sus carbohidra-

Tabla 3: Compuestos bioactivos y actividad antirradical en pulpa y cáscara

Alimento	Vitamina C (mg / 100 g muestra) bh *		Comp. Fenólicos (mg AG / 100g muestra) bh *		IC 50* (mg de muestra) bh		Actividad antirradical VCEAC* (mg AA/100g muestra) bh	
	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara
Amarilla	35,4 ± 1,3 ^{bc}	22,9 ± 0,8 ^a	89,9 ± 2,8 ^{bc}	159,3 ± 2,6 ^b	49,4 ± 1,5 ^d	11,8 ± 0,4 ^b	25,4 ± 0,6 ^a	106,2 ± 3,5 ^{bc}
Overa	33,9 ± 1,5 ^b	22,2 ± 2,8 ^a	94,2 ± 3,3 ^c	171,1 ± 4,9 ^b	38,6 ± 2,6 ^c	12,4 ± 0,3 ^b	32,5 ± 2,2 ^b	101,0 ± 2,5 ^{bc}
Rosada	37,4 ± 1,0 ^{cd}	47,3 ± 0,2 ^c	81,4 ± 1,9 ^b	88,8 ± 1,9 ^a	28,1 ± 1,0 ^b	18,9 ± 1,7 ^c	44,6 ± 1,6 ^c	66,4 ± 5,6 ^b
Morada	35,6 ± 0,7 ^{bcd}	36,2 ± 0,3 ^b	87,5 ± 3,2 ^{bc}	462,3 ± 9,6 ^d	28,5 ± 2,3 ^{bc}	6,0 ± 0,6 ^a	44,0 ± 3,5 ^c	209,3 ± 18,4 ^d
Blanca	38,8 ± 0,8 ^d	38,4 ± 0,4 ^b	51,9 ± 3,1 ^a	82,3 ± 8,2 ^a	48,2 ± 2,6 ^d	29,2 ± 2,4 ^d	26,1 ± 1,0 ^a	43,0 ± 3,4 ^{ab}
Colorada	30,4 ± 1,6 ^a	44,8 ± 1,2 ^c	149,2 ± 7,4 ^d	200,6 ± 7,3 ^c	15,4 ± 0,2 ^a	10,1 ± 2,3 ^{ab}	81,1 ± 1,2 ^d	128,8 ± 34,3 ^b
Campeona	22,7 ± 0,2 ^b	15,5 ± 1,5 ^a	25,3 ± 1,1 ^{ab}	172,1 ± 4,5 ^b	82,6 ± 2,0 ^b	5,7 ± 0,2 ^a	15,1 ± 0,4 ^a	218,2 ± 8,1 ^c
Colorada Amadeo	29,7 ± 1,1 ^c	18,7 ± 1,9 ^{ab}	21,1 ± 0,9 ^a	243,2 ± 16,7 ^c	89,3 ± 1,6 ^b	4,4 ± 0,3 ^a	14,0 ± 0,2 ^a	282,9 ± 19,8 ^c
Palma	25,9 ± 1,5 ^b	34,0 ± 2,3 ^c	34,5 ± 2,2 ^c	228,8 ± 20,3 ^c	47,0 ± 4,3 ^a	4,8 ± 0,7 ^a	26,7 ± 2,5 ^b	261,8 ± 35,2 ^c
Pomberí	16,9 ± 1,6 ^a	23,1 ± 0,7 ^b	28,0 ± 2,3 ^b	144,5 ± 10,1 ^b	81,6 ± 11,5 ^b	8,3 ± 1,6 ^b	15,5 ± 2,3 ^a	155,0 ± 28,8 ^b
Yacón	16,6 ± 0,8 ^a	13,3 ± 1,3 ^a	54,4 ± 3,6 ^a	22,7 ± 1,6 ^a	117,7 ± 2,8 ^c	499,0 ± 19,4 ^e	10,6 ± 0,3 ^a	2,5 ± 0,1 ^a

* Los resultados se presentan como promedio ± desviación estandar, n=3. Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p<0,05).
bh: base húmeda

tos de reserva en forma de almidón.

En la Tabla 5 se muestra el contenido de FOS de las 6 variedades de ocas estudiadas y del yacón. El análisis de los clones de mandiocas mostró que ninguno contiene FOS. Todas las variedades de ocas presentan valores similares; el yacón tiene un contenido de FOS más elevado que las ocas.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que las ocas presentan menor contenido de humedad y mayor valor de carbohidratos a los encontrados por O'Hair y Maynard (13) mientras que los valores para proteínas, cenizas y lípidos son similares. En la mandioca se encontró contenidos de humedad y nutrientes similares a los informados para mandiocas producidas en Brasil (14). En cuanto al yacón los valores de carbohidratos determinados en nuestras muestras son similares a los encontrados por Seminario, et. al (15).

Los valores de fibra dietaria total (FDT) de las ocas estudiadas son inferiores al encontrado por Espín, et al. (2) excepto la variedad Colorada que presenta un contenido de FDT superior. Sin embargo, los valores encontrados para todas las variedades son superiores a los reportados por O'Hair y Maynard (13). Los valores mostrados por Montagnac, et al. (16) para mandioca son similares a los encontrados para los clones estudiados (1,8 g/100g de porción comestible). Sin embargo el contenido de fibra informado en las Tablas de Composición de Alimentos de FAO/LATINFOODS (14) para mandiocas originaria de Brasil, es superior al que se presenta en este trabajo (1,9 -2,4 g/100g). El contenido de FDT de yacón, informado en bibliografía, es inferior al valor determinado en este trabajo (15). Los bajos valores de fibra soluble encontrados, implican que la fermentación intestinal y producción de ácidos grasos de cadena corta también serán poco significativas. La fibra insoluble contribuirá al aumento de la velocidad de tránsito intestinal.

Compuestos bioactivos y actividad antirradical

Los valores de vitamina C encontrados muestran que las ocas aportarían cantidades significativas de esta vitamina si se incluyeran en la dieta diaria. La vitamina C es termolábil por lo que una proporción variable de la misma puede perderse durante el proceso

Tabla 4: Contenido de almidón total y resistente de ocas y mandiocas, crudas y hervidas.

Alimento	Almidón Total (g/100g) bh *	Almidón Resistente (g/100g) bh *				% AR/AT
		Cruda	Hervida	Hervida y almacenada**		
Oca	Amarilla	16,20 ± 0,61a	0,70 ± 0,07 a	0,61 ± 0,05abc	0,86 ± 0,17 ab	5,3
	Overa	17,88 ± 0,45b	2,85 ± 0,18c	0,69 ± 0,09 bc	0,75 ± 0,04 a	4,19
	Rosada	15,09 ± 1,01 a	2,42 ± 0,05 c	0,50 ± 0,02 ab	0,81 ± 0,05 a	5,37
	Morada	15,02 ± 0,29 a	1,31 ± 0,34 b	0,81 ± 0,11 c	1,09 ± 0,09 b	7,26
	Blanca	14,98 ± 0,38 a	1,32 ± 0,15 b	0,44 ± 0,10 a	0,75 ± 0,05 c	5,01
	Colorada	14,80 ± 0,32 a	0,66 ± 0,20 a	0,44 ± 0,04 a	0,66 ± 0,05 a	4,46
Mandioca	Pomberí	33,25 ± 0,64d	0,59 ± 0,03ab	0,51 ± 0,13 c	1,71 ± 0,17 c	5,14
	Colorada Amadeo	30,40 ± 0,90c	0,81 ± 0,24 b	0,32 ± 0,04 ab	1,02 ± 0,21 b	3,35
	Campeona	24,89 ± 0,40a	0,90 ± 0,07 b	0,35 ± 0,02 bc	0,70 ± 0,08 ab	2,31
	Palma	27,54 ± 0,92b	0,31 ± 0,10 a	0,15 ± 0,01 a	0,41 ± 0,04 a	149
	Yacón	NC	NC	NC	NC	NC

* Los resultados se presentan como promedio ± desviación estándar n=3.

** Almacenadas durante 48 h a 4°C. Letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas (p<0,05)

AR: Almidón resistente AT: Almidón total bh: base húmeda

NC: No contiene

Tabla 5: Contenido de fructooligosacáridos en ocas y yacón.

Alimento	Fructooligosacáridos* (g/100g) bh
Amarilla	7,36 ± 0,29ab
Overa	7,43 ± 0,47 ab
Rosada	7,27 ± 0,07 ab
Morada	7,32 ± 0,78 ab
Blanca	7,61 ± 1,50 ab
Colorada	6,76 ± 0,06 a
Yacón	8,89 ± 0,58 b

* promedio ± desviación estándar n=3.

Letras diferentes muestran diferencias significativas (p<0,05)

bh: base húmeda

Tabla 6: Alimentos con mayor contenido de fructanos

Nombre común	Ubicación	Fructano	g/100 g producto fresco
Achicoria	Raíz	Inulina	16-20
Topinambur	Tubérculo	Inulina	15-20
Yacón	Raíz	FOS	Sep-19
Ajo	Bulbo	Inulina	09-Nov
Cebolla	Bulbo	Inulina	02-Jun
Espárrago	Turión	Inulina	02-Mar
Trigo	Grano	Inulina	01-Jun
Plátano	Fruto	Inulina	0,3-0,7

Fuente: (15)

de cocción, motivo por el cual es necesario determinar el porcentaje de retención para conocer si las ocas cocidas aportan cantidades significativas; en estudios previos realizados por el grupo de trabajo con papas hervidas con cáscara se obtuvo porcentajes de retención para vitamina C entre 57 y 75%. Los valores de compuestos fenólicos encontrados en pulpa de las variedades Blanca y Colorada son similares a los reportados por Campos et al. (16) (71 a 132 mg AG/100g de alimento fresco) y Chirimos et al., (17) (40,8 a 161,8 mg AG/100g de alimento fresco) para diferentes variedades de ocas peruanas.

En todos los clones de mandioca, el contenido de compuestos fenólicos y la AAR son por lo menos diez veces mayor en la cáscara que en la pulpa. El valor de compuestos fenólicos encontrado en la pulpa de todos los clones de mandiocas es inferior al encontrado por Sreeramulu, et al. (18) en mandioca de la india (137,55±6,04 mg AG/100g).

El contenido de vitamina C encontrado en la pulpa de mandioca es similar al encontrado por Montagnac, et al. (19).

En el yacón el contenido de compuestos fenólicos determinado es inferior al valor encontrado por Muñoz

Jauregui, et al. (20) de 67,64 mg AG/100g mientras que la AAR determinada en este trabajo fue mayor (IC 50=187,21 mg).

Respecto a la vitamina C, una porción de yacón (100g) cubriría 22% de la IDR (Ingesta Diaria Recomendada) para mujeres y 18% para hombres si se considera la recomendación de la National Academy of Sciences (21), la cual es 75 y 90 mg/día para mujer y hombre adultos respectivamente; al ser una raíz que se consume cruda se la puede considerar como una buena fuente de este nutriente para los pobladores de regiones andinas que lo consumen.

Caracterización de los carbohidratos

El aumento de almidón resistente producido luego de refrigerar los alimentos podría atribuirse a la retrogradación principalmente de la amilosa, aunque se ha demostrado que la amilopectina también retrogradada y contribuye al contenido de AR. Mientras la retrogradación de la amilosa es un proceso que tiene lugar en pocas horas, la amilopectina requiere días o semanas (22, 23). A excepción del clon Palma, los otros clones de mandiocas estudiados tienen valores de AR superiores a los encontrados por Blanco, et al. (24) para mandiocas hervidas, en estudios realizados en Costa Rica. El porcentaje de almidón total que se transforma en almidón resistente luego de procesados e estos productos es bajo (< 7,5%), sin embargo puede resultar significativo cuando se calcula el valor energético de los alimentos.

Los fructooligosacáridos al no ser digeridos por las enzimas endógenas del tracto digestivo humano entran dentro de la definición de fibra dietaria soluble, como no precipitan en alcohol no se determinan con los métodos de fibra tradicionales, lo cual subestima el valor real de la fibra dietaria en los alimentos que los contienen induciendo a una sobreestimación del valor energético. Por este motivo los FOS se determinaron por separado mediante el método de HPLC. En la Tabla 6 se muestran datos de bibliografía (15) sobre el contenido de fructanos de distintos alimentos. Los valores de FOS encontrados en el yacón son inferiores al informado en la bibliografía. Tanto el yacón como las ocas tienen un contenido medio de fructanos similar o comparable con los reportados para los alimentos mostrados en la tabla 6. Considerando que el tamaño de porción para estos productos es alrededor de 100 g y que la dosis efectiva de FOS se encuentra entre 5 y

15 g/100g de alimento, dependiendo del efecto deseado, éstos representan una fuente importante de fructanos en la dieta.

CONCLUSIONES

Las ocas y el yacón son buena fuente de vitamina C. Se pueden considerar alimentos aportadores de este nutriente para la población de las regiones andinas donde el consumo de cítricos es bajo.

El contenido de polifenoles y la AAR en la mandioca es mayor en la cáscara. Ésta no forma parte de la porción comestible, pero sería buena fuente para extraer los compuestos bioactivos y utilizarlos como aditivo, incluso en alimentos elaborados con harina de mandioca. La principal responsable de la actividad antirradical en la pulpa sería la vitamina C ya que los valores de VCEAC son similares, mientras que en la cáscara se suman los polifenoles.

Las ocas y el yacón contienen cantidades importantes de fructooligosacáridos como carbohidrato de reserva; también son fuente de fibra dietaria principalmente insoluble, la cual es un componente alimentario de valor para mantener la salud intestinal.

En términos generales, de este trabajo se puede concluir que las raíces y tubérculos estudiados, además de aportar nutrientes, contienen otros compuestos funcionales como compuestos fenólicos, y fructooligosacáridos los que le confieren un valor adicional como alimentos útiles para la prevención de algunas enfermedades no transmisibles.

REFERENCIAS

1. Cadima, X. (2006). Tubérculos. En: Botánica Económica de los Andes Centrales. R. Moraes, B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius and H. Balslev (eds). La Paz, Universidad Mayor de San Andrés: 347-369.
2. Espín, S., Villacrés E., Brito E. (2004). Caracterización Físico-Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos. En: Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. V. Barrera, C. Tapia and A. Monteros. Lima, Perú, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Editorial: Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Capítulo 4: 91 – 116.
3. Tapia, M. E. y Fries A. M. (2007). Origen de las plantas cultivadas en los Andes Guía de Campo de los Cul-

- tivos Andinos. Lima, FAO/ANPE: 1-8.
4. AOAC (1995). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists 16th edition, Arlington, AOAC International.
 5. Correa de Souza, M., Toledo Benassi M., Fraxino de Almeida Meneghel R. y dos Santos Ferreira da Silva R. S. (2004). Stability of unpasteurized and refrigerated orange juice. *Braz. arch. biol. technol.* 47: 391-397.
 6. Singleton, V. L., Orthofer, R., y Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299: 152-178.
 7. Brand-Williams, W., Cuvelier M. E. y Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci Technol* 28: 25-30.
 8. Burda, S. y Oleszek W. (2001). Antioxidant and anti-radical activities of flavonoids. *Food Chem.* 49: 2774-2779.
 9. Kim, D. O., Lee K. W., Lee H. J., Lee C. Y. (2002). Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity of Phenolic Phytochemicals. *J Agric Food Chem* 50: 3713-3717.
 10. Tovar, J., Björck I. y Asp N. G. (1990). Starch content and amylolysis rate in precooked legume flours. *J Agric Food Chem* 38: 1818-1823
 11. Goñi, I., García-Díaz L., Mañas E. y Saura-Calixto F. (1996). Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chem* 56: 445-449.
 12. Zuleta A. y Sambucetti M. E (2001). Inulin Determination for Food Labeling. *J Agric Food Chem* 4: 4570-45.
 13. O'Hair S.K. y Maynard D.N. (2003). Vegetables of Tropical Climates. Root Crops of Uplands, en *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, edited by Benjamin Caballero, Academic Press, Oxford, 5962-5965
 14. FAO/LATINFOODS. (2002). Tabla de Composición de Alimentos de América Latina. 2011, from <http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento/>
 15. Manrique I., Seminario, J., Valderrama M. (2003). El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Editorial: Centro Internacional de la Papa (CIP) Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima.
 16. Campos, D., G. Noratto, Chirinos R., Arbizu C., Roca W. y Cisneros-Zevallos L. (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: Native potato (*Solanum sp.*), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pavón), oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ullucu (*Ullucus tuberosum*). *J Sci Food Agr* 86: 1481-1488.
 17. Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel I., Huamán A., Arbizu C., Pedreschi R. y Campos D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chem* 113: 1243-1251.
 18. Sreeramulu, D. y Raghunath, M. (2010). Antioxidant activity and phenolic content of roots, tubers and vegetables commonly consumed in India. *Food Res Int* 43:1017-1020.
 19. Montagnac, J., Davis, C. y Tanumihardjo, S. (2009). Nutritional Value of Cassava for Use as a Staple Food and Recent Advances for Improvement. *Compr Rev Food Sci F* 8: 181-194.
 20. Muñoz Jáuregui, A., Ramos-Escudero D., Alvarado-Ortiz Ureta C. y Castañeda Castañeda B. (2007). Evaluación de la Capacidad Antioxidante y Contenido de Compuestos Fenólicos en Recursos Vegetales Promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú* 73: 142-149.
 21. National Academy of Sciences (2000). Dietary References Intakes (DRI) for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids. Food and Nutrition Boards & Institute of Medicine, National Academy of Sciences Washington D.C.
 22. Eerlingen, R. C., H. Jacobs y J. A. Delcour (1994). Enzyme-resistant starch. V. Effect of retrogradation of waxy maize starch on enzyme susceptibility. *Cereal Chem* 71: 351-355.
 23. Thompson, D. B. (2000). Strategies for the manufacture of resistant starch. *Trends Food Sci Tech* 11: 245-253.
 24. Blanco-Metzler, A., J. Tovar y Fernandez-Piedra M. (2004). Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. *Arch Latinoam Nutr* 54: 322-327.

Recibido: 28-01-2014

Aceptado: 17-05-2014

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>