

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 62

DICIEMBRE 2012

Nº4

Contenido

Páginas

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición y Salud Pública

Estado nutricional de mujeres con diabetes gestacional y características del recién nacido

*María Angélica González Stäger, Alejandra Rodríguez Fernández,
Victoria Ortega Quintana, Leslie Oliveras Vega.* 313

Nutrición Infantil

Daily consumption of foods and nutrients from institutional and home sources among young children attending two contrasting day-care centers in Guatemala City

*Vossenaar M., Jaramillo P.M., Soto-Méndez M-J., Panday B., Hamelinck V,
Bermúdez O.I., Doak C.M., Mathias P., Solomons N.W.* 319

Nutrición y Obesidad

Obesidad central única y combinada con sobrepeso/obesidad en preescolares mexicanos

*Ana María Salinas-Martínez, Ricardo Jorge Hernández-Herrera,
Álvaro Mathiew-Quirós, Eduardo Enrique González-Guajardo* 331

Contribución de la merienda al patrón alimentario de escolares con exceso de peso y estado nutricional normal, en Cartago, Costa Rica.

Marianela Ibarra López, Laia Llobet León, Xinia Fernández Rojas. 339

Microbiología de Alimentos

Comportamiento de cepas distintas de <i>Lactobacillus acidophilus</i> em queijo <i>petit-suisse</i> <i>Keila Marques Ribeiro, Lucas Campana Pereira, Cíntia Hoch Batista De Souza,</i> <i>Susana Marta Isay Saad</i>	347
---	-----

Ciencia de Alimentos

Diseño de un programa de análisis de peligros y puntos de control crítico en el proceso productivo de cacao en polvo en una industria alimentaria <i>Patrizia López D'Sola, María Gabriela Sandia, Lizet Bou Rached,</i> <i>Pilar Hernández Serrano</i>	355
--	-----

Tecnología de Alimentos

Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (<i>Prunus domestica</i>) <i>Yolmar Valero, Jhoana Colina, Emilio Ineichen</i>	363
---	-----

LatinFoods. Composición de Alimentos

Fósforo fítico y actividad de fitasa en fórmulas infantiles basadas en cereales <i>Álvaro Ojeda, Iraidis Villavicencio, Zoraida Linares</i>	370
---	-----

Antioxidant activity of four color fractions of bee pollen from Mérida, Venezuela <i>Elizabeth M. Pérez-Pérez, Patricia Vit, Efraín Rivas, Rosa Sciortino,</i> <i>Ángel Sosa, Daniel Tejada, Antonio J. Rodríguez-Malaver</i>	375
--	-----

Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (<i>Cyphomandra betacea</i>) (Cav.) Sendtn. <i>Alexia Torres</i>	381
---	-----

Volatile composition of peppermint (<i>Mentha piperita</i> L.) commercial teas through solid phase extraction <i>L.G. Riachi, I.E. Abi-Zaid, R.F.A. Moreira, C.A.B. De Maria</i>	389
--	-----

NUEVOS LIBROS	393
----------------------------	-----

INFORMACION PARA LOS AUTORES	396
---	-----

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 62, 2012	398
--	-----

INDICE DE AUTORES	403
--------------------------------	-----

INDICE DE MATERIAS	421
---------------------------------	-----

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 62

DECEMBER 2012

Nº4

Contents

Pages

RESEARCH PAPERS

Nutrition and Public Health

Nutritional status of women with gestational diabetes and characteristics of newborn

*María Angélica González Stäger, Alejandra Rodríguez Fernández,
Victoria Ortega Quintana, Leslie Oliveras Vega.* 313

Child Nutrition

Daily consumption of foods and nutrients from institutional and home sources among young children attending two contrasting day-care centers in Guatemala City

*Vossenaar M., Jaramillo P.M., Soto-Méndez M-J., Panday B., Hamelinck V.,
Bermúdez O.I., Doak C.M., Mathias P., Solomons N.W.* 319

Nutrition and Obesity

Central: single and combined with overweight/obesity in preeschool Mexican children

*Ana María Salinas-Martínez, Ricardo Jorge Hernández-Herrera,
Álvaro Mathiew-Quirós, Eduardo Enrique González-Guajardo* 331

Nutritional contribution of snacks to food patterns in school children who are overweight or obese compared to school children who are of normal weight in Cartago, Costa Rica

Marianela Ibarra López, Laia Llobet León, Xinia Fernández Rojas. 339

Food Microbiology

Particular behavior of different *Lactobacillus acidophilus* strains in *petit-suisse* cheese

Keila Marques Ribeiro, Lucas Campana Pereira, Cíntia Hoch Batista De Souza,

Susana Marta Isay Saad 347

Food Science

Design of an HACCP program for a cocoa processing facility

Patrizia López D'Sola, María Gabriela Sandia, Lizet Bou Rached,

Pilar Hernández Serrano 355

Food Technology

Effect of processing on the antioxidant capacity of the plum (*Prunus domestica*)

Yolmar Valero, Jhoana Colina, Emilio Ineichen 363

LatinFoods. Food Composition

Phytic phosphorus and phytase activity in cereal-based infant formulas.

Álvaro Ojeda, Iraidis Villavicencio, Zoraida Linares 370

Antioxidant activity of four color fractions of bee pollen from Mérida, Venezuela

Elizabeth M. Pérez-Pérez, Patricia Vit, Efraín Rivas, Rosa Sciortino,

Ángel Sosa, Daniel Tejada, Antonio J. Rodríguez-Malaver 375

Physical, chemical and bioactive compounds of tree tomato (*Cyphomandra betacea*).

Alexia Torres 381

Volatile composition of peppermint (*Mentha piperita* L.)

commercial teas through solid phase extraction

L.G. Riachi, I.E. Abi-Zaid, R.F.A. Moreira, C.A.B. De Maria 389

NEW BOOKS 393

INFORMATION FOR AUTHORS 396

GENERAL INDEX OF VOLUME 62, 2012 398

AUTHORS INDEX 403

SUBJECT INDEX 421

Estado nutricional de mujeres con diabetes gestacional y características del recién nacido

María Angélica González Stäger, Alejandra Rodríguez Fernández, Victoria Ortega Quintana, Leslie Oliveras Vega.

Departamento de Nutrición y Salud Pública, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad del Bío-Bío. Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad Ciencias de la Salud Universidad del Bío-Bío. Chillán, Chile.

RESUMEN. El propósito fue determinar la relación entre el estado nutricional de la madre y las características de gestación del recién nacido de un grupo de embarazadas con diabetes gestacional. Se estudiaron 149 mujeres con diabetes gestacional de la Unidad de Alto Riesgo Obstétrico del Consultorio de Especialidades y Maternidad del Hospital Clínico Herminda Martín de Chillán, Chile, cuyos hijos nacieron en el año 2010. Los datos se obtuvieron de la historia clínica perinatal y la ficha del recién nacido. Las variables registradas en la madre fueron estado nutricional, vía de parto, número de gestaciones, control metabólico de la diabetes gestacional. Del niño se obtuvo el peso, circunferencia craneana y diagnóstico gestacional. Los datos fueron estudiados mediante análisis descriptivo univariado, bivariado y multivariado, ANOVA de un factor, Chi cuadrado y análisis de correspondencia múltiple. Se encontró que las mujeres con estado nutricional normal, eran multigestas, tuvieron parto vaginal, su hijo recién nacido fue adecuado para la edad gestacional, normocefálico; por otro lado, la condición de obesidad materna se relacionó con partos por cesárea, recién nacidos grandes para edad gestacional y macrocefalia; las mujeres con sobrepeso en general fueron primigestas y el recién nacido pequeño para edad gestacional con microcefalia $p < 0,01$. Se concluyó que la obesidad en las mujeres con diabetes gestacional explica variables como la vía de parto, el número de gestaciones y el diagnóstico del recién nacido.

Palabras clave: Diabetes gestacional, obesidad, recién nacido

SUMMARY. Nutritional status of women with gestational diabetes and characteristics of newborn. The objective was to determine the relationship between the mother's nutritional status and the newborn's gestational characteristics. A sample of 149 women with gestational diabetes was controlled in the High Risk Obstetric Unit of the Medical Specialties Public Health Center before delivery in the maternity ward of the Hospital Clínico Herminda Martín de Chillán, Chile in 2010. Data were obtained from the perinatal clinical history and the newborn's chart. The variables recorded for the mother were nutritional status, type of delivery, number of pregnancies, and metabolic control. Data for the newborn were weight, length, head circumference, and gestational diagnosis. These data were analyzed by ANOVA, Chi-square test, and Multiple Correspondence. Women with a normal nutritional status were multiparous with natural childbirth; the newborn had an adequate gestational age and normal head circumference. On the other hand, maternal obesity was related to a Cesarean; the newborn was large for gestational age and had a larger head circumference. Overweight women were primiparous and the newborn was small for gestational age with a smaller head circumference ($p < 0,01$). It was concluded that obesity in women with gestational diabetes explains variables such as type of delivery, number of gestations, and the newborn's diagnosis.

Key words: Gestational diabetes, obesity, newborn

INTRODUCCIÓN

La diabetes gestacional (DG) se origina por una insuficiente adaptación a la insulinoresistencia que se produce durante el embarazo. Constituye la alteración metabólica que más frecuentemente se asocia al embarazo afectando al pronóstico de la madre y al de su futuro hijo. En España aproximadamente un 1% de todas las mujeres embarazadas presenta Diabetes Mellitus (DM) antes de la gestación y hasta un 12%, presentará DM en el transcurso del embarazo (DM gestacional: DG) (1). En Chile la prevalencia de DM en mujeres de

acuerdo a la última Encuesta Nacional de Salud es del 10.4% (2), y la de DG entre 3 y 5 %. Frecuencia que aumenta a un 10 – 14%, si se estudia entre las embarazadas con factores de riesgo de diabetes (3) como edad igual o superior a 35 años, obesidad (IMC > 30 Kg/m²), macrosomía en partos anteriores (> 4 Kg), antecedentes personales de diabetes gestacional, alteraciones del metabolismo de la glucosa o antecedentes familiares de diabetes en primer grado (4). El estado nutricional de la gestante medido a través del IMC, antes y durante el embarazo, es un factor fun-

damental para la salud de ella y la de su hijo, situación importante de ser considerada, una vez que estas mujeres constituyen un grupo vulnerable desde el punto de vista nutricional y más aún si tienen DG.

La mujer con DG durante el embarazo puede desarrollar complicaciones como infecciones urinarias, candidiasis vaginal, poli hidramnios, estados hipertensivos del embarazo y prematuridad. En el feto y neonato se puede presentar malformaciones y/o abortos, crecimiento intrauterino retardado, macrosomía lo que lleva a distocias, traumatismo obstétrico y aumento de la tasa de cesáreas, miocardiopatía hipertrófica, inmadurez fetal manifestándose como síndrome de distrés respiratorio, o alteraciones metabólicas (5). La obesidad de la madre durante la gestación contribuye a aumentar las complicaciones antes mencionadas (6), si está presente al inicio del embarazo el riesgo es mayor. El propósito de la investigación fue determinar el estado nutricional de la mujer embarazada con diagnóstico de DG y relacionarlo con las características de su gestación y del recién nacido.

MATERIALES Y MÉTODO

Se estudió a 149 mujeres embarazadas con diagnóstico de DG, de edades entre 16 y 45 años pertenecientes a la Unidad de Alto Riesgo Obstétrico (ARO) del Consultorio de Especialidades y Unidad de Maternidad del Hospital Clínico Herminda Martin (HCHM) de Chillán, Chile. Cuyo parto ocurrió entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del año 2010. La información se sacó de la historia clínica de las madres, obteniendo la edad, el peso, la talla, el tipo de parto, las semanas de gestación y el estado nutricional al término del embarazo. De la ficha clínica de los recién nacidos (RN) se obtuvo el peso, la talla, circunferencia cefálica, y diagnóstico gestacional. Se excluyeron del estudio a las embarazadas menores de 16 años o mayores de 45 años, las no controladas en la unidad de Alto Riesgo Obstétrico del Consultorio de Especialidades del HCHM, las embarazadas sin diagnóstico de diabetes gestacional y las embarazadas con diagnóstico de diabetes pre gestacional.

El diagnóstico gestacional del recién nacido se determinó de acuerdo a norma del Ministerio de Salud de Chile (MINSAL) (7) en: Pequeño para la Edad Gestacional (PEG) cuando el peso de nacimiento del RN estaba bajo el percentil 10 de las curvas de creci-

miento intrauterino (CCI) según edad gestacional, Adecuado para la Edad Gestacional (AEG) cuando el peso de nacimiento se encontraba entre el percentil 10 y 90 de las CCI y Grande para la Edad Gestacional (GEG) cuando el peso del RN se encontraba sobre el percentil 90. La Talla según edad gestacional se clasificó en Talla Baja cuando el percentil era menor a 10 de las CCI, Talla Normal entre percentil 10 y 90 y Talla Alta cuando el percentil era mayor a 90.

Como dimensión corporal también se midió al nacimiento la circunferencia craneana, la cual se evaluó según edad gestacional del recién nacido y fue clasificada en microcefalia cuando era menor al percentil 10 de las CCI, normal desde el percentil 10 al 90 y macrocefalia mayor al percentil 90.

El diagnóstico de DG se realizó durante el embarazo cuando en dos determinaciones de la glicemia en ayuno fue mayor a 105 mg/dl ó mayor a 140 mg/dl a las dos horas post carga de 75 g de glucosa (8).

El diagnóstico del estado nutricional de la madre (EN) se hizo por IMC para la edad gestacional de acuerdo a norma del MINSAL (9), la cual a través de la "Gráfica para evaluación nutricional de la embarazada según índice de masa corporal" califica a la mujer embarazada en enflaquecida, normal, sobrepeso y obesa. Las mediciones de peso y talla fueron realizadas por los profesionales (matrona, enfermera o técnico paramédico) que atendieron el parto con técnicas e instrumentos estandarizados.

Se realizó un análisis exploratorio univariado, bivariado y multivariado de los datos, calculando medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas y frecuencias absolutas y porcentajes en variables cualitativas. Para comparaciones bivariadas se usaron las pruebas de hipótesis ANOVA de un factor y Chi-Cuadrado verificando el supuesto de celdas con frecuencias menores que 5. Además se realizó un análisis de correspondencias y correlación múltiple. En todos los análisis estadísticos se consideró un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Cumplieron los criterios de inclusión al estudio 149 mujeres de un total de 3243 partos, ocurridos en el año 2010 en la Unidad de Maternidad del HCHM de Chillán. El EN de las mujeres evaluado por IMC fue 1,8% enflaquecida, 12,8% normal, el 26,8% sobrepeso y

58,5% obesas. La edad promedio fue de $30,9 \pm 6,6$ años, peso de $82,7 \pm 12,6$ kg, y talla $1,56 \pm 0,06$ m. El EN de la madre no se relacionó con su edad, pero sí con el peso y talla ($p < 0,05$), las mujeres con malnutrición por exceso tendían a ser más bajas y a tener mayor peso al término del embarazo que las con IMC normal (Tabla 1).

El 44,6 % de las mujeres con DG presentó parto normal y el 55,4 % cesárea. Es así como, la asociación encontrada entre la vía de parto y el estado nutricional indicó que las mujeres obesas tenían mayor proporción

de partos por cesárea que por vía vaginal ($p < 0,03$) (Figura 1).

En relación a las características del RN, el peso promedio fue de $3494,7 \pm 574,0$ g, la talla $49,4 \pm 2,4$, la circunferencia craneana $34,7 \pm 1,4$ y las semanas de gestación de $36,6 \pm 4,06$. El 18,3% de los RN fueron macrosómicos o GEG y el 10,4% PEG.

Al comparar el peso promedio del recién nacido respecto al estado nutricional de la madre, se encontró que éste fue significativamente diferente ($p < 0,05$). Los recién nacidos de madres con EN normal tenían

menor peso que los recién nacidos de madres con sobrepeso y obesas (Tabla 2). Además el 86,2% de las madres con sobrepeso y obesidad tuvieron hijos de características macrosómicos.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la circunferencia craneana de los recién nacidos y el EN de las madres. Igual situación sucedió con las semanas de gestación ($p > 0,05$).

Al analizar variables de la madre y del recién nacido en forma conjunta (Figura 2) se observó que en general, las mujeres con EN normal tenían vía de

TABLA 1
Características de la madre con DG de acuerdo a su estado nutricional.
Hospital Hermina Martín de Chillán- Chile 2011

Características Madres con DG	Estado Nutricional Materno			P-value
	Normal Prom \pm DE	Sobrepeso Prom \pm DE	Obesa Prom \pm DE	
Edad (Años)	$29,8 \pm 7,8$	$30,3 \pm 6,4$	$31,5 \pm 6,4$	0,457
Peso (Kg)	$70,0 \pm 6,9^a$	$72,5 \pm 4,4^a$	$90,0 \pm 10,5^b$	0,000
Talla (m)	$1,60 \pm 0,07^a$	$1,53 \pm 0,04^b$	$1,55 \pm 0,06^b$	0,001

Letras distintas indican diferencias significativas. ANOVA de un factor, nivel de significancia $\alpha = 0,05$

TABLA 2
Características del recién nacido de acuerdo a estado nutricional de la madre
con DG. Hospital Hermina Martín de Chillán- Chile 2011

Características Recién Nacido	Estado Nutricional Materno			P-value
	Normal Prom \pm DE	Sobrepeso Prom \pm DE	Obesa Prom \pm DE	
Peso (Kg)	$3192,6 \pm 538,8^a$	$3376,8 \pm 571,7^b$	$3608,6 \pm 556,4^b$	0,005
C. Craneana (cm)	$34,5 \pm 1,5$	$34,5 \pm 1,7$	$34,9 \pm 1,2$	0,278
Semanas Gestación	$38,3 \pm 2,6$	$38,9 \pm 1,7$	$39,1 \pm 1,3$	0,122

Letras distintas indican diferencias significativas. ANOVA de un factor, nivel de significancia $\alpha = 0,05$

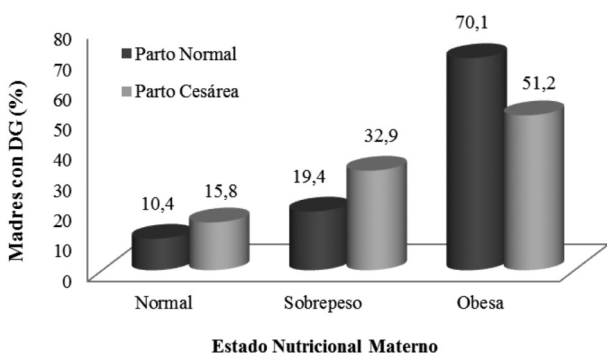


FIGURA 1. Estado nutricional de las mujeres con DG según vía de parto. ANOVA $p \leq 0,03$

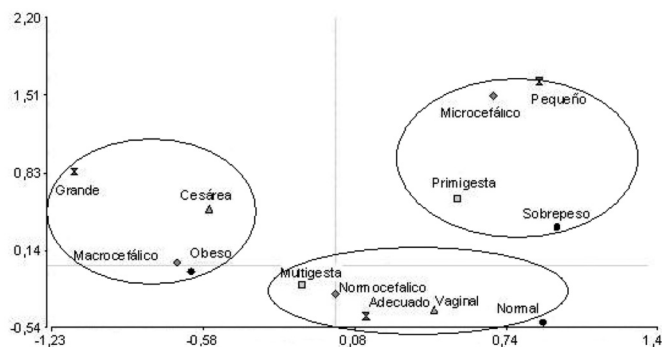


FIGURA 2: Modelo características de la madre con DG y las del recién nacido considerando: Estado Nutricional Materno (●), número de gestaciones (□), vía de parto (▲), diagnóstico gestacional (X) y circunferencia craneana del recién nacido (◆).

parto vaginal, eran multigestas, sus recién nacidos AEG y normocefálicos. Por otro lado, las mujeres con sobrepeso tendían a ser primigestas, sus hijos con microcefalia y diagnóstico gestacional PEG. Por último, las mujeres obesas tenían mayor proporción de cesáreas, sus hijos eran macrocefálicos y GEG. De acuerdo a lo anterior, se encontró asociación estadística multivariada entre las variables involucradas en la Figura 2, donde la variable IMC de la madre es la que tiene mayor peso y es la variable que se correlaciona con todas las demás, por lo tanto, explicaría mayoritariamente dicha tendencia ($p < 0,01$).

DISCUSIÓN

La DG es la primera diabetes diagnosticada durante el embarazo. Puede conducir a serias complicaciones durante el embarazo para la madre y el niño y un riesgo aumentado de tener diabetes tipo 2 (10). De todas mujeres cuyos partos ocurrieron en el HCMH durante el período estudiado, el 5,4%, (176 embarazadas) tenían diagnóstico de diabetes gestacional. Cifra mayor a la estadística nacional, situación que podría deberse a que el HCHM es un hospital de referencia y por lo tanto, se envían todos los partos de alto riesgo obstétrico del Servicio de Salud Ñuble. La muestra quedó constituida por 149 mujeres (84,6%), quienes tenían el registro completo del control metabólico de la DG.

Respecto al EN, el 87,4 % de las mujeres con DG presentó malnutrición por exceso al término del embarazo, cifra mayor que las embarazadas a nivel nacional y del Servicio de Salud de Ñuble, cuya prevalencia de malnutrición por exceso en gestantes a diciembre 2010 fue de un 58,8% y la meta nacional menor o igual a 55% (11). Lo cual demuestra que la DG se presenta en mayor proporción en mujeres gestantes con estado nutricional en exceso. Se estima que el riesgo de desarrollar DG es alrededor de dos, cuatro y ocho veces mayor entre mujeres con sobrepeso, obesas y severamente obesas, en comparación con las mujeres embarazadas de peso normal. Además, si la condición de malnutrición por exceso está en la etapa pre concepcional tiene un riesgo de 6.6 veces mayor de tener DG (12).

Dentro de las características de las mujeres con DG se encuentra una mayor proporción de partos por cesárea, nuestro estudio encontró que el 55,6% de los

partos fue por esta vía, los cuales pueden haber estado directamente influenciada por un exceso relativo de las condiciones crónicas y obstétricas maternas de alto riesgo que motivaron la indicación del parto por cesárea. Sin embargo, se postula que no existe relación entre la DG y el parto por cesárea, tan sólo el diagnóstico de esta enfermedad podría influenciar el manejo obstétrico, provocando un aumento innecesario de operaciones cesáreas (13). Por otro lado, otros investigadores postulan que la incidencia de operación por cesárea se incrementa en la DG por la macrosomía fetal y la toxemia (14).

En otra investigación realizada por los autores en el año 2004-2005 en el mismo centro de salud HCHM, se encontró una incidencia de RN macrosómicos de un 10,3% (15), cantidad que estaba dentro de las estadísticas internacionales, 7 a 10% de los RN nacidos vivos (16). En el presente estudio se obtuvo una cifra mayor (18,3%) dado que solo se trabajó con madres con DG, situación similar de otras publicaciones (17). En Chile la macrosomía fetal resulta frecuente y constituye un factor de riesgo para el parto, asfixia y trauma obstétrico. (18).

Respecto al patrón encontrado en este estudio, donde las madres con EN normal tendrían vía de parto vaginal, serían multigestas y sus recién nacidos tendrían un diagnóstico AEG y normocefalia; en contraposición de lo que sucede con madres obesas, que tendrían niños macrocefálicos, GEG, y parto por cesárea. Considerando a la circunferencia del cráneo como medición corporal, se podría explicar, dado que el excesivo peso del recién nacido está asociado con la mayor ganancia de peso durante el embarazo, como también con la obesidad materna (19).

Las observaciones formuladas en la última década por Barker (20) sobre el "origen fetal" de las enfermedades crónicas del adulto, han demostrado que el ambiente nutricional intrauterino parece ser de especial importancia en términos de imprimir en el feto características metabólicas que influyen sobre su riesgo de desarrollar obesidad o enfermedades crónicas no transmisibles (ECNTs) durante la vida adulta. En nuestro estudio, se encontró asociación entre las mujeres que presentaron DG con el estado nutricional, es decir, aquellas que eran obesas tenían una mayor proporción de cesáreas, niños macrocefálicos y GEG, lo que podría llevar a que sus hijos desarrollen ECNTs en la vida adulta (21). Además, la morbilidad perinatal es

una preocupación constante, el nacimiento de niños GEG puede ser considerado como un marcador sustituto para al menos algunos de los efectos de la programación intrauterina (22).

Las mujeres embarazadas con DG presentan mayor morbilidad, por ello es necesario el diagnóstico temprano en aquellas que presentan factores de riesgo para DG, especialmente en mujeres con malnutrición por exceso, de modo de establecer un programa de tratamiento con vigilancia estrecha a fin de evitar complicaciones durante el embarazo, en el parto y en el hijo. Así también, a fin obtener un recién nacido de peso corporal normal, las mujeres con DG deberían tener un óptimo control metabólico, una ganancia de peso en relación con su IMC y a su EN pregestacionnal (23). Después del parto, también es necesaria la vigilancia y el control, ya que, las mujeres que han tenido diabetes gestacional y tienen sobrepeso deben tratar de perder un 7% de su peso pregestacionnal, lo que reduciría el riesgo de contraer diabetes tipo 2 en un 60% (24).

Por último, deberían existir protocolos y programas de atención nutricional, con énfasis en la educación en alimentación y nutrición, dirigidos a las mujeres en edad fértil y embarazada para el control de peso. Adaptar a la realidad local propuestas como las Guías de Embarazo y Diabetes de la Federación Internacional de Diabetes, o las últimas recomendaciones de la Asociación Americana de Diabetes 2013 (25).

CONCLUSIONES

Se concluye que la obesidad en las mujeres con DG expone a una mayor proporción de partos por cesárea, recién nacidos macrocefálicos y grandes para la edad gestacional. Dado que la DG tiene un pronóstico adverso reconocido, el mantenimiento de un buen control metabólico durante todo el embarazo debería evitar las complicaciones o riesgos, por ello es recomendable que las mujeres con DG obesas cuiden su estado nutricional a fin de evitar complicaciones durante el embarazo y prevenir ECNTs en ella y en el hijo.

REFERENCIAS

1. Ben-Haroush A, Yogev Y, Hod M. Epidemiology of gestational diabetes mellitus and its association with Type 2 diabetes. *Diabet Med* 2004; 21(2): 103-113.
2. Gobierno de Chile, Ministerio de Salud. Resultados II Encuesta de Salud, Chile 2010. Disponible http://www.encuestasalud.cl/ens/wp-content/uploads/2011/09/InformeENS_2009-2010_CAP5.pdf, consultado 29 de Mayo 2012.
3. MINSAL. Guía Examen Medicina Preventiva. 2007-2008. http://www.redsalud.gov.cl/archivos/guiasges/Guia_EMP_100108.pdf Consultado 29 de Mayo 2012
4. Grupo Español de Diabetes y Embarazo (GEDE). Guía asistencial de diabetes mellitus y embarazo. *Av Diabetol*. 2006;22:73-87 <http://www.sediabetes.org/resources/revista/00011077archivoarticulo.pdf> consultado 29 de Mayo 2012.
5. Canadian Diabetes Association Clinical Practice Guidelines Expert Committee. Diabetes and Pregnancy. Clinical Practice Guidelines, *Canadian Journal of Diabetes*. 2008;32(Suppl1):168-190
6. Nazer Herrera Julio, García Huidobro Moira, Cifuentes Ovalle Lucía. Malformaciones congénitas en hijos de madres con diabetes gestacional. *Rev. Méd. Chile* 2005; 133(5): 547-554.
7. Juez G, Lucero E, Ventura-Junca P: Crecimiento intrauterino en recién nacidos chilenos de clase media. *Rev Chil Pediatr* 1989; 60: 198-202.
8. Ministerio de Salud de Chile. Normas Técnicas Diabetes y Embarazo por María Escobar et al. Chile, 1998. pp. 5-47
9. MINSAL. Gráfica para la evaluación nutricional de la embarazada. Atalah E, Castillo C, Castro R. http://www.redsalud.gov.cl/archivos/alimentosynutricion/estrategiaintervencion/grafica_embarazada.pdf. Consultado 29 de Mayo 2012
10. IDF Diabetes Atlas, 5th ed. © International Diabetes Federation, 2011. En http://www.idf.org/sites/default/files/IDF_SACA_5E_Update_FactSheet.pdf consultado el 7 de Febrero 2013
11. Servicio de Salud Ñuble. Malnutrición por exceso (sp-OB) gestantes. Diciembre 2010
12. Nava P, Garduño A, Pestaña S., Santamaría M., Vázquez G., Camacho R. et al. Obesidad pre gestacional y riesgo de intolerancia a la glucosa en el embarazo y diabetes gestacional. *Rev Chil Obstet Ginecol* 2011; 76(1): 10 - 14
13. Naylor CD, Sermer M, Chen E, Sykora K: Cesarean delivery in relation to birth weight and gestational glucose tolerance. Patophysiology or practice style? Toronto Tri Hospital Gestational Diabetes Investigators. *JAMA* 1996; 275: 1165-7
14. Sweeney AT, Brown FM. Gestational diabetes mellitus. *Clin Lab Med* 2001;21(1):173 - 92.
15. Mella V Ivón, Salvo A Lorena, González S María Angélica. Características de neonatos macrosómicos y de sus madres, del hospital Herminda Martín de Chillán.

- Rev. Chil. Nutr. 2006; 33(2): 180-186..
16. Gonen O, Rosen D, Dolfín Z, Tepper R: Induction of labor versus expectant management in macrosomia: a randomized study. *ObstetGynecol* 1997; 89: 913-917.
 17. Mitanchez D. Management of infants born to mothers with gestational diabetes. *Pediatric environment. Diabetes & Metabolism*. 2010;36: 557-594
 18. Cruz J., Hernández P., Yanes M., Rimbao G., Lang J., Márquez A. Macrosomía neonatal en el embarazo complicado con diabetes. *Rev Cubana Med Gen Integr* 2008; 24(3).
 19. Hardy DS. A multiethnic study of the predictors of macrosomia. *Diabetes Educ* 1999;25:925—33.
 20. Barker DJP. The fetal origins of adult disease. *Fetal and Maternal Medicine Review* 1994; 671-80.
 21. Bhan Khanna Si, Dash K, Swasti, Dwivedee K. Fetal origin of adult disease. *JK Science* 2007, 9(4):206-210
 22. IDF Clinical Guidelines Task Force. *Global Guideline on Pregnancy and Diabetes*. Brussels: International Diabetes Federation, 2009.
 23. Valdés Amador Lemay, Valencia Rangel Yesenia, Rodríguez Anzardo Berta, Santana Bacallao Osvaldo, Lang Prieto Jacinto. Valoración de la ganancia de peso corporal en la embarazada con diabetes. *Rev Cubana Obstet Ginecol*. 2012;38(1): 56-63
 24. Joslin diabetes Center. *Gestational Diabetes*. <http://www.joslin.org/info/Gestational-Diabetes.html> Consultado el 6 de Febrero del 2013
 25. *Clinical Practice Recommendation*. *Diabetes Care* January 2013; 36 (Supplement 1)

Recibido: 18-10-2012
Aceptado: 25-02-2013

**COMPLETE SU COLECCION DE
ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION. ALAN.**



Apreciado suscriptor:

Ofrecemos la oportunidad de completar su colección de ALAN a precios reducidos

Escribanos indicando los ejemplares (Volumen y Número) faltantes en su colección a:

OFICINA EDITORIAL

Apartado 62778

Chacao

Fax: (58-212) 286.0061

Caracas 1060

Venezuela

email: info@alanrevista.org

Usted recibirá confirmación de disponibilidad y una cotización de precios

Daily consumption of foods and nutrients from institutional and home sources among young children attending two contrasting day-care centers in Guatemala City

Vossenaar, M., Jaramillo, P.M., Soto-Méndez, M-J., Panday, B., Hamelinck, V., Bermúdez, O.I., Doak, C.M., Mathias, P., Solomons, N.W.

Center for Studies of Sensory Impairment, Aging and Metabolism (CeSSIAM), Guatemala City, Guatemala.
Department of Public Health and Community Medicine, Tufts University School of Medicine, Boston, MA.
Health Sciences Institute, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands.
Dublin Institute of Technology, Ireland

SUMMARY. Adequate nutrition is critical to child development and institutions such as day-care centers could potentially complement children's diets to achieve optimal daily intakes. The aim of the study was to describe the full-day diet of children, examining and contrasting the relative contribution of home-derived versus institutional energy and nutrient sources. The present comparison should be considered in the domain of a case-study format. The diets of 33, 3-6 y old children attending low-income day-care centers serving either 3 or a single meal were examined. The home-diet was assessed by means of 3 non-consecutive 24-hr recalls. Estimated energy and nutrient intakes at the centers and at home were assessed and related to Recommended Nutrient Intakes (RNI). Nutrient densities, critical densities and main sources of nutrients were computed. We observed that in children attending the day-care center serving three meals, home-foods contributed less than half the daily energy (47.7%) and between 29.9% and 53.5% of daily nutrients. In children receiving only lunch outside the home, energy contribution from the home was 83.9% and 304 kcal lower than for children receiving 3 meals. Furthermore, between 59.0% and 94.8% of daily nutrients were provided at home. Daily energy, nutrient intakes and nutrient densities were well above the nutrient requirements for this age group, and particularly high for vitamin A. The overall dietary variety was superior in the situation of greater contribution of home fare, but overall the nutrient density and adequacy of the aggregate intakes did not differ in any important manner.

Key words: Guatemala, institutional fare, 24-hr recalls, nutrient adequacy, children

RESUMEN. Ingesta diaria de alimentos y nutrientes provenientes de la dieta institucional y del hogar en niños que asisten a dos centros de cuidado infantil contrastantes en la ciudad de Guatemala. Una adecuada nutrición es crítica para el desarrollo infantil. Los centros de cuidado infantiles (CCI) podrían jugar un papel fundamental en la complementación de la ingesta de alimentos y nutrientes. El propósito de este estudio fue describir la dieta de niños, comparando la contribución relativa de energía y nutrientes de la dieta-hogar e institucional. El presente estudio debe ser considerado como una presentación de caso. Se examinó la dieta de 33 niños de 3-6 años que asisten a dos CCI utilizados por familias de escasos recursos y con diferencias en número de comidas servidas. Se determinó la dieta-hogar utilizando 3 recordatorios de 24-horas en días no-consecutivos. Se calculó la ingesta estimada de energía y nutrientes en las instituciones y en casa y se comparó con las Ingestas Recomendadas de Nutrientes. Se determinó la densidad de nutrientes y principales fuentes. Se observó que los alimentos consumidos en el hogar contribuyeron 47.7% de la energía diaria y entre 29.9% y 53.5% de los nutrientes diarios requeridos para los niños con 3 comidas en el CCI y de 83.9%, 59.0 y 94.8%, respectivamente, para los niños que consumen únicamente el almuerzo en el CCI. La ingesta diaria de energía fue 304 kcal mayor en los niños que consumieron 3 comidas fuera del hogar. No hubo mayor variación en las dietas cuando mayor era el consumo de alimentos en el hogar, sin embargo la densidad nutricional y la adecuación de la dieta completa fue adecuada en ambos centros, y particularmente elevadas para la vitamina A.

Palabras clave: Guatemala, dieta institucional, recordatorio de 24 horas, adecuación de nutrientes, niños

INTRODUCTION

Childhood is the most critical time in the human lifespan with regard to the need to assure appropriate

nutrition through a nutritious and healthful diet (1,2). When it comes to the feeding of young children, they have only a modest proactive control over what they eat. Adults are generally those who do the menu plan-

ning, and adults or older children invariably do the meal preparation. Young children express their preferences for food within the family sphere, but issues of availability, affordability and family dynamics will ultimately determine how much affirmative control a young child can have on what he or she eats. Children can exercise some control and determination of their intake insofar as they can refuse and reject food offered to the degree that their adult or sibling servers permit them to exercise their will (3).

When we speak of eating in the present era, even regarding young children, we are talking of a mix of foods prepared in the home and foods prepared away from home (4). A trend throughout the entire world in recent years has been the shift from the classical pattern of home as the base for most repasts to out-of-home sources of foods and beverages (5). This latter includes outings to restaurants or foods purchased from food vendors, but it also includes food served by institutions, educational centers, attended during the weekdays throughout much of the year. The classical example is the school lunch. Day-care centers for preschool children, however, present an interesting panorama, as children are younger and more nutritionally vulnerable, and may spend more of their day in the institution, consuming up to 2 main meals and several snacks. Nutritionally-informed selection and preparation of foods for a day-care center could guarantee adequate nutrients and provide leverage toward a healthful eating, independently of how it might be diluted by poor choices from home.

The prevalence of stunting in Guatemala is amongst the highest worldwide. According to the last national survey 49.8% of children aged 3-59 mos old are stunted (6). In specific localities, such as Totonicapán in the Western Highlands, this prevalence can reach 82.2%. In Guatemala City, stunting rates are amongst the lowest in the country at 26.3%. A high prevalence of both stunting (27%) and overweight (18%) has been reported in a sample of 583 8-10 yrs old urban schoolchildren from Quetzaltenango, with notable contrasts between social classes (7). Amongst a convenience sample of middle-class, urban children aged 6-11 yrs old in Guatemala City, the prevalence of overweight was 20.1% for boys and 15.8% for girls (8). The evidence illustrates that Guatemalan children attending day-care centers are potentially faced with the dual burden of undernutrition and overweight as

the country undergoes a nutrition transition (8,9). This transition is characterized by a shift from traditional foods such as corn tortillas, to processed industrial foods such as white bread and high-sugar cereals (10). On the positive side, we previously observed that day-care centers mainly provided traditional and non-fortified plant-based foods (11), thus providing an opportunity to conserve healthy traditions. On the negative side, modern foods contributed more energy due to their high energy density (11). The controlled environment could provide an opportunity to reduce the intake of high-sugared processed foods.

We previously presented findings and comparisons of dietary and nutrient intakes from the menus of 4 diverse day-care centers serving low-income urban children in Guatemala City (12). This represented only a portion, and differential portion, of the complete daily fare. Here we complete the dietary story. We averaged the results of 3 non-consecutive days' parental recalls of foods and beverages prepared at home for consumption by their children for the available children aged 3 to 6 y in two of the four the previously studied day-care centers. One center served 3 meals (breakfast, a morning snack, and lunch) and provided a mean daily energy contribution of 925 ± 172 kcal, whereas the other center only served lunch with an average energy contribution of 233 ± 59 kcal (12). We present here the description of the diet of children, examining and contrasting the relative contribution of home-derived versus institutional sources and the resultant overall dietary situation. We view this as a case-study approach to documenting the constraints and possibilities for preschool children to achieve adequate diets when consuming their daily fare partly from public institutions and partly from private homes.

SUBJECTS AND METHODS

Participants

In this study, 2 non-profit, low-income child-care centers from underprivileged zones of Guatemala City were recruited. A day-care center was qualified as 'low-income' if all children attending those day-care centers came from low-income families, defined by a monthly family income <150 US\$. One day-care center selected, labeled B for its homology with the prior publication (12), was state-run and received financial support from the government, national and international origi-

nations as well as donations from parents. A total of 20 children (11 boys and 9 girls), ranging in age from 3 to 6 y, attended the center and all were invited to participate. Monthly fees were \approx 4 US\$ and the average daily time spent at day-care was 8.5 h. Cyclical menus were designed by specialized nutritionist and included breakfast, a morning snack and lunch. The second day-care center selected, labeled D (12), was church-run and received financial support from religious organizations. A total of 45 children (24 boys and 21 girls), ranging in age from 0 to 6 y, attended the center, of these, 20 were invited to participate at random. Monthly fees ranged from nothing to \approx 12 US\$ depending on the family income and the average daily time spent at day-care was 7 hr. Cyclical menus were designed by a staff member and included lunch only.

The study was approved by the Human Subjects Committee of the Center for Studies of Sensory Impairment, Aging and Metabolism (CeSSIAM), Guatemala City and the local education authorities. Only children with a signed consent form from their legal guardians were included in the study.

Data collection at day-care

The data collection procedures at the day-care centers was described in detail elsewhere (12). In brief, direct recording of menus, observations of the ingredients used and the preparation of dishes and drinks were undertaken by the same group of 4 nutritionists. All ingredients were recorded separately and weighed with a kitchen scale before preparation. The total weight of each recipe was recorded and the number of portions was determined to obtain average portion sizes served. The same portion sizes were used for all children aged 3–6 y. Food waste in the kitchen and plate leftovers were recorded and taken into account.

The nature of the study was explained to the staff members. No incentives to participate were given. Each day-care center was visited 5 times. All visits were previously scheduled and not necessarily on consecutive days, but all days of the week were equally represented. Data collection took place from May to July 2008.

Data collection at home

The nature of the study was explained to the legal guardian of the infant and an informed consent form was signed. No incentives to participate were given.

A total of 3 non-consecutive 24-hr recalls were collected from the parents of the children attending the day-care centers. Household measures were used as visual aids to assess portion sizes. Probes such as time of meals, activities and questions such as “did your child have a second helping” were used. Foods and drinks prepared at home, or bought from street vendors, but consumed at the day-care centers were included in the 24-hr recalls and considered as “home” foods. All interviews took place at the day-care center at the time of child pick-up or drop-off from Tuesday to Friday; no data for weekend days was collected. Data collection took place from August to October 2008.

Data entry

All food and drink items offered to the children at the day-care centers and at their homes were entered separately by day and by meal-time into an Excel spreadsheet. All ingredients and corresponding portion sizes of recipes were entered separately and a conversion factor was used to account for weight changes during cooking. Data were cleaned by checking missing values and outliers against the original data collection tool. Few outliers were found and they were included in the analysis as reported.

Data analysis

Daily energy and nutrient intakes

Estimated energy, macronutrients and 8 selected micronutrients (vitamins A, B₁, B₂, and B₆, niacin, calcium, iron and zinc) were calculated for the foods and drinks served at the day-care center and at home, separately using the Food Composition Table for Central America and Panama (13) and the US Department of Agriculture (USDA) National Nutrient Database for Standard Reference for a few missing items (14). An ‘average’ day was compiled from the average intake of 5 observation days at each day-care center and the average intake at home based on 3 24-hr recalls.

Daily intakes by meal-time

Estimated energy and nutrient intakes were computed separately by meal-time, i.e. breakfast, morning snacks, lunch, afternoon snacks and dinner. Night snacks were not considered as a meal-time because they represented a very small proportion of the daily intakes, they were, however, included as part of the total daily intake.

Nutrient adequacy

Energy and protein requirements for children proposed by the Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP) were used to assess nutrient adequacy of the 24-hr combined diet (15). The WHO RNI values (16) were used as the standard when evaluating nutrient intakes of selected micronutrients. Values for children aged 3 to 5 y and 11 mo were used for the entire sample. Because of the high intake of unrefined corn in the Guatemalan diet (10), iron bioavailability of 10% and a “moderate” zinc bioavailability were assumed.

Nutrient density

Nutrient density has been advanced as a simple index to describe and compare the nutritional quality of individual food products or diets (17,18). Nutrient intake relative to the total energy contributed by that meal was assessed. The nutrient consumed at each meal was divided by the total kcal provided in the same meal. The resulting measure, the meal’s nutrient contribution expressed per kcal consumed, was then multiplied by 1000.

Critical density

A final measure was used to compare nutrient densities against estimated nutrient intakes, using a new measure we call “critical densities”. Critical densities were defined as the estimated recommended nutrient intakes, expressed per 1000 kcal, and representing the amount of the respective nutrients that would achieve the recommended intake when an individual consumed the normative daily energy intake for his or her age and gender group. They were computed for selected micronutrients based on RNI for 4-6 y olds (16) and INCAP energy requirements for children (15).

Main sources of energy and nutrients

Main source of energy, macronutrient and 8 selected micronutrients were identified by ranking all food items.

Statistical methods

Data were analyzed with the SPSS statistical software package version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Since estimated nutrient intakes were normally distributed, independent Student t-tests were used to examine difference in nutrient intake and nutrient den-

sity of the 24-hr combined diet between the 2 day-care centers by day and by mealtime. Independent Student t-tests were used to compare the percentage contributions of nutrient derived from home between the 2 day-care centers. P-values <0.05 were considered to be statistically significant.

RESULTS

Participants

Participation rate was high in both day-care centers, namely 80% in center B and 85% in center D. Only 4 of 20 children in center B could not take part in the study because their parents did not have time to complete the interviews, and 3 of 20 parents in center D were not able to complete all 3 24-hr. In center D, 25 of 45 children fell outside the required 3-6 y age range. The final sample was comprised of 16 (7 girls and 9 boys) in center B and 17 (9 girls and 8 boys) in center D. The age distributions in both centers were different; the number of 3, 4, 5 and 6 yrs olds was 3, 3, 7 and 3, respectively in center B and 9, 5, 3 and 0, respectively in center D.

Dietary intakes at the day-care centers and at home

The quantity and quality of food items provided at the 2 day-care centers examined varied greatly. Center B provided breakfast, lunch and an afternoon snack, whereas center D only served lunch (Table 1). It is important to note that all day-care centers reported a 4-weeks cyclical menu. As such, the day-to-day variability is limited to a set number of menu plans. In both centers no plate leftovers were observed, therefore all children consumed equal portion sizes.

As would be expected from the differential offering of meals between the 2 centers, the absolute and relative contribution from home-derived and institutional foods and beverages were markedly different as well (Table 2). More interesting, however, is the fact that home diets do not complement the day-care center menus to produce a common full day’s caloric intake in an equivalent manner; total estimated energy intake was 304 kcal lower in the site ($p=0.04$) where only one meal was offered (center D). This, in turn, is associated with lower intakes of protein, carbohydrates, and fat and 6 of 8 micronutrients examined, namely vitamins A, B₁, niacin and B₆, and iron and zinc in the sample from the latter institution (Table 2).

The pattern of relative contribution from home and institutional fare was, of course, vastly different. For the population attending center B, where breakfast, lunch and snacks were offered, only 47.7% of energy was consumed at home; this contrasts to 83.9% for those cared for in center D, where only a lunch was provided. The amounts of specific nutrients provided by home foods varied from 29.9% of total for vitamin A to 53.5% of total for vitamin B₁ among center B preschoolers. In center D, 59.0% of all vitamin A was provided at home, whereas 93.8% of daily calcium and 94.8% of daily vitamin B₂ came from home source.

Since total energy was significantly different across the samples studied, nutrient-density transformations were made to provide a more systematic and quantitative comparative framework (Table 3). Nutrient den-

sities for fat, vitamin B₂ and calcium densities were lower in center B, whereas carbohydrates and vitamin A densities were lower in center D. No differences were observed for protein, vitamins B₁, and B₆, niacin, zinc and iron.

Nutrient intakes by meal-time

With respect to specific repasts (Table 4), in center B breakfast contributed one-fifth of the children's daily energy and the remaining energy was contributed uniformly by snacks (27%), lunch (27%) and dinner (27%). In center D, snacks contributed 38% of the daily energy, dinner 30%, and the remaining energy was contributed uniformly by breakfast (16%) and lunch (16%). Differences in nutrient contributions were observed between the 2 day-care centers for bre-

TABLE 1. Typical entire weekly menu offering for 2 day-care centers in Guatemala City

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
Center B ¹					
Breakfast	Bienestarina® gruel*	Cooked beans	Cornflakes with milk*	Cornflakes with milk*	Sausage with eggs
	Mashed black beans	Soft cheese			Oatmeal*
	Soft cheese	White bread			White bread
	White bread	Incaparina® gruel*			
Morning snack	Watermelon	Papaya	Banana	Peach	Banana
Lunch					
	Chopped beef (salpicon)	Noodles	Chicken fried corn dough	Noodles with meat	Beef broth
	Tomato sauce	Green bean patties	Garnished rice	Tomato sauce	Rice
	Noodles with margarine	Tomato sauce	Cucumber, carrots and onions salad	Broccoli salad	Lemonade*
	Corn tortilla	Corn tortilla	Hibiscus drink*	Corn tortilla	
	Hibiscus drink*	Hibiscus drink*	Bienestarina® gruel*	Fruit drink	
Center D ²					
Lunch					
	Chicken soup	Meat hamburger	Cooked eggs	Cooked beans	Vegetable soup with noodles
	Fruit drink*	Rice with green beans	Rice with green beans	Soft cheese	Meat hamburger
		Rice beverage*	Ketchup	Garnished rice	Fruit drink*
			Fruit drink*	Hibiscus drink*	

¹ Day-care center B served breakfast, a morning snack and lunch

² Day-care center D served lunch only

* Food items with added fortified sugar

TABLE 2. Estimated energy and selected nutrient intakes and percent contribution of nutrients from the home-derived fare for children attending 2 day-care centers in Guatemala City

Daily requirement	Center B (n=16)						Center D (n=17)						
	Daily intake (24-hr combined) ¹			Percent contribution from home-derived fare			Daily intake (24-hr combined) ¹			Percent contribution from home-derived fare			
	mean	± SD	median	mean	± SD	median	mean	± SD	median	mean	± SD	median	
Energy (kcal)	1350 ²	1807	± 267*	1812	47.7	± 8.2	48.9	1503	± 301*	1504	83.9	± 3.4	84.5
Protein (g)	19 ²	57	± 10	53	44.2	± 8.5	41.8	55	± 15	55	80.7	± 4.1	81.7
Carbohydrate (g)	- ³	283	± 43*	298	45.4	± 9.3	49.4	211	± 48*	208	82.0	± 4.9	82.7
Fat (g)	- ³	54	± 16	51	52.6	± 11.3	52.4	52	± 14	54	87.5	± 4.3	88.9
Vitamin A (RAE)	450 ⁴	1988	± 463*	1862	29.9	± 14.0	28.4	1379	± 442*	1227	59.0	± 10.5	57.3
Vitamin B ₁ (mg)	0.6 ⁴	1.3	± 0.2	1.3	53.5	± 8.5	54.2	1.2	± 0.3	1.1	90.4	± 2.8	90.9
Vitamin B ₂ (mg)	0.6 ⁴	1.5	± 0.4*	1.4	45.0	± 11.7	43.9	2.2	± 1.0*	2.0	94.8	± 1.9	94.9
Niacin (mg)	8.0 ⁴	14.3	± 1.7*	13.9	44.6	± 6.7	43.8	11.1	± 3.1*	10.9	82.2	± 6.4	83.4
Vitamin B ₆ (mg)	0.5 ⁴	1.9	± 0.4	1.8	35.3	± 11.4	34.1	1.5	± 0.6	1.5	92.2	± 2.9	93.2
Calcium (mg)	500 ⁴	774	± 208	711	37.3	± 13.4	35.3	925	± 268	905	93.8	± 1.7	94.1
Iron (mg)	6.3 ^{4,5}	11.4	± 1.3*	11.3	42.1	± 6.5	42.3	9.6	± 3.1*	9.6	84.9	± 5.3	86.5
Zinc (mg)	4.8 ^{4,6}	9.2	± 1.2*	8.9	36.9	± 7.8	35.6	7.9	± 2.0*	7.7	79.8	± 4.8	80.5

¹ Based on the mean of 3 non-consecutive 24-hr recalls for the home diet and the mean of 5 days for the meals served at the day-care centers

² Daily energy and protein requirements for children proposed by the Institute of Nutrition of Central America and Panama (15).

³ No nutrient requirement exists

⁴ Recommended nutrient intakes (calculated values) daily for 4- to 6-y-olds (16)

⁵ Assuming 10% iron bioavailability

⁶ Assuming moderate zinc bioavailability

* Significant differences between daily intakes using Student t-tests, p values ranging from <0.005 to 0.040.

TABLE 3. Estimated energy and selected nutrient density intakes for children attending 2 day-care centers in Guatemala City

Critical density	(per 1000 kcal)	Nutrient density (per 1000 kcal)					
		Center B (<i>n</i> =16)			Center D (<i>n</i> =17)		
		mean	± SD	median	mean	± SD	median
Protein (g)	14 ¹	32	± 5	33	37	8	34
Carbohydrate (g)	-. ²	157	± 13*	158	140	± 17*	141
Fat (g)	-. ²	30	± 5*	29	34	± 5*	35
Vitamin A (RAE)	238 ³	1108	± 232*	1065	925	± 244*	880
Vitamin B ₁ (mg)	0.4 ³	0.7	± 0.1	0.7	0.7	± 0.1	0.8
Vitamin B ₂ (mg)	0.4 ³	0.8	± 0.2*	0.8	1.5	± 0.5*	1.3
Niacin (mg)	4.4 ³	8.0	± 0.9	7.9	7.4	± 1.4	7.2
Vitamin B ₆ (mg)	0.4 ³	1.1	± 0.2	1.1	1.0	± 0.4	0.9
Calcium (mg)	370 ³	434	± 116*	441	625	± 189*	601
Iron (mg)	4.7 ^{3,4}	6.3	± 0.6	6.3	6.3	± 1.6	6.2
Zinc (mg)	3.0 ^{3,5}	5.1	± 0.7	5.0	5.3	± 1.1	4.9

¹ Computed based on the energy and protein requirements for children proposed by the Institute of Nutrition of Central America and Panama (15)

² No nutrient requirement exists

³ Based on the energy requirements for children proposed by the Institute of Nutrition of Central America and Panama (15) and recommended nutrient intakes (RNI) for 4- to 6-y-olds (16)

⁴ Assuming 10% iron bioavailability

⁵ Assuming moderate zinc bioavailability

*Significant differences between daily intakes using Student t-tests, *p* values ranging from <0.005 to 0.040.

TABLE 4. Estimated energy intakes of 24-hr combined diet for children attending 2 day-care centers in Guatemala City by meal-time

	Energy (kcal)						
	Center B (<i>n</i> =16) ¹			Center D (<i>n</i> =17) ²			P-value ³
	mean	± SD	median	mean	± SD	median	
Breakfast	355	± 152	301	242	± 118	118	0.023
Morning snack	295	± 136	298	344	± 136	350	0.308
Lunch	479	± 0	479	206	± 0	206	-
Afternoon snack	183	± 136	210	219	± 100	215	0.384
Dinner	482	± 170	485	449	± 142	436	0.550

¹ Day-care center B served breakfast, a morning snack and lunch

² Day-care center D served lunch

³ P-value for differences in absolute intake between centers for 24-hr combined diet using Student t-tests.

akfast and snacks, but not dinner. In center B, for example, breakfast supplied more energy, carbohydrates, fat, vitamin A, niacin and zinc than in center D. When examining the differences in nutrient densities of breakfast between the 2 centers, these differences disappeared while others emerged, namely for vitamins B₁, B₂, and B₆ and calcium (data not shown).

Nutrient adequacy

In relation to the recommendations for daily micro-

nutrient intakes (Table 2), estimated intakes greatly exceeded the daily requirement in both centers across the whole day. Nutrient-density transformations were made to adjust for differences in energy intakes between the 2 centers (Table 3).

Main sources of energy and nutrients

The top leading sources of energy and nutrients were remarkably similar for children attending both centers; the top 8 sources are illustrated in Table 5.

TABLE 5. Main sources of energy and nutrients of the daily diet of children attending two day-care centers in Guatemala City

Center B ₁ Item	Center D ²		Center B ¹		Center D ²					
	%	Item	%	Item	%	Item				
Energy										
1	14	Whole milk, powder	17	17	Whole milk, powder	10	10	Whole milk, powder	25	25
2	6	Table sugar	6	23	Cooked eggs	7	17	Cooked eggs	10	36
3	6	Cooked eggs	5	28	Stewed chicken	7	24	Black beans	5	41
4	5	Rice	5	33	Pasta	5	29	Hamburger meat	5	46
5	5	French bread	4	37	Beef	5	34	Gelatin	4	50
6	4	Artificial fruit drink	4	42	French bread	4	38	French bread	4	54
7	4	Vegetable oil	4	45	Black beans	4	43	Stewed chicken	4	57
8	4	Cookies, vanilla	4	49	<i>Bienestarina</i> ®	4	47	Skimmed milk, powder	4	61
Carbohydrates										
1	23	Table sugar	11	11	Vegetable oil	13	13	Whole milk, powder	26	26
2	9	Whole milk, powder	9	21	Whole milk, powder	11	24	Vegetable oil	12	39
3	8	Artificial fruit drink	8	29	Cooked eggs	7	31	Cooked eggs	11	49
4	7	Rice	7	36	Cheese	5	36	Hamburger meat	4	54
5	6	French bread	6	42	Cookies, chocolate chip	5	41	Cookies, vanilla	4	58
6	5	Banana	6	48	Beef ribs	5	46	Sweet roll	3	61
7	5	Cookies, vanilla	4	51	Frankfurt	4	50	Cookies, plain	2	63
8	3	Black beans	4	55	Beef	4	55	<i>Horchata</i> (rice beverage)	2	65
Vitamin A										
1	48	Table sugar	26	26	French bread	11	11	Whole milk, powder	12	12
2	19	Carrots	24	51	Pasta	9	21	French bread	11	23
3	3	Whole milk, powder	11	61	Artificial fruit drink	9	30	Artificial fruit drink	9	32
4	3	Cooked eggs	7	68	<i>Bienestarina</i>	6	35	Corn flakes	7	39
5	3	Corn flakes	4	72	Black beans	5	40	Black beans	6	45
6	3	Pumpkin	3	75	Whole milk, powder	5	45	<i>Incaparina</i> ®	5	49
7	2	<i>Incaparina</i> ®	3	78	<i>Incaparina</i> ®	4	49	Refried beans	4	53
8	2	Skimmed milk, powder	3	81	Banana	3	52	Cocoa Krispies	4	57

¹ Day-care center B served breakfast, a morning snack and lunch ² Day-care center D served lunch only ³ Cumulative percentage * Food items with added fortified sugar

TABLE 5. Main sources of energy and nutrients of the daily diet of children attending two day-care centers in Guatemala City (continued)

Center B ¹		Center D ²		Center B ¹		Center D ²	
Item		Item		Item		Item	
Vitamin B₂							
1	Whole milk, powder	18	Whole milk, powder	28	French bread	10	French bread
2	Cooked eggs	11	Artificial fruit drink, orange	21	<i>Bienestarina</i> ®	8	Corn flakes
3	Banana	7	Cooked eggs	10	Pasta	7	<i>Incaparina</i> ®
4	French bread	7	Skimmed milk, powder	4	Stewed chicken	6	Hamburger meat
5	Pasta	4	Corn flakes	4	<i>Incaparina</i> ®	5	Cocoa Krispies
6	Skimmed milk, powder	4	French bread	4	Beef	4	Stewed chicken
7	Whole milk	3	Cocoa Krispies	2	Banana	4	Rice
8	Oatmeal	3	Banana	2	Beef	4	Ham
Vitamin B₆							
1	Banana	31	Banana	20	Whole milk, powder	26	Whole milk, powder
2	<i>Bienestarina</i> ®	5	Whole milk, powder	10	<i>Bienestarina</i>	11	Skimmed milk, powder
3	Artificial fruit drink	5	Artificial fruit drink, orange	8	Cheese	10	<i>Incaparina</i> ®
4	Corn tortilla	4	Corn flakes	7	<i>Incaparina</i> ®	7	Cooked eggs
5	Whole milk, powder	3	Artificial fruit drink	5	Corn tortilla	7	Yogurt
6	<i>Incaparina</i> ®	3	<i>Incaparina</i> ®	5	Skimmed milk, powder	5	Drinking water
7	Plantain	3	Cocoa Krispies	4	Whole milk	4	Corn tortilla
8	Cookies, plain	3	Cooked eggs	4	French bread	3	French bread
Iron							
1	<i>Bienestarina</i>	9	Corn flakes	17	Beef	15	Whole milk, powder
2	Pasta	8	<i>Incaparina</i> ®	8	<i>Bienestarina</i>	8	Hamburger meat
3	Oatmeal	7	French bread	6	Whole milk, powder	8	<i>Incaparina</i> ®
4	French bread	7	Cooked eggs	6	<i>Incaparina</i> ®	5	Cooked eggs
5	<i>Incaparina</i> ®	6	Black beans	6	Black beans	4	Black beans
6	Black beans	4	Oatmeal	4	Cooked eggs	4	Drinking water
7	Corn tortilla	4	Refried beans	3	Rice	4	Skimmed milk, powder
8	Cooked eggs	4	Artificial fruit drink	3	Pasta	4	Rice
Zinc							

¹ Day-care center B served breakfast, a morning snack and lunch. ² Day-care center D served lunch only. ³ Cumulative percentage * Food items with added fortified sugar

Milk powder and white sugar were the main sources of energy of the diet of the children attending both day-care centers examined. Fortified white sugar was also the main source of carbohydrates and vitamin A. Milk powder was either the main source or among the main sources, of protein, fat, vitamin B₁, B₂, calcium and zinc. Overall, for energy, niacin, iron and zinc, the 10 leading food sources contributed less than 60% of their total intakes, whereas for calcium and vitamin A, the top 10 sources provided more than 70%. Perhaps the most marked contrast is the contribution of fortified granulated table sugar to the vitamin A intake. Population of center B, serving 3 repasts, where it is only around 25% in the children from the center C, serving only daily one meal. In both settings, however, the 10 main sources of this vitamin comprise over 85% of all of the vitamin A that is consumed. Fortification is an important source of iron in this population. In center B, 7 of the top 10 sources of food were iron-fortified or enriched. In center D, 5 of the 10 had iron added in the processing of the basic ingredient, e.g. wheat flour in white rolls, or of the finished product.

DISCUSSION

Nutrition is one of the most critical determinants of child well-being (1). The consumption of insufficient or excessive macro- or micronutrients has adverse consequences in childhood (1,2). For the children we examined, 24-hr energy intake estimated from the combination of direct weighing in centers and parental recall exceeds the recommended energy intake for children in the age-group of interest in both sample populations; by 33.8% for center B and by 11.3% for center D. As no anthropometric data were gathered in the present study, no effect of greater than normative energy consumption on body composition could be assessed. However, the day-care centers had structured recreational activities and there would be no adverse consequences in this age-group if superior energy intakes if it were offset by increased average energy expenditures.

Children being provided either 3 meals or a single meal at the day-care centers had adequate nutrient intakes, both when expressed as absolute and when adjusted for differences in energy intakes between the 2 centers. A particular concern may be the excessive consumption of preformed vitamin A. Guatemala was

in the forefront of public health action to reduce endemic hypovitaminosis A when it initiated voluntary fortification of table sugar with retinyl palmitate in 1987 and mandated fortification from 1992 to the present. The recommended fortification level is 10 mg/kg of active vitamin A. This means that each gram of refined sugar provides 10 RAE with the preformed vitamin. Sugar is a prominent contributor to total carbohydrates and total energy for the institutional menu and the home fare, as well as a top source of vitamin A. Daily intakes of vitamin range from 890 to 2074 RAE. It is possible that the intake of preformed vitamin A exceeds the Upper Tolerable Level (UL) for preformed vitamin A of 900 µg/day (19) in the diets of some of the children.

The patterns of main food sources of nutrients are remarkably similar in the 2 centers examined, despite the number of meals being provided varying between a single meal and three. This suggests that center B's institutional menus reflect what household of the same social class would otherwise choose for the remaining meals in the home. However, when comparing the main sources of energy and nutrients in the total daily diet of the children (Table 5) with the main sources provided at the day-care centers (12), differences can be observed. Table sugar, for example, is not amongst the top 10 sources of energy at the day-care centers, but it is the main and second largest source of the total diet. The emergence of "junk foods" such as cookies, as well as healthful foods such as meat and tortillas can be noted. Given the traditional role played by lime-treated corn in Guatemalan cuisine (20), it is surprising to see that tortillas are only the fifth and seventh leading sources, respectively, of calcium (Table 5).

Strengths, limitations and caveats of the research:

The present study has several caveats and limitations. Firstly, a portion of the findings used in the analysis have been presented in an isolated context of day-care center menus papers only in a separated publication (12). They have been reanalyzed and combined in an aggregated presentation in this study. The limited number of days for the institutional portion (5 days) and home portion (3 days) may fall short of a representative estimate for both day-care and home setting. On the day-care center side, however, it is unlikely that the average day is too far outside of the normative

range at both centers. With less than 20 children of the target age attending either center, we run into an intrinsic constraint to exploring diversity and variance. However, given the lack a dietary variety in these children, we would not expect a greater sample to significantly change the findings of the study. Furthermore, the methodology was different in the day-care centers in which all items could be accurately observed and measured than in the homes in which we relied on self-reports. The greatest limitation of the study is that the data collection periods at the centers and in the homes took place at different times of the year. Although the menus remained mostly unchanged, some seasonal variation would be expected. Children may have been ill on one or more of the three day of data-collection. The framework, finally, covers only week-day intakes, excluding weekends. Hence, rather than a generalizable assessment of principles, the present description and comparison should be considered in the domain of a case-study format. It would obviously provide different magnitudes of contrasts if day-care center pairs had been randomly included. Since the 2 situations chosen, however, were opposites within the selection of the original 4 centers studied (12), this case-study tries to frame an example of the contrast.

A strength within the study is the exactness of the assessment of institutional menus having direct recording of ingredients in preparations and weighing of portions served in cups and plates. This is not matched, of course, in the estimations of home consumption in which direct observation was not feasible, as 24-hr recall is inherently less accurate (21), and somewhat more doubtful when it is parent reporting for a child (22,23). Additional acknowledged inaccuracy is introduced here, as in any diet study using reference food composition tables, by any non-representative reflection of the nutrient data-base for the actual foods consumed.

Recent scientific insights allow the maximization of health benefits in the selection of dietary constituents (24). The choices of foods and beverages have implications for chronic disease, that have recently been found to emerge from childhood dietary patterns. The emergence of consuming foods away from the home may pose either an additional hazard to nutritious and healthful eating or an opportunity to leverage improvement. Several studies reported better nutritional status in children attending day-care centers versus

those that were not (25,26). An institutional setting is a prime situation to establish healthy eating patterns. This can be achieved through the promotion of healthful, culturally appropriate foods such as the corn tortilla and the limitation of table sugar consumption. The present descriptive analysis provides the basis for suggesting possible reforms, and contributes to the understanding of the challenges and opportunities for children attending low-income day-care centers in Guatemala City.

CONCLUSIONS

As stated above, we view this as a case-study approach to documenting the constraints and possibilities for achieving diversity in preschool diets for children who attend day-care centers and receive part of their daily fare from the institution and another part from the home. Although the case-study involves only two centers and covers less than 40 children, perhaps from the good fortune of having polar contrasts regarding the number of meals served in the two settings, a panorama of the range of possibilities has been developed. In this examination, the overall dietary variety was superior in the situation of greater contribution of home fare, but overall the nutrient density and adequacy of the aggregate intakes did not differ in any important manner. Finally, a cautionary tale for the potential of achieving excessive vitamin A intake in the preschool sector of the Guatemalan population from the nationally-mandated sugar-fortification program emerges from the quantitative findings.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported by Hildegard Grunow Foundation of Munich, Germany and, Sight & Life Task-Force of Basel, Switzerland.

REFERENCES

1. Kapil U, Bhavna A: Adverse effects of poor micronutrient status during childhood and adolescence. *Nutr Rev* 2002;60:S84-90.
2. Heird WC: Infant Nutrition; in Bowman BA, Russell RM, eds (eds): *In: Present Knowledge in Nutrition*. Washington, DC. , International Life Sciences Institute, 2006, vol vol 2, pp 544-556.

3. Benton D: Role of parents in the determination of the food preferences of children and the development of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:858-869.
4. Fitzgerald A, Heary C, Nixon E, Kelly C: Factors influencing the food choices of Irish children and adolescents: a qualitative investigation. *Health Promot Int* 2010
5. Bezerra IN, Sichieri R: Characteristics and spending on out-of-home eating in Brazil. *Rev Saude Publica* 2010;44:221-229.
6. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Nacional de Estadística (INE), Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Embajada de Suecia eG, Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA, Organización Panamericana de la Salud (OPS), USAID/Proyecto de Mejoramiento de la Atención en Salud: Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2008-2009 [National Maternal Child Health Survey 2008-2009]. Guatemala City, Guatemala, 2010,
7. Groeneveld IF, Solomons NW, Doak CM: Nutritional status of urban schoolchildren of high and low socioeconomic status in Quetzaltenango, Guatemala. *Rev Panam Salud Publica* 2007;22:169-177.
8. Alvarado VJ, Mayorga E, Molina S, Solomons NW: Nutritional status of an economically-privileged convenience sample of urban children in Guatemala City. *Int J Food Sci Nutr* 2009;60 Suppl 5:181-191.
9. Albala C, Vio F, Yanez M: [Epidemiological transition in Latin America: a comparison of four countries]. *Rev Med Chil* 1997;125:719-727.
10. Bermudez OI, Hernandez L, Mazariegos M, Solomons NW: Secular trends in food patterns of Guatemalan consumers: new foods for old. *Food Nutr Bull* 2008;29:278-287.
11. Doak CM, Hamelinck V, Vossenaar M, Panday B, Soto-Mendez MJ, Campos Ponce M, Solomons NW: Evaluating food menus from daycare centers in Guatemala City: descriptive and analytical approaches. *Nutrition* 2012;28:879-885.
12. Vossenaar M, Panday B, Hamelinck V, Soto-Méndez MJ, Doak C, Solomons NW: Nutrient offerings from the meals and snacks served in four day-care centers in Guatemala City. *Nutrition* 2011;27:543-556.
13. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Oficina Panamericana de la Salud (OPS): Valor nutritivo de los alimentos de centroamerica [Nutritional value of foods from Central America]. Guatemala, 2000,
14. United States Department of Agriculture (USDA): National Nutrient Database for Standard Reference: No161[21], 2006,
15. Torun B, Davies PS, Livingstone MB, Paolisso M, Sackett R, Spurr GB: Energy requirements and dietary energy recommendations for children and adolescents 1 to 18 years old. *Eur J Clin Nutr* 1996;50 Suppl 1:S37-80; discussion S80-31.
16. Allen LH, de Benoist B, Dary O, Hurrell R: Guidelines for food fortification with micronutrients. Geneva, WHO, 2006,
17. ADA Reports: Practice paper of the American Dietetic Association: Nutrient density: meeting nutrient goals within calorie needs. *J Am Diet Assoc* 2007;107:860-869.
18. Kennedy E, Racsca P, Dallal G, Lichtenstein AH, Goldberg J, Jacques P, Hyatt R: Alternative approaches to the calculation of nutrient density. *Nutr Rev* 2008;66:703-709.
19. Institute of Medicine: Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC, National Academy Press, 2001,
20. Mata LJ: The children of Santa Maria Cauque. Cambridge, ME, MIT Press, 1978.
21. McPherson RS, Hoelscher DM, Alexander M, Scanlon KS, Serdula MK: Dietary assessment methods among school-aged children: validity and reliability. *Prev Med* 2000;31:S11-S33.
22. Warren JM, Henry CJ, Livingstone MB, Lightowler HJ, Bradshaw SM, Perwaiz S: How well do children aged 5-7 years recall food eaten at school lunch? *Public Health Nutr* 2003;6:41-47.
23. Livingstone MB, Robson PJ, Wallace JM: Issues in dietary intake assessment of children and adolescents. *Br J Nutr* 2004;92 Suppl 2:S213-222.
24. WCRF/AICR: Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington, D.C., World Cancer Research Fund/American Institute of Cancer Research, 2007.
25. Souza MM, Pedraza DF, Menezes TN: [Nutritional status of children attended in day-care-centers and food (in)security of their families]. *Cien Saude Colet* 2012;17:3425-3436.
26. Silva MV, Ometto AMH, Furtuoso MCO, Pipitone MAP, Sturion GL: Access to day-care centers and the nutritional status of Brazilian children: regional differences by age group and income class. *Rev Nutr* 2000;13

Recibido: 13-09-2012

Aceptado: 11-01-2013

Obesidad central única y combinada con sobrepeso/obesidad en preescolares mexicanos

Ana María Salinas-Martínez, Ricardo Jorge Hernández-Herrera, Álvaro Mathiew-Quirós.
Eduardo Enrique González-Guajardo

Unidad de Investigación Epidemiológica y en Servicios de Salud, IMSS. Conjunto Lincoln.
Coordinación de Planeación y Enlace Institucional, IMSS, Monterrey, México.

RESUMEN. La circunferencia de cintura (CC) constituye una herramienta útil para identificar niños con mayor riesgo de complicaciones relacionadas con grasa abdominal. Se determinó la magnitud de obesidad central, única y combinada con sobrepeso/obesidad en infantes 1-5 años de edad. También se identificaron valores percentilares suavizados de CC específicos para edad y sexo, y se compararon con datos disponibles de otros países. Se realizó un estudio transversal en niños de 8 guarderías en Monterrey, México (n=903; 431 niños y 472 niñas). Debido a que el riesgo por obesidad abdominal inicia con CC en percentil 75, se consideraron dos puntos de corte, percentil 75 y 90. Se definió sobrepeso con base en índice de masa corporal para edad y sexo en percentil 85-94; y obesidad, en percentil ≥ 95 . El análisis consistió de prevalencias puntuales e intervalos de confianza de 95%. El software LMS Chart Maker Light se utilizó para suavizar los valores percentilares de CC. La media de edad de la población fue $2,7 \pm 1,0$ años. Los mexicanos registraron diferencias de 1 cm de CC más que los afro-americanos; y hasta 4 cm menos que los mexicano-norteamericanos. La combinación de obesidad central con CC percentil ≥ 75 con sobrepeso/obesidad, fue 25,1% (IC95% 22,3-28,0) y única 15,4% (IC95% 13,0-17,8). La prevalencia de obesidad abdominal única con CC percentil ≥ 90 , fue de 4,4% (IC95% 3,0, 5,8). Las estancias infantiles representan una oportunidad para desafiar la obesidad central. La CC puede ser utilizada desde edad temprana para tamizaje y atención a niños con mayor riesgo cardiovascular.

Palabras clave: Obesidad abdominal, circunferencia de cintura, obesidad infantil

SUMMARY. Central: single and combined with overweight/obesity in preschool Mexican children. Waist circumference (WC) is a useful measure for identifying children at higher risk of complications related with abdominal fat. We determined the magnitude of central adiposity, single and combined with overweight and obesity in infants 1-5 years old. We also identified smoothed age-and sex-specific WC percentile values, which were compared with other countries available data. This was a cross-sectional study in children of 8 day care centers located in Monterrey, Mexico (n=903, 431 boys and 472 girls). Because the risk due to abdominal obesity begins at WC percentile ≥ 75 , we considered two thresholds, percentile 75 y 90. Overweight was defined based on body mass index at percentile 85-94 for age and sex; and obesity, at percentile ≥ 95 . Analysis consisted of point prevalence and 95% confidence intervals. The LMS Chart Maker Light software was used for smoothing WC percentile values. The study population mean age was 2.7 ± 1.0 years. Mexican children's WC was 1 cm above that of Afro-American; and it was up to 4 cm below that Mexican-American. Prevalence of central obesity with WC at percentile 75 combined with overweight/obesity was 25.1% (95%CI 22.3-28.0) and single, 15.4% (95CI% 13.0-17.8). Prevalence of single abdominal obesity with WC at percentile ≥ 90 was 4.4% (IC95% 3.0, 5.8). Day care centers represent a key opportunity for defying central obesity. WC can be used since early age for screening and caring children at higher cardiovascular risk.

Key words: Abdominal obesity, waist circumference, infant obesity.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la prevalencia de obesidad se mide con base en índice de masa corporal (IMC), pero se considera un marcador indirecto de riesgo de síndrome metabólico porque no refleja distribución ni porcentaje de grasa corporal. Precisamente, es la obesidad central la que tiene mayor trascendencia clínica

para patología cardiovascular, especialmente la grasa visceral. La obesidad abdominal puede ser determinada en forma precisa por técnicas de imagen como resonancia magnética, tomografía computarizada y absorciometría. Sin embargo, su uso es impráctico y costoso en estudios epidemiológicos o de tamizaje poblacional. También, es posible distinguir músculo y grasa abdominal con base en bioimpedancia, mediante

báscula electrónica portable relativamente poco costosa, pero su precisión es limitada (1); y está disponible para niños a partir de los 5 años. Adicionalmente, la circunferencia de cintura (CC), ha probado ser buen predictor de factores de riesgo cardiovascular inherentes a obesidad central en población infantil de diversas nacionalidades (2-5), incluso en edad preescolar (6,7).

La importancia de determinar la obesidad central en la infancia radica en la detección precoz de enfermedades asociadas con la misma. Por ejemplo, reflujo gastroesofágico (8), hipertensión (9) y aterosclerosis temprana (engrosamiento de la íntima media carotídea); esto último independiente de IMC, porcentaje de grasa corporal, tensión arterial y proteína C-reactiva (10). En particular en preescolares, la obesidad central se ha correlacionado con nivel de triglicéridos y HDL, también independiente de IMC (11). Hacihamdioğlu y col (12), mostraron que la CC era el único parámetro que se correlacionaba con engrosamiento carotídeo. Así, constituye una herramienta útil en la identificación de niños con mayor posibilidad de complicaciones relativas a grasa abdominal y, representa el método no invasivo más barato y simple.

En los últimos 20 años se han desarrollado curvas de referencia de CC en distintas regiones y algunas consideran niños menores de 5 años de edad (13-16); entre otras razones, por la influencia de edad, sexo y etnicidad en la medida antropométrica. Destaca que niñas y niños de origen mexicano-norteamericano tienen mayor CC y son quienes registran la tasa de crecimiento más alta con la edad, en comparación a los afro-americanos o europeo-americanos (13). Además, en una década, los niños de 2-5 años de Estados Unidos aumentaron en promedio 1,2 cm de CC y las niñas, 0,8 cm; y la prevalencia de obesidad central definida como CC en percentil ≥ 90 , cambió en niños de 10,5% a 19,4% y en niñas, de 10,3% a 13,4% (17). Mientras que en el Reino Unido, entre 1987 y 1995-1998, el mayor aumento de CC se presentó en el grupo de edad de 2,0 a 2,9 años; en niños se incrementó 4,1% y en niñas, 5,2% (equivalente a 1,99 y 2,50 cm, respectivamente); a pesar de una ganancia modesta de IMC (1,8% y 1,7%, equivalente a 0,27 y 0,29 Kg/m², respectivamente), sugiriendo mayor elevación de proporción de grasa central que periférica (18).

Pocos son los estudios que distinguen obesidad central del sobrepeso u obesidad general. En Alemania (15), se identificaron 6,6% de niñas y 7,6% de niños

entre 3 y 11 años con CC en percentil >90 más sobrepeso/obesidad y en Chile (19), 10% en niñas y 12% en niños entre 3,0 y 5,9 años, beneficiarios de la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI). Por otra parte, se han identificado dos puntos de corte de CC para riesgo por obesidad central. Maffei y col (7), documentaron mayor probabilidad de factores cardiovasculares con CC en percentil >90 en infantes de 3-11 años; específicamente, mayor riesgo de HDL e hipertensión arterial. Mientras que Ma y col (2), reportaron que los niños con CC entre percentil 75 y 90, registraban el doble de posibilidades de tener 2 factores de riesgo cardiovascular, en comparación a aquellos con CC en percentil <75 ; y 6 veces más, aquellos con CC en percentil ≥ 90 . Burns y col (20), documentaron menor nivel de colesterol HDL y más tejido graso a partir del percentil 75. Mientras que Hirschler y col (4) reportaron el percentil 71o, como óptimo para diagnóstico de anomalías de síndrome metabólico en población de 4-13 años, con una sensibilidad de 59% y una especificidad de 63%.

Así, dada la importancia del riesgo que representa la obesidad central y debido a la ausencia de estadísticas en este campo de estudio en preescolares de México y la mayoría de Latinoamérica, se desarrolló el presente trabajo de investigación cuya finalidad fue determinar la magnitud de la obesidad central, única y combinada con sobrepeso/obesidad, en infantes de 1-5 años de edad usuarios de estancias infantiles del noreste del país. Así también, se identificaron los valores percentilares de CC específicos por edad y sexo; y se compararon con aquellos de otros países que han documentado datos en menores de 5 años (Estados Unidos y Alemania) (13, 15).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trató de un estudio transversal realizado entre abril y junio del 2011, en 8 estancias infantiles de la zona metropolitana de Monterrey, México. Aquí se atienden a hijos de madres trabajadoras que cuentan con el servicio de guardería durante su horario de trabajo, como una prestación de seguridad social (Instituto Mexicano del Seguro Social); a partir de los 43 días de nacido y hasta los 3,9 años de edad; sólo 2 estancias ofrecen el servicio de los 4,0 a los 5,9 años. Cabe mencionar que el requisito para que un niño(a) permanezca en la estancia infantil es estar sano y de

presentar algún signo o síntoma, se contacta a la madre o tutor para que sea llevado a valoración médica, lo cual es imprescindible para poder ser recibido nuevamente. El presente estudio se enfocó al turno matutino (N=1 078) y al grupo de edad 1,0-5,0 años cumplidos (N=1 022); se contó con datos completos de cintura e IMC en 903 infantes (431 niños y 472 niñas).

Medidas antropométricas. Un solo médico pediatra estandarizado realizó las medidas antropométricas junto con la CC; a media mañana, sin zapatos y sin objetos en la cabeza en el caso de las niñas. El peso fue medido con báscula electrónica portátil con estadímetro marca SECA-UK-122, previa calibración diaria con barra de peso estandarizado. El resultado se registró en kilogramos, con una posición decimal. En todos los infantes, la talla se midió en posición vertical, recargando la espalda, glúteos, pantorrillas y talones sobre el estadímetro; y manteniendo la cabeza erguida. Se registró el resultado en centímetros, sin redondear. La CC fue colectada con cinta métrica no extensible (marca SELANUSA) a nivel de cicatriz umbilical; descubriendo el tronco, estando el niño de pie, al final de una expiración suave y sin hacer presión sobre la piel al momento de efectuar la lectura. Se registró el resultado en centímetros, sin redondear.

Evaluación de obesidad. Se definió obesidad abdominal, con base en los puntos de corte correspondientes al percentil 75 y 90 de CC para edad y sexo, establecidos por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Estados Unidos (población infantil mixta de origen mexicano-norteamericano, afro-americano y europeo-americano)(13): Percentil 75 en niñas de los siguientes grupos de edad, 1,0-1,9; 2,0-2,9; 3,0-3,9 y 4,0-5,0 años: 47,1 cm, 49,5 cm, 51,9 cm y 54,3 cm, respectivamente; y percentil 90: 49,1 cm, 52,2 cm, 55,3 cm y 58,3 cm, respectivamente. Percentil 75 en niños de los siguientes grupos de edad, 1,0-1,9; 2,0-2,9; 3,0-3,9 y 4,0-5,0: 46,1 cm, 48,8 cm, 51,3 cm, 53,9 cm, respectivamente; y percentil 90: niños 47,4 cm, 50,8 cm, 54,2 cm y 57,6 cm, respectivamente. Se definió sobrepeso, con base en IMC entre percentil 85 y 94 para edad y sexo; y obesidad general, con IMC en percentil ≥ 95 , para ello se utilizaron las curvas de crecimiento de la población estándar de la Organización Mundial de la Salud, establecidas a partir de estudio multicéntrico de infantes sanos alimentados al seno materno provenientes de 6 países (Brasil, Gana, India, Noruega, Oman y EUA) (21).

Análisis estadístico. Se estimaron prevalencias puntuales e intervalos de confianza de 95% para obesidad abdominal y para sobrepeso y obesidad para sexo y edad (calculada en años cumplidos entre fecha de medición y fecha de nacimiento). Las diferencias por sexo se evaluaron mediante la prueba de Chi cuadrada y se consideró como significativo un valor de $p < 0,05$. Se identificaron valores percentilares de CC, después de haber retirado los resultados extremos (± 3 desviaciones estándar; $n=9$ niñas y 17 niños), y fueron suavizados mediante el método LMS que ajusta por la asimetría de la distribución percentilar (L= coeficiente de simetría, M= mediana y S= al coeficiente de variación) (22). Para ello, se utilizó el software LMS Charter Maker Light, versión 2,54 (23).

Consideraciones éticas. Se contó con la autorización de los padres y de la Jefatura Delegacional de Prestaciones Económicas y Sociales y la Jefatura de Prestaciones Médicas de la Delegación Regional Nuevo León. Todos los padres cuyos hijos fueron identificados con obesidad central y/o sobrepeso u obesidad general, recibieron asesoría nutricional en la misma guardería y además, fueron canalizados a atención integral con el médico familiar de cabecera.

RESULTADOS

La media de edad fue de $2,7 \pm 1,0$ años, sin diferencias por sexo ($p=0,78$). El 27,4% se encontró entre 1,0 y 1,9 años; 30,1% entre 2,0 y 2,9 años; 33,2% entre 3,0 y 3,9 años; y 9,3%, entre 4,0 y 5,0 años. El promedio de CC fue de $49,6 \pm 5,3$ cm y de IMC $16,5 \pm 3,0$ Kg/cm², tampoco hubo diferencias por sexo ($p=0,21$ y $p=0,15$, respectivamente). La prevalencia de sobrepeso/obesidad resultó en 36,5% (IC95% 33,5, 39,7) y de obesidad, en 19,7% (IC95% 17,1-22,4); también fue similar entre niños y niñas ($p=0,42$ y $p=0,98$, respectivamente). En las Tablas 1 y 2, se detallan los resultados por grupo de edad y sexo.

Valores percentilares de CC específicos por edad y sexo

Los valores percentilares suavizados de CC específicos para edad y sexo, se presentan en la Tabla 3. La comparación de curvas de referencia de percentil 90 entre diferentes grupos étnicos mostró a niños mexicanos con diferencias de 1 cm más que los niños afro-americanos y, hasta 4 cm. menos que los mexicano-norteamericanos. Los valores del percentil 75 se comportaron de forma similar (Figura 1).

TABLA 1. Circunferencia de cintura e índice de masa corporal por edad y sexo, Monterrey, México, 2011 (n=903)

Edad (años)	n	Cintura (cm)	Índice de masa corporal (Kg/cm ²)
		Media± DE	Media±DE
Niñas			
1,0-1,9	124	45,9±2,9	16,2±2,6
2,0-2,9	137	49,2±3,1	16,5±2,2
3,0-3,9	171	51,0±3,7	16,3±1,9
4,0-5,0	40	54,1±5,1	16,4±1,8
Total	472	49,4±4,2	16,3±2,2
Niños			
1,0-1,9	123	46,5±4,2	16,9±4,2
2,0-2,9	135	49,4±5,3	16,5±2,3
3,0-3,9	129	51,7±6,0	16,3±1,5
4,0-5,0	44	55,2±8,3	16,7±2,3
Total	431	49,8±6,2	16,6±2,8

Prevalencia de obesidad abdominal, única y combinada con sobrepeso y obesidad.

La prevalencia combinada de obesidad central --CC percentil ≥ 75 -- con sobrepeso/obesidad fue de 25,1% (IC95% 22,4-28,1) y obesidad central --CC percentil ≥ 90 -- con obesidad, 10,1% (IC95% 8,3- 12,2). En cambio, la prevalencia de obesidad central única, CC en percentil ≥ 75 , fue de 15,4% (IC95% 13,0-17,8) y de CC en percentil ≥ 90 , a 4,4% (IC95% 3,0, 5,8); ambas fueron más frecuentes en niños ($p < 0,001$) (Figura 2).

DISCUSIÓN

En este trabajo se determinó la prevalencia de obesidad central y se distinguió su combinación con sobrepeso/obesidad evaluada mediante IMC, en población infantil entre 1 y 5 años usuarios de estancias infantiles. Además, se generaron valores percentilares suavizados de CC específicos para edad y sexo. A continuación se comentan los resultados más relevantes.

TABLA 2. Prevalencia de obesidad central y sobrepeso/obesidad, según edad y sexo, Monterrey, México, 2011 (n=903)

Grupo edad	Obesidad central		Sobrepeso	Obesidad	Sobrepeso/obesidad	
	n	CC $P \geq 75$	CC $P \geq 90$	IMC $P 85-94$	IMC $P \geq 95$	IMC $\geq P 85$
1,0-1,9 años						
Niñas	124	30,60%	9,70%	16,10%	19,40%	35,50%
Niños	123	48,0%**	34,1%**	13,00%	18,70%	31,70%
Total	247	39,30%	21,90%	14,60%	19,00%	33,60%
2,0-2,9 años						
Niñas	137	50,40%	16,80%	16,80%	26,30%	43,10%
Niños	135	52,60%	23,70%	19,30%	20,00%	39,30%
Total	272	51,50%	20,20%	18,00%	23,20%	41,20%
3,0-3,9 años						
Niñas	171	35,10%	11,10%	18,70%	16,40%	35,10%
Niños	129	42,60%	14,70%	14,00%	19,40%	33,30%
Total	300	38,30%	12,70%	16,70%	17,70%	34,30%
4,0-5,0 años						
Niñas	40	45,00%	15,00%	26,30%	13,20%	39,50%
Niños	44	36,40%	15,90%	15,90%	22,70%	38,60%
Total	84	40,50%	15,50%	20,70%	18,30%	39,00%
Total						
Niñas	472	39,20%	12,70%	18,10%	19,80%	37,90%
Niños	431	46,6%*	23,2%*	15,50%	19,70%	35,30%

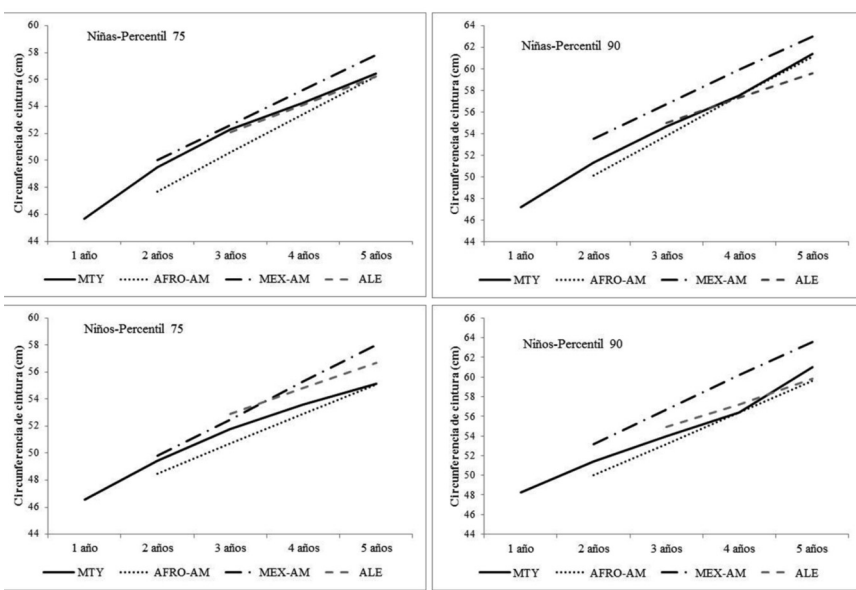
CC=Circunferencia de Cintura, IMC= Índice de masa corporal, P=Percentil

* $p < 0,03$, según la prueba de Chi cuadrada, niños vs. niñas

** $p < 0,001$, según la prueba de Chi cuadrada, niños vs. niñas

TABLA 3. Valores percentilares suavizados de circunferencia de cintura (cm), específicos para edad y sexo, Monterrey, México, 2011 (n=903)

Edad (años)	Percentil						
	5°	10°	25°	50°	75°	90°	95°
Niñas							
1	39,6	41,1	42,7	44,2	45,7	47,2	48,6
1,5	41,2	42,8	44,4	46,1	47,7	49,3	51
2	42,7	44,3	46	47,7	49,5	51,3	53,2
2,5	43,9	45,6	47,3	49,2	51,1	53,1	55,3
3	44,9	46,5	48,3	50,2	52,3	54,6	57,2
3,5	45,6	47,2	49	51	53,3	56	59,3
4	46,2	47,7	49,5	51,7	54,3	57,5	61,8
4,5	46,7	48,2	50,1	52,4	55,3	59,3	65,3
5	47,2	48,8	50,7	53,1	56,4	61,4	70,9
Niños							
1	39,2	41,1	43	44,8	46,6	48,3	50
1,5	41	42,7	44,4	46,1	47,9	49,7	51,6
2	42,9	44,4	46	47,6	49,5	51,4	53,5
2,5	44,4	45,8	47,3	49	50,8	52,9	55,2
3	45,4	46,8	48,2	49,9	51,8	54	56,5
3,5	46,3	47,6	49	50,7	52,7	55,1	58
4	47,2	48,4	49,8	51,5	53,6	56,4	60,4
4,5	47,8	48,9	50,2	52	54,3	58	65,8
5	48,4	49,4	50,7	52,4	55,1	61	70,9



MTY=Monterrey, México, AFRO-AM=Afro-americanos, MEX-AM=México-norteamericanos, ALE=Alemania

Figura 1. Comparación de curvas de referencia percentiles 75 y 90 de circunferencia de cintura (cm), según edad, sexo y grupo étnico

En la comparación de curvas de CC de Estados Unidos (13) y Alemania (15), fue notorio el resultado de los niños México-norteamericanos que presentaron percentiles en niveles más altos que los afro-americanos, alemanes y también mexicanos del presente estudio (Monterrey, México); en todas las edades y en ambos sexos. Llama la atención la diferencia observada entre niños viviendo en México y niños de origen mexicano, radicando en Estados Unidos. Probablemente, debido a factores ambientales más que genéticos. Es necesario mencionar que la información estadounidense correspondió al periodo 1988-1994 (NHANES III), y es posible que se haya modificado con el tiempo. De hecho, Li y col (17) analizaron los datos NHANES del 1999-2004; y observaron que en 10 años, hubo un incremento promedio de CC entre 0,8 y 1,2 cm, en población menor o igual a 5 años. Desafortunadamente, no se detallaron los resultados por edad y sexo; y no se pudo establecer la comparación correspondiente. Sin embargo, evoca la trascendencia de analizar tendencias de obesidad central a través de los años.

En lo que respecta a prevalencia de obesidad central (CC en percentil ≥ 90), estuvo presente en 13% de niñas y 23% de niños, es decir, casi al doble en el sexo masculino. En Estados Unidos, también se registró una tasa más alta en niños: 13,5% y 22,4%, respectivamente (17). Mientras que en Chile, la prevalencia fue similar por sexo; 13,1% y 15,9%, respectivamente (19). Por otra parte, la combinación de obesidad central con CC en percentil ≥ 75 con so-

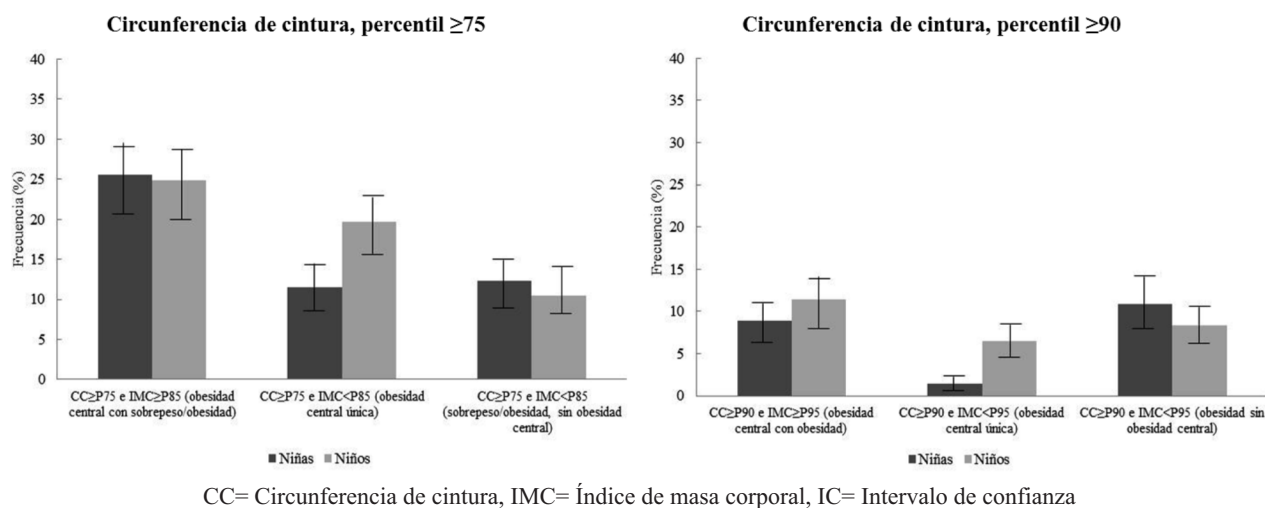


FIGURA 2. Prevalencia puntual e intervalos de confianza del 95% de obesidad central (CC percentil 75 y 90), única y combinada con sobrepeso/obesidad en preescolares. Monterey, México, 2011

brepeso/obesidad fue del 25-26%; y de obesidad central en percentil ≥ 90 con obesidad general, del 9-11%. Esto último bastante similar a lo informado para Chile, de 10-12% (19); y ambas cifras, estuvieron poco más altas que Alemania, 7-8% (15).

¿Debería medirse de rutina la CC? En la práctica médica la CC es una medida útil y accesible que puede predecir resultados adversos a la salud y aunque no substituye, complementa otros indicadores clínicos como perfil de lípidos, tensión arterial y nivel de glucosa/resistencia a la insulina. A nivel poblacional, su medición es relevante e indiscutible, para escrutinio y priorización de tratamiento para disminuir riesgo por eventos de origen cardiovascular que se pueden desarrollar en la infancia misma, o bien, más tarde en la edad adulta. Finalmente, pero no menos importante, es el número de niños que se vería afectado si se dejara de medir la CC. Se sabe que un paciente diagnosticado con sobrepeso u obesidad, recibiría de todas maneras consejería y manejo terapéutico, con o sin obesidad abdominal añadida. Sin embargo, aquellos infantes con IMC normal y obesidad central, sí se quedarían sin el beneficio del diagnóstico y el tratamiento apropiado. Klein y col (24) llaman a estos individuos, “delgados, metabólicamente obesos”. Afortunadamente, es poco común observar obesidad central aislada, en Chile y Alemania, ha sido menor al 5% (15,19). En este estudio, estuvo entre 2% y 7%. Sin embargo, si se considerara obesidad central a partir de CC en percentil ≥ 75 , la frecuencia se elevaría al 12% en niñas y 20%, en niños.

¿Cuál punto de corte se recomendaría, CC percentil ≥ 75 ó ≥ 90 ? Como se mencionó inicialmente, desde CC en percentil 75 existe riesgo por padecer obesidad central (2,4,7,20). Ma y col (2), sugieren establecer el punto de corte óptimo según población específica, debido a que el patrón de desarrollo y acumulación de grasa puede variar entre grupos étnicos. Esto conlleva a la necesidad de futuras investigaciones en este campo de estudio, en preescolares mexicanos. Mientras tanto, la ventaja de utilizar el percentil 75, sería la oportunidad del comienzo de la vigilancia estrecha para evitar progresión a obesidad central más avanzada.

Limitaciones. Una limitante del estudio correspondió a la ausencia de medición de grasa abdominal por métodos directos que aunque son los ideales, no son de fácil accesibilidad. No obstante, se considera que la CC es buen predictor de grasa visceral en niños. Burns y col (20), midieron grasa corporal total mediante absorciometría y grasa abdominal, con tomografía a nivel L4 y L5; niños con CC en percentil ≥ 75 registraron más tejido graso (Kg), porcentaje de grasa, tejido adiposo visceral (cm^2) y subcutáneo (cm^2), en comparación a aquellos en percentil < 75 . Precisamente, se pretende comparar en fecha próxima, la medición de CC con otra medida directa de adiposidad abdominal, en esta misma población infantil. El periodo de tiempo en que se colectó la información en Estados Unidos (1988-1994), Alemania (1994-2003) y el presente estudio (2011), difiere entre sí. Sin embargo, se puede ver como una ventaja porque en dichas épocas todavía las cifras de obesidad infantil no esta-

ban tan elevadas y por tanto los valores corresponden a poblaciones con mayor número de sanos; y desde este punto de vista, se consideró que era posible explorar qué tan inferior o superior se encontraban los resultados del presente estudio con respecto a dichos registros de referencia. Asimismo, se reconoce que el sitio anatómico utilizado para medir CC, coincidió más con el aplicado en Alemania que en Estados Unidos y, las diferencias observadas en parte pudieran deberse a este motivo. En lo que respecta a la representatividad de los resultados, los aquí colectados aplican solamente a niños(as) usuarios de estancias infantiles que son hijos(as) de madres trabajadoras con residencia urbana; y se requiere de un estudio poblacional a nivel estatal para entonces sí contar, con valores de referencia extrapolables a preescolares de Nuevo León. O aún mejor, poblacional con inclusión de otras regiones del país, para poder estar en la posibilidad de generalizar a preescolares mexicanos. En lo que respecta a distribución de la población de estudio por sexo fue similar para niños y niñas; no así por grupo de edad, siendo el más afectado aquel de 4,0-5,0 años. Lo anterior se debió a que solo 2 guarderías ofrecen el servicio para niños mayores de 5 años y porque muchas madres de familia, ya pueden ubicar a su hijo en la escuela donde continuará estudios de educación primaria.

Este estudio es de los primeros en México que delimita la magnitud del problema de obesidad central aislada y combinada con sobrepeso/obesidad en edad preescolar. Las estadísticas mostraron que desde temprana edad, hay niños que padecen obesidad central, además del sobrepeso/obesidad. Su medición es de doble importancia, por implicar razones de carácter preventivo, ya que ofrece la oportunidad de evitar la progresión de la obesidad central al permitir intervenir desde CC en percentil 75; límite señalado con mayores posibilidades de desarrollar padecimientos relacionados. Además correctivo, por brindar atención inmediata a quienes presenten CC en percentiles superiores. Se sugiere señalar grupos blanco de acuerdo a CC e IMC: Niños con peso sano, metabólicamente en riesgo (IMC percentil <85 + CC percentil ≥ 75); Niños con sobrepeso/obesidad, metabólicamente en riesgo (IMC percentil ≥ 85 + CC percentil ≥ 75); y Niños con sobrepeso/obesidad, metabólicamente normales (IMC percentil ≥ 85 + CC percentil <75); con el compromiso de garantizar programas de prevención y tratamiento,

según corresponda. En ello, el personal asignado a las estancias infantiles y el personal de salud en unidades de salud de primer contacto, ocupan un papel primordial. Se requiere de estudios longitudinales y de vigilancia del estado nutricional de niños en edad preescolar, mexicanos y del resto de Latinoamérica. Así como también de innovación en materia de programas costo-efectivos con impacto a largo plazo y las estancias infantiles, son sitios ideales para implantarlos y reducir la obesidad infantil.

CONCLUSIONES.

Se identificaron valores percentilares suavizados de CC específicos por edad y sexo; y se compararon con aquellos de otros países que han documentado datos en menores de 5 años. La magnitud de la obesidad central única en preescolares de estancias infantiles ubicadas al noreste de México, fue de 15% y 4%, con CC en percentil ≥ 75 y ≥ 90 , respectivamente; y combinada con sobrepeso/obesidad, 25,1% y con obesidad, 10,1% respectivamente. El combate contra la obesidad central es prioritario y la CC puede ser utilizada desde edad temprana para tamizaje de perfil de riesgo cardiovascular por lo que se recomienda utilizarla de rutina. Justamente, las estancias infantiles, representan una oportunidad fundamental para desafiar este problema de salud.

AGRADECIMIENTOS

Los autores primeramente dan las gracias a todos los niños, padres de familia, educadoras y directoras de las 8 estancias infantiles participantes. Asimismo, a la Lic. Gabriela Chapa Juárez, por su colaboración en la logística de la colección de datos, a la Dra. María Guadalupe Garza Sagástegui, Jefa de Prestaciones Médicas y a la Lic. Natividad Elia Méndez López, Jefa de Prestaciones Económica y Sociales, por haber otorgado las facilidades para la realización del estudio, sin su colaboración no hubiera sido posible la culminación del mismo.

REFERENCIAS

1. Wells JC, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Arch Dis Child.* 2006;91(7):612-7.
2. Ma GS, Ji CY, Ma J, Mi J, Yt Sung R, Xiong F et al. Waist circumference reference values for screening cardiovascular risk factors in Chinese children and

- adolescents. *Biomed Environ Sci* 2010;23(1):21-31.
3. Reinehr T, Wunsch R. Relationships between cardiovascular risk profile, ultrasonographic measurement of intra-abdominal adipose tissue, and waist circumference in obese children. *Clin Nutr* 2010;29(1):24-30.
 4. Hirschler V, Maccallini G, Calcagno M, Aranda C, Jadzinsky M. Waist circumference identifies primary school children with metabolic syndrome abnormalities. *Diabetes Technol Ther* 2007;9(2):149-57.
 5. Rodríguez-Rodríguez E, Palmeros-Exsome C, López-Sobaler AM, Ortega RM. Preliminary data on the association between waist circumference and insulin resistance in children without a previous diagnosis. *Eur J Pediatr* 2011; 170 (1):35-43
 6. Messiah SE, Arheart KL, Natale RA, Hlaing WM, Lipshultz SE, Miller TL. BMI, Waist Circumference, and Selected Cardiovascular Disease Risk Factors Among Preschool-Age Children. *Obesity (Silver Spring)*. 2011 Dec 8. doi: 10.1038/oby.2011.353 (ahead of time).
 7. Maffei C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tatò L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res* 2001;9(3):179-87.
 8. Quitadamo P, Buonavolontà R, Miele E, Masi P, Coccorullo P, Staiano A. Total and abdominal obesity are risk factors for gastroesophageal reflux symptoms in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2012;55(1):72-5.
 9. Barba G, Troiano E, Russo P, Strazzullo P, Siani A. Body mass, fat distribution and blood pressure in Southern Italian children: results of the ARCA project. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006;16:239-48.
 10. Elkiran O, Yilmaz E, Koc M, Kamanli A, Ustundag B, Ilhan N. The association between intima media thickness, central obesity and diastolic blood pressure in obese and overweight children: A cross-sectional school-based study. *Int J Cardiol* 2011 Oct 17. [Epub ahead of print]
 11. Cowin I, Emmett P. Cholesterol and triglyceride concentrations, birthweight and central obesity in preschool children. ALSPAC Study Team. Avon Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24(3):330-9.
 12. Hacıhamdioğlu B, Okutan V, Yozgat Y, Yildirim D, Kocaoğlu M, Lenk MK, Ozcan O. Abdominal obesity is an independent risk factor for increased carotid intima-media thickness in obese children. *Turk J Pediatr* 2011;53(1):48-54.
 13. Fernandez JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004; 145(4): 439-44.
 14. Fredriks AM, van Buuren S, Fekkes M, Verloove-Vanhorick SP, Wit JM. Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in Dutch children useful in clinical practice? *Eur J Pediatr* 2005; 164(4): 216-22.
 15. Schwandt P, Kelishadi R, Haas GM. First reference curves of waist circumference for German children in comparison to international values: the PEP Family Heart Study. *World J Pediatr* 2008; 4(4): 259-66.
 16. Roswall J, Bergman S, Almqvist-Tangen G, Alm B, Niklasson A, Nierop AF, Dahlgren J. Population-based waist circumference and waist-to-height ratio reference values in preschool children. *Acta Paediatr* 2009;98(10):1632-6.
 17. Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatrics* 2006;118:e1390-e1398.
 18. McCarthy HD, Jarrett KV, Emmett PM, Rogers I, ALSPAC Study Team. Trends in waist circumferences in young British children: a comparative study. *International Journal of Obesity* 2005; 29(2): 157-162
 19. Gutiérrez-Gómez Y, Kain J, Uauy R, Galván M, Corvalán C. Estado nutricional de preescolares asistentes a la Junta Nacional de Jardines Infantiles de Chile: evaluación de la concordancia entre indicadores antropométricos de obesidad y obesidad central. *Arch Latinoam Nutr*. 2009; 59(1):30-37
 20. Burns SF, Arslanian SA. Waist circumference, atherogenic lipoproteins, and vascular smooth muscle biomarkers in children. *J Clin Endocrinol Metab* 2009;94(12):4914-22
 21. World Health Organization. WHO child growth standards: length/height for age, weight for age, weight for length, weight for height and body mass index for age: methods and development. WHO Press:Suiza, 2006
 22. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Statist Med* 1992; 11(10):1305-1319.
 23. Pan H, Cole T. LMS Charter Maker Light, versión 2.54, programa para calcular centiles de referencia para la edad utilizando el método LMS. UK:Medical Research Council, 1997-2011.
 24. Klein S, Allison D, Heymsfield S, Kelley D, Leible R, Nonas C, et al. Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Am J Clin Nutr* 2007; 85(5):1197-1202.

Recibido: 15-07-2012

Aceptado: 31-10-2012

Contribución de la merienda al patrón alimentario de escolares con exceso de peso y estado nutricional normal, en Cartago, Costa Rica.

Marianela Ibarra López, Laia Llobet León, Xinia Fernández Rojas

Escuela de Nutrición Humana de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

RESUMEN. Con el fin de identificar el aporte nutricional de las meriendas al patrón alimentario de los escolares con estado nutricional normal y con exceso de peso, se estudiaron 80 escolares (40 casos con sobrepeso/obesidad y 40 controles con estado nutricional normal) costarricenses de primer a tercer grado. Se tomó peso, talla y pliegue tricéptico para la valoración antropométrica y se utilizó un registro dietético de tres días para la información de consumo. Las meriendas fueron analizadas de acuerdo al tipo (lugar de preparación y consumo) y horario. Se obtuvo que las meriendas de la tarde y la “preparada y consumida en casa” son las realizadas con la mayor frecuencia por ambos grupos. En la merienda “preparada y consumida en casa” y la “merienda de la tarde” se observó un consumo significativamente mayor de energía y carbohidratos en las niñas caso. En la merienda “preparada y consumida en casa”, se reportó un consumo significativamente mayor de grasa saturada en los niños caso comparado con los niños control. Las meriendas de la tarde y las meriendas “preparadas y consumidas en casa”, podrían estar relacionadas con el desarrollo de sobrepeso/obesidad en la muestra estudiada, por lo que la educación nutricional brindada a padres y escolares, resultan claves en la prevención de ésta.

Palabras clave: Merienda escolar, patrón de consumo escolar, obesidad infantil

SUMMARY. Nutritional contribution of snacks to food patterns in school children who are overweight or obese compared to school children who are of normal weight in Cartago, Costa Rica. In order to assess the nutritional contribution of snacks to food patterns in school children, a sample of 80 Costa Rican elementary schoolchildren: 40 children who were overweight or obese (the case group) and 40 children with normal weight (the control group) were evaluated. The anthropometric evaluation included weight, height, and triceps skinfold thickness. Food patterns were determined using a 3-day food diary. Snacks consumed throughout the day were classified and analyzed according to their place of preparation and location of consumption and to the time of the day in which they were consumed. The results of this study revealed that “afternoon snacks” and “snacks prepared and eaten at home” were the most frequently consumed snacks by both case and control groups. The girls in the case group had a significantly larger intake of energy and carbohydrates in their “afternoon snacks” and the “snacks prepared and eaten at home” as compared to girls in the control group. Boys in the case group showed a significantly greater consumption of saturated fat in the “snacks prepared and eaten at home” as compared to boys in the control group. It was concluded that the intake of “afternoon snacks” and of those “prepared and eaten at home” could be related with the incidence of overweight/obesity in the sample of study and therefore nutrition education aimed at parents and children is crucial and could play an important role in its prevention.

Key words: Snacks, food pattern, childhood obesity.

INTRODUCCIÓN

La incidencia de sobrepeso y la obesidad infantil ha aumentado en gran medida durante los últimos años en distintos países alrededor del mundo (1). Costa Rica, un país en desarrollo de Centroamérica, no se escapa a tal situación, la cual según la Encuesta Nacional de Nutrición de 1996, identificó que el 14,9% de los niños y niñas entre 5 y 12 años presentaba sobrepeso y/u

obesidad (2). Dicho porcentaje se hace aún mayor según el reporte de la última Encuesta de Nutrición realizada en 2008-2009 en la cual un 21,4% de niños y niñas entre 5 y 12 años mostraron sobrepeso y obesidad (2).

El sobrepeso y la obesidad infantil afectan la salud pública al ser factores de riesgo para la mayoría de enfermedades crónicas no transmisibles en adultos, y al incrementar los gastos estatales en salud (3).

Profundizar en el estudio de patrones de consumo y en sus factores determinantes es de suma importancia, ya que

estos factores podrían explicar el incremento del peso en los niños y las niñas (4). Es importante además, del análisis de la cantidad y tipo de alimentos consumidos, examinar el número de tiempos de comida realizados durante el día y la frecuencia de los mismos; dentro de los cuales figuran de especial interés meriendas o refrigerios ingeridos durante el día por los niños y las niñas.

Distintos estudios han documentando cambios en los patrones de consumo de los niños y niñas en los últimos años; algunos de estos cambios son el aumento de la omisión del desayuno, disminución en el consumo del almuerzo escolar, incremento en el porcentaje que cena fuera del hogar (4) y un mayor consumo de meriendas (5).

La información sobre el efecto de las meriendas en la obesidad es controversial. En un estudio realizado por Field et al (6) no se observó relación entre la ganancia de peso y el consumo de meriendas por parte de escolares. Mientras que en uno llevado a cabo por Mercille, Receveur y Macaulay (7), el aporte de energía de las meriendas fue más alto en los niños y niñas con un índice de masa corporal (IMC) que mostraba riesgo de sobrepeso (IMC entre los percentiles 85 y 95) que en aquellos con un IMC normal.

El objetivo de este estudio es por tanto identificar el aporte nutricional de las meriendas al patrón alimentario de los escolares con estado nutricional normal y con exceso de peso. De esta forma se espera contribuir con información relevante que permita la planificación y ejecución de futuros programas para la prevención de la obesidad infantil y la promoción de la salud sobre todo en el ambiente escolar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente es una investigación descriptiva de casos y controles en la cual se trabajó con una población que incluía a todos los niños y niñas matriculados en el año 2010 en los niveles de primero, segundo y tercer grado de educación básica de la Escuela Fernando Terán Valls, ubicada en Cartago, Costa Rica, cuyos padres firmaron el consentimiento de participación respectivo (N= 300).

Antropometría

Los datos antropométricos fueron tomados por estudiantes de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica que fueron sometidos a un proceso de estandarización para dicho fin.

El peso de los escolares fue medido utilizando una balanza electrónica calibrada (Tanita Solar, Tanita, Estados Unidos) con una precisión de 0,1 kg de 3 a 100 kg y la talla mediante un estadiómetro (Leicester, Seca, Alemania) con un rango de medida de 0 – 2,00 metros con 1 mm de graduación. Además, se le tomó a los niños y niñas el pliegue cutáneo tricipital (PCT) usando un caliper (Holtain Limited, Crymych, Reino Unido), para determinar su grasa corporal. A partir de los datos obtenidos se analizó el IMC según la edad y el sexo de los escolares, y se clasificó como sobrepeso a los valores entre 85 y 95 percentil con un PCT mayor al 75 percentil y obesidad a aquellos con un IMC mayor al 95 percentil y con un PCT mayor al 75 percentil, según las gráficas de la Organización Mundial de la Salud (8) y los patrones de Frisncho (9), respectivamente.

Se contactó a las madres, padres o encargados de los estudiantes que presentaron sobrepeso/obesidad (n=110) y se logró una participación de 40 estudiantes (17 niños y 23 niñas) clasificados como el grupo caso; cada uno fue pareado por sexo y edad con otro niño o niña según correspondía, para establecer los controles.

Patrón alimentario y consumo de alimentos

Las madres o encargados de los niños y niñas fueron capacitados previamente para la elaboración de un registro de tres días (dos días entre semana y uno durante el fin de semana). Se les brindó el libro “Diario de Consumo de Alimentos: Ilustraciones de alimentos de preparaciones” y una adaptación del “Instrumento para el registro de la información” (10), así como un “Formulario para registro de recetas” para reportar los ingredientes y cantidades utilizados en la preparación de platillos compuestos. Cada registro fue revisado por una nutricionista junto con el encargado de completarlo para corroborar la información.

Se visitó varias veces por semana el centro educativo para observar la oferta de alimentos en el kiosco escolar la cual se basa principalmente en alimentos preenvasados, golosinas y comidas rápidas. Para control de los alimentos consumidos en el comedor escolar, se obtuvieron las recetas de las preparaciones ofrecidas en el desayuno y almuerzo y se pesaron las porciones de alimentos servidas a los niños y niñas. El comedor escolar es un programa subvencionado por el estado y por los padres en el cual se ofrece almuerzo para todos los estudiantes y desayuno en casos de familias de muy bajos recursos.

Para el análisis de los datos de consumo, se definió

el término merienda como todos aquellos alimentos ingeridos en medio de los tiempos de comida principales, antes del desayuno o después de la cena. Se procedió a clasificar las meriendas según tiempo y tipo. Se consideró “tiempo de merienda” al horario en que se consume (mañana, tarde y noche) y “tipo de merienda” al lugar de preparación, de compra y de consumo de las meriendas (“preparada y consumida en casa”, “preparada en casa y consumida en la escuela”, “comprada en el kiosco escolar” y “comprada y consumida fuera de casa y escuela”). Se estableció que un escolar había ingerido un tipo o tiempo de merienda si ésta fue consumida al menos una vez durante los tres días de registro.

Análisis Estadístico

Los datos de consumo de alimentos fueron tabulados en el programa Excel y posteriormente procesados en el programa Valor Nut Epi-info versión 2.0 (11), el cual se basa en la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica de 1996, para obtener la información nutricional. Se realizó un análisis descriptivo y comparativo de los promedios entre casos y controles de las siguientes variables: aporte de energía y macronutrientes por día, por tiempos de comida y por tipo y tiempo de las meriendas, así como aporte por tiempo y tipo de meriendas al valor calórico total (VCT). Las medias se compararon usando una T de Student a un nivel de $p < 0,05$, asumiendo varianzas iguales.

Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS.17.

RESULTADOS

1. Características de la población

La distribución por sexo de la muestra total fue de 42,5 % niños y 57,5 % de niñas, con un promedio de edad de $7,46 \pm 1,01$ años. El IMC promedio del grupo control fue de $16,28 \pm 1,22$ kg/cm² con un pliegue tricípital de $12,71 \pm 4,36$ mm. Por su parte, el IMC promedio del grupo caso fue de $20,29 \pm 2,86$ kg/cm² y su pliegue tricípital de $19,71 \pm 5,22$ mm. La frecuencia de obesidad en los casos fue de 57,5 % y la de sobrepeso de 42,5 %.

2. Patrón de consumo

a) Ingesta promedio diaria

No se encontraron diferencias en el consumo promedio de energía y macronutrientes consumidos por día y por tiempos de comida principales entre niños

caso y control (Tabla 1). Por su parte, las niñas caso reportaron un consumo promedio diario de 1948 kcal (Tabla 2) mientras que el grupo control reportó 1550 kcal ($p=0,013$). Al analizar los macronutrientes, se observó una diferencia significativa en la ingesta de carbohidratos en el sexo femenino ($p=0,013$), donde el grupo caso presenta un promedio de 335,7 g y el control de 244,2 g.

a) Frecuencia de tiempos de comida principales y meriendas

En el caso de los tiempos de merienda (Tabla 3), la merienda de la tarde fue la merienda más común en la muestra total, (96,3%, reportó haberla hecho al menos 1 vez durante los 3 días de registro), seguido por la merienda de la mañana (realizada por 90% de la muestra total).

Los tipos de meriendas más comunes (Tabla 4) fueron la “preparada y consumida en casa” (95% de la muestra) y la “preparada en casa y consumida en la escuela” (88% de la muestra). Solamente 4 niñas y 5 niños del grupo caso reportaron haber comprado merienda en el kiosco escolar, mientras que no se reportó este tipo de merienda por parte del grupo control en ambos sexos.

b) Tiempos de merienda

En los niños, no se registraron diferencias significativas al comparar el aporte energético y de macronutrientes de los tiempos de meriendas entre los grupos (Tabla 5). La merienda que mayor energía aportó en ambos grupos de este sexo es la merienda de la tarde, la cual constituye un 18% del VCT.

Al comparar entre las niñas, el grupo control consumió una mayor cantidad de energía ($p=0,011$) y carbohidratos ($p=0,005$) en la merienda de la tarde (Tabla 6). El aporte de este tiempo de merienda al VCT fue de un 20% en las niñas caso y un 18% en el grupo control.

c) Tipos de merienda

En los niños, el tipo de merienda “preparada y consumida en casa” aportó la mayor cantidad de energía al grupo caso (15% del VCT) y la “preparada en casa y consumida en la escuela” (14% del VCT) al grupo control. Se observó en la merienda “preparada y consumida en casa”, un consumo significativamente mayor de grasa saturada ($p=0,030$) en los niños caso (3,5g), comparado con los niños control (2,1g) (Tabla 7).

Por su parte, en las niñas, el tipo de merienda “preparada en casa y consumida en la escuela” aportó la mayor cantidad de energía al grupo caso (16% del

TABLA 1. Promedio de energía y macronutrientes consumidos por día y por tiempos de comida principales en niños, según caso y control¹

Energía y macro nutrientes	Desayuno		Almuerzo		Cena		Meriendas		Ingesta total	
	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control
Energía (kcal)	278±147	307±121	571±32	525±223	464±83	546±268	567±174	549±165	1876±636	1927±468
% VCT	15	16	30	27	25	28	30	28		
Carbohidratos (g)	41,5±25,7	45,9±21,7	102,1±76	78,7±57,6	74,3±42,8	78,9±58,9	94,1±67	91,8±69	311,5±134	295,3±103,6
% VCT	60	60	72	68	69	68	66	67	66	61
Proteína (g)	10,3±8,5	12±5,8	16,7±6	15±8,6	15,6±9,7	15,3±8,7	9,5±7	10,2±8	52,2±20,1	52,4±17,2
% VCT	16	17	12	11	11	12	9	7	20	19
Grasa saturada (g)	3,8±2,6	3,8±1,6	2,9±1,5	4±2,2	4,3±3,9	3,7±1,8	6,2±10	4,9±2,1	17,2±7,8	16,4±3,7
% VCT	12	11	4	7	8	6	9	8	8	8
Grasa insaturada (g)	3,8±2,9	4±3	7,4±5	8,2±4,1	7,3±5,4	8,2±3,8	13,3±7	10,9±5,2	31,8±11,3	31±8,8
% VCT	12	11	12	14	12	14	16	18	6	12

No se obtuvieron diferencias significativas

% VCT= Aporte porcentual al valor calórico total

¹Los valores representan x ± DE

TABLA 2. Promedio de energía y macronutrientes consumidos por día y por tiempos de comida principales en niñas, según caso y control¹.

Energía y macro nutrientes	Desayuno		Almuerzo		Cena		Meriendas		Ingesta total	
	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control
Energía(kcal)	250±107	228±103	550±283	503±291	440±277	374±201	666±262	421,7±151	1946*±603	1526±418
% VCT	13	15	28	33	23	25	34	28		
Carbohidratos(g)	37,6±25	33,7±21,2	95,7±72,3	85,7±70,1	78,9±58,9	57,6±39	123,5±58,7	67,2±26,9	335,7*±134,5	244,2±100,5
% VCT	64	60	75	68	67	61	73	68	69	64
Proteína (g)	6,9±4,1	8,9±5,3	14,2±8,8	15±8,3	15,3±8,7	13,8±8,9	13,9±4,7	9,1±3	50,1±18,1	46,7±14,1
% VCT	11	14	11	12	12	15	15	8	10	12
Grasa saturada (g)	3±2,1	3±1,6	2,4±1,7	3,1±1,9	3,7±1,8	3,0±1,6	6,1±1,6	4,5±1,5	15,1±4,7	13,6±3,2
% VCT	11	12	4	5	5	7	8	7	7	8
Grasa insaturada (g)	3,9±2,9	3,5±2,2	6±5,3	7,3±3,8	8,2±3,8	3,5±2,2	12,3±4,2	12,9±4,7	30,3±14,4	27,1±9,4
% VCT	14	14	10	15	16	17	13	17	14	16

*Diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) entre casos y controles

¹Los valores representan x ± DE

% VCT= Aporte porcentual al valor calórico total

TABLA 3. Número de escolares que reportaron realizar cada tiempo de merienda según situación y sexo.

	Merienda AM n=72 (90%)		Merienda PM n=77 (96,3%)		Merienda noche n=31 (38,8%)	
	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control
Niños (n=34)	16	15	17	16	8	8
Niñas (n=46)	22	19	23	21	9	6
Total	38	34	40	37	17	14

Tabla 4. Número de escolares que reportaron realizar cada tipo de merienda según situación y sexo.

	Preparada y consumida en casa n=76 (95%)		Preparada en casa y consumida en la escuela n=70 (87,5%)		Comprada en la soda n=10 (12,5%)		Preparada y consumida fuera de casa y escuela n=19 (23,7%)	
	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control
Niños (n=34)	17	16	17	15	4	0	2	5
Niñas (n=46)	23	20	18	20	5	1	8	4
Total	40	36	35	35	9	1	10	9

TABLA 5. Aporte promedio de energía y macronutrientes por tiempo de merienda en niños, según caso y control¹.

Energía y macronutrientes	Merienda mañana		Merienda tarde		Merienda noche	
	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control
Energía (Kcal)	175 ± 63	186±82	346±162	337±170	90±37	68±22
%VCT	9	10	10	18	5	4
Carbohidratos (g)	29,5± 12,3	33,1±16,2	59,5±34,6	57,2±30,8	13,1±4,3	11,2±3,1
% VCT	66	71	69	68	58	65
Proteína (g)	2,5 ±0,8	2,8±1,1	5,6±3,2	6,7±4,8	2,2±0,4	1,3±0,7
% VCT	6	6	7	8	9	9
Grasa saturada (g)	1,5±0,3	1,7±0,6	3,8±2,6	3,1±1,8	1,1±0,2	0,6±0,3
% VCT	7	8	10	8	12	8
Grasa insaturada(g)	4,3±1,6	3,7±1,9	6,5±6,2	6,7±5,9	2,2±1,1	1,5±0,8
% VCT	22	15	14	16	21	18

No hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre casos y controles

¹ Los valores representan $x \pm DE$

% VCT= Aporte porcentual al valor calórico total

VCT) y al grupo control (15% VCT) (Tabla 8). En la merienda “preparada y consumida en casa” se observó un mayor consumo de energía ($p=0,042$) y carbohidratos ($p=0,03$) en las niñas caso.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron las generalidades del patrón de consumo de niños y niñas de primer ciclo de la Escuela Fernando Terán Valls, dando un especial énfasis a las características y al aporte de las meriendas a éste.

En el presente estudio, las niñas caso consumieron una cantidad significativamente mayor de calorías que sus pares con estado nutricional normal. Tomando como referencia los niveles de energía señalados en los Requerimientos Estimados de Energía con nivel moderado de actividad física, del Instituto de Medicina de Estados Unidos (13), los niños de 6 a 9 años deberían consumir diariamente entre 1600 y 1800 kcal mientras que las niñas de esta misma edad entre 1400 y 1600 kcal. Las niñas con sobrepeso/obesidad estudiadas, ingirieron en promedio 348 kcal más de lo recomendado mientras que el consumo de las escolares con estado nutricional normal se encontró dentro de la recomendación. Esta dieta hipercalórica encontrada en los grupos, se traduce en un balance energético positivo (asumiendo una actividad física de leve a moderada) y por lo tanto un factor que podría favorecer el aumento de peso.

La Ingesta Dietética

TABLA 6. Aporte promedio de energía y macronutrientes por tiempo de merienda en niñas, según caso y control¹

Energía y macronutrientes	Merienda mañana		Merienda tarde		Merienda noche	
	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control
Energía (Kcal)	262±227	217±209	395*±207	257*±138	38±29	34±27
% VCT	13	14	20	17	1	2
Carbohidratos(g)	51,9±54,9	39,2±38,0	68,1*±39,5	40,3*±20,6	6,4±5,1	4,3±3,9
%VCT	79	72	69	63	67	51
Proteína (g)	3,5±2,6	3,1±2,7	7,9±6,6	6,0±4,9	1,0±0,2	1,3±1,0
%VCT	5	6	7	9	11	11
Grasa saturada(g)	1,9±1,8	1,9±1,2	3,4±2,0	3,1±2,0	0,3	0,4
%VCT	6	8	10	10	6	15
Grasa insaturada(g)	3,3±2,9	4,2±3,3	7,5±6,9	5,5±4,7	0,7±0,5	1,0±0,6
%VCT	10	14	14	18	16	23

*Diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) entre casos y controles

¹Los valores representan x ± DE

% VCT= Aporte porcentual al valor calórico total

TABLA 7. Promedio de energía y macronutrientes de las meriendas en niños caso y control según tipo¹.

Energía y macronutrientes	Preparada y consumida en casa		Preparada en casa y consumida en escuela		Comprada en el kiosco		Preparada y consumida fuera de casa y escuela	
	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control
Energía (kcal)	272±109	224±125	205±199	275±220	41±32	0	5±2,1	55±43
% VCT	15	12	11	14	2	-	0	3
Carbohidratos (g)	44,2±23,5	37,2±20,9	37,7±33,2	8,4±7,0	5,4±4,9		0,8±0,3	9,8±2,8
% VCT	65	66	74	70	53	0	64	71
Proteína (g)	5,5±3,2	4,5±2,8	2,7±2,4	4,1±3,4	0,5		0	1,1±0,6
% VCT	8	8	5	6	0	0	0	7
Grasa saturada (g)	3,5*±2,1	2,1±1,4	1,2±0,9	2,4±1,9	0,9±0,5		0	0,6±0,2
% VCT	12	8	5	8	21	0	0	9
Grasa insaturada (g)	5,2±4,2	4,9±4,8	205±199	5,6±5,1	1,1±0,6		0,2±0,1	0,9±0,2
% VCT	15	18	16	16	26	0	36	13

*Diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) entre casos y controles

¹Los valores representan x ± DE

% VCT= Aporte porcentual al valor calórico total

TABLA 8. Promedio de energía y macronutrientes de las meriendas en niñas caso y control según tipo¹.

Energía y macronutrientes	Preparada y consumida en casa		Preparada en casa y consumida en escuela		Comprada en el kiosco		Preparada y consumida fuera de casa y escuela	
	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control	Caso	Control
Energía (kcal)	270*±169	170*±143	304±296	228±204	33±11,8	6±2,4	86±21,5	23±10,2
%VCT	14	11	16	15	2	0	4	1
Carbohidratos (g)	49,4*±36,2	27,3*±27,1	56,8±52,9	40,9±39,7	4,9±3,6	0,7±0,2	14,2*±13,2	3,1*±2,9
% VCT	73	64	75	72	59	47	66	54
Proteína (g)	5,6±4,9	4,2±3,3	4,2±4,1	3,6±3,5	0,8±0,02	0,1±0,01	1,5±1,2	0,7±0,02
% VCT	8	9	6	6	9	7	7	12
Grasa saturada (g)	2,0±1,4	1,8±1,4	2,2±2,2	2,0±1,9	0,7±0,02	0,1±0,05	0,9±0,06	0,3±0,01
% VCT	6	9	6	8	18	15	9	12
Grasa insaturada(g)	4,0±3,2	3,6±3,3	5,2±4,9	4,3±3,5	0,6	0,2±0,03	1,9±1,8	0,6±0,03
% VCT	13	18	13	14	14	30	18	22

*Diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) entre casos y controles

¹Los valores representan x ± DE

% VCT= Aporte porcentual al valor calórico total

Recomendada (IDR) de carbohidratos en la población infantil es de 50-55% del VCT (14). Como se observa, los niños y niñas del estudio indistintamente de su estado nutricional, sobrepasan dicha recomendación. Según Skinner et al (15), los niños y niñas tienen una preferencia natural por los alimentos dulces, por lo tanto el consumo de azúcar puede ser uno de los factores que elevan este porcentaje. En el presente estudio, el alto consumo de carbohidratos es aún más evidente durante las meriendas, como se discutirá más adelante.

Un consumo del 30% del VCT en el desayuno, 25% almuerzo y cena y 10% cada merienda ha sido considerada una distribución adecuada (17), sin embargo al comparar esta información con los resultados de ingesta de energía en los distintos tiempos de comida, se observa que la energía en el desayuno es menor al 30% en todos los grupos, mientras que la energía consumida en el almuerzo y en las meriendas sobrepasan la recomendación. Otros estudios en diversas poblaciones escolares describen este mismo comportamiento en los tiempos de comida (18); Macdiarmid, Craig, Masson, Holmes y McNeill en un grupo de escolares escoceses (23) y Mercille, Recevoir & Macaulay en una población de niños indígenas canadienses (7), reportan que el total de meriendas contribuyeron en un 20% al VCT. Sin embargo Sullivan et al (24) mencionan que la contribución de las meriendas al VCT podría ser de hasta un 42% en los escolares de acuerdo a datos de diversas encuestas de consumo realizadas en Estados Unidos.

La merienda de la tarde toma un papel importante en esta investigación por ser la más frecuente y la que muestra un mayor aporte energético. Al igual que lo encontrados por Jahns, Siega-Riz y Popkin en un estudio realizado en Estados Unidos (22), la costumbre de ingerir algún alimento a la “hora del café” tanto entre semana como fines de semana la hace la más común entre los estudiantes. El alto aporte energético mostrado por esta merienda y la diferencia de energía encontrada entre niñas caso y control, hace que pudiera considerarse influyente en la condición de sobrepeso/obesidad de las escolares.

El tipo de merienda realizado por la mayor cantidad de escolares de ambos sexos y grupos es la merienda “preparada y consumida en la casa”. Esto refleja la costumbre de los niños y niñas de consumir alimentos en sus casas en medio de comidas principales. Al haberse reportado un mayor consumo de ener-

gía y carbohidratos en las niñas caso, así como un mayor consumo de grasa saturada por los niños caso en dicha merienda, se podría establecer que una elección inadecuada de tipos y/o porciones de alimentos en este tiempo de comida podría estar ocasionando un balance energético positivo a lo largo del día y por lo tanto, favoreciendo el aumento de peso.

El porcentaje de niños y niñas que reportaron haber comprado alimentos en el kiosco escolar durante los días de registro fue menor al esperado y al descrito por Gonzáles et al (19) en una población similar. Esto podría deberse a información no suministrada por los niños o por el encargado de completar el registro, así como a diferencias socioeconómicas entre ambas poblaciones que limitan el acceso de los escolares al kiosco. A su vez, el promedio de edad de los niños y niñas en esta investigación es menor al promedio de edad de la población estudiada por Gonzáles et al (19), lo cual podría reflejar una relación entre el acceso al kiosco escolar y la edad.

Es importante señalar que dentro de las limitaciones de este estudio se encuentra que la muestra utilizada es pequeña, lo cual evita que los resultados obtenidos puedan ser generalizados. A su vez, se pudieron haber ocasionado errores al llenar el diario de consumo de alimentos, por ejemplo una sobreestimación al anotar la cantidad de alimentos ingeridos. Finalmente, para el cálculo del aporte de energía y macronutrientes de los alimentos se utilizó una “tabla de composición de alimentos” por lo que los datos obtenidos son estimaciones de los datos reales.

CONCLUSIONES

Las meriendas de la tarde y las meriendas “preparadas y consumidas en casa”, podrían estar relacionadas con el desarrollo de sobrepeso/obesidad en la muestra estudiada. Tomando en cuenta lo anterior, las acciones preventivas podrían enfocarse principalmente en los padres, madres o encargados de los niños y niñas, ya que el hogar tiene una influencia predominante en la selección de alimentos de los y las estudiantes en las meriendas. Asimismo, es importante fortalecer las habilidades y conocimientos nutricionales de los niños y niñas escolares, con el fin de fomentar una elección adecuada de alimentos dentro de su contexto social, económico y cultural. Dentro de la educación nutricional brindada es importante profun-

dizar en la preparación de meriendas saludables tanto para su consumo en el hogar como para llevarlas a la escuela, con especial atención en la selección adecuada de alimentos fuentes de carbohidratos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto “Prevención de la obesidad por medio del diagnóstico y de una intervención en educación alimentario-nutricional y actividad física en niños y niñas escolares costarricenses” de la Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica (UCR) por el apoyo recibido a lo largo de la investigación. También a la Vicerrectoría de Investigación y de Acción Social de la UCR por su aporte financiero.

REFERENCIAS

- Ogden C, Carroll M, Curtin L, Mc Dowell M, Tabak C, Flegal K. Prevalence of overweight and obesity in the United States. *JAMA*. 2006; 295(13): 1549-55.
- Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Nutrición, 2008-2009. San José (C.R.): Instituto Nacional de Estadística y Censo; 2009.
- Nader P, O'Brien M, Houts R, Bradley J, Crosnoe R, Friedman S, et al. Identifying risk for obesity in early childhood. *Pediatrics*. 2006; 118: 594-601.
- Nicklas T, Morales M, Linares A, Yang S, Baranowski T, De Moor, C. et al. Children's meal patterns have changed over a 21-year period: the Bogalusa Heart Study. *J Am Diet Assoc*. 2004; 104 (5): 753-61.
- Jahns L, Siega-Riz A, Popkin B. The increasing prevalence of snacking among US children from 1977 to 1996. *J Pediatr*. 2001; 138 (4): 493-8.
- Field A, Austin S, Gillman, M, Rosner B, Rockett H, Colditz G. Snack food intake does not predict weight change among children and adolescents. *Int J Obesity*, 2004; 28: 1210-16.
- Mercille G, Receveur O, Macaulay A. Are snacking patterns associated with risk of overweight among Kahnawake schoolchildren. *Public Health Nutr*. 2009; 4: 163-71.
- Organización Mundial de la Salud. Gráficas y clasificación de IMC para niños y adolescentes. 2002 Tomado de: www.who.int. Accesado: 15 enero 2010
- Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr*. 1981; 34 (2540): 2540-5.
- Castillo A, Chinnock A. Diario de consumo de alimentos para preescolares. San José (C.R.): Editorial Universidad de Costa Rica; 2006.
- Chinnock A. Valor Nut Epi-info versión 2.0 [CD-ROM]. San José (C.R.): Escuela de Nutrición de la Universidad de Costa Rica; 2009.
- Westenhoefer J. Establishing dietary habits during childhood for long-term weight control. *Ann Nutr Metab*. 2002; 46(1): 18-23.
- Institute of Medicine of the National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington D.C. (EEUU): The National Academic Press; 2005.
- Polanco I. Alimentación del niño en edad preescolar y escolar. *Anales de Pediatría*. 2005; 3(1): 54-63.
- Skinner J, Zeigler P, Pac S, Devaney B. Meal and snack patterns of infants and toddlers. *J Am Diet Assoc*. 2004; 104(1): 65-70.
- Monge R, Núñez H. Avances sobre la calidad de la dieta de la población escolar y adolescente. Tres Ríos (C.R.): Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud; 2003.
- Gómez MA, Pérez JC. Actividad física escolar y control de peso. *Apunts*. 1992; 27: 17-23.
- Rocandio AM, Ansotegui L, Arroyo M. Relación entre el desayuno y la obesidad en los escolares. *Rev Clín Esp*. 2000; 200: 420-23.
- González C, Hernández Y, Mora M, & Zúñiga M. Factores asociados al patrón alimentario y de actividad física de escolares de primer ciclo con sobrepeso, obesidad y estado nutricional normal de la Escuela de Villas de Ayarco, Cantón de La Unión, Cartago, Costa Rica, 2007 [tesis]. San José (C.R.): Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica; 2008.
- Sáenz MR. Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos: Encuesta de Hogares y de Propósitos Múltiples. San José (C.R.): Ministerio de Salud; 2001.
- Atalah E, Urteaga R, Rebolledo A, Delfín S, Ramos R. Patrones alimentarios y de actividad física en escolares de la Región de Aysén. *Rev. chil. pediatr*. 1999, 70 (6).
- Jahns L, Siega-Riz A, Popkin B. The increasing prevalence of snacking among US children from 1977 to 1996. *J Pediatr*. 2001; 138 (4): 493-98.
- Macdiarmid J, Loe J, Craig L, Masson L, Holmes B, McNeill G. Meal and snacking patterns of school-aged children in Scotland. *Eur J Clin Nutr*. 2009; 63(11): 1297-304.
- Sullivan D, Legowski P, Jacobsen D, Snyder K, Johnson S, Donnelly J. A low fat afterschool snack improves the nutritional quality of elementary school children's diets. *J Am Diet Assoc*. 2002; 102(5): 707-9.

Recibido: 18-10-2012

Aceptado: 07-02-2013

Comportamento de cepas distintas de *Lactobacillus acidophilus* em queijo *petit-suisse*

Keila Marques Ribeiro, Lucas Campana Pereira, Cíntia Hoch Batista De Souza, Susana Marta Isay Saad

Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. Universidade Norte do Paraná, Londrina, PR, Brasil.

RESUMO. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as características de físico-químicas e microbiológicas de queijo *petit-suisse* processado com a adição de duas cepas de *Lactobacillus acidophilus*: LA-14 (potencialmente probiótica) e La-5 (comprovadamente probiótica), utilizando *Streptococcus thermophilus* TA040 como cultura *starter*. Três queijos *petit-suisse* foram preparados: Q1 (controle: TA040), Q2 (TA040 + LA-14) e Q3 (TA040 + La-5). Foram realizadas análises microbiológicas (determinação das populações dos microrganismos La-5, La-14 e TA040) e físico-químicas (umidade e pH) após 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento dos produtos a $4\pm 1^\circ\text{C}$. As populações de *L. acidophilus* oscilaram entre 7,46 e 7,62 log UFC g^{-1} para La-5 e entre 6,39 e 6,83 log UFC g^{-1} para LA-14, evidenciando que a sobrevivência de *L. acidophilus* no produto depende de características particulares da cepa. Populações superiores da cultura *starter* foram observadas para Q2 (9,58 - 9,68 log UFC g^{-1}) e Q3 (9,42 - 9,79 log UFC g^{-1}), quando comparadas a Q1 (9,11 - 9,23 log UFC g^{-1}), sugerindo sinergismo entre *L. acidophilus* e o *starter*. A umidade e o pH permaneceram estáveis e não diferiram entre os queijos após o 1º dia de armazenamento ($p > 0,05$). As características peculiares das cepas de *L. acidophilus* determinaram os comportamentos distintos observados nos queijos *petit-suisse*, sendo possível detectar a melhor adaptação da cepa La-5 ao produto, o que resultou em populações significativamente superiores quando comparada a LA-14.

Palavras chave: *Queijo petit-suisse*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, probiótico, alimento funcional.

SUMMARY. Particular behavior of different *Lactobacillus acidophilus* strains in *petit-suisse* cheese. The objective of this study was to evaluate the physico-chemical and microbiological characteristics of *petit-suisse* cheeses manufactured with the addition of two *Lactobacillus acidophilus* strains: LA-14 (potentially probiotic) and La-5 (probiotic culture), using *Streptococcus thermophilus* TA040 as *starter* culture. Three cheese-making trials were prepared: Q1 (control: with TA040), Q2 (with TA040 + LA-14), and Q3 (with TA040 + La-5). Parameters analyzed included microbial counts of probiotic, potentially probiotic and *starter* microorganisms, and physico-chemical parameters (pH and moisture) after 1, 7, 14, 21, and 28 days of storage of the product at $4\pm 1^\circ\text{C}$. Viable counts of *L. acidophilus* remained between 7.46 and 7.62 log CFU g^{-1} for La-5, and between 6.39 and 6.83 log CFU g^{-1} for LA-14. As for the *starter*, higher populations were observed for Q2 (9.58 - 9.68 log CFU g^{-1}) and Q3 (9.42 - 9.79 log CFU g^{-1}), when compared to Q1, which suggests synergism between *L. acidophilus* and the *starter* culture. Moisture and pH values remained stable for cheeses Q1, Q2, and Q3, and no significant differences were detected between cheeses after the first day of storage ($p > 0.05$). Particular features of both *L. acidophilus* strains determined different behavior in *petit-suisse* cheese, and the better adaptation of the La-5 to the product environment was perceptible, since higher populations were observed when compared to LA-14.

Key words: *Petit-suisse* cheese, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, probiotic, functional food.

INTRODUÇÃO

A preocupação com relação à alimentação vem mudando muito nas últimas décadas, o que tem estimulado a inovação e o desenvolvimento de novos produtos pela indústria alimentícia. Dentre estes alimentos destacam-se os alimentos contendo probióticos. A definição aceita internacionalmente para probióticos é que eles são microrganismos vivos, ad-

ministrados em quantidades adequadas, que conferem benefícios à saúde do hospedeiro (1). A cepa La-5 de *L. acidophilus* tem sido largamente empregada em estudos com alimentos probióticos, uma vez que é comprovadamente probiótica (2). A cepa LA-14, também pertencente a este gênero, apresenta características que a torna potencialmente probiótica, com perspectivas de aplicação em alimentos para atuar beneficentemente sobre a saúde. Dentre as características probióticas que

esta cepa apresenta, pode-se citar o aumento de IgG, observado em um estudo duplo cego, controlado por placebo, com voluntários saudáveis, após a segunda administração (3). Adicionalmente, a referida cepa revelou-se produtora de bacteriocinas (4).

Diversos autores vêm sugerindo possíveis efeitos benéficos de culturas probióticas sobre a saúde do hospedeiro (5,6). Entretanto, o potencial probiótico pode diferir até mesmo para diferentes cepas de uma mesma espécie, pois cepas distintas são incomparáveis, podendo apresentar aderência em áreas distintas do epitélio intestinal, efeitos imunológicos específicos, além de mecanismos de ação diferentes sobre a mucosa saudável e a inflamada (7).

Diversos tipos de queijo foram testados como veículos para cepas de *Lactobacillus*, revelando-se apropriados, uma vez que apresentaram populações satisfatórias para um alimento probiótico (8).

Para a utilização de culturas probióticas na tecnologia de fabricação de alimentos, as culturas devem permanecer viáveis durante todo o armazenamento dos mesmos. Além disso, a adição dos probióticos não devem alterar as características físico-químicas e sensoriais do produto ao longo do armazenamento (7,9). Dessa maneira, para que um alimento probiótico exerça seus efeitos benéficos, é recomendado que ele apresente uma concentração mínima do microrganismo probiótico dentro do seu prazo de validade. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabeleceu que a quantidade mínima diária de probióticos viáveis que devem ser ingeridos para efeitos terapêuticos é de 8,00 a 9,00 log UFC (10).

O queijo *petit-suisse* é um queijo produzido com leite desnatado, adicionado de creme. A cultura *starter* é adicionada para que a massa atinja a acidez desejada. No Brasil, a fabricação de queijo *petit-suisse* utiliza centrífuga para efetuar o processo de separação da massa, produzindo o queijo *quark* ou *quarg*, que é a base utilizada, juntamente com açúcar, creme e frutas, para produzir o *petit-suisse* (11). O queijo *petit-suisse* tem boa aceitação entre os brasileiros e é dirigido principalmente ao público infantil. As perspectivas de aumento do potencial de mercado desse produto, com a sua transformação em um alimento funcional probiótico são bastante promissoras, principalmente levando-se em conta a possibilidade deste produto alcançar também o público adulto. Entretanto, para esse fim, o potencial probiótico do queijo *petit-suisse* deve ser tes-

tado para as diferentes cepas. Além disso, devido à particularidade de cada microrganismo, cepas de uma mesma espécie também devem ser testadas. Assim, utilizando *Streptococcus thermophilus* como cultura starter, objetivou-se, no presente trabalho, verificar o potencial probiótico do queijo *petit-suisse* processado com a adição de duas cepas diferentes de *Lactobacillus acidophilus* (LA-14 e La-5) durante o armazenamento refrigerado dos produtos a $4\pm 1^\circ\text{C}$ por 28 dias.

MATERIAIS E MÉTODOS

Culturas

Foram utilizadas duas culturas de *Lactobacillus acidophilus*: a cultura potencialmente probiótica *Lactobacillus acidophilus* LA-14 (Danisco, Dangé, França) e a cultura comprovadamente probiótica *Lactobacillus acidophilus* La-5 (Christian Hansen, Valinhos, Brasil). A cultura starter empregada foi *Streptococcus thermophilus* TA040 (Danisco). As culturas empregadas eram do tipo DVS (direct vat set), foram fornecidas pelo fabricante na forma liofilizada e adicionadas diretamente ao leite para produção dos queijos.

Ingredientes para a formulação do queijo quark

Para a produção do queijo quark, foram utilizados leite pasteurizado desnatado (Salute, Descalvado, Brasil), cloreto de cálcio (P.A, Labsynth, Diadema, Brasil) e coagulante bovino em pó “Ha-la” (88-92% pepsina bovina + 8-12,5% quimosina bovina, Christian Hansen, Valinhos, Brasil).

Ingredientes para a formulação do queijo *petit-suisse*

Para a produção do queijo *petit-suisse*, foram utilizados 548,80 g de creme de leite tradicional esterilizado (25% de gordura, Nestlé do Brasil Ltda., Araçatuba, Brasil), 460 g de polpa de morango integral pasteurizada congelada sem conservantes (Maisa, Mossoró, Brasil), 410 g de açúcar refinado (Coopersucar-União, Limeira, Brasil), 3,2 g de corante natural carmim de cochonilha (Plury Química, Diadema, Brasil), 2 g de aroma natural idêntico ao de morango (50-2594, Mylner, São Paulo, Brasil) e gomas: 7,5 g de xantana, 7,5 g de carragena e 5 g de guar (Danisco, Cotia, Brasil).

Produção do queijo *petit-suisse*

Foram produzidos 3 tipos diferentes de queijo *petit-*

suisse: Q1 (controle - adição de *S. thermophilus*), Q2 (adição de *S. thermophilus* + *L. acidophilus* LA-14) e Q3 (adição de *S. thermophilus* + *L. acidophilus* La-5). Foram realizadas duas repetições da produção do queijo controle (Q1) e três repetições dos queijos adicionados das culturas de *Lactobacillus acidophilus* (Q2 e Q3).

Processamento para obtenção do queijo quark

Para a obtenção do queijo quark, o leite pasteurizado (18 litros para cada produção) foi aquecido até atingir temperatura de 37°C. Em seguida, foi adicionado o cloreto de cálcio (2,5 g 10L⁻¹ de leite), seguido de uma rápida homogeneização. Posteriormente a essa etapa, as culturas de *L. acidophilus* (50 mg L⁻¹ de leite) e a cultura starter *S. thermophilus* (50 mg L⁻¹ de leite) foram adicionadas aos diferentes queijos, conforme descrito anteriormente. Após a adição das culturas, efetuou-se uma nova homogeneização do leite. O coagulante previamente diluído (0,05 g em 50 mL de água fervida e resfriada) foi adicionado na proporção de 0,05 g 10L⁻¹ de leite quando a massa atingiu valores de pH entre 6,3 a 6,5, seguido de homogeneização. Após a coagulação (pH entre 5,6 e 5,8), a massa foi cortada com auxílio de lira e mantida em repouso por 15 minutos, para liberação do soro dos coágulos. Em seguida, procedeu-se à etapa de dessoragem, sendo a massa transferida para sacos de algodão previamente esterilizados, que foram mantidos em câmara refrigerada a 4±1°C pelo período de 15 a 18 horas para completa liberação do soro.

Processamento para obtenção do queijo *petit-suisse*

Para a obtenção do queijo *petit-suisse*, utilizou-se a massa-base de queijo quark, obtida conforme descrito em “processamento para obtenção do queijo *quark*”, que foi acrescentada dos ingredientes citados anteriormente. A massa, juntamente com os demais ingredientes, foi transferida para um misturador Geiger modelo UMMSK-12 (Geiger, Pinhais, Brasil), para total homogeneização. Em seguida, o produto foi embalado em potes de polipropileno, próprios para alimentos - dimensões 68 mm × 32 mm (diâmetro × altura) (Tries Aditivos Plásticos Ltda., São Paulo, Brasil), com capacidade para 55 gramas. Os potes foram selados com selo aluminizado (alumínio + polietileno) em seladora (Delgo, Cotia, Brasil). As amostras foram armazenadas sob refrigeração a 4±1°C em cabine refrigerada modelo VB43R (Metalfrio, São Paulo, Bra-

sil) por até 28 dias para realização das análises.

Períodos de amostragens

Os queijos produzidos foram utilizados para a realização de análises físico-químicas (pH e umidade) e microbiológicas (enumeração de *S. thermophilus* e *L. acidophilus*) durante o armazenamento dos produtos. Todas as análises foram realizadas após 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado a 4±1°C.

Análises físico-químicas

A determinação do pH dos queijos foi realizada em medidor de pH Analyser modelo 300M (Analyser Comércio e Indústria Ltda., São Paulo, Brasil), empregando-se um eletrodo tipo penetração modelo 2AO4 GF (Analyser). A umidade foi determinada a partir de 5 gramas de amostras, pelo método gravimétrico de secagem em estufa a vácuo (Nova Ética, Vargem Grande Paulista, Brasil) a 70°C, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (12). As análises de pH foram realizadas em triplicata e de umidade, em duplicata.

Análises microbiológicas

Para a quantificação das populações de *Lactobacillus acidophilus* (para os queijos Q2 e Q3) e da cultura starter *Streptococcus thermophilus* (queijos Q1, Q2 e Q3), porções de 25 g de produto (retiradas em condições de assepsia) foram homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1% (diluição 10-1), utilizando-se Bag Mixer (Interscience, St. Nom, França). Diluições decimais subsequentes foram preparadas, utilizando-se o mesmo diluente.

Para a contagem de *L. acidophilus*, alíquotas de 1 mL de cada diluição das amostras foram transferidas para placas de Petri estéreis. Em seguida, foi adicionado ágar DeMan-Rogosa-Sharpe (MRS, Oxoid, Basings-toke, Reino Unido) modificado, preparado como meio basal contendo maltose (em substituição à glicose), conforme descrito pelo International Dairy Federation (13). Após homogeneização e solidificação do ágar, as placas foram incubadas a 37°C por 3 dias em anaerobiose (Sistema de Anaerobiose Anaerogen, Oxoid).

Para a contagem de *Streptococcus thermophilus*, alíquotas de 1 mL de cada diluição das amostras foram transferidas para placas Petri estéreis que, em seguida, foram adicionadas de ágar M17 (Oxoid) acrescentado de 50 mL L⁻¹ de solução estéril de lactose (Oxoid) a 10% (p/v), fundido e resfriado a 45°C. Após homoge-

neização e solidificação do ágar, as placas foram incubadas em aerobiose a 37°C por 72 horas (14). Todas as análises microbiológicas foram realizadas em triplicata.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando-se um esquema fatorial 3 x 5, constituído de 3 tipos de combinações em termos da adição de culturas durante a produção dos queijos (somente *S. thermophilus*; *S. thermophilus* + *L. acidophilus* LA-14; *S. thermophilus* + *L. acidophilus* La-5) e de 5 tempos (1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento após o processamento), com 2 a 3 repetições. As diferenças significativas ($p < 0,05$) para cada parâmetro avaliado entre os diferentes tipos de queijos e entre os diferentes dias de armazenamento de cada queijo foram detectadas através de análise de variância (ANOVA), utilizando o programa Excel versão 2000 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington,

TABELA 1. Valores* de pH e umidade obtidos para os queijos Q1 (controle – *S. thermophilus*), Q2 (*S. thermophilus* + *L. acidophilus* LA-14) e Q3 (*S. thermophilus* + *L. acidophilus* La-5), após 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento a 4±1°C.

Queijos	Período de armazenamento (dias)	pH	Umidade (% em massa)
Q1	1	4,98 (0,38) ^{ABa}	69,94 (2,08) ^{Aa}
	7	4,75 (0,29) ^{Aab}	69,95 (2,48) ^{Aa}
	14	4,63 (0,23) ^{Aab}	70,08 (2,26) ^{Aa}
	21	4,55 (0,09) ^{Ab}	69,78 (2,71) ^{Aa}
	28	4,50 (0,14) ^{Ab}	69,09 (1,39) ^{Aa}
Q2	1	4,62 (0,09) ^{Aa}	68,95 (1,43) ^{Aa}
	7	4,56 (0,02) ^{Aab}	68,64 (1,69) ^{Aa}
	14	4,49 (0,22) ^{Aabc}	68,88 (1,66) ^{Aa}
	21	4,47 (0,12) ^{Abc}	67,70 (2,91) ^{Aa}
	28	4,51 (0,05) ^{Ac}	68,13 (0,95) ^{Aa}
Q3	1	4,71 (0,02) ^{Ba}	69,62 (2,00) ^{Aa}
	7	4,53 (0,02) ^{Ab}	69,72 (2,20) ^{Aa}
	14	4,53 (0,18) ^{Abc}	68,97 (1,67) ^{Aa}
	21	4,46 (0,13) ^{Abc}	69,19 (2,06) ^{Aa}
	28	4,39 (0,13) ^{Ac}	69,15 (2,17) ^{Aa}

* Médias (respectivos desvios-padrão entre parênteses).

^{A,B}: Para cada coluna, letras maiúsculas sobrescritas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes queijos estudados para um mesmo período de armazenamento.

^{a,b,c}: Para cada coluna, letras minúsculas sobrescritas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes dias de armazenamento para um mesmo queijo estudado.

TABELA 2. Populações* de *Streptococcus thermophilus* (queijos Q1, Q2 e Q3), *Lactobacillus acidophilus* LA-14 (queijo Q2) e *Lactobacillus acidophilus* La-5 (queijo Q3), obtidas após 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento a 4±1°C.

Cultura	Armazenamento (dias)	Populações (log UFC g ⁻¹)		
		Q1	Q2	Q3
<i>S. thermophilus</i>	1	9,15 (0,31) ^{Ba}	9,58 (0,12) ^{Aab}	9,79 (0,12) ^{Aa}
	7	9,11 (0,34) ^{Ba}	9,62 (0,07) ^{Aab}	9,64 (0,11) ^{Aa}
	14	9,15 (0,47) ^{Ba}	9,61 (0,09) ^{Aab}	9,71 (0,03) ^{Aa}
	21	9,27 (0,34) ^{Ba}	9,60 (0,06) ^{Ab}	9,66 (0,12) ^{Aa}
	28	9,23 (0,38) ^{Ba}	9,68 (0,04) ^{Aa}	9,42 (0,36) ^{ABa}
<i>L. acidophilus</i>	1	-	6,83 (0,05) ^{Ba}	7,60 (0,10) ^{Aac}
	7	-	6,80 (0,08) ^{Ba}	7,56(0,13) ^{Aabc}
	14	-	6,82 (0,14) ^{Ba}	7,62 (0,04) ^{Aa}
	21	-	6,76 (0,09) ^{Ba}	7,46 (0,06) ^{Ab}
	28	-	6,39 (0,34) ^{Bb}	7,46 (0,12) ^{Ac}

* Médias (respectivos desvios-padrão entre parênteses).

-: Sem adição.

^{A,B}: Para cada cultura, letras maiúsculas diferentes sobrescritas em cada linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os queijos estudados para um mesmo período de armazenamento.

^{a,b,c}: Para cada cultura, letras minúsculas diferentes sobrescritas em cada coluna, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes dias de armazenamento para um mesmo queijo estudado.

EUA). Quando a ANOVA foi significativa, aplicou-se o teste de Tukey para observação dos contrastes entre as médias ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Parâmetros físico-químicos

A tabela 1 apresenta os dados obtidos para as análises de umidade e pH realizadas para os queijos *petit-suisse* Q1, Q2 e Q3.

Os três queijos estudados apresentaram redução estatisticamente significativa para os valores de pH ao longo do período de armazenamento ($p < 0,05$). O queijo Q2 apresentou um pequeno aumento para este parâmetro na última semana de armazenamento, embora não significativo estatisticamente ($p > 0,05$).

O queijo *petit-suisse*, adicionado ou não de *L. acidophilus*, demonstrou ser um produto estável em relação ao teor de umidade, uma vez que não foram detectadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para um mesmo queijo durante o armazenamento refrigerado. Da mesma forma, não foram detectadas diferenças significativas quando diferentes queijos foram comparados em um mesmo período de armazenamento ($p > 0,05$).

Populações de *Lactobacillus acidophilus* e de *Streptococcus thermophilus*

A tabela 2 apresenta os resultados das análises microbiológicas obtidos para as populações de *S. thermophilus* (queijos Q1, Q2 e Q3) e *L. acidophilus* (queijos Q2 e Q3).

No presente trabalho, as populações de *L. acidophilus* (LA-14 e La-5) mantiveram-se estáveis durante o período de armazenamento dos queijos Q2 e Q3. Para o queijo Q2, apenas foi detectada redução significativa nas populações de *L. acidophilus* LA-14 entre o 21° e 28° dia de armazenamento ($p < 0,05$). O queijo Q3, adicionado de *L. acidophilus* La-5 não apresentou redução significativa nessas populações quando os dias 1° e 28° foram comparados ($p > 0,05$), embora a pequenas reduções durante todo o armazenamento tenham sido observadas. Para todos os períodos de armazenamento estudados, as populações de *L. acidophilus* La-5 (comprovadamente probiótica) mantiveram-se significativamente superiores ($p < 0,05$) às de LA-14 (potencialmente probiótica).

As populações da cultura starter (*S. thermophilus*) nos diferentes queijos estudados apresentaram-se es-

táveis ao longo do período de armazenamento, com populações superiores a $9,00 \log \text{ UFC g}^{-1}$. A única diferença significativa foi observada entre o 21° e o 28° dia para Q2 ($p < 0,05$). Para os queijos Q2 e Q3 (adicionados de *L. acidophilus*), as populações de *S. thermophilus* foi significativamente superior ($p < 0,05$) à observada para o queijo controle (Q1), em todos os períodos de armazenamento. Tal diferença apenas não foi detectada ao 21° dia de armazenamento, quando Q3 e Q1 foram comparados.

DISCUSSÃO

O decréscimo nos valores de pH dos queijos Q1, Q2 e Q3 foi gradual, semelhante ao observado por Maruyama et al. (15), que estudaram o comportamento das cepas *Lactobacillus acidophilus* Lac4 e *Bifidobacterium longum* BL04 adicionadas em co-cultura, durante a fabricação de queijo *petit-suisse* probiótico. O autores observaram valores de pH entre 4,75 e 4,37 ao longo do armazenamento, semelhantes aos obtidos no presente trabalho. Embora as cepas probióticas utilizadas por Maruyama et al. (15) tenham sido distintas das empregadas no presente trabalho, a cultura *starter*, principal responsável pela pós-acidificação dos produtos, foi a mesma. Este fato está em conformidade com as observações de diversos autores de que as culturas probióticas não exercem grande influência na queda de pH do produto final, em oposição à cultura *starter S. thermophilus*, que produz ácidos orgânicos em maiores concentrações, principalmente ácido láctico a partir da fermentação da lactose, levando à acidificação do produto (16).

De fato, no presente trabalho observou-se que ambas as cepas de *L. acidophilus* adicionadas aos queijos não afetaram, de maneira significativa, o pH dos produtos, uma vez que os valores obtidos para Q2 e Q3 (potencialmente probiótico e probiótico, respectivamente) apresentaram valores próximos aos observados para o queijo Q1 (controle) durante o armazenamento refrigerado. Semelhantemente, um estudo desenvolvido com a adição da cultura *starter S. thermophilus* em queijo *petit-suisse* probiótico também observou redução significativa nos valores de pH, devido, principalmente, à presença de *S. thermophilus* (17).

É conhecido que o pH e sua taxa de variação afetam o teor de umidade dos queijos (18). Entretanto, no presente trabalho, não foi observada influência das al-

terações do pH sobre a umidade dos produtos desenvolvidos. Os queijos Q2 e Q3 (adicionados de *L. acidophilus*) apresentaram comportamento semelhante ao observado para o queijo controle (Q1) com relação ao teor de umidade. A estabilidade observada para este parâmetro ao longo dos 28 dias para os *queijos petit-suisse* pode ser explicada pelo fato de que os queijos permaneceram em potes adequadamente selados durante todo o armazenamento. Comportamento semelhante foi observado por Pereira et al. (17) em *queijos petit-suisse* fabricados com a adição de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* isolados ou em co-cultura. Igualmente, Buriti et al. (19) não observaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre o teor de umidade de queijo minas frescal probiótico (adicionado *L. acidophilus* La-5) quando comparado ao queijo controle (processado sem adição de La-5). Dessa forma, os resultados observados no presente trabalho revelaram que a adição de *L. acidophilus* La-5 ou LA-14 pode ser realizada, sem que se sejam observadas alterações nesse aspecto do produto. Tal resultado é de extrema importância para a produção de queijos *petit-suisse* probióticos, uma vez que a incorporação de culturas probióticas a alimentos não deve alterar suas características próprias. Além disso, os queijos *petit-suisse* desenvolvidos apresentaram teores de umidade coerentes com os estabelecidos pela legislação brasileira, uma vez que tal queijo é classificado como um queijo de muita alta umidade, e deve apresentar umidade não inferior a 55,0% (20).

As populações de *L. acidophilus* observadas para Q2 e Q3 mantiveram-se acima do mínimo requerido para um alimento probiótico ($6,00 \log \text{ UFC g}^{-1}$) durante todo o período de armazenamento refrigerado, conforme recomendação da literatura (21). Tais resultados confirmam que o queijo *petit-suisse* pode ser considerado veículo promissor, principalmente para a cultura comprovadamente probiótica de *L. acidophilus* La-5, e também para LA-14.

Diferentes cepas de uma mesma espécie apresentam características distintas quanto à sua morfologia, propriedades bioquímicas, padrão de multiplicação, tolerância à bile, sobrevivência em baixos valores de pH e capacidade de assimilar colesterol (22). Portanto, características particulares de cada cepa determinarão um perfil de sobrevivência também distinto para os diversos substratos. O padrão de comportamento das populações de bactérias lácticas sofre grande influência

das características do queijo e da cepa estudados (21). Sendo assim, existe uma estreita relação entre a sobrevivência de determinada cepa, a cultura *starter* empregada e as características do produto, incluindo, por exemplo, a sua composição e capacidade tamponante, a tensão de oxigênio, o seu teor de gordura, entre outros fatores. Esse fato permite sugerir que a elevada sobrevivência da cepa La-5 frente à LA-14 decorreu de uma melhor adaptação da primeira às condições apresentadas pelo queijo *petit-suisse*. Tendo sido comprovada sua propriedade probiótica (2), pode-se sugerir que a resistência de *L. acidophilus* La-5 à condições adversas (requisito necessário para que sobreviva ao trânsito através do trato gastrointestinal humano) pode ter conferido alguma vantagem a esta cepa frente à *L. acidophilus* LA-14, para a qual tal resistência não foi igualmente observada.

Contudo, ambas as cepas de *L. acidophilus* adaptaram-se adequadamente ao queijo *petit-suisse*. Considerando-se a porção de queijo *petit-suisse* (45 gramas), pode-se afirmar que os queijos desenvolvidos podem ser classificados como alimentos probióticos, uma vez que Q2 e Q3 apresentaram, respectivamente, populações de 107 e 108 UFC de *L. acidophilus* na porção do queijo *petit-suisse* desenvolvido, durante todo o período de armazenamento.

Ao contrário do observado por Vinderola et al. (23), que relataram um discreto efeito inibitório exercido por cepas de *L. acidophilus* sobre a multiplicação do *starter S. thermophilus*, as populações significativamente superiores ($p < 0,05$) observadas para a cultura *starter* em Q2 e Q3, quando comparadas a Q1, indica a ocorrência de sinergismo entre o *starter* e *L. acidophilus*. Entre outros aspectos, essa cooperação pode decorrer do fato de *S. thermophilus* consumir o oxigênio presente na matriz dos produtos, reduzindo sua tensão de oxigênio (21), favorecendo a sobrevivência de *L. acidophilus*, um microrganismo microaerofílico (16). Por outro lado, a degradação da lactose por *L. acidophilus* enriquece o meio em galactose, assimilável por *S. thermophilus* (21). Segundo Vinderola et al. (23) as possíveis interações entre as espécies empregadas para a produção de alimentos fermentados devem ser consideradas para selecionar a combinação capaz de oferecer o melhor resultado no processo tecnológico e garantir a viabilidade das células durante o armazenamento refrigerado.

Dessa maneira, a associação de *S. thermophilus* às

cepas *L. acidophilus* LA-14 ou La-5, no presente trabalho, demonstrou-se apropriada para a produção de queijo *petit-suisse*, favorecendo a sobrevivência da cultura starter com populações elevadas, sem causar reduções significativas nas populações das culturas de *L. acidophilus* empregadas.

CONCLUSÃO

A sobrevivência de *L. acidophilus* em queijo *petit-suisse* mostrou-se dependente das características intrínsecas de cada cepa, uma vez que La-5 apresentou populações significativamente superiores àquelas observadas para LA-14 durante todo o armazenamento. O queijo *petit-suisse* revelou-se um alimento promissor para a incorporação de *L. acidophilus*, particularmente para a cepa comprovadamente probiótica (La-5). Testes complementares, como ensaios *in vitro* poderão ser realizados para a verificação do efeito protetor do queijo *petit-suisse* sobre a sobrevivência das cepas La-5 e LA-14, submetidas às condições simuladas do trato gastrointestinal humano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro e bolsas. Os autores agradecem, também, às empresas Salute, Plury Química, Mylner, Christian Hansen e Danisco, pelo fornecimento do leite, corante, aroma, culturas e gomas empregados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization. 2001. Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. [Acesso 2012 fev 06]. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probioreport_en.pdf>.
2. Jain PK, Mcnaught CE, Anderson AD, Macfie J, Mitchell CJ. Influence of synbiotic containing *Lactobacillus acidophilus* La 5, *Bifidobacterium lactis* Bb 12, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* and oligofructose on gut barrier function and sepsis in critically ill patients: a randomised controlled trial. *Clin Nutr.* 2004; 23(4):467-75.
3. Paineau D, Carcano D, Leyer G, Darquy S, Alyanakian MA, Simoneau G, et al. Effects of seven potential probiotic strains on specific immune responses in healthy adults: a double-blind, randomized, controlled trial. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 2008; 53(1):107-13.
4. Todorov SD, Furtado DN, Saad SMI, Franco, BDGM. Bacteriocin production and resistance to drugs are advantageous features for *Lactobacillus acidophilus* La-14, a potential probiotic strain. *New Microbiol.* 2011; 34(4):357-70.
5. Ya W, Reifer C, Miller LE. Efficacy of vaginal probiotic capsules for recurrent bacterial vaginosis: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Am J Obstet Gynecol.* 2010; 203(2):120.e1-e6.
6. Savino F, Cordisco L, Tarasco V, Palumeri E, Calabrese R, Oggero R, et al. *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 in infantile colic: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Pediatrics.* 2010; 126:e526-e533.
7. Saad SMI. Probióticos e Prebióticos: o estado da arte. *Rev Bras Ciênc Farm.* 2006; 42(1):1-16.
8. Buriti FCA, Souza CHB, Saad SMI. Cheese as probiotic carrier: technological aspects and benefits. In: Hui YH, Evranuz EÖ. *Handbook of food and beverage fermentation technology.* Boca Raton: CRC, 2012.
9. Souza CHB, Buriti FCA, Behrens JH, Saad SMI. Sensory evaluation of probiotic Minas fresh cheese with *Lactobacillus acidophilus* added solely or in co-culture with a thermophilic starter culture. *Int J Food Sci Technol.* 2008; 43(5):871-77.
10. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos. Recomendações da Comissão de Assessoramento Tecnocientífico em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos. Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. [acesso 2012 jun 06]. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecnologia_lista_alega.htm>.
11. Veiga PG, Viotto WH. Fabricação de queijo *petit-suisse* por ultrafiltração de leite coagulado. Efeito do tratamento térmico do leite no desempenho da membrana. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2001; 21(3):267-72.
12. Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.
13. International Dairy Federation. Fermented and non-fermented milk products. Detection and enumeration of *Lactobacillus acidophilus*. Culture media. Brussels: International Dairy Federation, 1995. [Bulletin of the IDF, 306].
14. Richter RL, Vedamuthu ER. Milk and milk products. In: *Compendium of the methods for the microbiologi-*

- cal examination of foods. 4^a ed. Washington: APHA; 2001.
15. Maruyama LY, Cardarelli HR, Buriti FCA, Saad SMI. Textura instrumental de queijo petit-suisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2006; 26(2):386-93.
 16. Gomes AMP, Malcata FX. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends Food Sci Technol.* 1999; 10(4-5):139-57.
 17. Pereira LC, Souza CHB, Behrens JH, Saad SMI. *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* sp. in co-culture improve sensory acceptance of potentially probiotic petit-suisse cheese. *Acta Aliment Hung.* 2010; 39(3):265-76.
 18. Kehagias C, Koulouris S, Samona A, Malliou S, Koumoutsos G. Effect of various starters on the quality of cheese in brine. *Food Microbiol.* 1995; 12:413-19.
 19. Buriti FCA, Rocha JS, Saad SMI. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. *Int Dairy J.* 2005; 15(12):1279-88.
 20. Brasil. Instrução Normativa nº 53, de 29 de dezembro de 2000. Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo *Petit-suisse*. [Acesso 2012 jun 01]. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>.
 21. Lorens-Hattingh A., Viljoen BC. Yogurt as probiotic carrier food. *Int. Dairy J.* 2001; 11(1-2):1-17.
 22. Vinderola CG, Reinheimer JA. Lactic acid starter and probiotic bacteria: a comparative “*in vitro*” study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. *Food Res Int.* 2003; 36(9-10):895-904.
 23. Vinderola CG, Mocchiutti P, Reinheimer JA. Interactions among lactic acid starter and probiotic bacteria used for fermented dairy products. *J Dairy Sci.* 2002; 85(4):721-29.

Recibido: 28-08-2012
Aceptado: 31-10-2012

COMPLETE YOUR ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION. ALAN. COLLECTION



Dear subscriber:

We are offering the opportunity to complete your ALAN collection at *discounted* prices

Just inform us of your missing issues (Volume and Number) by writing to

EDITORIAL OFFICE

Apartado 62778

Chacao

Fax: (58-212) 286.0061

Caracas 1060

Venezuela

email: info@alanrevista.org

You will receive availability confirmation and a price quotation

Diseño de un programa de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico en el proceso productivo de cacao en polvo en una industria alimentaria

Patrizia López D'Sola, María Gabriela Sandia, Lizet Bou Rached, Pilar Hernández Serrano

Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela

RESUMEN. El Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (HACCP) es una herramienta para la Gestión de Inocuidad de los alimentos que permite identificar los peligros físicos, químicos y biológicos asociados al proceso a través de toda la cadena productiva. Este trabajo tiene por finalidad diseñar el Programa de HACCP para el proceso de producción de cacao en polvo en una industria de alimentos venezolana. Previamente se evaluó el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento (POES), elementos básicos para el establecimiento del HACCP. Se visitaron las instalaciones de varios proveedores a objeto de observar el cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Para el desarrollo del programa HACCP se aplicaron los siete principios básicos del mismo y las cinco tareas preliminares, conforme a la metodología descrita por el Codex Alimentarius. Conducido el análisis de peligros, se identificaron tres puntos de control críticos en la línea de proceso: descascarillado (control de ocratoxina A), fase de tostado (control de Salmonella) y detección de partículas metálicas. Se establecieron los Límites Críticos, los Procedimientos de Vigilancia, las Acciones Correctivas, los Procedimientos de Verificación y de Documentación, recomendándose implementar el Programa HACCP en la industria procesadora de cacao en polvo con la realización de los ajustes correspondientes en los casos donde sea necesario. Recientemente la ocratoxina A (OTA), ha sido relacionada con el cacao en grano. Aunque se ha señalado que el descascarillado es una medida de control efectiva para este peligro químico, se recomienda estudiar la prevalencia de OTA en el cacao producido en el país y validar la etapa del descascarillado como control de micotoxinas.

Palabras clave: Cacao en polvo, Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, HACCP, inocuidad.

SUMMARY. Design of an HACCP program for a cocoa processing facility. The HACCP plan is a food safety management tool used to control physical, chemical and biological hazards associated to food processing through all the processing chain. The aim of this work is to design a HACCP Plan for a Venezuelan cocoa processing facility. The production of safe food products requires that the HACCP system be built upon a solid foundation of prerequisite programs such as Good Manufacturing Practices (GMP) and Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP). The existence and effectiveness of these prerequisite programs were previously assessed. Good Agriculture Practices (GAP) audit to cocoa nibs suppliers were performed. To develop the HACCP plan, the five preliminary tasks and the seven HACCP principles were accomplished according to Codex Alimentarius procedures. Three Critical Control Points (CCP) were identified using a decision tree: winnowing (control of ochratoxin A), roasting (Salmonella control) and metallic particles detection. For each CCP, Critical limits were established, the Monitoring procedures, Corrective actions, Procedures for Verification and Documentation concerning all procedures and records appropriate to these principles and their application was established. To implement and maintain a HACCP plan for this processing plant is suggested. Recently OchratoxinA (OTA) has been related to cocoa beans. Although the shell separation from the nib has been reported as an effective measure to control this chemical hazard, ochratoxin prevalence study in cocoa beans produced in the country is recommended, and validate the winnowing step as well

Key words: Cocoa powder, Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP, food safety.

INTRODUCCIÓN

El grano de cacao “es la almendra del fruto del árbol de cacao (*Theobroma cacao*, Linneus) sana, limpia, fermentada o no, y secada, privada del mucílago y restos de cáscara” (1). Las semillas de cacao son la fuente del

cacao comercial. El cacao constituye uno de los bienes agrícolas de más alto valor económico del mundo tropical. En Venezuela el cacao era cultivado y utilizado por los indígenas desde los tiempos precolombinos, lo que significa que durante la conquista europea, la planta ya era cultivada por los aborígenes

en el Amazonas, Sur del Lago de Maracaibo y en las vertientes del Occidente de Los Andes, para luego ser distribuida en todo el territorio por las diferentes congregaciones religiosas (2). Desde finales del siglo XVI, las plantaciones se fueron extendiendo a lo largo de la costa de Norte en las haciendas de Choroní, Ocumare, Chuao, Turiamo y Guaiguaza; en los valles de Caucagua, Capaya, Curiepe y El Guapo; en los de Cúpira, en las márgenes del río Aroa; en Barquisimeto, Chivacoa, Güigüe y Orituco; en Trujillo y Mérida, cuya producción se exportaba por Maracaibo; y hacia la región Oriental, en la provincia de la Nueva Andalucía (3). Así, el cacao es un cultivo íntimamente ligado a la cultura venezolana, tanto por su origen como por su gran importancia en el desarrollo económico y social del país, desde que se estableció su comercialización hace más de trescientos cincuenta años (4). Se ha destacado como principal rubro agrícola para la exportación, y aunque en la actualidad los niveles de producción son bajos, continúa reconociéndose por su excelente calidad y aroma, ocupando posición de prestigio en el mercado internacional y siendo muy apreciado para la elaboración de chocolates finos.

El cacao ha estado relacionado con peligros biológicos (*Salmonella*) (5-8) y químicos (ocratoxina A, OTA, producida por algunas especies de *Aspergillus*) (9, 10, 11) que pueden comprometer la inocuidad del chocolate, productos de galletería, confitería u otros en los que es utilizado como materia prima. Dado que la gran mayoría de estos productos tienen gran demanda entre la población infantil, reviste particular importancia la utilización del programa de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (HACCP) en la línea de proceso de cacao en polvo como herramienta de Gestión de Inocuidad. El presente trabajo es una propuesta fundamentada en el diseño de un programa HACCP para el proceso productivo de cacao en polvo, orientada a asegurar la inocuidad del producto utilizado por la industria de alimentos venezolana mediante la realización de un Análisis de Peligros, determinación de los Puntos de Control Crítico, estableciendo los Límites Críticos, un sistema de Vigilancia, las Acciones Correctivas y el establecimiento de Procedimientos de Verificación y Registro para confirmar el correcto funcionamiento del sistema. Se evalúa el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y de los Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento (POES), programas de

pre requisitos que constituyen la base en la que se soporta el Programa de HACCP, y se visitan algunos productores de cacao para verificar el seguimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se tomó como referencia una empresa venezolana interesada en el desarrollo del proyecto, provista de tecnología europea y dedicada al procesamiento de los granos de cacao para transformarlos en manteca, licor y polvo de cacao.

Antecedentes de la empresa

Se encuentra ubicada en la región Centro Norte del país, teniendo un área total de construcción de 9633 m². Para el desarrollo de la planta y sus instalaciones se adquirió equipo de reciente tecnología. Un grupo de jóvenes profesionales, quienes reciben cursos periódicos de capacitación y entrenamiento en el país y en el exterior, integra el personal de la empresa. Las operaciones se iniciaron en Abril de 2007 y se ha tratado de incentivar a las comunidades cacaoteras a participar en la reactivación del cultivo del cacao en el país, buscando afianzar el posicionamiento mundial del cacao venezolano, volviendo hacer de esta actividad económica, una de las más importantes en el país.

Evaluación de las BPM y POES

Para evaluar las condiciones operativas en relación con el cumplimiento de las BPM y de los POES, se tomó en cuenta los aspectos que se indican en las Normas de Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para Consumo Humano publicadas en la Gaceta Oficial N° 36.081 (12) y el CODEX (13) y se evaluó el cumplimiento de los POES, mediante los lineamientos establecidos por el Code of Federal Regulations, 2011 (14).

Seguimiento de las BPA

Se verificó el cumplimiento de las BPA (15, 16) mediante visita efectuada a proveedores del grano localizados en la región Centro-Norte del país con sembradíos de diferentes variedades de cacao: Forastero, Trinitario, Criollo y Amazónico.

Diseño del Programa HACCP

El diseño del programa HACCP se basó en la aplicación de los siete principios básicos, establecidos por el Codex Alimentarius (17), siguiendo las etapas señaladas en la norma COVENIN 3802:2002 (18). Además se evaluaron los requisitos que debe cumplir el Sistema

de Gestión de la Inocuidad Alimentaria de acuerdo a lo establecido en la Norma ISO 22000:2005 (19, 20).

Se elaboró el flujograma del procesamiento del cacao en polvo (Figura 1) para la identificación de todos los peligros biológicos, químicos y físicos que se pudieran presentar en cada etapa del proceso. Se realizó el análisis de peligros para determinar y justificar si el

peligro identificado es significativo para la inocuidad del alimento; luego, mediante la aplicación del árbol de decisiones (18), se identificaron los Puntos de Control Crítico (PCC). Posteriormente se fijaron los Límites Críticos en cada PCC. Se establecieron procedimientos de Vigilancia, se describieron las Acciones Correctivas en donde se precisaron las medidas que deben adoptarse

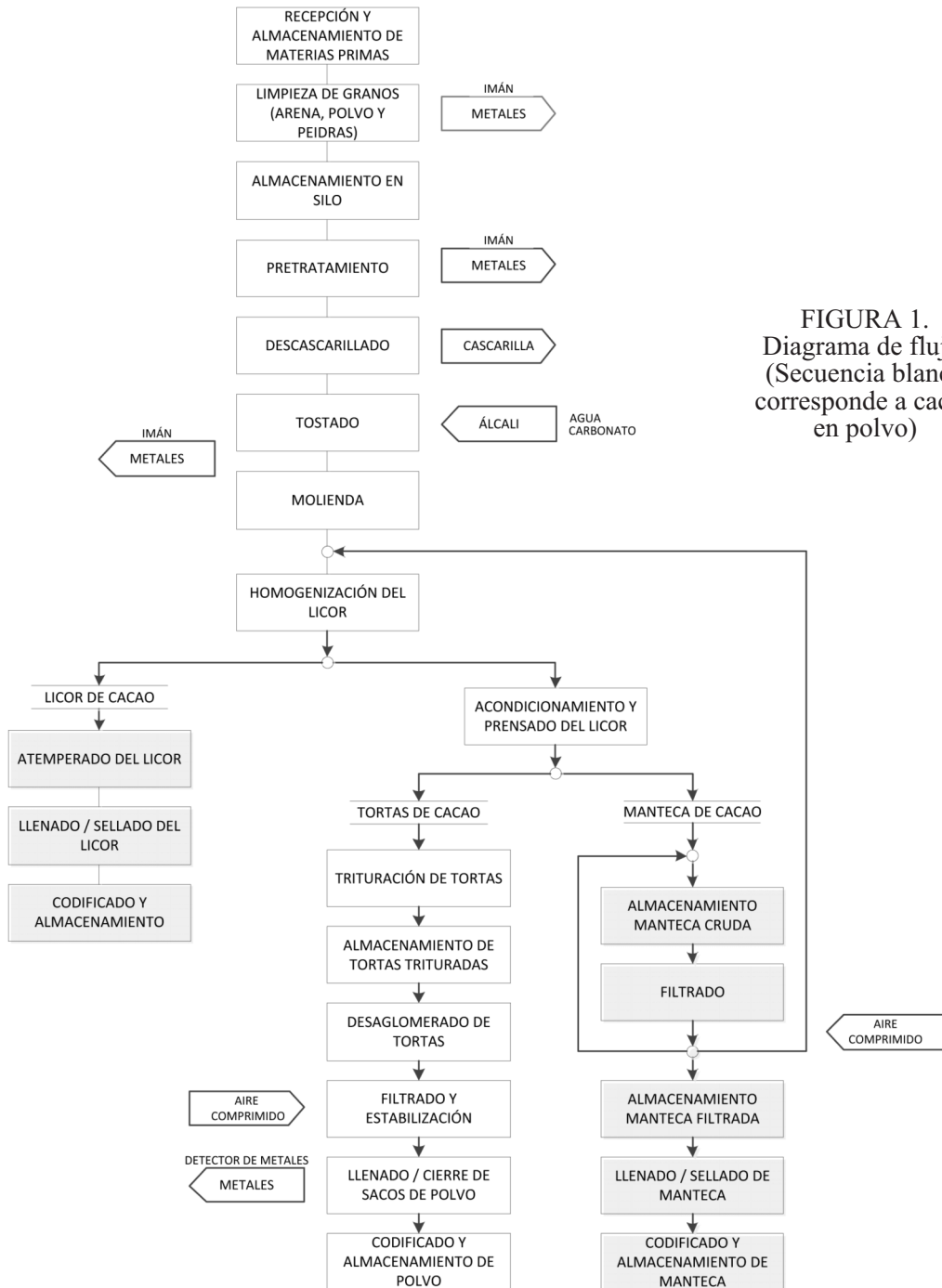


FIGURA 1. Diagrama de flujo. (Secuencia blanco corresponde a cacao en polvo)

cuando un PCC no esté controlado y el destino dado al producto elaborado bajo esa circunstancia.

Se establecieron los procedimientos para la Verificación, para comprobar que el sistema HACCP funciona correctamente. Se creó un Sistema de Registro en el cual se anotarán todos los procedimientos y datos referidos a los principios anteriores y a su aplicación.

RESULTADOS

Verificar el cumplimiento de las BPM y los POES
 Cumplimiento de las BPM

En la Fig. 2 se observa el porcentaje de conformidad hallado en el cumplimiento de las BPM.

Revisión de los POES

Se observa el cumplimiento de los POES en un porcentaje total de 82%. El comportamiento de los diferentes ítems se muestra en la Fig. 3 (inocuidad del agua que entra en contacto con los alimentos; condiciones de limpieza de equipos, utensilios, guantes y uniformes; prevención de contaminación cruzada; mantenimiento de estaciones de lavado, de los baños y vestuarios; prevención de la contaminación con adulterantes: lubricantes, combustibles, pesticidas, compuestos de limpieza, agentes saneadores y otros contaminantes físicos, químicos y biológicos; rotulación, almacenamiento y uso de compuestos tóxicos; control de la salud de los empleados y control de plagas).

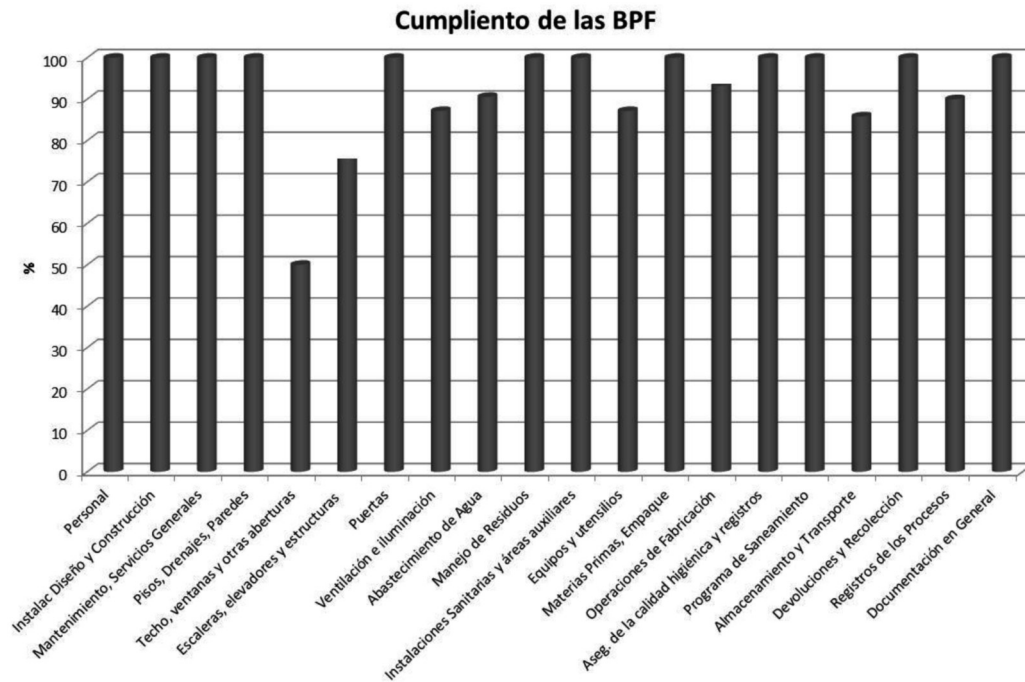


FIGURA 2. Porcentaje de conformidad hallado en el cumplimiento de las BPM

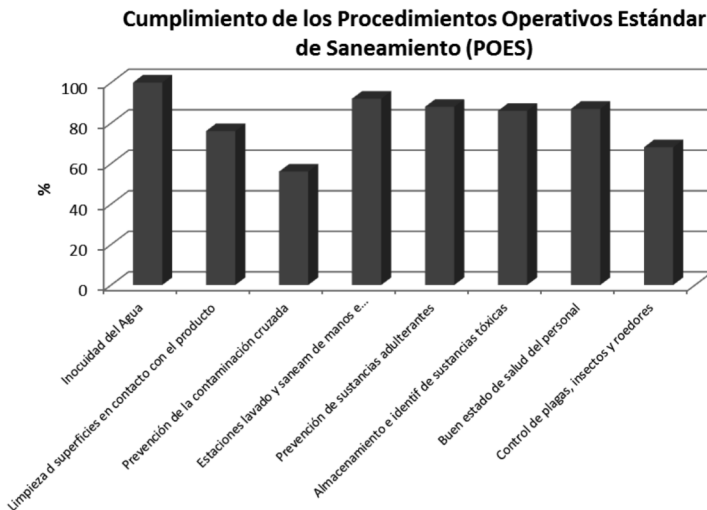


FIGURA 3. Cumplimiento de los Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento (POES) expresado en porcentaje

TABLA 2 Hoja del Plan de HACCP PCC2

Punto de Control Crítico	Peligro Significativo	Límites Críticos	VIGILANCIA			Acciones Correctivas	Verificación	Registro
			¿Qué?	¿Cómo?	Frecuencia			
-Tostado PCC 2.	- <i>Salmonella</i> spp.	-Temperaturas ≥ 120 °C por ≥ 3 min.	-Temperatura y Tiempo. -Cronómetro programable en el área de tostado. -Observación de la termocupla a través del panel de control.	-Cada sublote (Batch) de producción.	-Ejecuta: Operador de Tostado y Molienda. -Verifica: Intendente de Tostado y Molienda.	-Calibración de la termocupla. -Culminar el proceso de tostado y separar el producto en tanques de licor (retención). -Análisis del producto y toma de decisión conforme procedimiento escrito. -Rechazar si hay <i>Salmonella</i> .	-Validación de esta etapa. -Registros de temperatura por Batch. -Registros de calibración. -Verificación aleatoria de un sublote mensual.	-Registro Digital de las Gráficas de temperatura de cada sublote durante el tostado. -Registro de Monitoreo de los límites críticos. -Certificado de calibración de las termocuplas. -Registro de acciones correctivas y de destino del producto No Conforme. -Certificado del Análisis mensual del sublote para presencia de <i>Salmonella</i> . -Plan HACCP y Plan de adiestramiento.

TABLA 3 Hoja del Plan de HACCP PCC3

Punto de Control Crítico	Peligro Significativo	Límites Críticos	VIGILANCIA			Acciones Correctivas	Verificación	Registro
			¿Qué?	¿Cómo?	Frecuencia			
-Detector de Metales PCC 3	-Presencia de partículas extrañas metálicas, no metálicas y acero inoxidable. -Paso de los testigos. -Nivel de detección del equipo: Ferrosas $\geq 1,5$ mm, -No Ferrosas $\geq 1,6$ mm. -Acero Inoxidable ≥ 2 mm.	-Al inicio de la producción (arranque de turno) se deben pasar las muestras testigos y se deben registrar si son o no rechazadas correctamente. -Volver a chequear cada 2 horas o 3 paletas formadas de 30 sacos (lo que se cumpla primero)	-Operadores de Planta de Polvo. -Auxiliares de Calidad	-Al ocurrir tres eventos de rechazo mediante el detector de metal en menos de dos horas o tres paletas, el producto obtenido con el último pase de testigos correcto, debe ser retenido y etiquetado para su posterior análisis.	-Prueba de Reto del Detector de Metales. -Calibración del detector de metales periódica por un ente externo. -Verificación de todos los registros.	-Registros de rechazos del funcionamiento del equipo (prueba de reto). -Registros de rechazos del detector de metal durante el turno -Registro de Monitoreo del Punto Crítico de Control. -Certificado de análisis de productos terminados en caso de desviación. -Registro de productos No Conformes. -Registros de Acciones Correctivas. -Registro de rastreabilidad -Certificado de garantía y conformidad de testigos por parte del proveedor. -Plan HACCP. -Plan de adiestramiento de HACCP.		

terna. En lo que se refiere a las micotoxinas, la OTA se asocia principalmente a las cáscaras de los granos y a los sólidos magros del cacao (cacao en polvo), sin embargo, el cacao es un componente menor de la alimentación humana y aporta una cantidad pequeña de OTA a la ingesta alimentaria total (del 4 al 6% de la ingesta total), además la parte más importante de OTA en los granos de cacao se encuentra en la cáscara que no se consume (9, 10, 11, 24, 25). Se considera que la operación de descascarillado constituye por ende un paso importante para el control de este peligro químico. A los efectos de este estudio, y ante la ausencia de límites internacionalmente aprobados de ocratoxina A en cacao, se escogió como valor de referencia para el límite crítico, el establecido por Brasil para el cacao en polvo ($\leq 5,0 \mu\text{g/Kg}$) (26, 11). Se sugiere realizar un estudio sobre la prevalencia de *Aspergillus* spp. en el grano de cacao venezolano, estudiar la capacidad toxigénica de las especies aisladas y evaluar el manejo post cosecha y el efecto del descascarillado en el procesamiento industrial, como medida efectiva de control de la micotoxina, a la luz del conocimiento actual (27).

Dadas las condiciones del proceso, se ha considerado necesaria la instalación de un detector de metales al final del mismo con el propósito de controlar este peligro físico.

Se recomienda a la empresa acoger el Programa de HACCP para la Gestión de Inocuidad del cacao en polvo y realizar los ajustes correspondientes en el momento de implementarlo.

REFERENCIAS

- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) Norma N° 50:1995. Granos de Cacao; 1995.
- Ramos G, Ramos P. y Azocar A. Manual del Productor del cacao. Mérida: FONAIAP – FUNDACITE – FONCACAO; 2000.
- Lovera J. El Cacao en Venezuela. Una Historia. Caracas: Editado por Chocolates El Rey, C.A.; 2000.
- Campo Marquina, J. "Venezuela se olvida del cacao" En: Observatorio de la Economía Latinoamericana. Número 46; 2005. Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ve/2005/cjm.htm>
- De Smedt JM, Chartron S, Cordier JL, Graff E, Hokstra H, Lecoupeau JP, et al. Collaborative study of the International Office of Cocoa, Chocolate and Sugar Confectionery on *Salmonella* detection from cocoa and chocolate processing environmental samples. Int. J Food Microbiol. 1991; (4):301-8
- Bell C, Kyriakides A. *Salmonella*: a practical approach to the organism and its control in foods. Oxford: Blackwell Science Ltd; 2002.
- Grocery Manufacturers Association's (GMA) Control of *Salmonella* in low moisture foods. February 4, 2009. Disponible en: <http://www.gmaonline.org/downloads/technical-guidance-and-tools/Salmonella-ControlGuidance.pdf>
- Lake R, King N, Cressey P. Risk profile: *Salmonella* (Non Typhoidal) in high lipid foods made from sesame seeds, peanuts or cocoa beans. New Zealand Food Safety Authority. October 2010 Disponible en: <http://foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/salmonella-in-high-lipid-foods.pdf>.
- Turcotte AM and Scott PM. Ochratoxin A in cocoa and chocolate sampled in Canada. Food Addit. Contam. Part A. 2011; 28 (6): 762-6
- Nwagu TNT and Ire FS. Ochratoxin in Cocoa, Health Risks and Methods of Detoxification. Int. J of Agric Res. 2011; 6: 101-18.
- Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Codex Committee on Contaminants in Foods. CX/CF 11/5/12. Discussion Paper on Ochratoxin a in Cocoa (Prepared by Electronic Working Group led by Ghana and co-chaired by Brazil) January, 2011 5th Session The Hague, The Netherlands, 21 – 25 March 2011 Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/cccf5/cf05_12e.pdf
- República de Venezuela. Normas de Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para Consumo Humano. Gaceta Oficial Número 36.081. Imprenta Nacional. Caracas (07 Noviembre, 1996).
- Codex Alimentarius. Comisión del Codex Alimentarius y el Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Código Internacional Recomendado de Prácticas Principios Generales de Higiene de los Alimentos CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 Roma, 2003.
- U.S. Food and Drug Administration. Code of Federal Regulations (CFR) Title 21, Volume 2 Sec.120.6 Sanitation standard operating procedures. Revised as of April 1, 2011. Disponible en: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=120.6&SearchTerm=ssop>
- Díaz, Alejandra. Buenas Prácticas Agrícolas: guía para pequeños y medianos agroempresarios. Serie de Agrogocios. Cuadernos de Exportación No. 11 Tegucigalpa: IICA; 2008.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) - Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología (FUNDACITE) – Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias (MPPCTII). Guía de Buenas Prácticas Agrícolas. Falcón, Venezuela; 2009

17. Codex Alimentarius. Comisión del Codex Alimentarius y el Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Código Internacional Recomendado de Prácticas. Principios Generales de Higiene de los Alimentos CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 (2003) Anexo: Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) y Directrices para su Aplicación. Roma, 2003
18. Comisión Venezolana de Normas Industriales. (COVENIN). Norma N° 3802:2002. Directrices generales para la aplicación del sistema HACCP en el sector alimentario; 2002
19. International Organization for Standardization (ISO) ISO 22000:2005. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos – Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria; 2005
20. Palú E. ISO 22000: Nuevo Estándar Mundial de Seguridad Alimentaria. Introducción a la Norma ISO 22000 – Sistemas de Gestión de Seguridad. Madrid: SGS ICS Ibérica; 2005
21. Ramos G, Ramos P, Azocar A. Beneficio del cacao (Theobroma cacao L.). Maracay: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Mérida. Serie B; 1993
22. Codex Alimentarius. Norma para cacao en polvo (cacao) y mezclas secas de cacao y azúcar. Codex STAN 105 1981, Revisión 1-2001.
23. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN. Norma N° 1479:1998. Cacao en polvo. 1998
24. Codex Alimentarius. Código de Prácticas para prevenir y reducir la contaminación de Ocratoxina en el Café. CARC/RCP 69, Roma, 2009.
25. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. Informe de la 1ª Reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos. Beijing, China 16 - 20 de abril de 2007, 30º período de sesiones Roma, 2 -7 de julio de 2007
26. Brasil ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública n° 100, Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) de micotoxinas em alimentos. D.O.U de 22/12/2009, 21 de Diciembre de 2009.
27. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Foods. Discussion paper on ochratoxin in cocoa. CX/CF 12/6/15. Sixth Session. Maastricht, The Netherlands, 26 – 30 March 2012 Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cccf/cccf6/cf06_15e.pdf

Recibido: 05-09-2012

Aceptado: 06-11-2012

Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*)

Yolmar Valero, Jhoana Colina, Emilio Ineichen

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos.
Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Baruta. Caracas, Venezuela.

RESUMEN. Las frutas son consideradas fuentes de compuestos antioxidantes, cuyas propiedades pudieran desmejorar debido al procesamiento. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del escaldado y la deshidratación osmótica sobre el contenido de polifenoles totales, taninos y la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*) en sus variedades amarilla y roja. La concentración de los polifenoles totales se determinó mediante el método Folin-Ciocalteu, los taninos por el método de la vanilina y la capacidad antioxidante por la eficiencia antirradical (EA) y el método de poder reductor férrico (FRP). El contenido de polifenoles totales y los taninos fueron mayores en la ciruela roja que en la amarilla. En las dos variedades, el mayor contenido de polifenoles se encontró en la pulpa, mientras que los taninos se encontraron en mayor proporción en las cáscaras. La ciruela roja presentó mayor capacidad antioxidante, siendo la EA baja y de cinética lenta para las dos variedades. Se observó una correlación lineal entre los polifenoles y los taninos con la eficiencia antirradical, sin embargo, con el poder reductor no hubo correlación. El escaldado incrementó el contenido de polifenoles, mientras que los taninos y la EA disminuyeron, el poder reductor no se vio afectado por los tratamientos. Para la deshidratación osmótica se obtuvo una disminución significativa de los taninos y la eficiencia antirradical, mientras que los polifenoles y el poder reductor no se vieron afectados por el procesamiento. Se recomienda el escaldado como alternativa de consumo y conservación en la ciruela criolla.

Palabras clave: Ciruela criolla, antioxidantes, polifenoles, *Prunus domestica*, taninos.

SUMMARY. Effect of processing on the antioxidant capacity of the plum (*Prunus domestica*). Fruits are considered sources of antioxidant compounds whose properties could impair due to processing. The objective of this work was to determine the effect of blanching and osmotic dehydration on the total polyphenols content, tannins and antioxidant capacity of plums (*Prunus domestica*) in yellow and red varieties. The total phenolic content in plums was determined according to the Folin-Ciocalteu assay and tannins were determined by vanillin assay. The antiradical efficiency (AE) and ferric reducing power (FRP) were used to estimate the total antioxidant capacity. The content of total polyphenols and tannins were higher in the red plum. The content of polyphenols in the pulp was higher than the peel while for tannins the opposite was observed in both varieties. The red plum had higher antioxidant capacity. The AE was low and slow kinetics for the two varieties. There was a linear correlation between polyphenols and tannins with antiradical efficiency; however, there was no correlation with the reducing power. The total polyphenols content was increased with blanching, while the tannins and the AE decreased, ferric reducing power is unaffected. For osmotic dehydration, the tannins and the AE were decreased, while the total polyphenols content and ferric reducing power are unaffected. It is recommended the blanched as an alternative to consumption and conservation in the plum.

Key words: Plum, antioxidants, polyphenols, *Prunus domestica*, tannins.

INTRODUCCIÓN

La ciruela (*Prunus domestica*) es un fruto originario de la región tropical americana. Es un árbol pequeño, que pertenece a la familia de las Rosáceas y al género *Prunus* (1). En Venezuela, la ciruela criolla es una de las frutas de consumo común, por su disponibilidad, sabor y costo. Su fruto es una drupa, de forma redondeada y con semilla ovalada, que se caracteriza por una pulpa jugosa y un sabor agrídulce. Se puede encontrar en cual-

quiera de sus dos variedades de color: la amarilla y la roja, cuando están maduras. La primera presenta ciertos toques rojizos en su cáscara y posee un sabor más ácido que la roja, aún después de ser procesada.

La ciruela es usada en diversos procesos industriales, que abarcan desde postres sencillos hasta salsas (2). La forma común de consumo de la ciruela criolla es como fruta fresca; sin embargo, en algunos estados de Venezuela se preparan dulces a base de ciruela, vinagretas y hasta vino. El procesamiento

tecnológico de la fruta ofrece opciones de conservación para extender su vida útil.

Hoy día existe un gran interés en aquellos alimentos que posean la capacidad de inhibir procesos de oxidación, generados por radicales libres en el organismo (2). En la actualidad, el aumento en el consumo de frutas y vegetales ha sido asociado con la disminución de enfermedades crónico-degenerativas como obesidad, cáncer y aquellas relacionadas con el envejecimiento (1-4) y su acción benéfica ha sido asociada principalmente al potencial antioxidante por la presencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante, como la vitamina C, E, β -caroteno, y una mezcla compleja de compuestos fenólicos (5). Los polifenoles, compuestos provenientes del metabolismo secundario de las plantas, se encuentran naturalmente en alimentos y bebidas de origen vegetal (6).

El contenido de compuestos antioxidantes en frutas y vegetales, depende también de la forma como ésta se consume, ya sea frescos o procesados (7). Kaur y Kappor (8), consideran que el tratamiento térmico es una de las principales causas del cambio en el contenido de antioxidantes naturales en los alimentos. Diferentes métodos de conservación de alimentos pueden ser responsables de un aumento o disminución de la acción antioxidante, y depende de varios factores, tales como estructura química, potencial de óxido-reducción, ubicación en la matriz y posibles interacciones con otros componentes de los alimentos.

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del escaldado y la deshidratación osmótica sobre el contenido de polifenoles, taninos y la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*) en sus variedades amarilla y roja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Las ciruelas criollas, en sus variedades amarilla y roja, fueron adquiridas en el comercio local. Se seleccionaron cien (100) ciruelas, para cada variedad amarilla y roja, y se dividieron en tres lotes. Para establecer el grado de madurez de las frutas, definido como el cociente entre el contenido de sólidos solubles y la acidez titulable de la fruta fresca, se determinó la acidez según la metodología COVENIN 1151-77 (9) y los sólidos solubles totales en °Brix mediante un refractómetro (Pocket Refractometer, USA) (escala de 0 –

32%), según 932.12 AOAC (10), con corrección por temperatura (20 °C).

Tratamientos de las ciruelas

1. Separación de las partes de la fruta

El primer lote de frutas frescas fue pelado y des-pulpado. Las cáscaras y la pulpa fueron congeladas en bolsas herméticas. Una muestra de ciruela completa se homogeneizó y se congeló hasta su uso.

2. Escaldado

El segundo lote de ciruelas completas fue sometido a un proceso de escaldado, en un escaldador alimentado con vapor de agua a 100 °C, mediante una caldera (Chromalox, USA). El tiempo de residencia fue de 4 minutos. Una vez escaldadas fueron homogeneizadas y congeladas en bolsas herméticas.

3. Deshidratación osmótica

El tercer lote fue escaldado, como en el punto 2, y sometido a deshidratación osmótica, como método de conservación. Dicho procedimiento se realizó tomando como referencia la normativa COVENIN para Frutas en Almíbar y al Natural (3031-93) (11) en cuanto a los sólidos solubles (°Brix). Para esto, las frutas escaldadas fueron sumergidas completas en 600 mL de una solución de sacarosa (Merck, Alemania), con 65% de sólidos solubles, a una temperatura de 40 °C. Dicho medio funcionó como solución osmótica. Transcurridas 24 horas, las frutas se homogeneizaron y se congelaron.

Los lotes congelados fueron liofilizados (LAB-CONCO, USA), empacados al vacío y almacenados en un desecador hasta su análisis.

Preparación de los extractos metanólicos

Se tomaron 500 mg de cada una de las partes de la ciruela completa, cáscara, pulpa y procesada, se suspendieron en 25 mL de metanol (Merck, Alemania)-agua (80:20 v/v acidificado con HCl 0,1%, Merck, Darmstadt, Alemania) y se agitó la suspensión por 1 h a temperatura ambiente. Se centrifugó a 1.800 g por 15 min, se decantó el metanol y se re-extrajo el residuo con 12,5 mL de metanol-agua (80:20 v/v acidificado con HCl 0,1%), se agitó por 1 h. Finalmente, se centrifugó nuevamente y se combinaron los extractos (12).

Contenido de polifenoles

Se determinaron los polifenoles totales con el método de Folin-Ciocalteu (13) usando una curva patrón de ácido gálico (Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania) en un rango de concentración de 0,05 – 0,60 mg/mL. A una alícuota de 100 μ L de extracto metanólico y so-

lución estándar, se agregó 5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (10%) (Merck, Darmstadt, Alemania), se dejó reposar por 8 min, luego se añadieron 3,5 mL de una solución de carbonato de sodio (0,12 g/mL), se agitó e incubó en un baño termostático (Jouan, Virginia, USA) a 40 °C por 1 h. Se enfrió a temperatura ambiente y se realizó la lectura de absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro Génesis 6 (Thermo Scientific, USA). Los resultados se expresaron como equivalentes de ácido gálico en mg/100 g de muestra seca. El análisis se realizó por triplicado.

Taninos

El contenido de taninos se determinó colorimétricamente, por la capacidad de los taninos para formar grupos funcionales que absorben en el rango del visible, cuantificando taninos condensados en presencia de taninos hidrolizables y otros polifenoles (14). La curva patrón se realizó con catequina (+) (Sigma-Aldrich, USA). En tubos de ensayo, 1 mL de cada extracto metanólico o estándar se mezcló con 5 mL de HCl:vanilina (Sigma, Alemania) (4%:0,5% en metanol) y se dejó desarrollar el color durante 20 min, en la oscuridad. Paralelamente, se prepararon los blancos de cada muestra mezclando 1 mL de cada extracto metanólico con 5 mL de metanol acidificado (HCl 4%, Merck, Darmstadt, Alemania) y se dejó desarrollar el color junto a las muestras, al resguardo de la luz. La absorbancia de los estándares y los blancos se midió en un espectrofotómetro Génesis 6 (Thermo Scientific, USA) a 500 nm.

$$\text{Taninos(mg/100g)} = \left[\frac{\text{Concentración(mg/mL)} \times \text{Volumen extracto(mL)}}{\text{Peso de ciruela(g)}} \right] \times 100$$

Eficiencia antirradical DPPH

La capacidad antioxidante se determinó mediante el método del radical DPPH* (1,1-difenil-2-picril-hidracil) (Sigma, Alemania) el cual se basa en la utilización del radical libre del DPPH* en solución metanólica al 0,025g/L (15). La reacción se realizó usando 3,9 mL de esta solución de DPPH y 0,1 mL de extracto metanólico a diferentes concentraciones. La absorbancia se leyó a 515 nm en un espectrofotómetro Génesis 6 (Thermo Scientific, USA) a intervalos de tiempo diferentes hasta que la reacción alcanzó un equilibrio. El análisis se hizo por triplicado. El porcentaje de DPPH* remanente fue calculado como sigue:

$$\% \text{DPPH}_{\text{REM}} = \left[\frac{\text{Abs}_{515} \text{ muestra}}{\text{Abs}_{515} \text{ control}} \right] \times 100$$

A partir del gráfico de este porcentaje versus la concentración de la muestra se obtiene el EC₅₀ definido como la cantidad de muestra (g) necesarios para disminuir en un 50% la absorbancia. A valores mas bajos de EC₅₀ mayor la actividad antioxidante. El tiempo necesario para alcanzar el equilibrio a la concentración de EC₅₀ (TEC₅₀) se calcula gráficamente. Como el EC₅₀ y el TEC₅₀ afectan la capacidad antirradical, se calcula la eficiencia antirradical (EA) que combina estos dos factores:

$$\text{EA} = 1/(\text{EC}_{50} \times \text{TEC}_{50})$$

Poder reductor férrico (FRP)

La actividad antioxidante fue medida utilizando el método del Poder Reductor Férrico (FRP) (16). A 50 µL de ciruela previamente desproteinizada con ácido tricloroacético 10% (Merck, Alemania), se le adicionaron 100 µL del reactivo FRP (1,5 mL de solución de FeCl₃ (20 µmol/L) (Riedel De Haën, Hanover, Alemania), 1 mL de K₃Fe(CN)₆ (0,3 µmol/L) (Merck, Alemania) y 15 mL de tampón acetato (300 µmol/L), pH 3,6), se homogeneizaron y se dejaron en reposo durante 1 h a temperatura ambiente. Se midió la absorbancia contra un blanco de agua a 720 nm en un lector de microplacas modelo ELx800 (BioTek Instruments, EEUU). El FRP se expresa como la cantidad de hierro reducido (mmol Fe⁺²/100 g), utilizando como solución patrón al FeSO₄ (250 – 1.000 mmol/L).

Análisis estadístico

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y se expresaron los valores como los promedios ± la desviación estándar (DE). Se realizó un análisis de varianza con el fin de determinar el efecto del procesamiento sobre los parámetros medidos (α = 0,05) y para la validez de los resultados obtenidos se procedió a verificar los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianza e independencia. En el caso donde no se cumplían los supuestos se utilizó Kruskal-Wallis. La prueba *a posteriori* utilizada fue la prueba de rango múltiple de Duncan. Para determinar diferencias entre las variedades se realizó una t-student con un nivel de confianza de α = 0,05 para cada uno de los parámetros.

RESULTADOS

Los resultados correspondientes al índice de madurez de la fruta, indican que ambas variedades se encontraban maduras, aún cuando la ciruela roja (índice

de madurez: 36,30) se encontraba en una etapa de maduración más avanzada que la amarilla (índice de madurez: 20,95), según lo establecido en la Norma Técnica Colombiana para Frutos (17).

El potencial funcional de una fruta puede estar determinado por su poder antioxidante, el cual ha sido relacionado al contenido de polifenoles presentes en la misma. En la tabla 1 se muestra el contenido de polifenoles totales y de taninos en la ciruela criolla completa, cáscara y pulpa para las dos variedades. Los resultados obtenidos muestran que el contenido de polifenoles y taninos en la ciruela roja es mayor que en la ciruela amarilla ($p < 0,05$); sin embargo, esta diferencia no es significativa para los polifenoles de la cáscara y los taninos de la fruta completa ($p > 0,05$). Es de hacer notar que la pulpa de la fruta, en sus dos variedades, posee una mayor cantidad de compuestos fenólicos en comparación con la cáscara, lo contrario se observa con el contenido de taninos.

En la tabla 2 se muestra la capacidad antioxidante de la ciruela criolla completa, cáscara y pulpa, expresada mediante los parámetros EC_{50} (concentración de muestra necesaria para disminuir la concentración inicial del sustrato al 50%), T_{EC50} (tiempo necesario para

alcanzar el estado estacionario a la EC_{50}), Eficiencia Antirradical (EA) y poder reductor férrico (FRP) para ambas variedades. Se observa que la ciruela criolla roja posee mayor capacidad antioxidante que la amarilla ($p < 0,05$), aunque no hay diferencias significativas para la eficiencia antirradical de la pulpa y el FRP para la cáscara ($p > 0,05$). Sin embargo, el poder reductor no presenta diferencias significativas entre cada una de las partes de la fruta ($p > 0,05$), aunque para la eficiencia antirradical sólo la pulpa de la ciruela roja presenta discrepancias con respecto a otras partes de la fruta, teniendo la menor capacidad antioxidante.

Los valores obtenidos muestran que la ciruela criolla, para ambas variedades, tiene una EA considerada como baja ($EA \leq 1 \times 10^{-3}$) y los componentes antioxidantes presentes en ésta muestran una cinética lenta ($T_{EC50} > 30$ min) de acuerdo a la clasificación previa con estándares (15).

En la Figura 1 se puede apreciar el efecto del proceso de escaldado y deshidratación osmótica sobre el contenido de polifenoles totales, los taninos, la eficiencia antirradical y el poder reductor. Para el proceso de escaldado se puede observar un aumento significativo del contenido de polifenoles, mientras se observa una

TABLA 1 Contenido de polifenoles y taninos de la ciruela criolla completa, cáscara y pulpa para las dos variedades

	Polifenoles (mg EAG/100 g)		Taninos (mg catequina/100 g)	
	Ciruela roja	Ciruela amarilla	Ciruela roja	Ciruela amarilla
Fruto completo	4,63 ± 0,15 ^{a,A}	3,49 ± 0,19 ^{b,A}	6,21 ± 0,36 ^{a,A}	5,39 ± 0,37 ^{a,A}
Cáscara	3,91 ± 0,38 ^{a,A}	2,29 ± 0,05 ^{a,B}	12,84 ± 0,49 ^{a,B}	11,79 ± 0,36 ^{b,B}
Pulpa	6,69 ± 0,83 ^{a,B}	3,48 ± 0,18 ^{b,A}	2,00 ± 0,37 ^{a,C}	0,411 ± 0,07 ^{b,C}

Los resultados son promedio de un triplicado ± desviación estándar en base seca. Letras minúsculas diferentes en una misma fila denotan que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el contenido de polifenoles o de taninos. Letras mayúsculas diferentes en una misma columna denotan que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las partes analizadas de las ciruelas.

TABLA 2 Actividad antioxidante de la ciruela completa, cáscara y pulpa para las dos variedades

	EC_{50} (g/g DPPH)		T_{EC50} (min)		EA(1/($EC_{50} * T_{EC50}$)) (x 10 ⁴)		FRP (mmoles Fe ⁺² /100 g)	
	Ciruela roja	Ciruela amarilla	Ciruela roja	Ciruela amarilla	Ciruela roja	Ciruela amarilla	Ciruela roja	Ciruela amarilla
Fruto completo	30,5±3,3 ^{a,A}	46,2±1,7 ^{b,A}	43,3±1,5	41,3±2,5	7,5±1,1 ^{a,A}	5,2±0,5 ^{b,A}	576±4 ^{a,A}	421±3 ^{b,A}
Cáscara	26,1±1,6 ^{a,A}	35,3±2,2 ^{b,A}	47,0±2,6	63,7±3,8	8,1±0,6 ^{a,A}	4,5±0,3 ^{b,A}	614±11 ^{a,A}	583±64 ^{a,A}
Pulpa	75,5±17,5 ^{a,B}	99,6±19,9 ^{a,B}	85,3±4,2	102,3±6,5	1,5±0,2 ^{a,B}	1,0±0,2 ^{a,A}	641±22 ^{a,A}	313±26 ^{b,A}

EC_{50} concentración extracto que atrapa el 50% de radical DPPH•, T_{EC50} tiempo necesario para alcanzar el estado de equilibrio a la concentración correspondiente a EC_{50} , EA Eficiencia antirradical, FRP poder reductor férrico. Los resultados son promedio de un triplicado ± desviación estándar en base seca. Letras minúsculas diferentes en una misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Letras mayúsculas en una misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

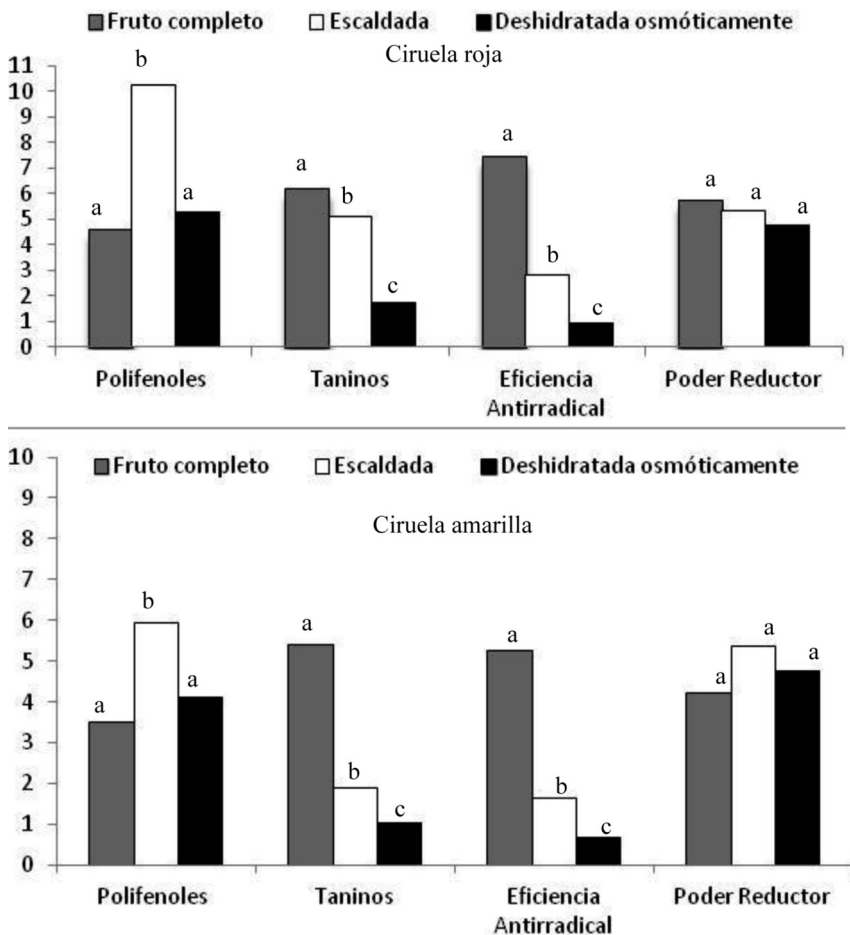


FIGURA 1

Efecto del procesamiento sobre el contenido de polifenoles totales (mg EAG/100g), taninos (mg/100g), eficiencia antirradical ($EA \cdot 10^4$) y el poder reductor (mmoles Fe^{+2}/g) para la ciruela criolla. Letras diferentes en una misma serie indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los procesamientos.

disminución de los taninos y de la eficiencia antirradical para ambas variedades ($p < 0,05$); el poder reductor no se afectó significativamente con este procesamiento ($p > 0,05$).

En las muestras que fueron tratadas con el proceso de deshidratación osmótica, posterior al proceso de escaldado, se observa una disminución significativa de los taninos y la eficiencia antirradical ($p < 0,05$), mientras que los polifenoles y el poder reductor no muestran efecto alguno ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

El estado de maduración de las frutas fue determinado debido a que este proceso implica una serie de

reacciones bioquímicas, tales como la hidrólisis de almidón, la síntesis de carotenoides, polifenoles y compuestos volátiles. Esto conlleva a cambios en los compuestos fitoquímicos y de la capacidad antioxidante durante dicho proceso (18).

El contenido de polifenoles totales, los taninos y la actividad antioxidante varían notablemente dependiendo de la parte de la fruta y la variedad analizada. La comparación directa de los valores obtenidos en este estudio con los de otras investigaciones se hace difícil debido a las diferentes metodologías utilizadas, donde se tienen unidades, estándares y condiciones distintas.

El color de las frutas está altamente asociado a la cantidad de polifenoles y flavonoides. Las antocianinas son los compuestos responsables de la mayoría de los colores oscuros, como rojos, azules y violetas, estando en mayor cantidad en los frutos oscuros (1,8), coincidiendo con el mayor contenido de polifenoles totales y taninos de la ciruela roja comparada con la ciruela amarilla, observados en este trabajo.

La variabilidad del contenido de polifenoles totales y taninos en las diferentes partes de la fruta ha sido reportada por varios autores. Para el durazno (*Prunus persica*) y la guayaba (*Psidium guajava* L.) se ha encontrado un mayor contenido de polifenoles en la pulpa que la cáscara (3, 19). En manzanas, diversos autores reportan que el contenido de compuestos fenólicos totales es particularmente más alto en la cáscara de manzanas, que en la fruta entera y en la pulpa (20-23). En el túpido (*Solanum sessiliflorum* Dunal) (24), se ha señalado el mismo comportamiento que en las manzanas. En este estudio se obtuvieron resultados contrarios para los polifenoles y los taninos, siendo mayor los polifenoles en la pulpa y los taninos en la cáscara, indicando esto que la naturaleza y la distribu-

ción de estos compuestos es diferente en la fruta.

Con respecto a la actividad antioxidante, la variedad roja presentó una mayor capacidad que la variedad amarilla, lo que podría estar relacionado con el mayor contenido de polifenoles. Para la fruta completa (variedad roja) se observó una correlación lineal entre el contenido de polifenoles y taninos con la EA (polifenoles vs EA, $r^2=0,81$ y taninos vs EA, $r^2=0,93$), siendo mayor la relación con los taninos, lo que indica que la actividad antioxidante en la fruta completa roja probablemente se deba principalmente a los taninos presentes en la misma. Sin embargo, no se obtuvo una correlación lineal entre el contenido de polifenoles y el poder reductor para ninguna de las variedades.

La ciruela contiene un gran número de compuestos polifenólicos, que pueden englobarse en el grupo de los derivados del ácido cinámico, clorogénico y neoclorogénico, antocianos, derivados de la cianidina y peonidina, flavonoles glicosilados derivados de la quercetina y flavan-3-oles derivados de la catequina (25). Si se compara la EC50 de algunos patrones expresados en (g/g DPPH), ácido gálico: 0,026 y ácido ascórbico: 0,076 (14), con los obtenidos para la ciruela, se puede decir que 1 g de fruta completa, de cáscara y pulpa de ciruela roja es equivalente al poder antioxidante de 0,85, 1,00 y 0,34 mg de ácido gálico, respectivamente y 2,49, 2,91 y 1,00 mg de ácido ascórbico, respectivamente. Para la ciruela amarilla, 1 g de fruta completa, de cáscara y pulpa es equivalente al poder antioxidante de 0,56, 0,74 y 0,26 mg de ácido gálico, y 1,64, 2,15 y 0,76 mg de ácido ascórbico.

La capacidad antioxidante de los alimentos depende de la forma como éste es consumido, sea de forma natural o procesado. Kaur y Kappor (8) consideran que el tratamiento térmico es la principal causa de la alteración del contenido de antioxidantes naturales presentes en alimentos. El procesamiento para la conservación de los alimentos pueden ser responsables tanto del aumento como de la disminución de la acción antioxidante, dependiendo de muchos factores, tales como: la estructura química, el potencial de óxido-reducción, la localización en la matriz y las posibles interacciones con otros alimentos. Se ha reportado que la deshidratación de ciruelas frescas degrada los componentes fenólicos, aproximadamente la mitad de los flavonoles y la mitad de los hidroxicinamatos se degradan después del procesamiento comercial, mientras que las antocianinas y los 3-flavonoles se degradan por

completo. Sin embargo, el proceso de pasteurización del jugo de ciruela no produce efecto alguno en los compuestos fenólicos (1).

En este estudio, el escaldado presentó mejores resultados que la deshidratación osmótica para el contenido de polifenoles. En países como México, tratan al nopal (*Opuntia* spp.) con el método de escaldado para aumentar y conservar los polifenoles y otros compuestos relacionados con la capacidad antioxidante (26). La disminución observada en los taninos y la eficiencia antirradical, con el proceso de deshidratación osmótica, probablemente se deba a la pérdida de los compuestos al producirse el intercambio de agua por los azúcares que son suministrados en la solución de sacarosa, quedando éstos en la solución y no en la fruta. De los dos tratamientos aplicados, el proceso de escaldado representa la mejor alternativa de consumo y conservación en la ciruela criolla, aunque cabe resaltar la importancia del consumo de la fruta fresca completa, ya que presenta un mejor potencial antioxidante.

El efecto contrario que se obtuvo en la capacidad antioxidante con el procesamiento por los dos métodos utilizados, se debe a los diferentes mecanismos que estos evalúan, ya que el poder reductor esta basado en la actividad reductora del hierro III, mientras que el DPPH mide la transferencia de un átomo de hidrógeno entre un radical libre y un oxidante, por lo que es válido resaltar la importancia de utilizar varios métodos para evaluar la capacidad antioxidante de un alimento, puesto que cada uno de ellos evalúa un mecanismo diferente de protección.

CONCLUSIONES

La ciruela roja mostró mayor contenido de polifenoles y taninos, además de una mayor capacidad antioxidante que la variedad amarilla. La naturaleza y distribución de los compuestos polifenólicos es diferente en cada una de las partes de la fruta y depende de la variedad. El proceso de escaldado aumenta el contenido de polifenoles presentes en la ciruela, por lo que se recomienda dicho tratamiento como alternativa de consumo y conservación.

REFERENCIAS

1. Donovan J, Meyer A, Waterhouse A. Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune

- juice (*Prunus domestica*). J Agric Food Chem. 1998; 46: 1247–52.
2. Jabeen Q, Aslam N. The pharmacological activities of prunes: The dried plums. J. Med. Plants Res. 2011; 5(9): 1508-11.
 3. Marquina V, Araujo L, Ruiz J, Rodríguez A, Vit P. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.). Arch Latinoamer Nutr. 2008; 58(1): 98-102.
 4. Pineda D, Salucci M, Lázaro R, Maiani G, Ferru-Luzzi A. Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. Rev Cubana Plant Med. 1999; 13:104-11. 6.
 5. Matsingou T, Kapsokefalou M, Salifoglou A. In vitro antioxidant activity of black tea and mediterranean herb infusion toward iron under simulated gastrointestinal condition. J Food Sci. 2000; 65: 1060-5. 7.
 6. Padilla F, Rincón A, Bou-Rached L. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. Arch Latinoamer Nutr. 2008;58(3): 303-8. 8.
 7. De Queiroz Y, Manólio Soares R, Dias Capriles R, Ferraz da Silva E, Gomes J. Efeito do processamento na atividade antioxidante do grão de amaranto (*Amaranthus cruentus* L. BRS-Alegria). Arch Latinoamer Nutr. 2009; 59(4): 419-23. 9.
 8. Kaur C, Kappor HC. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. Int J Food Sci Technol. 2001; 36(7): 703-25.
 9. COVENIN. Norma Venezolana 1151:77 Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez. pp. 2-7. 1977. 13.
 10. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th. Ed. Pub. By A.O.A.C., Washington, DC. 1990.
 11. COVENIN. Norma Venezolana 3031-93: Frutas en Almibar y al Natural. pp. 4-6. 1979.
 12. Mujica MV, Granito, M, Soto N. Importance of the extraction method in the quantification of total phenolics compounds in *Phaseolus vulgaris*. Interciencia. 2009; 34(9):650-654.
 13. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin–Ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 1999; 299: 152 – 178.
 14. Naczki M, Nichols T, Pink D, Sosulski F. Condensed tannin in canolla hulls. J Agric Food Chem. 1994; 42:2196-200.
 15. Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. J Sci Food Agric. 1998; 78: 270 - 276.
 16. Bahr P, Basalto Y. El potencial reductor férrico (FRP). Un ensayo para evaluar la capacidad antioxidante en suero. Correo Cient Med Holguín. 2004; 8 (4).
 17. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 4623. Determinación de la acidez titulable para frutas y verduras. Colombia. 1999; 1 – 6.
 18. Repo R, Encina C. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Rev. Soc. Quím. Perú. 2008; 74(2): 108-124.
 19. García A. Physical and chemical characterization of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) and effectiveness of commercial refrigeration in preconditioned fruits. Bioagro. 2006; 18(2): 115-121.
 20. Kunradi Vieira FG, Campelo Borges G, Copetti C, Gonzaga LV, Nunes E, Fett R. Activity and contents of polyphenolic antioxidants in the whole fruit, flesh and peel of three apple cultivars. Arch Latinoamer Nutr. 2009; 59 (1): 101 – 106.
 21. Drogoudi PD, Michailidis Z, Pantelidis G. Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars. Sci Horticul. 2008; 115: 149-53.
 22. Wolfe K, Wu X, Liu RH. Antioxidant activity of apple peels. J Agric Food Chem. 2003; 51:609-14.
 23. D’Abrosca B, Pacifico S, Cefarelli G, Mastellone C, Fiorentino A. ‘Limoncella’ apple, an Italian apple cultivar: phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. Food Chem 2007; 104:1333-7.
 24. Rincón M, Tapia MS, Padilla F. Evaluación de fitoquímicos en el exocarpio (cáscara) de algunas frutas cultivadas en Venezuela. Rev Fac Farm. 2003; 66 (2): 73 – 78.
 25. Sánchez Roca C. Estudio de los compuestos polifenólicos de *Prunus* L. sección *Prunus* (Rosaceae), valor taxonómico y funcional. (Tesis de Maestría). España: Universidad de Murcia; 2003 [Consultada el 15 Jul 2012]. Disponible en: <http://tesis.com.es/documentos/estudio-compuestos-polifenolicos-prunus-l-seccion-prunus-rosaceae/>.
 26. Flores M. Efecto del tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes de tres presentaciones de nopal: fresco, escaldado y seco. (Tesis Licenciatura). México: Universidad de las Américas Puebla; 2010 [Consultada el 01 Ago 2012]. Disponible en: http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/lores_a_md/resumen.html.

Recibido: 29-09-2012

Aceptado: 23-01-2013

Fósforo fítico y actividad de fitasa en fórmulas infantiles basadas en cereales

Álvaro Ojeda, Iraidis Villavicencio, Zoraida Linares

Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
Maracay, INIA- CENIAP. Maracay. Venezuela

RESUMEN. El ácido fítico es un ácido orgánico presente en granos de cereales. El fósforo contenido en su molécula (P_{Fi}) no es absorbible por una baja solubilidad, aunque su biodisponibilidad puede incrementarse por la actividad de enzimas fitasas (AFi). Con el objetivo de cuantificar el contenido de P_{Fi} y AFi en suplementos elaborados a partir de cereales y destinados a infantes lactantes, se seleccionaron cinco fórmulas de amplia distribución en mercados locales, identificadas de acuerdo a los cereales base de su composición como: A (arroz), T (trigo), ATS (arroz, trigo y aislado de soya), ATM (arroz, trigo y maíz) y ATMS (arroz, trigo, maíz y aislado de soya). Se tomaron cinco muestras por fórmula, cada una correspondiente a un envase (400 a 500 g) elaborado en lotes diferentes y con fecha de vencimiento posterior al muestreo. La proteína cruda varió de 16,8 a 7,2%, con el mayor valor para ATS, y los menores para T y ATM ($P < 0,01$). El extracto etéreo mostró un rango de 0,31 a 0,75%, mientras la relación calcio:fósforo entre 1,6 en ATM y 1,1 para el resto. El P_{Fi} representó el 61,5% del fósforo total en T, con diferencias ($P < 0,01$) respecto al resto ($39,9 \pm 6,8\%$). Sólo se detectó AFi en ATM, T y ATS (570, 300 y 152 U/kg, respectivamente). Se concluye que la composición química se ajustó a lo reportado por los fabricantes, con un elevado contenido de P_{Fi} y una AFi fundamentalmente asociados a la presencia de trigo en las fórmulas.

Palabras clave: Fósforo, ácido fítico, fitasa, fórmula infantil

SUMMARY. Phytic phosphorus and phytase activity in cereal-based infant formulas. Phytic acid is an organic acid present in cereal grains. The phosphorus inside its molecule (P_{Phy}) is not available because of its low solubility, though the bioavailability could be increased by the activity of phytase enzymes (PhyA). With the purpose of quantifying the P_{Phy} and PhyA in supplements manufactured from cereals and intended for lactating infants, five formulas of wide distribution in local markets were selected and identified depending on the main vegetable ingredients as A (rice), T (wheat), ATS (rice, wheat and soy isolate), ATM (rice, wheat and maize) and ATMS (rice, wheat, maize and soy isolate). Five samples were taken from each formula, each one corresponding to a commercial brand (400 to 500 g), coming from different batches and before their expiration date. The crude protein ranged from 7.2 to 16.8%, with the highest value for ATS and the lowest for T and ATM ($P < 0.01$). Ether extract varied from 0.31 to 0.75%, while the calcium: phosphorus ratio from 1.6 for ATM, to 1.1 for the rest. The P_{Phy} was 61.5% of the total phosphorus in T, with differences ($P < 0.01$) compared to the other formulas ($39.9 \pm 6.8\%$). PhyA was only detected in ATS, T and ATM (152, 300 and 570 U/kg, respectively). The chemical composition complied with the manufacturer report, with a high content of P_{Phy} and PhyA associated to the wheat presence in the formula.

Key words: Phosphorus, phytic acid, phytase, infant formulas

INTRODUCCIÓN

El ácido fítico (myo-inositol hexafosfato) es considerado un metabolito secundario de amplia distribución en productos vegetales, tales como granos de cereales, leguminosas, oleaginosas y algunos tubérculos (1). Aunque se refiere su efecto positivo como antioxidante, anticancerígeno y en la prevención de enfermedades coronarias (2), los grupos ácidos presentes en su molécula facilitan la formación de sales de cinc, hierro (Fe^{2+} y Fe^{3+}), calcio, magnesio, cobalto

y manganeso, las cuales presentan baja solubilidad en las condiciones de pH intestinal, lo que compromete la biodisponibilidad de estos minerales, así como la del fósforo presente en el quelato ó fitato (1,3). Adicionalmente, se ha comprobado que el ácido fítico también genera una disminución en la digestibilidad de lípidos, almidón y proteínas (4).

En virtud a sus características nutricionales, alta disponibilidad relativa y tradiciones alimentarias, los cereales conforman un grupo básico de alimentos en la dieta de la población latinoamericana (5), y usual-

mente constituyen la primera fracción sólida que se incorpora a la ración de los niños como complemento durante la fase de lactancia (6). Sin embargo, el ácido fítico se halla presente en elevadas concentraciones en los granos de cereales (1-2%), señalándose como responsable de la pobre utilización de 50 al 80% del fósforo total, en virtud de hallarse éste en forma de fósforo fítico (PFI) (7).

La desfosforilación del ácido fítico genera isómeros con un menor número de fosfatos y variada capacidad quelatante, y en algunos casos, permite la obtención de myo-inositol (4,6). Aunque este proceso puede ocurrir por vía no enzimática durante el procesamiento agroindustrial, la hidrólisis a través de myo-inositol hexafosfatohidrolasas o fitasas, ya sea como constituyentes de los granos (intrínsecas) o adicionadas al producto (exógenas), ha demostrado su eficacia al reducir el efecto antinutricional del ácido fítico (8). Adicionalmente, una mayor eficiencia en el uso del fósforo contenido en la dieta disminuiría su excreción al medio ambiente, reduciendo así el impacto ambiental derivado de los procesos de eutrofización en corrientes y reservorios de aguas (6).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la composición química, contenido de fósforo fítico y actividad de fitasa en algunas fórmulas comerciales basadas en cereales empleadas como complemento a la dieta de infantes lactantes en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

A partir de una visita a diferentes establecimientos dedicados a la venta de alimentos para consumo masivo en la ciudad de Maracay, Venezuela, se seleccionaron las cinco fórmulas para infantes lactantes de mayor presencia en los anaqueles. De acuerdo a la descripción del fabricante, todas las fórmulas seleccionadas estuvieron elaboradas básicamente con base en granos de cereales, y recomendadas para su incorporación en alimentación infantil a partir del 6^o mes de edad.

En función a sus constituyentes vegetales básicos, las fórmulas seleccionadas se identificaron como: A (arroz), T (trigo), ATS (arroz, trigo y aislado de soya), ATM (arroz, trigo y maíz) y ATMS (arroz, trigo, maíz y aislado de soya). De acuerdo a información nutricional aportada por el fabricante, es señalada la presencia de gluten en T y ATM, mientras que sólo T

presenta materias primas de origen lácteo entre sus componentes (Tabla 1).

TABLA 1 Componentes de las fórmulas infantiles

Componentes	Fórmulas				
	A	T	ATS	ATM	ATMS
Harina de arroz	+		+	+	+
Harina de trigo		+	+	+	+
Aislado de soya			+		+
Harina de maíz				+	+
Sólidos no grasos de leche		+			
Grasa láctea		+			
Extracto de malta				+	
Aceite vegetal		+			
Azúcar		+		+	
Sal		+			
Etilvainillina	+	+	+		+
Premezcla minerales ¹	+	+	+	+	+
Premezcla de vitaminas ²	+	+	+	+	+

¹ De acuerdo a fabricantes, cada 100 g de fórmula incluyen: 390-500 mg calcio, 250-360 mg fósforo, 80-176 mg sodio y 15 mg hierro.

² De acuerdo a fabricantes, cada 100 g de fórmula contienen: 3000-3500 UI vitamina A 220-300 UI vitamina D 1,0 mg vitamina B1 1,2 mg vitamina B2 75 mg vitamina C 10 mg Niacina y 36 µg Ácido Fólico.

De cada fórmula se colectaron cinco muestras, constituida cada una por un envase de metal, sellado al vacío y con capacidad neta de 400 a 500 g. Adicionalmente, se consideró que procedieran de diferentes locales comerciales y lotes de elaboración, así como fecha de vencimiento posterior al momento de la toma de muestra.

Análisis químicos

Los contenidos de materia seca a 105°C, cenizas, proteína cruda, fibra cruda y extracto etéreo, se evaluaron según lo descrito por la AOAC (9). El contenido de materia orgánica se estimó como la diferencia entre la materia seca (105°C) y el contenido de cenizas. Las fracciones de calcio (Ca) y fósforo total (P) fueron determinadas por espectrofotometría de absorción atómica de acuerdo a metodologías descritas por Fick et al. (10) y Fiske y Subarrow (11), respectivamente.

Para la determinación del contenido de PFI se realizó la extracción del fitato con HCl 1,2%, y la solución resultante se hizo circular a través de una resina de intercambio iónico, eluyendo primero el P inorgánico, y posteriormente el fitato, cuantificando colorí-

métricamente el PFi (12).

La actividad de fitasa (AFi) fue registrada en 1 g de muestra diluida en una solución tampón tris-HCl (0,02 M) a un pH de 7,5; la cual fue posteriormente homogeneizada y centrifugada a 400 rpm durante 30 minutos (13). De acuerdo al método empleado, una unidad de fitasa (U) fue definida como la cantidad de fósforo inorgánico (μ moles P/kg) liberado por minuto a partir de una solución de fitato de sodio 5 mM a una tasa de 1 μ mol/min, pH de 5,5 y 37°C. A los fines del presente estudio, se consideró la existencia de actividad de fitasa cuando el valor obtenido fue superior a 100 U/kg (14).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, considerando cada fórmula infantil como un tratamiento, con cinco repeticiones cada una. El análisis de la información se realizó utilizando el procedimiento GLM (General Linear Models) del software estadístico SAS (15). En aquellas variables que presentaron dife-

rencias significativas ($P < 0,05$) se efectuaron las comparaciones entre medias mediante la Prueba de Tukey.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presenta la composición química de las fórmulas infantiles. Con la excepción del contenido de fibra cruda ($0,34 \pm 0,1\%$), las restantes variables presentaron diferencias estadísticas.

La proteína cruda varió ampliamente ($P < 0,01$), con el mayor registro para ATS (16,8 %), y el menor para T y ATM ($7,41 \pm 0,3\%$). El extracto etéreo presentó un rango de 0,31 a 0,75%, con los mayores valores para A y ATMS ($0,73 \pm 0,04\%$), fórmulas con un nivel medio equivalente a 2,1 veces los obtenidos en ATS y ATM. El mayor ($P < 0,01$) contenido de calcio correspondió a ATM (0,57%) y el menor a T (0,38%), mientras las restantes fórmulas presentaron poca variación en este parámetro ($0,46 \pm 0,04\%$). La relación calcio:fósforo osciló entre 1,6 y 1,1.

TABLA 2 Composición química y relación calcio:fósforo de las fórmulas infantiles

Fórmula	Fracciones (g/100 g)						
	Materia seca	Materia orgánica	Proteína cruda	Fibra cruda	Extracto etéreo	Calcio	Relación calcio:fósforo
A	92,2 ^c	98,3 ^a	8,2 ^c	0,35	0,70 ^a	0,42 ^{cd}	1,4 ^{ab}
T	97,7 ^a	98,0 ^a	7,2 ^d	0,26	0,52 ^{ab}	0,38 ^d	1,1 ^c
ATS	93,3 ^c	97,3 ^b	16,8 ^a	0,31	0,31 ^b	0,49 ^b	1,1 ^c
ATM	95,6 ^b	97,4 ^b	7,6 ^{dc}	0,45	0,37 ^b	0,57 ^a	1,6 ^a
ATMS	93,2 ^c	97,2 ^b	15,5 ^b	0,35	0,75 ^a	0,47 ^{cb}	1,2 ^{bc}
EE	0,49	0,1	0,96	0,02	0,05	0,01	0,04
P	0,011	0,001	0,001	0,17	0,001	0,001	0,001

EE: Error estándar de la media

^{a,b,c,d} Letras distintas en una misma columna indican diferencias ($P < 0,01$)

TABLA 3 Contenido de fósforo total, fósforo fitico y actividad de fitasa de las fórmulas infantiles

Fórmula	Fósforo total (PT, g/100 g)	Fósforo fitico (PFI, g/100 g)	PFi/PT ¹ (g/100 g)	Act. de fitasa ² (U/kg)
A	0,31 ^c	0,12 ^c	39,2 ^{bc}	65 ^{dc}
T	0,34 ^{bc}	0,21 ^a	61,5 ^a	300 ^b
ATS	0,46 ^a	0,22 ^a	47,5 ^b	152 ^c
ATM	0,37 ^{bc}	0,11 ^c	31,0 ^c	570 ^a
ATMS	0,39 ^b	0,16 ^b	41,7 ^{bc}	50 ^d
EE ³	0,01	0,01	2,58	45
P	0,001	0,001	0,001	0,001

¹ PFi/PT: Proporción del fósforo total en la forma de fósforo fitico

² Actividad de fitasa medida como la cantidad de fósforo inorgánico (μ moles P/kg) liberado por minuto a partir de una solución de fitato de sodio 5 mM a una tasa de 1 μ mol/min, pH de 5,5 y 37°C.

³ EE: Error estándar

^{a,b,c,d} Letras distintas en una misma columna indican diferencias ($P < 0,01$)

En la Tabla 3 se muestran el contenido de fósforo total, PFi y AFi de las fórmulas infantiles. ATS presentó el mayor ($P < 0,01$) contenido de fósforo total (0,46%), con pocas variaciones para el resto ($0,35 \pm 0,04\%$). En general, un $44,2 \pm 11,5\%$ del fósforo total se presenta en la forma de PFi, aunque este valor alcanzó 61,5% para el caso de T, mientras en el resto de las fórmulas el PFi tuvo una menor ($P < 0,01$) participación relativa respecto al fósforo total ($39,8 \pm 7,3\%$). Los mayores valores de AFi correspondieron a ATM y T (570 y 300 U/kg, respectivamente), mientras que A y ATMS no presentaron actividad para dichas enzimas.

DISCUSIÓN

La composición química de de las fórmulas evaluadas se ajustó a lo esperado según los ingredientes declarados por los fabricantes, así como a lo señalado en la Tabla de Composición de Alimentos Industrializados (16).

Tradicionalmente los cereales son incorporados de modo temprano en la ración de infantes lactantes en virtud de considerarse una fuente de energía (80 kcal/100 g), ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas, particularmente tiamina (1). Sin embargo, es conocida su limitación en cuanto al contenido y balance de aminoácidos esenciales, especialmente triptófano y lisina, ambos de particular importancia en fórmulas dirigidas a los primeros meses de vida, donde los requerimientos de proteína por kilogramo de peso llegan a ser tres veces superiores a los considerados para la edad adulta (6). Lo anterior permite suponer uno de los motivos para incorporar el aislado de soya en ATS y ATMS, y generar de este modo, complementos con mayor participación de proteína cruda.

El contenido de PFi se localizó en el rango referido (7) para los granos de cereales (0,08 a 0,18%) y de oleaginosa (0,37%) empleados en las fórmulas consideradas, y es similar a lo señalado por diversos autores para fórmulas destinadas a la alimentación infantil, quienes indican valores de 0,18 (18); 0,19 (17); 0,23 (6) y 0,25 % (1). Es de resaltar que el contenido de PFi en estos complementos es el resultado no sólo de los cereales que integran los alimentos, sino también de las diferentes estrategias tecnológicas empleadas durante el procesamiento agroindustrial, tales como molienda, remojo, germinación, fermentación, descascarillado y autoclave, las cuales son dirigidas a reducir el impacto

nutricional de los metabolitos secundarios (6,18).

En lo referente a la participación del PFi en el fósforo total, los valores obtenidos se encuentran dentro de lo señalado en la literatura para los granos de cereales (45-73%) y de oleaginosa (65%) empleados en la elaboración de las fórmulas evaluadas, y sugieren limitantes a la biodisponibilidad del fósforo presente en dichos productos comerciales (7).

El consumo de alimentos con alto contenido de fitatos ha sido correlacionado con un pobre estatus de hierro y cinc, por lo que las dietas para infantes son usualmente fortificadas con dichos minerales. A pesar de lo anterior, un estudio conducido en Suecia con 300 niños de 6 a 12 meses de edad con una ingesta adecuada de minerales, reveló una elevada frecuencia de aparición de anemia y deficiencias de hierro y cinc, lo que hace suponer un efecto de los fitatos, independientemente de las estrategias de suplementación mineral de tales alimentos (19).

Si bien la literatura no presenta resultados acerca de AFi en fórmulas infantiles, algunos autores (6,7) señalan que de las materias primas identificadas por los fabricantes como ingredientes, sólo presentan AFi el trigo (1565-2078 U/kg) y el arroz y sus subproductos (112-134 U/kg). La amplia actividad de fosfatohidrolasas que exhibe el grano de trigo permite suponer una mayor participación relativa de este cereal en las fórmulas identificadas como T, ATM y ATS, quienes en su conjunto mostraron los mayores registros para esta variable.

La hidrólisis del *myo*-inositol hexafosfato por medio de fitasas es el método más eficiente para reducir el efecto antinutricional de este metabolito (8). Debido a la baja AFi en el tracto digestivo de monogástricos y la limitada participación en la ración de fitasas intrínsecas, la incorporación de fitasas exógenas, fundamentalmente de origen microbiano (*Bacillus subtilis*, *Saccharomyces sp.* o *Aspergillus sp.*), ha demostrado ser una alternativa en la industria de alimentos balanceados para animales, aunque su uso aun no está autorizado para el desarrollo de estrategias de alimentación funcional de seres humanos (3,6,7).

CONCLUSIONES

Se concluye que la composición química, contenido de fósforo fítico y actividad de fitasa se ajustan a lo estimado de acuerdo a los componentes indicados por los fabricantes de las fórmulas infantiles comer-

ciales consideradas en el presente estudio, con una importante fracción del fósforo total en forma de fitatos, y una actividad de fitasa asociada a la presencia de trigo en las fórmulas.

REFERENCIAS

1. Febles CI, Arias A, Hardisson A, Rodríguez-Álvarez C, Sierra A. Phytic acid level in infant flours. *Food Chem* 2001; 74:437-441.
2. Thompson LU. Potential health benefits and problems associated with antinutrients in foods. *Food Res Int* 1993; 26:131-149.
3. Hurrell RF, Reddy MB, Juillerat MA, Cook JD. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. *Am J Clin Nutr* 2003; 77:1213-1219.
4. Frias J, Doblado R, Antezana JR, Vidal-Valverde C. Inositol phosphate degradation by the action of phytase enzyme in legume seeds. *Food Chem* 2003; 81:233-239.
5. Alonso ME, Ávila JL, Calcagno MP. Los Cereales en el Trópico Suramericano. Técnicas Modernas de Conservación. Venezuela: Universidad de Los Andes. Fundación Empresas Polar. Publicaciones ViceRectorado Académico-CODEPRET-CDCHT; 2009.
6. Frontela C. Efecto de la adición de fitasa sobre la biodisponibilidad mineral in vitro en papillas infantiles. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria: Universidad de Murcia. España [en línea] 2007, [citado 2012-08-14]. Disponible en Internet: <http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/2113/1/FrontelaSaseta.pdf>.
7. Godoy S, Chicco C, Meschy F, Requena F. Phytic phosphorus and phytase activity of animal feed ingredients. *Interciencia* 2005; 30:24-28.
8. Afinah S, Yazid AM, Anis MH, Shuhaimi M. Phytase: application in food industry. *Int Food Res J* 2010; 17:13-21.
9. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis 16th Ed. Washington D.C.; 1999.
10. Fick K, McDowell P, Miles N, Wilkinson J, Funk J, Conrad J. Métodos de Análisis de Minerales Para Tejidos de Plantas y Animales. 2da Ed. Florida: Universidad de Florida; 1979.
11. Fiske CH, Subarrow Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J Biol Chem* 1925; 66:375-400.
12. Harland BF, Oberleas D. A modified method for phytate analysis using an ion-exchange procedure: application to textured vegetable proteins. *Cereal Chem* 1977; 54:827-832.
13. Bitar K, Reinhold H. Phytase and alkaline phosphatase activities in intestinal mucosa of rat, chicken, calf and man. *Biochem Biophys Acta* 1972; 268:442-452.
14. Eeckhout W, De Paepe M. Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. *Anim Feed Sci Technol* 1994; 47:19-29.
15. SAS. User's guide. 4th Ed. EUA: Statistical Analysis System Institute, Inc; 1994.
16. Bejarano E, Bravo M, Huamán M, Huapaya C, Roca A, Rojas E. Tabla de Composición de Alimentos Industrializados. Perú: Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición [en línea] 2002, [citado 2012-08-17]. Disponible en Internet: http://www.nutrinfo.com/archivos/ebooks/tabla_composicion_alim_peru.pdf. ISBN 9972-857-32-8.
17. Kana MM, Gouado I, Mananga MJ, Asongni WD, Amvam PH, Oberleas D, Tetanye E. Trace elements in foods of children from Cameroon: A focus on zinc and phytate content. *J Trace Elem Med Biol* 2012; 26:201-204.
18. Hurrell RF, Reddy MB, Juillerat MA, Cook JD. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. *Am J Clin Nutr* 2003; 77:1213-1219.
19. Lind T, Lönnerdal B, Persson LÅ, Stenlund H, Tennefors C, Hernell O. Effects of weaning cereals with different phytate contents on hemoglobin, iron stores, and serum zinc: a randomized intervention in infants from 6 to 12 mo of age. *Am J Clin Nutr* 2003; 78:168-175.

Recibido: 05-09-2012

Aceptado: 13-11-2012

Antioxidant activity of four color fractions of bee pollen from Mérida, Venezuela

Elizabeth M. Pérez-Pérez, Patricia Vit, Efraín Rivas, Rosa Sciortino, Angel Sosa, Daniel Tejada, Antonio J. Rodríguez-Malaver

Departamento de Bioanálisis Clínico, Facultad de Farmacia y Bioanálisis,
Departamento Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis,
Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela

SUMMARY. Bee pollen has been reported to show antioxidant and radical scavenging activities; contributing to anti-inflammatory and gastroprotective properties. Venezuelan honeybee pollen has been little studied, but is consumed because its properties are known from other countries reports. On the basis of these reports, water, ethanol and methanol soluble fractions were prepared from dried bee-pollen commercially available and produced by La Montaña farm (Mérida, Venezuela). These fractions were evaluated for their functional properties, specifically, polyphenol content and total antioxidant activity. Pollen samples were separated by color in four fractions: yellow, brown, orange and ochre. Polyphenol content ranged between 396.7 to 1286.7 gallic acid equivalents GAE/100 g pollen; it was highest in pollen homogenates obtained with ethanol, followed by those obtained with methanol and water. The antioxidant activity ranged from 0.50 to 1.84 μ moles Trolox equivalents TEAC/100 g for water and ethanol homogenates respectively. The results presented in this work suggest that the ethanol extract of bee pollen show a potent antioxidant activity, comparable to human plasma, probably due to total polyphenol content of bee pollen. This is important because the bee pollen would be beneficial not only as a dietary supplement but also as a functional food.

Key words: Antioxidant activity, bee pollen, ethanol extract, Mérida, polyphenol content, Venezuela.

RESUMEN. Actividad antioxidante de polen apícola de Mérida, Venezuela, fraccionado en cuatro colores. Se ha reportado que el polen de las abejas tiene actividad antioxidante y secuestra radicales libres; relacionada con sus propiedades antiinflamatorias y gastroprotectivas. El polen apícola de Venezuela ha sido poco estudiado, pero se consume gracias a las propiedades conocidas por reportes provenientes de otros países. Tomando como base estos reportes, se prepararon fracciones solubles en agua, etanol y metanol del polen apícola seco comercialmente disponible y producido por la Granja La Montaña (Mérida, Venezuela). Estas fracciones fueron evaluadas en cuanto a sus propiedades funcionales, específicamente, contenido de polifenoles y la actividad antioxidante total. Las muestras de polen fueron separadas en cuatro fracciones de acuerdo al color: amarillo, marrón, naranja y ocre. El contenido de polifenoles se encontraba entre 396,7 a 1286,7 equivalentes de ácido gálico EAG/100 g de polen, y fue mayor en los homogenatos obtenidos con etanol, seguido por aquellos obtenidos con metanol y agua. La actividad antioxidante varió entre 0.50 a 1.84 μ moles equivalentes de Trolox TEAC/100 g par los homogenatos de agua y etanol respectivamente. Los resultados presentados en este trabajo sugieren los extractos de etanol de polen de abejas presentan una potente actividad antioxidante, comparable al plasma humano, probablemente debida a su contenido total de polifenoles. Esto es importante ya que el polen de abejas podría servir no solo como un suplemento alimenticio sino como una alimento funcional.

Palabras clave: Actividad antioxidante, polen apícola, extracto etanólico, Mérida, contenido de polifenoles, Venezuela.

INTRODUCTION

Reactive oxygen species (ROS) are implicated in a wide range of human diseases including atherosclerosis, stroke, and diabetic retinopathy. When an imbalance between generated ROS and available antioxidants occurs, oxidative damage will spread via free radical generation in many cellular materials (*e.g.*, DNA, lipids, and proteins). For

this reason, the chemical natures and quantities of antioxidants in foods and medicinal plants have attracted much interest in recent years (1). Among them, honeybee-derived apicultural products, such as pollen, have been applied for centuries in alternative medicine as well as in food diets and supplementary nutrition due to their nutritional and physiological properties, mainly linked to the floral species or cultivars (2).

Bee pollen is a fine powder-like material produced by

flowering plants pollen, mixed with nectar and bee secretions and gathered by the honey-bees. Pollens are the male reproductive cells of flowers and bees primary food source, containing concentrations of phytochemicals and nutrients and rich in secondary metabolites (3). It is known that bee pollen contains lipids, sugars, proteins, amino acids, vitamins, mineral substances, trace elements, carotenoids, polyphenolics such as flavonoids, and carbohydrates (4). Especially, the carbohydrates are derived from the nectar with which the flower pollen has been mixed in the flowers. The phenolic composition of pollen principally consists of flavonol glycosides and of hydroxycinnamic acids (5). This composition tends to be species-specific and has been related to the therapeutic properties (antibiotic, antineoplastic, antidiarrhoeic and antioxidant) of pollen (6). Flavonoids content are regarded as principal indicating ingredient substances of bee pollen and can be used for setting up quality standards in relation to their nutritional-physiological properties and for quality control of commercially distributed pollen preparations (7).

During ancient times, people throughout the world commonly used bee pollen, for the goodness and medicinal properties. In recent years, the physiological functionality of natural foods has received much attention, due to increasing interest in human health. Among natural products, honey bee derived apicultural products such as pollen and propolis have been applied for centuries in traditional medicine as well as in food diets and supplementary nutrition (8). In this sense, it has been reported that bee pollen prevents osteoporosis by increasing bone mass and exhibits antiallergic action (9-11). In addition, bee pollen has been reported to show antioxidant and radical scavenging activities (12-14), and recently, Akkol (15) have reported that antinociceptive (reducing sensitivity to painful stimuli), anti-inflammatory, gastroprotective and antioxidant effects of pure honey and honey-bee pollen mix formulation were evaluated comparatively.

On the basis of these reports, were prepared water, ethanol and methanol soluble fractions from dried honeybee-collected pollen commercially available and produced by La Montaña farm (Mérida, Venezuela). These fractions were evaluated for their functional properties, specifically, polyphenol content and total antioxidant activity (TAA).

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

Methanol [high performance liquid chromatography (HPLC) grade], 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS), sodium persulphate, and 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox) were purchased from Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO). Ethanol, Folin-Ciocalteu reagent, sodium carbonate, and gallic acid were purchased from Merck (Darmstadt, Germany). Milli-QR plus water (Millipore, Bedford, MA) was used for all preparations.

Bee pollen samples

Bee pollen samples were acquired from La Montaña farm (Mérida, Venezuela), where it is collected in pollen traps and sun-dried before packaging. Pollen samples were visually separated into four fractions according to the colors observed on white paper: 1 yellow pollen, 2 brown pollen, 3 orange pollen, and 4 ochre pollen. Each pollen fraction was ground in a mortar and was frozen until analysis. These colors were also observed in supernatants obtained with water, methanol and ethanol homogenization. Each biochemical test was performed by triplicate.

Preparation of bee pollen homogenates

A weight of 0.10 ± 0.01 g of each bee pollen fraction was placed on a glass homogenizer (Thomas No. A3528, USA), and 5 mL of Milli-QR plus water, methanol 99.9% (v/v) or ethanol 95% (v/v) were added, and homogenized on ice bath. Homogenates were centrifuged in a BHG Optima II (USA) centrifuge at 3,000 rpm by 10 min, and supernatants were used for biochemical analysis. Color was estimated by quantification of absorbance at 440 nm (Abs440) against a blank of water, methanol or ethanol, respectively.

Chemical analysis

Measurement of polyphenol content

Polyphenol contents were analyzed by spectrometry at 765 nm using Folin-Ciocalteu reagent (16). We mixed 100 μ L of bee pollen extracts with 500 μ L of Folin-Ciocalteu's reagent diluted 1/10 with water, and added 400 μ L of sodium carbonate 7.5% (w/v). The absorbance was recorded at 765 nm after 10 min of reaction at 37°C, against a blank with MQ water instead of sample. Polyphenol contents were measured with a calibration curve using a solution of 0.1 g/L of gallic acid as standard (0, 0.25, 0.05 and 0.1 g/L).

TAA Determination: ABTS+• Method (assay of ethanolic decolorization)

ABTS was dissolved in water to a 7 mM concentration. ABTS radical cation (ABTS+•) was produced by reacting 7 mM stock solution with potassium persulfate to a final concentration of 2,45 mM (in water), in the dark at room temperature (RT) for 12-16 h before use (17). For bee pollen samples analysis, ABTS+• solution was diluted with 20% ethanol (v/v) until 0.60-0.70 absorbance units at 735 nm and RT. Were taken 100 µL of bee pollen homogenates diluted in water, methanol or ethanol, and mixed with 7.5 ml of ABTS+• solution diluted in ethanol 20% (v/v). Were measured absorbance values 6 min after mixture. Was used a solution of 8 mM Trolox as antioxidant standard. Trolox was diluted to obtain 1, 2, 4 and 8 µM in 5 mM PBS buffer (pH 7.4). Was calculated decolorization percentage at 734 nm after 6 min and plotted as a function of different Trolox concentrations, and was reported TAA value of sample in comparison to the equation of the straight line obtained from this plot. TAA value for a given sample would be equivalent to Trolox concentration that produces the same decolorization percentage.

Statistics

All experiments were done in triplicate. Data were analyzed by ANOVA, with average comparison through post hoc Scheffé test (18) using SPSS 12.0 (SPSS) software. Are indicated statistical differences to $p < 0.05$.

RESULTS

It is interesting to observe that each solvent (ethanol, methanol, water) produced a bee pollen homogenates of different colors, with biggest Abs₄₄₀ values in homogenates using ethanol as solvent (Table 1).

The highest polyphenol content was observed on bee pollen extracted with ethanol, followed by those obtained with methanol, and being lower in the water homogenates (Table 2). Besides, polyphenol content of ethanol homogenates is higher for yellow and brown pollen, and lower for orange and ochre pollen. In general lines, orange and ochre bee pollen present the lowest values of polyphenol content with every solvent used in this study (Table 2).

TAA values of pollen homogenates in different solvents are presented in Table 3. It can be seen that highest TAA is observed in bee pollen homogenized

with ethanol, while water homogenates presented the lower TAA values. The highest TAA values are observed for ochre and brown pollen samples homogenized with ethanol.

DISCUSSION

In previous works with bee pollen from Cacute (Mérida, Venezuela), yellow pollen (*Brassica napus*, Brassicaceae), brown pollen (*Zea mays*, Poaceae), creamy pollen (*Datura arborea*, Solanaceae) and the orange pollen (*Fraxinus americana* Oleaceae) were identified by melissopalynology (19). Later, colors of bee pollen from Misintá another location in the Venezuelan Andes were identified as yellow (*Brassica napus* Brassicaceae, *Rumex acetosella* Polygonaceae), orange (*Fraxinus americana* Oleaceae, *Guazuma ulmifolia* Malvaceae, *Hyptis suaveolens* Labiatae), ochre (*Coriandrum sativum* Apiaceae, *Eucalyptus* sp. Myrtaceae, *Zea mays* Poaceae, *Psidium* sp. Myrtaceae), dark brown (*Parkinsonia aculeata* Fabaceae-Caesalpinioideae, *Prunus persica* Malvaceae) and green (*Malus silvestris* and *Fragaria vesca* Malvaceae) (20). More color classes were separated and other species identified in the brown (*Medicago denticulata* Fabaceae-Faboideae, *Myrcia acuminata* Myrtaceae and yeast), dark brown (*Parkinsonia aculeata* Fabaceae-Caesalpinioideae), and ochre (*Cercidium praecox* Fabaceae-Caesalpinioideae) fractions (21). Although in the present work melissopalynological analysis were not included, the above mentioned species are botanical references for bee pollen from the Venezuelan Andes.

In the present study was evaluated the TAA activity of bee pollen, previously separated in four color sets, homogenized with water, methanol and ethanol. In general, was observed that the descending order of antioxidative activities was ethanol preparations, followed by methanol homogenates, and last water extracts (Table 3). In the same way, the highest polyphenol content values were observed in ethanol bee pollen homogenates, followed by methanol homogenates and water homogenates (Table 2). Regarding to TAA values of different colors of pollen, the highest values of antioxidant activity were seen in brown and ochre bee pollen, especially in ethanol and methanol extracts. It is interesting to note that ethanol pollen extracts presented the highest absorbance 440 nm, TAA and polyphenol content values, (Tables 1, 2 and 3). Campos et

TABLE 1. Colors of bee pollen extracts in different solvents

Bee pollen	Absorbance at 440 nm		
	Water extract	Methanol extract	Ethanol extract
Original sample*	0.14 ± 0.04 ^{b,2}	0.12 ± 0.03 ^{a,1}	0.76 ± 0.24 ^{c,3}
	Color fractions		
Yellow	0.23 ± 0.10 ^{d,1}	0.56 ± 0.06 ^{e,2}	0.78 ± 0.22 ^{c,3}
Brown	0.18 ± 0.02 ^{c,1}	0.47 ± 0.06 ^{d,3}	0.38 ± 0.03 ^{a,2}
Orange	0.11 ± 0.04 ^{a,1}	0.27 ± 0.05 ^{c,2}	0.44 ± 0.03 ^{b,3}
Ochre	0.18 ± 0.04 ^{c,1}	0.25 ± 0.04 ^{b,2}	0.90 ± 0.24 ^{d,3}

* bee pollen including all colors. Data are mean ± SE values (n = 3). Columns within a sample sharing the same letter are not significantly different by post hoc Scheffé test (P < 0.05). Rows within a sample sharing the same number are not significantly different by post hoc Scheffé test (P < 0.05).

TABLE 2. Polyphenol content of pollen extracts in different solvents

Bee Pollen Color	Polyphenol content (mg equivalents gallic acid/100 g pollen, GAE/100 g pollen)		
	Water extract	Methanol extract	Ethanol extract
Original sample*	496.65 ± 35.73 ^{b,1}	755.00 ± 91.21 ^{c,2}	1540.00 ± 56.21 ^{d,3}
	Color fractions		
Yellow	501.65 ± 93.25 ^{c,1}	841.65 ± 127.54 ^{d,2}	1286.65 ± 72.54 ^{c,3}
Brown	578.50 ± 68.65 ^{d,1}	1000.00 ± 137.24 ^{e,2}	1258.00 ± 34.24 ^{c,3}
Orange	396.65 ± 23.73 ^{a,1}	666.65 ± 60.65 ^{b,2}	1113.35 ± 105.65 ^{b,3}
Ochre	621.65 ± 62.50 ^{e,2}	303.34 ± 55.54 ^{a,1}	861.65 ± 105.54 ^{a,3}

* bee pollen including all colors. Data are mean ± SE values (n = 3). Columns within a sample sharing the same letter are not significantly different by post hoc Scheffé test (P < 0.05). Rows within a sample sharing the same number are not significantly different by post hoc Scheffé test (P < 0.05).

TABLE 3. Total Antioxidant Activity (TAA) of pollen extracts in different solvents

Bee Pollen Color	Total antioxidant activity (TAA) (μmoles Trolox equivalents (TEAC)/100 g bee pollen)		
	Water extract	Methanol extract	Ethanol extract
Original Sample*	0.50 ± 0.07 ^{b,1}	1.72 ± 0.28 ^{b,2}	1.84 ± 0.16 ^{d,3}
Yellow	0.70 ± 0.18 ^{c,1}	1.80 ± 0.20 ^{d,3}	0.94 ± 0.04 ^{a,2}
Brown	0.62 ± 0.06 ^{d,1}	1.72 ± 0.33 ^{b,2}	1.79 ± 0.18 ^{c,3}
Orange	0.55 ± 0.05 ^{c,1}	0.71 ± 0.23 ^{a,2}	1.21 ± 0.15 ^{b,3}
Ochre	0.39 ± 0.11 ^{a,1}	1.73 ± 0.13 ^{c,2}	1.89 ± 0.12 ^{e,3}

* bee pollen including all colors. Data are mean ± SE values (n = 3). Columns within a sample sharing the same letter are not significantly different by post hoc Scheffé test (P < 0.05). Rows within a sample sharing the same number are not significantly different by post hoc Scheffé test (P < 0.05).

al. (22) demonstrated that the flavonoid/phenolic components must play a significant role in the free radical capacity scavenging of bee pollen based on the observation that the bee pollen which exhibit the highest activity is that with the highest level of flavonoids and phenolic acid derivatives.

Maruyama et al. (2) studied anti-inflammatory effects of water and ethanol extract of bee pollen from *Cistus* sp. from Spanish origin. The pollen extracts were administered orally to rats, and one hour later paw edema was produced by injecting of 1% solution

of carrageenan, and paw volume was measured before and after carrageenan injection up to 5 h. They found that the water extract showed almost no inhibitory activity of carrageenan-induced paw edema, but ethanol extract showed relatively strong inhibition of paw edema. Also, flavonoids were isolated and purified from the ethanol extract of bee pollen, and identified at least five flavonoids and their glycosides. Finally, the ethanol pollen extract presented a higher radical scavenging activity than water extract.

On the other hand, Graikou *et al.* (13) studied antio-

oxidant activity of Greek pollen, but found that water extracts presented higher antioxidant activity than methanol extracts. Also, in water extract seven flavonoids have been isolated and identified by modern spectral means, and from the methanolic extract, sugars, lipid acids, phenolic acids and their esters have been also identified, which mainly participate to the biosynthetic pathway of pollen phenolics. In conclusion, the Greek pollen is rich in flavonoids and phenolic acids which indicate the observed free radical scavenging activity. In another research, Silva et al. (23) determined the free radical scavenging activities of different solvent extracts of pollen using DPPH assay. This activity varied according to the solvent used in each extract, and decreased in the order: EtOAc>EtOH>Hexane extract. It appears that the EtOAc extract of the pollen is a good scavenger of active oxygen species. As can be seen from these studies, the free radical scavenging activities and TAA activities depend of solvent used for extraction. Lotus (67.8 eq/g FRAP, 112.1 eq/g DPPH) and escalonia (69.5 eq/g FRAP, 119.9 eq/g DPPH) pollen from Chile showed that antioxidant activity was lower with FRAP than DPPH essays, and both results correlated negatively with Cu, Mn, Fe, Zn (24). The effective concentration (EC50) was used to measure the free radical scavenging activity with the DPPH assay to compare floral and bee pollen, which was over 28-fold higher in the bee corn pollen ($7.42 \pm 0.12 \mu\text{g/ml}$), than the floral corn pollen ($212 \pm 13.6\% \mu\text{g/ml}$) (25). These authors found 7-O-Rapigenin as the major active compound in bee pollen. The antioxidant activity of organic bee pollen from Portugal (Cistaceae *Cistus*, Boraginaceae *Echium*, Rosaceae *Prunus*, Fagaceae *Castanea*, Asteraceae *Leontodon*, Fabaceae *Trifolium*, Ericaceae *Erica*, Fagaceae *Quercus*, Mimosaceae *Mimosa*, Myrtaceae *Eucalyptus*, Rosaceae *Rubus*) varied between $3.0 \pm 0.7 \text{ mg/mL}$ with DPPH, and $4.6 \text{ mg/mL} \pm 0.9 \text{ mg/mL}$ β -carotene bleaching assays values (EC50) (26).

Polyphenol content determined using the Folin-Ciocalteu reagent ranged from 396.7 to 1286.7 GAE/100 g pollen. This values are in concordance with those found by Freire et al. (27) in honey bee pollen collected from Bahia (Brazil), which are between 410.5 to 2130.2 mg GAE/100 g pollen; or by Morais et al. (14) who reported total phenolic content of five Portuguese honeybee pollen between 100.5 and 1600.8 mg GAE/100 g pollen. Both pollen samples from Brazil and Portugal above mentioned had high

antioxidant activity. Pollen studied in this work showed a high antioxidant activity, similar and in some cases higher than plasma antioxidant system like ascorbic acid ($1.05 \pm 0.02 \text{ mM}$ of Trolox equivalents), \pm -tocopherol ($0.97 \pm 0.06 \text{ mM}$ of Trolox equivalents), glutation ($1.28 \pm 0.04 \text{ mM}$ of Trolox equivalents) y uric acid ($1.05 \pm 0.02 \text{ mM}$ of Trolox equivalents) (17). A wide range of flavonoid types has been determined previously from pollen of different geographic origin among which mainly flavones, flavonols, dihydroflavonols and chalcones. Flavonoids are widely recognized as reliable chemotaxonomic markers not only of plants but also of bee pollen and honey; and the flavonoids in pollen and honey give special information of geographic and botanical origin of pollen (28).

CONCLUSIONS

To our knowledge, this is the first report on the biological activities of Venezuelan bee pollen. However, further studies are needed to clarify the type of flavonoids presented in Venezuelan honey bee pollen and possible mechanisms of action for flavonoids and other constituents of pollen. In conclusion, the results presented in this work suggest that the ethanol extract of bee pollen show a potent antioxidant activity, comparable to other found in plasma, probably due to the total polyphenol content of plant origin. This is important because the bee pollen would be beneficial not only as a dietary supplement but also as a functional food.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y Artístico, Universidad de Los Andes (Mérida) CDCHTA-ULA Grant No. 1312-05-03-A.

REFERENCES

1. Finkel T. Signal transduction by reactive oxygen species. *J. Cell Biol.* 2011; 194: 7-15.
2. Maruyama H, Sakamoto T, Araki Y, Hara H. Anti-inflammatory effect of bee pollen ethanol extract from *Cistus* sp. of Spanish on carrageenan-induced rat hind paw edema. *BMC Compl. Alt. Med.* 2010;10:30-41.
3. Leblanc BW, Davis OK, Boue S, Delucca A, Deeby T. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food Chem.* 2009; 115:1299-1305.
4. Human H, Nicolson SW. Nutritional content of fresh,

- bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry* 2006; 67:1486-92.
5. Campos MG, Markhan KR, Mitchell KA; Proenca DA, Cunha A. An approach to the characterization of bee pollens via their flavonoid/phenolic profiles. *Phytochem. Analysis* 1997; 8:181-5.
 6. Almaraz-Abarca N, Campos MG, Avila-Reyes JA, Naranjo-Jimenez N, Herrera-Corral J, Gonzalez-Valdez LS. Variability of antioxidant activity among honeybee-collected pollen of different botanical origin. *Interciencia* 2004; 29:574-8.
 7. Kanner J, Frankel E, Granit R, German B, Kinsella JE. Natural antioxidants in grapes and wines. *J. Agric. Food Chem.* 1994;42:64-9.
 8. Kroyer G, Hegedus N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Innov. Food Sci. Emerg. Tech.* 2002;2:171-4.
 9. Yamaguchi M, Hamamoto R, Uchiyama S, Ishiyama K, Hashamoto K. Preventive effects of bee pollen *Cistus ladaniferus* extract in bone loss in streptozotocin-diabetic rats in vivo. *J. Health Sci.* 2007; 53:190-5.
 10. Medeiros KC, Figueiredo CA, Figueiredo TB, Freire KR, Santos FA, Alcantara-Neves NM, Silva TM, Piuvezam MR. Anti-allergic effect of bee pollen phenolic extract and myricetin in ovalbumin-sensitized mice. *J. Ethnopharm.* 2008; 119: 41-6.
 11. Ishikawa Y, Tokura T, Ushio H, Niyonsaba F, Yamamoto Y, Tadokoro T, Ogawa H, Okumura K. Lipid-soluble components of honeybeecollected pollen exert antiallergic effect by inhibiting IgE-mediated mast cell activation in vivo. *Phytotherapy Res.* 2009; 23:1581-6.
 12. Ikeno K, Kakimoto K, Nakamura T, Ikeno T, Shinohara R. Antioxidative activity of honeybee pollen. *Honeybee Sci.* 2004; 25: 113-8.
 13. Graikou K, Kapeta S, Aligiannis N, Sotirouids G, Chondrogianni N, Gonos E, et al. Chemical analysis of Greek pollen - Antioxidant, antimicrobial and proteasome activation properties. *Chem. Central J.* 2011; 5: 33-42.
 14. Morais M, Moreira L, Feás X, Estevinho LM. Honeybee-collected pollen from five Portuguese Natural Parks: palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food Chem. Toxicol.* 2011; 49: 1096-101.
 15. Akkol EK, Oohan DD, Gurbuz I, Yesilada E. In vivo activity assessment of a "honey-bee pollen mix" formulation. *Pharm. Biol.* 2010; 48: 253-59.
 16. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 1999; 299:152-78.
 17. Re R, Pellegrini N, Protoggnte A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity in improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad. Biol. Med.* 1999; 26: 1231-7.
 18. Duncan AJ. Control de Calidad y Producción Industrial. SPSS for Windows. Base system user's guide, release 12.0. SPSS Inc.; Chicago, USA; 1990.
 19. Vit P, Herrera P, Rodríguez D, Carmona J. Caracterización de polen apícola fresco recolectado en Cacute, en los Andes venezolanos. *Rev. Inst. Nac. Hig. Rafael Rangel* 2008; 39(2):7-11.
 20. Barth OM, Da Silva de Freitas A, Oliveira Sales E, Carmona J, Vit P. Botanical origin of bee pollen from the Venezuelan Andes, Misintá. 41st. APIMONDIA Congress; Montpellier, France, 15-20 Septiembre. 2009.
 21. Barth OM, Freitas AS, Oliverira Sales E, Vit P. Palynological evaluation of bee pollen load batches from the Venezuelan Andes of Misintá. *Interciencia* 2011; 36(4):296-9.
 22. Campos MG; Webby RF, Markham KR, Mitchell KA, Cunha AP. Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. *J. Agric. Food Chem.* 2003; 51:742-5.
 23. Mejias E, Montenegro G. The antioxidant activity of Chilean honey and bee pollen produced in the Llaima Volcano's Zones. *J. Food Qual.* 2012; 35:315-322.
 24. Chantarudee A, Phuwapraisirisan P, Kimura K, Okuyama M, Mori H, Kimura A, Chanchao C. Chemical constituents and free radical scavenging activity of corn pollen collected from *Apis mellifera* hives compared to floral corn pollen at Nan, Thailand. *BMC Compl. Alternative Med.* 12:45- <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1472-6882-12-45.pdf>
 25. Feás X, Vázquez-Tato MP, Estevinho L, Seijas JÁ, Iglesias A. Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *Molecules* 2012; 8359-8377.
 26. Silva TM, Camara CA, Lins AC, Agra MDE, Silva EM, Reis IT, et al. Chemical composition, botanical evaluation and screening of radical scavenging activity of collected pollen by the stingless bees *Melipona rufiventris* (Uruçu-amarela). *Anais Acad. Bras. Ciênc.* 2012; 81:173-8.
 27. Freire RE, Lins AC, Dorea MC, Santos FA, Camara CA, Silva TM. Palynological origin, phenolic content, and antioxidant properties of honeybee-collected pollen from Bahia, Brazil. *Molecules* 2012;17:1652-64.
 28. Serra-Bonvehí J, Soliva-Torrentó M, Centelles-Lorente E. Evaluation of Polyphenolic and Flavonoid Compounds in Honeybee-Collected Pollen Produced in Spain. *J. Agric. Food Chem.* 2001; 49:1848-53.

Recibido: 20-07-2012

Aceptado: 22-12-2012

Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn.

Alexia Torres

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar.
Sartenejas, Caracas-Venezuela

RESUMEN. El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) es apreciado por sus cualidades nutritivas y ser fuente de compuestos antioxidantes, calcio, fósforo, potasio y hierro, azúcares, ácidos orgánicos, pectinas y flavonoides. En este estudio se determinaron parámetros físicos (peso, tamaño, fuerza compresión, humedad) y químicos ($^{\circ}$ Brix, acidez titulable, pH, proteína, fibra dietaria, cenizas, minerales y bioaccesibilidad de minerales, pectina, compuestos antioxidantes) del fruto procedente del Estado Aragua, Venezuela, como una contribución para incentivar y diversificar su consumo. La caracterización reflejó que los frutos estaban en estado de madurez para su consumo ($^{\circ}$ Brix 10,51, pH 3,5, acidez 0,02 g/100 ml y fuerza de compresión 4,32 Kg/cm²), con rendimiento de pulpa del 74%. Los resultados del análisis de la pulpa madura reflejan un aporte de 30 Kcal/100g, fibra dietaria (4,10g/100g) y valores de fósforo, calcio, magnesio potasio y hierro de 331,32; 21,25; 21,18; 17,03; 7,44 mg/100g respectivamente. Se obtuvo 6,71 y 1,86 % de bioaccesibilidad para calcio y hierro. La pectina extraída (1,00 g/100g) resultó ser de alto metoxilo y alto grado de esterificación. La capacidad antioxidante de la pulpa madura (EC₅₀ de 165 g /g DPPH y poder reductor de 0,07 mmol Fe +2/100g) pudiera atribuirse a la presencia de ácido ascórbico (23,32 mg/100g), licopeno (1,22 mg/100g), compuestos fenólicos (1,39 mg EAG/ g), antocianinas (0,29 mg cianidina/g) y taninos (0,40 mg catequina/100g). Los resultados obtenidos pueden ser utilizados para promover los beneficios sobre la salud y sugerir su uso como ingrediente funcional en el desarrollo de productos.

Palabras clave: Compuestos bioactivos, ingrediente funcional, pulpa, *Cyphomandra betacea*, tomate de árbol.

SUMMARY. Physical, chemical and bioactive compounds of tree tomato (*Cyphomandra betacea*). Tree tomato (*Cyphomandra betacea*) is appreciated for its excellent nutritional qualities, being considered a good source of antioxidants compounds, calcium, phosphorus, potassium and iron, sugars, organic acids, pectins and flavonoids. In this study, were evaluated physical parameters (weight, size, compression strength and humidity) and chemical ($^{\circ}$ Brix, titratable acidity, pH, protein, dietary fiber, ash, minerals and their bioaccessibility, pectin, antioxidants compounds) of the fruit from the Aragua State, Venezuela, as a contribution to stimulate and diversify the consumption of the tree tomato. The characterization showed that the fruits were at the ripening stage for consumption ($^{\circ}$ Brix 10.51, pH 3.5, acidity 0.02 g/100ml and 4.32 Kg/cm² compression strength) gave a yield of 74% pulp. The analytical results of the ripped pulp showed a content of 30 Kcal/100g, dietary fiber (4.10g/100g), and minerals such as phosphorous, calcium, magnesium, potassium and iron (331.32, 21.25, 21.18, 17.03 and 7.44 mg/100g, respectively). Bioaccessibility values of 6.71 and 1.86% were reported for calcium and iron. The extracted pectin (1.00 g/100g) was classified as high methoxyl with high degree of esterification. The antioxidant capacity of the ripped pulp (EC₅₀ of 165.00 g /g DPPH and reducing power of 0.07 mmol Fe +2/100g), could be attributed to the presence of ascorbic acid (23.32 mg/100g), lycopene (1.22 mg/100 g), and phenolic compounds (1.39 mg GAE/g), anthocyanins (0.29 mg cyanidin/g) and tannins (0.40 mg catechin/100g). The results obtained encourage the nutritional benefits and suggest applications as a functional ingredient in food product development.

Key words: Bioactive compounds, functional ingredient, pulp, *Cyphomandra betacea*, tree tomato.

INTRODUCCIÓN

El tamarillo o tomate de árbol, *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn, pertenece a la familia Solanaceae. Se le encuentra en regiones de clima subtropical, siendo originario de América del Sur. En países como Colombia y Nueva Zelanda, tiene im-

portancia comercial y es producto de exportación. En Argentina, Brasil, y Venezuela también es conocido y se está comenzando a considerarse un cultivo de interés por sus características nutricionales (1). Puede ser consumido crudo, en ensaladas, como postre, aperitivo y en combinación con otros productos. Por el contenido de pectina puede emplearse en la producción de pulpa,

alimentos para niños, mermeladas, lo que lo hace un producto que puede ser explorado comercialmente por la industria de alimentos (2). El fruto es una importante fuente de vitaminas (A, B, C) siendo el contenido de vitamina A (2475 IU/100 g porción comestible) atribuido principalmente a los carotenoides con actividad provitamina A (3,4). La pulpa de tomate de árbol presenta además minerales (calcio, fósforo y potasio), carbohidratos (fructosa, fibra dietaria), ácido gamma amino butírico, el cual se ha asociado a reducción de la presión arterial y compuestos con capacidad antioxidante como licopeno, polifenoles y antocianinas (1, 4). En la literatura se reporta un efecto protector de los compuestos fenólicos de *C. betacea*, dependientes de la dosis y relacionado a su efecto antioxidante (atrapador de radicales libres), en células PC12 (línea celular adrenal feocromocitoma de la rata) luego de la adición de peróxido de hidrógeno para inducir estrés oxidativo (5).

La función de un alimento o ingrediente funcional es mejorar la condición general del organismo y disminuir el riesgo de enfermedades (6) y en ocasiones proveer un valor nutricional. De acuerdo a esta definición, pudiera considerarse al fruto de *Cyphomandra betacea* (tomate de árbol) como un ingrediente natural, que además cumple con un papel específico en las funciones del cuerpo humano, como puede ser el mejoramiento de los mecanismos de defensa, la prevención o recuperación de alguna enfermedad en particular; el control de las condiciones físicas y mentales y por último el retardo en el proceso de envejecimiento (7). Se plantea como objetivo de esta investigación determinar algunos aspectos de la composición física, química y de compuestos bioactivos del tomate de árbol para promover y diversificar el consumo del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Muestra. Se empleó un total de 60 frutos maduros (NTC 4150) (8) de tomate de árbol (*C. betacea*) (de coloración roja), adquiridos de un productor local en el Jarillo, Estado Aragua, Venezuela. Se empleó para el estudio el lote completo.

Preparación de la muestra. Los frutos fueron lavados y sumergidos en agua con hipoclorito de sodio 50 ppm/15 min, para su desinfección. Posteriormente fueron escurridos y secados con papel absorbente. Para los análisis físicos de peso, tamaño y fuerza de

compresión, se emplearon los frutos enteros. Posteriormente se retiraron las cáscaras y semillas para la obtención de la pulpa, empleada en la caracterización de humedad y parámetros químicos (°Brix, pH, acidez titulable, proteínas, fibra dietaria, cenizas, minerales y bioaccesibilidad de minerales, pectina compuestos antioxidantes).

Análisis físicos. Los frutos fueron pesados y los parámetros de longitud y ancho medidos con vernier (Digital Calliper, New York, USA), la fuerza de compresión (kg) se midió empleando un equipo texturómetro, T-AXT plus (Stable Micro System, Surrey, UK) con las condiciones: modo de compresión, velocidad de la prueba de 2 mm/seg, distancia de compresión 20 mm, celda de carga 30 kg y geometría de 5 mm (9). La humedad se determinó empleando secado en estufa de vacío (Labconco, Kansas City, MO, USA), a presión de 24 mm Hg / 65 °C hasta alcanzar peso constante (10) (método 940.25).

Análisis químicos

Obtención de la pulpa. Para la determinación del rendimiento en la obtención de pulpa se pesaron los frutos antes de ser pelados. Se procesaron (homogenización licuadora Waring Blender, Winsted, CT, USA) y se calculó el rendimiento considerando los pesos de pulpa y desechos.

Sólidos solubles. Para las determinaciones de sólidos solubles (°Brix) se siguió el procedimiento descrito en la literatura (10) método 932.12 empleando refractómetro (Abbe 60, Madrid, España) a 25°C.

Acidez titulable y pH. Para medir acidez y pH, se hizo una dilución de la pulpa con agua destilada, de acuerdo al procedimiento descrito en (10) (método 942.15) (método 945.10).

Obtención de muestra liofilizada. La pulpa madura fue liofilizada a 0,05 mbars hasta completa deshidratación (liofilizador Labconco, Kansas City, MO, USA) La muestra obtenida se empleó para los análisis de proteínas, fibra dietaria cenizas, minerales, bioaccesibilidad de minerales y pectina. Los resultados de estas determinaciones se reportan en base húmeda de la pulpa madura.

Determinación de proteínas. Las proteínas fueron cuantificadas como nitrógeno empleando el procedimiento microkjeldhal (10) (método 945.18), considerando el factor de 6,25 para calcular las proteínas.

Determinación de fibra dietaria. El análisis de fibra dietaria fue realizada de acuerdo al protocolo des-

crita en (11). Se emplearon las enzimas pepsina (Sigma, 427^u/mg sólido), pancreatina (Sigma, 4xUSP) y α amilasa (Sigma, 29^u/mg sólido no termorresistente), para la fermentación de la muestra y posterior determinación de la fibra insoluble. Posteriormente se prosiguió el proceso de fermentación con amiloglucosidasa (Sigma), diálisis con membranas (MWCO12-14000D, Spectrum Labs.com, Houston, TX, USA) y determinación de la fibra soluble.

Determinación de cenizas, minerales y bioaccesibilidad de minerales. La determinación de cenizas se hizo por incineración de la muestra hasta eliminar compuestos orgánicos (10) (método 985.35) y posterior preparación de solución de minerales para medición empleando emisión atómica (Spectroflame ICP GBC, Melbourne, Australia). La bioaccesibilidad de minerales se realizó de acuerdo al procedimiento descrito en la literatura (12) de simulación de las condiciones fisiológicas *in vitro*, empleando enzimas α -amilasa (Sigma, 29^u/mg sólido no termorresistente), pepsina (Sigma, 427^u/mg sólido), pancreatina (Sigma, 4xUSP) y extracto de bilis porcina (Sigma).

Determinación de pectina. La extracción de pectina se llevó a cabo empleando ácido cítrico (Riedel de Häen) al 5% por 60 min, caracterizando la misma por titulación, de acuerdo al protocolo reportado en (13).

Determinación de compuestos antioxidantes. Los análisis de compuestos antioxidantes (ácido ascórbico, licopeno, polifenoles, antocianinas, capacidad antioxidante DPPH y poder reductor) fueron realizados en pulpa madura del fruto.

Determinación de ácido ascórbico. El ácido ascórbico fue medido por el método 967.22, AOAC (10) de titulación con 2,6 indofenol (Sigma).

Determinación de licopeno. Para la determinación de licopeno, se siguió el procedimiento descrito en (14). La muestra fue extraída con hexano:acetona:etanol (2:1:1) (de las marcas Merk, Riedel de Häen y Mallinckrodt). El extracto resultante se filtró al vacío y se leyó la absorbancia (λ 472 nm) de la fase polar que contiene el licopeno empleando la ecuación:

$\text{mg lyc}/100 \text{ g} = (A_{472} \cdot \text{PM licopeno} \cdot V 100) / (E \text{ molar licopeno})$ Donde: E (Absortividad molar) $17,2 \times 10^4 \text{ mol cm}^{-1}$; PM (peso molecular licopeno) = 537 g/mol.

Determinación de polifenoles. Los compuestos polifenoles fueron determinados por el método que emplea el reactivo Folin-Ciocalteu (Merck) (14), utilizando alícuota de la pulpa madura extraída previa-

mente con metanol al 80% acidificado, luego se midió abs a $\lambda=765 \text{ nm}$, empleando patrón de ácido gálico (Sigma). Se expresa el contenido como equivalentes de ácido gálico (EAG/g).

Determinación de taninos. Los taninos se midieron siguiendo el protocolo descrito en la literatura (14), partiendo de 1 ml de pulpa madura previamente extraída para la determinación de polifenoles, se mezcló con 5 ml HCl (Merk): vainillina (Sigma), luego se midió abs a $\lambda=500 \text{ nm}$ contra una curva patrón de catequina (Sigma), se reportan taninos como mg catequina/100 g.

Determinación de antocianina. Los pigmentos antocianos fueron evaluados siguiendo procedimiento de pH diferencial (14). La medición colorimétrica permite la cuantificación de las antocianinas monoméricas totales como cianidina 3-glucósido por el método de pH

Diferencial utilizado. La absorbancia final se determinó mediante la ecuación:

$$A = (A_1 \text{ vis. max} - A_{700})_{\text{pH } 1,0} - (A_1 \text{ vis. max} - A_{700})_{\text{pH } 4,5}$$

$$\text{Pigmento monomérico antocianina (mg/l)} = (A \times \text{PM} \times \text{FD} \times 1000) / (E)$$

Donde: PM (peso molecular) = 449, 2 g/mol FD = factor dilución, E (absortividad molar) = 26900. A vis max a pH 1 es de 510-540 nm. Se reporta el contenido en mg cianidina/g pulpa.

Determinación de actividad antioxidante por método DPPH. La actividad antioxidante se midió en pulpa madura previamente extraída para la determinación de polifenoles, empleando el método de actividad atrapadora de radicales libres (DPPH) (Sigma) (15), el cual se basa en la reducción de la absorbancia por el anión radical DPPH. por los antioxidantes presentes en la matriz analizada. Se calculó el porcentaje de actividad de radical libre y se halló el valor de EC50 (concentración de pulpa necesaria para atrapar 50% de los radicales libres DPPH expresada en g pulpa/g DPPH), TEC50 y la eficiencia antirradical.

Determinación del poder reductor férrico (PRF). El poder reductor se realizó de acuerdo al procedimiento que emplea FeCl_3 (Merck) y $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (Merck) a pH 3,6 (16). Se leyó absorbancia de las muestras a $\lambda=720 \text{ nm}$. El poder reductor férrico se expresa para cada muestra como la cantidad de Fe que aparece reducido (en mmol de $\text{Fe}^{2+}/100\text{g}$), empleando los datos de la curva de calibración con FeSO_4 (Riedel

de Häen). Para los métodos colorimétricos se midió la absorbancia en un equipo espectrofotómetro (Genesys 6 Thermo Scientific, USA).

Todas las determinaciones son el resultado de la media desviación estándar de tres réplicas.

RESULTADOS

Los resultados de la caracterización física de los frutos enteros de tomate de árbol, se exhiben en la Tabla 1. Los frutos presentaron un promedio de peso de 81,74 g, fuerza de compresión de 4,32 (Kgf/cm²) así como un rendimiento de pulpa del 74,45%. En la Tabla 2 se presentan los resultados de la caracterización física y química de la pulpa madura del fruto. Se aprecia un aporte de sólidos solubles de 10,51 °Brix y una acidez titulable de 0,20 g/100ml. La humedad de la pulpa fue de 87,72 g/100 g, un contenido de proteínas de 1,78g/100g, carbohidratos disponibles (5,36g/100g), energía (30 Kcal) y fibra dietaria total (4,10 g/100g). El contenido de cenizas fue de 0,88g/100g. En la Tabla 3 se reporta la presencia de compuestos minerales importantes como el fósforo (331,32 mg/100g), calcio (21,25 mg/100g), magnesio (21,18 mg/100g), potasio (17,03 mg/100g) y hierro (7,44 mg/100g) y la bioaccesibilidad del calcio y el hierro, la cual fue de 6,71 % y de 1,86% respectivamente.

Se presentan en la Tabla 4 los datos referentes a la determinación y caracterización de la pectina de la pulpa madura de frutos de tomate de árbol. El valor obtenido de pectina, fue de 1,00 g pectato de calcio/100 g, con un contenido de ácido galacturónico (AUA) de 86,18 g/100g, grado de metoxilo de 11,06g/100g y grado de esterificación (DE) de 71%.

Los resultados de la determinación de compuestos como el ácido ascórbico (23,32 mg/100g), licopeno (1,22 mg/100g), polifenoles (1,39 mg ácido gálico/100g), taninos (0,40 mg catequina/100g), antocianinas (0,29 mg cianidina 3-glucósido/g) así como la capacidad antioxidante (EC₅₀ de 165g /g DPPH, eficiencia antirradical de 1,0x10⁻⁴ y poder reductor de 0,07 mmol Fe/100g), se presentan en la Tabla 5.

DISCUSIÓN

El peso promedio de los frutos analizados está en concordancia con lo reportado en la literatura (9) para frutos de coloración roja (100,11g). Los frutos de

TABLA 1. Caracterización de frutos de tomate de árbol*

Medida	
Peso (g)	81,74 ±18,83
Longitud (mm)	61,12 ± 6,56
Ancho (mm)	48,49 ± 6,95
Fuerza compresión (Kgf/cm ²)	4,32 ± 0,94
Rendimiento (g/100g)	74,45

*Total de frutos analizados 60 unidades

Valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar.

TABLA 2. Caracterización física y química de pulpa madura de tomate de árbol. (g/100g)

Parámetro (reportado en peso fresco)	
°Brix (sólidos solubles)	10,51±1,20
pH	3,5
Acidez titulable (g/100ml)	0,20±0,00
Humedad	87,72±0,15
Proteínas	1,78±0,14
Grasa *	0,16
Carbohidratos disponibles **	5,36
Calorías (Kcal)	30
Fibra dietaria total	4,10±0,00
Fibra dietaria insoluble	2,21±0,22
Fibra dietaria soluble	1,89±0,08
Cenizas	0,88±0,01

* Valor teórico reportado (2)

** Calculados por diferencia

Valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar.

TABLA 3. Contenido de minerales y bioaccesibilidad de calcio y hierro en pulpa madura de tomate de árbol. (mg/100g)

Parámetro (reportado en peso fresco)	
PO4	331,32±32,62
Ca	21,25±3,63
Mg	21,18±0,81
K	17,03±0,27
Fe	7,44±3,16
Zn	1,53±0,32
Mn	0,11±0,05
Bioaccesibilidad de minerales (dializabilidad /100g)	
Ca	6,71±1,49
Fe	1,86±0,41

Valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar.

TABLA 4. Caracterización de la pectina de pulpa madura de tomate de árbol.

Parámetro (reportado sobre peso fresco)	
Pectina (g pectato calcio/100g)	1,00±0,27
Acido galacturónico (AUA)(g/100g)	86,18±0,39
Grado de metoxilo (MeO)(g/100g)	11,06±0,27
Fracción ácida (AUA+MeO)(g/100g)	97,24±0,64
Fracción neutra (100-fracción ácida)(g/100g)	2,76±0,64
Grado esterificación (DE) (%)	71,00± 00

Valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar.

TABLA 5. Compuestos bioactivos en pulpa madura de tomate de árbol.

Parámetro (reportado sobre peso fresco)	
Ácido ascórbico (mg /100g)	23,32±0,25
Licopeno (mg/100g)	1,22±0,15
Polifenoles (mg ácido gálico EAG/ g)	1,39±0,09
Taninos (mg catequina/100g)	0,40±0,02
Antocianinas (mg cianidina 3-glucósido/g)	0,29±0,01
Capacidad antioxidante DPPH EC ₅₀ (g/g DPPH)	165,00±13,00
T _{EC50} (min)	59,00±5,00
Eficiencia antirradical	1,0x10 ⁻⁴ Baja eficiencia
Poder reductor PRF(mmol Fe ⁺² /100g)	0,07±0,01

Valores reportados representan el promedio ± la desviación estándar.

C. betacea presentan diferentes formas (ovalado, apiculado, esférico, piriforme y elipsoide) y tamaños, por lo que no se puede generalizar en cuanto a estos parámetros. El valor de rendimiento de pulpa obtenido (74,45%) puede ser tomado en consideración para el desarrollo de productos. El mismo está dentro del rango de los reportados en el procesamiento industrial del fruto (83 a 86% en pulpa). El tomate de árbol se puede procesar y comercializar en forma de pulpa congelada. También puede utilizarse para la elaboración de mermeladas, néctares, jugos espesos y conservas con resultados muy satisfactorios (17).

Los valores de sólidos solubles (°Brix), pH y acidez (Tabla 2), están dentro del rango de los reportados en la literatura (8, 9,17). Alimentos con pH menor a 4 son considerados de alta acidez, por lo que el fruto analizado está dentro de esta clasificación. El resultado de la fuerza de compresión (Tabla 1) permite una correlación entre las variables de °Brix, pH y acidez para mantener un criterio constante que se aproxime a la

madurez del consumo del fruto. En la literatura se ha señalado que aún en estado de madurez, los frutos de tomate de árbol pueden soportar cargas de hasta 28 N sin verse afectados físicamente. La respuesta de los productos agrícolas ante la presencia de cargas o esfuerzos es una información importante para desarrollar procesos mecanizados de cosecha, transporte, manejo, control de calidad, requerimientos de empaque, almacenamiento, procesos de transformación y control de daño mecánico (9).

Con los datos suministrados de las pruebas realizadas se concluye que los frutos presentaron características descriptivas (de parámetros físicos) que concuerdan con los resultados publicados en otras investigaciones (2,9).

Se puede considerar a la pulpa madura de tomate de árbol una buena fuente de fibra dietaria (>4 %), siendo importante el contenido de la fracción insoluble con respecto a la soluble (Tabla 2). El método de fibra empleado en esta investigación, permite determinar la fibra dietaria total como una fracción indigerible del alimento que incluye almidón y proteínas resistentes. Actualmente hay una evidencia acumulada de que los polifenoles asociados con polisacáridos y proteínas en las paredes celulares son constituyentes significativos de la fibra dietaria. La presencia de los polifenoles tiene efectos importantes en las propiedades fisicoquímicas de la fibra y determina en gran medida las propiedades fisiológicas de ésta en humanos (11).

En cuanto a los minerales presentes en la pulpa de tomate de árbol (Tabla 3), se observa un alto contenido de fósforo, siendo la relación fósforo:calcio superior a la considerada como ideal (2:1) (18). Así mismo se aprecia la presencia de calcio, magnesio, potasio y hierro. Los métodos *in vitro* para la medición de la bioaccesibilidad de minerales son una alternativa a los ensayos con animales y con humanos. La dializabilidad del calcio ha sido propuesta para predecir su biodisponibilidad, siendo de utilidad para determinar la proporción de calcio soluble y potencialmente absorbible. Entre los métodos *in vitro*, la dializabilidad del hierro ha demostrado ser un buen predictor de la biodisponibilidad (18,19). El resultado obtenido para el hierro (1,86%), puede estar afectado por la presencia de compuestos polifenoles, los cuales se conoce que son ligandos inhibidores del hierro no hemínico. Sin embargo, se han hecho estudios que avalan que la presencia de una cantidad importante de ácido ascórbico pudiera fa-

vorecer que el hierro presente sea mejor absorbido, debido a que este participa en la reducción del hierro férrico a su forma ferrosa y en el mantenimiento de la solubilidad a lo largo del tracto intestinal (20).

Del fruto de tomate de árbol se ha difundido su alto contenido de pectina, pero no se ha encontrado en la literatura consultada, un reporte que indique el porcentaje así como las características químicas de la misma. El valor de pectina determinado en la pulpa madura de tomate de árbol (1,00 g pectato calcio/100g) (Tabla 4), es superior al reportado para harinas de guayaba, pulpas de fresa, frambuesa o manzana las cuales presentan contenidos de pectina de 0,40-0,80; 0,52; 0,36 y 0,47% respectivamente (13). Para que ocurra la gelificación, los niveles de pectina deben encontrarse en por lo menos 0,1-1,0 %. En cuanto a la caracterización química, el contenido de AUA (86,18%) es superior al valor para pectina comercial (65%) (21) y para harina de pulpa de guayaba (64,88%) (13). El grado de metoxilo reportado en esta investigación resultó ser mayor al establecido como referencia para pectinas comerciales (9,56%) y el grado de esterificación (71%) similar al valor comercial (72%). La pectina del tomate de árbol se considera de alto metoxilo ya que el porcentaje de grupos esterificados de los ácidos carboxílicos de los monómeros de los ácidos galacturónicos (expresado como grado de metoxilación) pueden alcanzar hasta 13%, lo que significa esterificación de aproximadamente 80%. Los resultados del grado de metilación para la pectina extraída del tomate de árbol, son similares a lo reportado para pectinas obtenidas a partir de cáscara de *Mangifera indica* (mango) y *Spondia cytherea* (manzana dorada), (clasificadas como de altos grados de metilación 60-78%) (22). Pectinas de alto metoxilo gelifican en presencia de una concentración superior al 55% de sólidos solubles, de los cuales el 60% debe ser sacarosa y dentro de un margen de pH entre 2,0 y 3,5. Las pectinas de alto metoxilo forman geles elásticos y blandos que no son reversibles térmicamente. Las propiedades físicas de las moléculas de pectina la convierten en un ingrediente importante asociado a su función de conferir firmeza, retención de sabor y aroma, aumentar la viscosidad de soluciones, funciona como dispersante y estabilizante de diversas emulsiones de carbohidratos y de proteínas en formulaciones y productos naturales así como en la producción de mermeladas (21).

Los resultados concernientes a la determinación de compuestos bioactivos en pulpa madura de tomate de

árbol se presentan en la Tabla 5. Se observa un contenido de 23 mg ácido ascórbico/100g, el mismo cubre el 38% del valor diario recomendado (VDR), lo cual se puede considerar una buena fuente como lo cita la literatura (18).

En el tomate de árbol se obtuvo un valor de carotenos, como licopeno, de 1,22 mg/100g, similar a lo reportado para el tomate (*Lycopersicon esculentum*) (23).

En relación a los compuestos polifenoles presentes en la pulpa del fruto de tomate de árbol se aprecia un contenido de 1,39 mg EAG/ g, inferior a lo reseñado en la literatura (24). Sin embargo, este valor es comparable al que presentan productos vegetales considerados como compuestos ricos en antioxidantes (cebollas, tomate, zanahoria, salvado de centeno y salvado de trigo, rango entre 0,6-2,5 mg EAG/g) (25). Dentro de los compuestos polifenoles, se reporta un valor de taninos en el orden de 0,40 mg catequina/100 g pulpa, al cual se le atribuye el sabor astringente del fruto. El contenido de antocianinas hallado en este trabajo (0,29 mg/g) es superior al reportado en la literatura (24).

La concentración de antioxidante requerida para reducir en un 50% la concentración inicial de sustrato (EC_{50}) es un parámetro ampliamente usado para medir el poder antioxidante. El valor determinado para la pulpa madura analizada fue de EC_{50} 165 g /g DPPH, el cual es considerado de capacidad antioxidante baja a moderada (15). Al comparar los resultados con la capacidad antioxidante de compuestos como el ácido gálico y el ácido ascórbico (valores entre 0,026 y 0,076 g pulpa/g DPPH respectivamente), se evidencia que un gramo de pulpa madura de tomate de árbol es equivalente al poder antioxidante de 0,16 mg de ácido gálico y 0,46 mg de ácido ascórbico. La actividad antioxidante de *C. betacea* es similar o superior a la del ácido ascórbico y la quercitina y más potente que la del antioxidante butil hidroxil tolueno (BHT). Estudios reportan (1) que la correlación entre actividad antioxidante y compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas, contribuye a la actividad antioxidante más que las antocianinas. Se considera que la capacidad antioxidante asociada a compuestos fenólicos, ácido cítrico y otros compuestos que ligan iones metálicos está asociada a un modo de acción sinérgica, que incluye secuestrantes de oxígeno y agentes quelantes que ligan iones involucrados en la formación de radicales libres (1). De acuerdo al tiempo que se necesita para llegar al estado de equilibrio ($T_{EC_{50}}$) tam-

bién se puede hacer una clasificación cinética de los antioxidantes. En este caso, el TEC50 fue de 59 min, considerado lento, debido que el tiempo > 30 min se ha establecido para compuestos con una cinética lenta (15). Otro parámetro que mide la eficiencia antirradical (EA), involucra la potencia ($1/EC_{50}$) y el tiempo de reacción (T_{EC50}), siendo que mientras más bajo es EC_{50} y T_{EC50} , mayor será la EA. De acuerdo a esta clasificación, el tomate de árbol presenta una clasificación de EA lenta.

A pesar de que la actividad antioxidante de los frutos de tomate de árbol se atribuye principalmente a los compuestos fenólicos, puede también deberse a los carotenoides más hidrofílicos (xantofilas), ácidos orgánicos, vitamina C y azúcares reductores que también se extraen con los solventes empleados en la determinación (26).

El resultado del poder reductor (PRF 0,07 mmol $Fe^{+2}/100g$) obtenido en este estudio puede considerarse bajo en relación a lo reportado en otros trabajos (rango entre 1,31 y 1,96 mmol $Fe^{+2}/100g$) (27). Sin embargo, a pesar del valor de PRF obtenido en esta investigación, el resultado de capacidad antioxidante (DPPH) y la presencia de polifenoles, antocianinas y licopeno soportan la importancia que tiene el fruto de *C. betacea* como fuente de compuestos antioxidantes y su papel en la prevención de enfermedades degenerativas como las cardiovasculares.

CONCLUSIONES

El tomate de árbol puede considerarse buena fuente de fibra dietaria y de ácido ascórbico. La caracterización de la pectina resultó ser de alto metoxilo, con grado de esterificación y de metoxilo mayores que las pectinas comerciales. Se evidencia una cantidad significativa de polifenoles, antocianinas y carotenos, que le confieren un potencial antioxidante, lo cual soporta su valor nutricional. Los resultados obtenidos son un aporte al conocimiento acerca de las propiedades físicas y químicas del fruto que permiten diversificar su consumo y empleo como un ingrediente funcional con un potencial en compuestos antioxidantes y la presencia de pectina, de interés en el desarrollo de productos alimenticios.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Fondo Nacional de Ciencia, Tecno-

logía e Innovación (FONACIT) por el financiamiento de esta investigación (Proyecto 2012000668) así como al Lic. Emilio Ineichen por su apoyo en las determinaciones analíticas y a la Lic. Julieta Guinand por su colaboración en la revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

1. Ordoñez RM, Cardozo ML, Zampini IC, Isla MI. Evaluation of antioxidant activity and genotoxicity of alcoholic and aqueous beverages and pomace derived from ripe fruits of *Cyphomandra betaceum* Sendt. *J. Agric Food Chem* 2010; 58:331-3337.
2. Prohens J, Nuez F. The Tamarillo (*Cyphomandra betaceum*). *Small Fruits Review*. Valencia 2005; 1 (2):43-68.
3. Rodríguez-Amaya, DB, Bobbio, PA, Bobbio, FO. Carotenoid composition and vitamin A value of the Brazilian fruit *Cyphomandra betacea*. *Food Chem*; 1983;12(1):61-65.
4. Lister C; Morrison S; Kerkhofs N; Wright K. The nutritional composition and health benefits of New Zealand tamarillos. *Crop & Food Research Confidential Report No. 1281*. Edited by New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited. Christchurch, New Zealand. 2005; p 29.
5. Kou MC., Yen JH, Hong JT, Wang ChL, Lin ChW, Wu M.J. *Cyphomandra betacea* Sendt. Phenolics protect LDL from oxidation and PC₁₂ cells from oxidative stress. *LWT. Food Sci and Technol* 2009; 42:458-463.
6. Siró I, Kápolna E, Kápolna B, Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-a review. *Appetite* 2008; 51:456-467.
7. Liu RH. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am J Clin Nutr* 2003; 78:517S-520S.
8. Norma Técnica Colombiana (NTC-4105). Frutas frescas. Tomate de árbol. Especificaciones. Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). 1997. Bogotá. Colombia.
9. Ciro H, Vahos D, Márquez C. Estudio experimental de la fuerza de fractura en frutas tropicales: el tomate de árbol (*Cyphomandra betaceum* Sendt). *DYNA* 2004; 146: 55-64.
10. AOAC. Official Methods of Analysis 18th Edition. Dr. William Horwitz, Editor Dr. George W. Latimer, Jr., Assistant Editor. Pub AOAC International, Maryland, USA. 2005. Disponible en: <http://www.eoma.aoc.org/>
11. Goñi I, Díaz ME, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F. Towards an updated methodology for measurement of dietary fiber, including associated polyphenols, in food and beverages. *Food Res Int* 2009; 42: 840-846.

12. Binaghi MJ, Cagnasso CE, Pellegrino NR, Drago SR, González R, Ronayne PA, Valencia ME. Disponibilidad potencial *in vitro* de hierro y zinc en una dieta infantil con pan fortificado con distintas fuentes de hierro o con agregado de promotores de la absorción. Arch Latinoam Nutr 2011;61(3):316 – 321.
13. Munhoz CL, Sanjinez-Argandona EJ, Soares-Júnior MS. Extração de pectina de goiaba desidratada. Ciência e Tecnol de Alim 2010; 30:119-125.
14. Wrolstad R, Acree T, Decker AA, Penner MH, Reid DS, Schwartz SJ, Shoemaker CF, Smith D, Sporns P. Handbook of Food Analytical Chemistry. Ed. R. Wrolstad et al., John Wiley & Sons, Inc. Section F.F1. 2005; pp:5-107;457-518.
15. Sánchez-Moreno C, Larraruri J, Saura-Calixto F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. J Sci Food Agric 1998; 76:270-276.
16. Valcárcel PB., Basulto YL. El potencial reductor férrico (FRP). Un ensayo para evaluar la capacidad antioxidante en suero. Correo Científico Médico de Holguín 2004;8(4). Disponible en <http://www.cocmed.sld.cu/no84/n84ori4.htm>. Consultado 20-02-2011.
17. Meza N, Manzano MJ. Características del fruto de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceum* [Cav]. Sendt) basadas en la coloración del arilo en la zona andina venezolana. Rev. UDO Agric 2009; 9(2):289-294.
18. García GA. Revisión ingesta de nutrientes: conceptos y recomendaciones internacionales (1ª Parte) Nutr Hosp 2006;21(3):291-299.
19. Wolforg R, Drago SR, Rodríguez V, Pellegrini N, Valencia ME. *In vitro* measurement of iron availability in fortified foods. Food Res Int 2002; 35: 85-90.
20. González U, R. Biodisponibilidad del hierro. Rev Costarric de Salud Pública 2005; 14(26):6-12.
21. FAO. Health (emulsifiers, stabilizers, thickeners and gelling agents in food) regulations. Roma. 2008. Disponible: <http://www.fao.org.com>. Consultado 12-10-2012.
22. Koubala BB, Kansci G, Garnier C, Mbome IL, Duran S, Thibault J-F, Ralet, M-C. Rheological and high gelling properties of mango (*Mangifera indica*) and ambarella (*Spondias cytherea*) peel pectins. Int J Food Sci Technol 2009; 44: 1809-1817
23. Khoo H-E, Prasad N, Kong K-W, Jiang Y, Ismail A. Carotenoids and their isomers: color pigments in fruits and vegetables. Molecules 2011;16:1710-1738.
24. Sánchez W, Murillo E, Méndez J. Potencial antioxidante de residuos agroindustriales de tres frutas de alto consumo en el Tolima. Sci et Techn 2010; 46:138-143.
25. Muñoz AM, Ramos EF. Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales. Rev Horiz Méd 2007;7(1):3-31.
26. Mertz C, Gancel AL, Gunata Z, Alter P, Dhuique-Mayer C, Vaillant, F, Pérez A M, Ruales J, Brat, P. Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits. J Food Comp Anal 2009; 22(5)381-387
27. Stangeland T, Remberg SF, Lye KA. Total antioxidant activity in 35 Ugandan fruits and vegetables. Food Chem 2009; 113:85-91.

Recibido: 19-10-2012

Aceptado: 21-02-2013

Volatile composition of peppermint (*Mentha piperita* L.) commercial teas through solid phase extraction

L.G. Riachi, I.E. Abi-Zaid, R.F.A. Moreira, C.A.B. De Maria

Departamento de Saúde Coletiva, Instituto Biomédico, UNIRIO, Rio de Janeiro, Brazil.

SUMMARY. Volatiles from aqueous extract of peppermint commercial sachets were investigated through gas chromatography/flame ionization detection (GC/FID) and GC/mass spectrometry (MS). Samples were prepared under similar conditions as in homemade tea. Volatiles were isolated using solid phase extraction method (SPE) with Porapak Q trap followed by desorption with acetone. Estimated mean values for short and medium chain carboxylic acids (C2-C12) and ketones lay in the range of 50-64 $\mu\text{g kg}^{-1}$ whilst aliphatic alcohols and acyclic hydrocarbons had values lower than 6 $\mu\text{g kg}^{-1}$. The major volatiles were terpenes (275-382 $\mu\text{g kg}^{-1}$) that reached 89 % of the total composition. A total of 16 compounds, among them dodecane, acetoin, acetol, citral, geraniol and octanoic acid have been described by the first time in peppermint tea. These findings could be attributed to the different analytical approach employed, mainly to the use of different extraction/pre-concentration techniques. Given the apparently lower proportion of terpenes in the aqueous extract it may be that the chemical properties of the peppermint essential oil are not entirely reproduced with homemade tea.

Key words: Peppermint, aqueous extract, volatiles, SPE, GC techniques

RESUMO. Estudo da composição da fração volátil do extrato aquoso de sachês de hortelã pimenta (*Mentha piperita* L.) através da extração em fase sólida. O princípio desse trabalho foi investigar a fração volátil do extrato aquoso de sachês comerciais de hortelã pimenta usando cromatografia gasosa com detectores de ionização em chama e de massas. As amostras foram preparadas em condições similares às usadas para o preparo do chá caseiro. Os compostos voláteis foram isolados via método de extração em fase sólida com adsorvente Porapak Q e eluídos com acetona. Uma estimativa dos valores médios dos ácidos carboxílicos de cadeias média e curta ficou na faixa de 50-64 $\mu\text{g kg}^{-1}$, enquanto alcoóis alifáticos e hidrocarbonetos acíclicos tiveram valores menores do que 6 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Os terpenos (275-382 $\mu\text{g kg}^{-1}$) foram os compostos majoritários alcançando 89 % dos sólidos totais. Um total de 16 compostos voláteis, entre eles, dodecano, acetoina, acetol, citral, geraniol e ácido octanóico foram descritos pela primeira vez no chá de hortelã pimenta. Esses resultados poderiam ser atribuídos aos diferentes métodos analíticos empregados, principalmente devido ao uso de diferentes técnicas de extração e pré-concentração. Em função da proporção menor de terpenos no extrato aquoso é razoável especular que as propriedades químicas do óleo essencial da hortelã pimenta não sejam totalmente reproduzidas com o consumo do chá caseiro.

Palavras chave: Hortelã pimenta, extrato aquoso, compostos voláteis, extração em fase sólida, técnicas cromatográficas

INTRODUCTION

Peppermint tea is one of the most widely consumed infusions. The list of beneficial actions of the tea based on in vitro and animal models and human studies include: antioxidant, antimicrobial actions and benefits to digestive tract (1). Although tea is widely consumed, little is known about its aroma. However, a scientific group, to our knowledge, has studied beverage volatile composition. Only terpenes were obtained by simultaneous distillation and extraction since hexane was

used as solvent. Unfortunately, GC/MS was not used thus compounds were only tentatively identified (2). In general, herb volatiles are usually extracted through distillation methods (3). The SPE on the other hand has not yet been employed for isolating volatiles from *Mentha piperita* tea although was widely used in diverse food matrixes (4). The use of other extraction techniques could contribute to an overall view of the peppermint aroma composition. The objective of the present work was to investigate the composition of the volatile fraction from the peppermint extracts made in homemade conditions. The extracts were enriched by SPE and analyzed through GC techniques.

MATERIALS AND METHODS.

Six different brands of peppermint sachets (reliable providers) were analyzed. Acetone was from Merck (Germany), Porapak Q (50-80 mesh) from Supelco (USA) and standards from Aldrich (USA). Isolation of volatiles was based on a previous method (5). Sachet (2 g) was infused in boiling water (50 mL) with shaking (10 min). The extract was cooled with tap water (10 min), filtered by gravity, adjusted to 100 mL and passed (flow rate = 1.5 mL min⁻¹) through a Porapak (700 mg) trap. Column was washed with 20 mL water. Volatiles were eluted with 100 mL acetone and concentrated to 200 μ L at 20°C.

A Carlo Erba 4300 GC/FID (Italy) and a Shimadzu 17A/QP-5050 GC/MS (Japan) were equipped with a SupelcowaxTM 10 column (USA) (30 m x 0.25 mm with a film thickness of 0.25 mm). The oven was 50-230°C at 3°C min⁻¹ holding 230°C (20 min). The FID and ion source (m/z 20-300) were 240°C and injector (split 1:20) was 230°C. Quantification was done by external standardization. Volatiles identified by GC/MS

via library data and standards (eucalyptol, dodecane, acetoin, acetol, tridecane, acetic acid, 2-ethyl-1-hexanol, pentadecane, linalool, hexadecane, menthol, citral, α -terpineol, heptadecane, octadecane, carvone, geraniol, benzyl alcohol, nonadecane, octanoic acid, nonanoic acid, coumarin, dodecanoic acid) were considered definitely identified. Other volatiles were only identified by GC library data. Statistical analysis of data (average and standard deviation) was performed using a statistical graphics system.

RESULTS

Table 1 lists 31 compounds from peppermint aqueous extract identified by use of GC/MS and GC/FID. Among them, some hydrocarbons, terpenes, acids, alcohols and ketones were reported as herb extract constituents for the first time. The majority of volatiles were terpenes (45% of all), acyclic hydrocarbons (26%) and carboxylic acids (13%). Volatile fraction also contained low levels of ketones (6%), aliphatic alcohols (7%) and coumarin (3%). Ter-

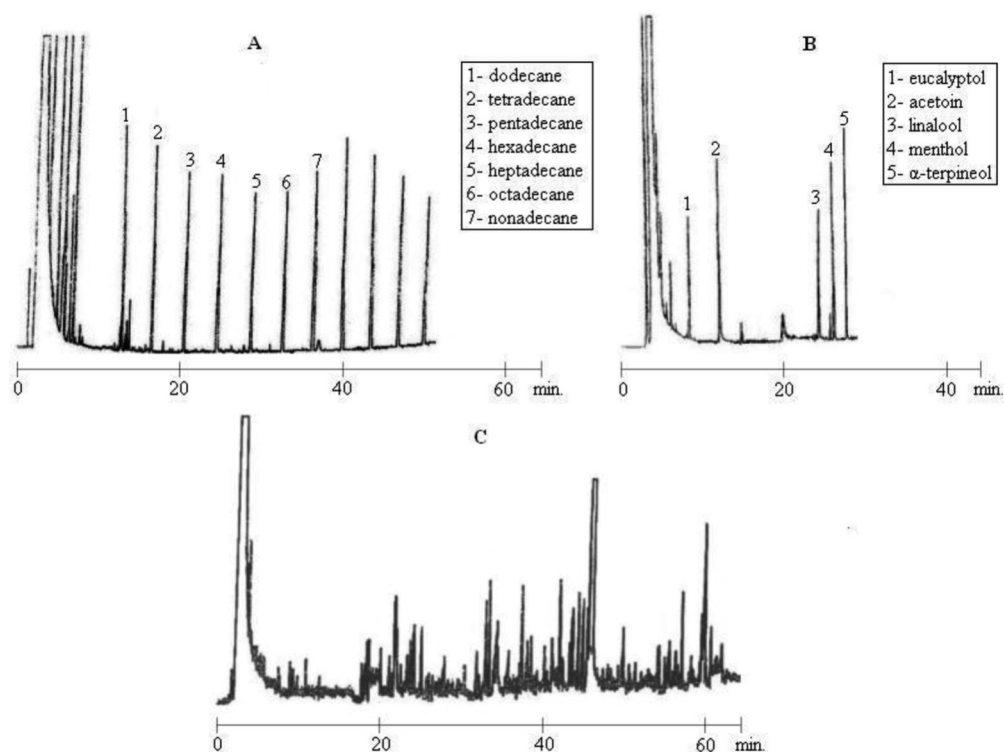


FIGURE 1. GC profile of the sample and of some standards.

- A – Standards of hydrocarbons identified in the samples and used in the Kovatz Index (KI) analysis;
 B – Some standards used in the definitive identification of volatiles in the tea samples;
 C – GC profile of the S1 tea aqueous extract.

TABLE 1. Volatiles identified in peppermint aqueous extract. Concentration expressed in $\mu\text{g Kg}^{-1}$.

Compounds	KI	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Avg \pm SD*
Eucalyptol ^a	1188	264.4	326.5	266.5	312.2	206.7	273.7	275.0 \pm 42.1
Dodecane ^{a,b}	1235	3.8	3.6	3.7	4.2	3.7	3.9	3.8 \pm 0.2
Acetoin ^{a,b}	1276	76.5	48.3	64.8	51.2	50.2	51.2	57.0 \pm 11.2
Acetol ^{a,b}	1293	51.9	44.1	58.1	46.2	48.5	51.5	50.0 \pm 5.0
Tridecane ^{a,b}	1306	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Tetradecane ^{a,b}	1384	3.5	4.6	4.1	5.3	3.0	4.3	4.1 \pm 0.8
Acetic acid ^a	1401	87.1	40.9	54.5	42.2	72.5	63.5	60.1 \pm 18.0
2-Ethyl-1-hexanol ^{a,b}	1474	4.7	4.7	5.1	3.0	4.3	4.7	4.4 \pm 0.7
Pentadecane ^{a,b}	1493	3.7	7.8	3.1	5.9	5.5	4.7	5.1 \pm 1.7
Linalool ^a	1581	278.8	211.5	244.8	354.9	478.3	298.4	311.1 \pm 95.3
Hexadecane ^{a,b}	1586	4.3	6.0	3.7	3.4	3.2	4.0	4.1 \pm 1.0
Menthol ^a	1618	314.4	296.5	315.4	290.9	313.0	281.7	302.0 \pm 14.3
Citral ^{a,b}	1631	484.0	225.7	285.2	399.6	355.3	327.4	346.2 \pm 90.0
o-cimenol ^c	1650	288.4	426.4	236.2	391.7	258.2	319.6	320.1 \pm 75.2
α -terpineol ^a	1676	373.8	361.4	358.7	241.4	546.3	355.6	373.0 \pm 98.0
Heptadecane ^{a,b}	1687	5.9	7.4	8.7	3.8	5.5	7.0	6.4 \pm 1.7
Dihydrocarveol-acetate ^{b,c}	1697	395.1	384.3	333.7	371.5	370.3	383.9	373.1 \pm 21.4
Octadecane ^{a,b}	1784	5.1	4.8	4.7	4.3	4.9	4.8	4.8 \pm 0.3
Carvone ^a	1825	396.3	356.7	370.9	386.2	394.9	386.8	382.0 \pm 15.3
Geraniol ^{a,b}	1827	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
P-cymen-8-ol ^c	1828	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Ascaridole ^b	1848	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Benzyl alcohol ^a	1856	6.9	2.9	5.8	5.6	6.6	4.6	5.4 \pm 1.5
Nonadecane ^{a,b}	1880	7	3.8	6.9	5.5	4.5	4.7	5.4 \pm 1.3
Octanoic acid ^{a,b}	2003	74.2	71.8	42.8	55.8	43.5	54.6	57.1 \pm 13.5
Spathulenol ^c	2093	342.5	308.2	342.8	320.6	332.7	327.5	329.0 \pm 13.3
α -bisabolol-oxide ^{b,c}	2102	309.6	321.5	316.6	341.1	366.2	320.0	329.2 \pm 21.0
Nonanoic acid ^{a,b}	2144	57.2	68.7	42.9	70.2	58.7	50.8	58.1 \pm 10.4
Dihydroactinidiolide ^c	2316	442.9	325.2	280.7	231.8	247.8	228.7	293.0 \pm 82.0
Coumarin ^a	2429	36.8	37.1	41.1	39.2	37.7	36.7	38.1 \pm 1.7
Dodecanoic acid ^{a,b}	2461	54.5	81.5	46.3	49.5	80.7	72.8	64.2 \pm 16

^aDefinitive identification: via GC/MS + standard ^bNewly identified volatiles in peppermint ^cEstimated values were obtained using menthol as standard KI = Kovats Index tr = traces S = sample - data excluded from the calculation Avg = Average SD = Standard Deviation *Average of six different peppermint tea brands

penes were found in lower diversity (14 compounds) when compared to the essential oil (70 compounds) described elsewhere (2, 3). Estimated mean values for short and medium chain acids and ketones were 50-64 $\mu\text{g kg}^{-1}$ whilst alcohols and acyclic hydrocarbons had values lower than 6 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Major volatiles were terpenes (275-382 $\mu\text{g kg}^{-1}$) that reached 89 % of the total. These results agreed, in part, with those from literature which reported more than 98% by volume of the volatiles represented by terpenes (3).

DISCUSSION

This work used similar general conditions as in the homemade tea that is usually done by means of non exhaustive extraction with boiling water. The use of adsorptive chromatography with Porapak Q polymer allowed the identification of volatiles in peppermint aqueous extract without additional heating. Enrichment of volatile fraction in adsorbent trap followed by desorption with acetone provided eluates with similar odors to original herb extract. A total of 16 compounds (acetoin, acetol, citral, geraniol and octanoic acid, among others) were definitively identified and reported as peppermint tea constituents for the first time. These findings could be due to the different analytical approach employed mainly to the use of different pre-concentration technique. It may explain the higher amount of oxygenated terpenes over others non-oxygenated and the presence of acyclic hydrocarbons, carboxylic acids, ketones and alyphatic alcohols.

Given the apparently lower proportion of terpenes

in the aqueous extract it may be that the chemical properties of the peppermint oil are not entirely reproduced with tea.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank FAPERJ and CNPq for financial support.

REFERENCES

1. McKay LD, Blumberg BJ. A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita L.*). *Phytother Res.* 2006; 20: 619-633.
2. Orav A, Kann J. Determination of peppermint and orange aroma compounds in food and beverages. *Estonian Acad Sci Chem.* 2001; 50: 217-225.
3. Güntert M, Krammer G, Lambrecht S et al. Flavor Chemistry of peppermint oil (*Mentha piperita L.*). In: Takeoka GR, Güntert M and Engel KH (eds), *Aroma Active Compounds in Foods: chemistry and Sensory Properties.* Washington, DC: American Chemical Society. 2001; 119-137.
4. Shimoda M, Shigematsu H, Shiratsuchi H, Osajima Y. Comparison of the odor concentrates by SDE and adsorptive column method from green tea infusion. *J Agr Food Chem.* 1995; 43: 1616-1620.
5. Moreira RFA, Trugo LC, Pietroluongo M, De Maria CAB. Flavor composition of cashew (*Anacardium occidentale*) and marmeleiro (*Croton* species) honeys. *J Agr Food Chem.* 2002; 50: 7616-7621.

Recibido: 18-10-2012

Aceptado: 30-01-2013

NUEVOS LIBROS

Carotenoids and Human Health

Sherry A. Tanumihardjo, Editor

Humana Press. 2013.

ISBN 978-1-62703-203-2 (eBook). 331 pages (Hardcover)

U.S. \$ 209

Carotenoids and Human Health, excelente libro dentro del clásico estilo de Humana Press, entrega un valioso caudal de experiencias y conocimientos de vanguardia sobre los carotenoides en sus veinte Capítulos escritos por expertos en su área de estudio, cada uno respaldado por numerosa y actualizada bibliografía y distribuidos en tres secciones como sigue:

-Section I. Carotenoid Sources and Metabolism

1. Food Sources of Carotenoids
2. Carots of Various Colors
3. Carotenoid Metabolism and Enzymology
4. Reactive Oxygen and Nitrogen Species in Biological Systems: Reactions and Regulation by Carotenoids
5. Kinetic Studies with Carotenoids
6. Carotenoid Bioavailability: Influence of Dietary Lipid and Fiber
7. Host Factors That Affect Carotenoid Metabolism
8. Host Factors: Gender and Body Composition

-Section II. Carotenoids and Human Health

9. Carotenoid Metabolism and Health in Pregnancy and Lactation
10. Carotenoid in Early Life
11. Provitamin A Carotenoids and Cancer Prevention
12. Lycopene and Cancer
13. Lutein and Zeaxanthin and Eye Disease
14. Carotenoids and Bone Health

-Section III. International Perspectives

15. Provitamin A Carotenoids as a Dietary Source of Vitamin A
16. Provitamin A Carotenoids and Immune Functions
17. Biofortification of Maize with Provitamin A Carotenoids

18. Horticultural Crops as a Source of Carotenoids
19. Orange Sweetpotato as a Staple or Complementary Food
20. International Efforts to Eradicate Vitamin A Deficiency

-Index

La primera sección Carotenoid Sources and Metabolism suministra información básica sobre las fuentes dietarias de carotenoides, su función antioxidante, metabolismo y biodisponibilidad. De unos setecientos carotenoides presentes en la naturaleza, solo cerca de cincuenta están presentes en la dieta y han sido identificados en el organismo humano. De estos predominan seis: beta-caroteno, alfa-caroteno, beta-criptoxantina, licopeno, luteína y zeaxantina y solo tres de ellos son convertidos en retinol (vitamina A) en el cuerpo humano. La segunda sección Carotenoids and Human Health se refiere a la importancia de los carotenoides en la salud humana y a lo largo de la vida. Por su contenido en el cual se exponen y discuten temas de actual controversia y diaria atención, puede ser la que mas inquietud e interés suscite para el lector interesado en la salud. Los Capítulos 9 y 10 sobre embarazo y lactancia destacan el rol vital de una adecuada ingestión de carotenoides precursores de vitamina A, beta-caroteno, alfa-caroteno y beta-criptoxantina en estas etapas tempranas de la vida para asegurar un estado óptimo de nutrición de vitamina A. Dos captan la atención los Capítulos 11 y 12 que se refieren al efecto protector de los carotenoides sobre diversos tipos de cáncer, especialmente sobre el ya demostrado y aceptado en humanos, relativo al consumo de tomates y de licopeno en el cáncer de la próstata. Los Capítulos 13 y 14 de igual interés, versan sobre

el vínculo de carotenoides específicos, luteína y zeaxantina, con la salud de la visión y de la beta-criptoxantina con la interacción entre la vitamina A y la salud humana con las plantas fuentes de carotenoides con actividad de vitamina A y la importancia para diversificar la disponibilidad de carotenoides precursores de vitamina A en los países en desarrollo. El Capítulo 17 informa sobre las investigaciones, experiencias y resultados de la biofortificación del maíz en Zambia y el Capítulo 18 discute la disponibilidad e importancia de variados cultivos como fuentes de carotenoides. Hubiese sido de interés incluir un listado orientador de otras plantas interesantes, fuentes de carotenoides, identificadas con su nombre científico. El Capítulo 19 pudo

ampliar su ámbito de cobertura al incluir experiencias similares sobre otros cultivos propios de América (apio, ñame, mapuey, ocumo, ahípa y papalisa), de importancia potencial como fuentes de carotenoides en la región.

En resumen, se trata de un volumen útil, indispensable en la biblioteca del médico nutrólogo, del nutricionista y de otros profesionales de la salud e ilustrado con el colorido y la excelencia requerida para su fácil lectura y comprensión del rol desempeñado por los carotenoides especialmente aquellos con actividad de vitamina A, en la salud humana.

José Félix Chávez Pérez.
Editor, ALAN.

Pot- honey: a legacy of stingless bees

Patricia Vit, Silvia R.M. Pedro, David W. Roubik, Editors
Springer, New York, 2013
ISBN 978-1461-449591. 654 pages. (Hardcover)
US.\$ 209.

This new publication is one of the first books specifically devoted to stingless bees. It is certainly the first to focus on the honey produced by this group of insects. The editors are experts both in the properties of honey of stingless bees and their general biology. The chapters of this book provide abundant evidence of ecological and economic importance of the stingless bees. They are a diverse, attractive, fascinating, conspicuous and useful group of insects, especially in the American tropics. But we have neglected this precious natural resource by a lack of research. This book starts to address this neglect by reviewing much of the current knowledge of stingless bees and also presenting new findings. The diversity of species, behaviours and the wide geographic range is explored in the part I. The close relationships between humans and stingless bees through history are the topic of the chapters of Part II. The importance of stingless bees in agricultural and natural ecosystems derives from their flower visitation behaviour and resulting pollination; this is the

focus of the third part. The final two parts provide reviews and original research on the use and properties of the products of the hives of stingless bees, in particular the honey.

A strength of this book is its focus on “pot honey”, honey derived from the pots of stingless bees, as opposed to the comb honey of honey bees. Stingless bees are an ancient source of sweetness and medicine for many indigenous people in the tropics, for example the Mayans of central America. However stingless bee honey does not yet appear in the global marketplace. Perhaps this book provides enough knowledge to stimulate the realization of the nutritional and medicinal potential of pot honey.

Tim A. Heard,
CSIRO
Australia

Propiedades termodinámicas relacionadas con el agua constitutiva de alimentos

Juan de Dios Alvarado

Imprenta GRAFITEXT. Ecuador. 2012

ISBN 978-9942-11-507-2

308 páginas

La termodinámica es la ciencia del calor y la fuerza, que describe los estados de equilibrio a nivel macroscópico. Constituye una teoría fenomenológica, que explica a través de razonamientos deductivos los sistemas reales sin modelizar, según un método experimental. Estos conocimientos termodinámicos y sus leyes que la regulan son aplicados por el autor al comportamiento de los alimentos, al considerar que se trata de sistemas multicomponentes y multivariantes sometidos a la experimentación, a la comprobación científica de las diferentes normas que también forman parte de la complejidad alimentaria.

El presente libro expone su contenido en los siguientes doce Temas: Tema 1. Introducción. Energía de Gibbs y potencial químico. Tema 2. Ecuación de Raoult. Coeficiente de actividad en panela. Tema 3. Ecuación de Norrish. Constante de Norrish en lactosuero. Tema 4 Ecuación de Gibbs-Duhem. Utilización de la Ecuación de Ross en jaleas. Tema 5. Isotermas de alimentos. Selección de modelos o ecuaciones en arroz. Tema 6. Modelo BET. Efecto de los azúcares sobre la humedad de mono capa y el exceso de calor de sorción en pasas. Tema 7. Modelo GAB. Efecto de la variedad y del lavado sobre los calores de sorción del agua en granos de quinua. Tema 8. Ecuación de Clausius-Clapeyron. Efecto de la temperatura sobre las isotermas de sorción del agua en granos de cebada. Tema 9. Ecuación de Othmer. Calor latente de vaporización en trigo. Tema 10 Ecuación de Zuritz y Singh. Calor latente de evaporación en amaranto. Tema 11. Primera y segunda Ley. Entalpía diferencial y entropía diferencial de sorción del agua en granos de maíz enteros y triturados. Tema 12. Funciones termodinámicas. Calor integral y entropía integral de sorción del agua en granos de avena.

Su lectura lleva a la comprobación de las diferentes leyes de la termodinámica, así como de los coeficientes de actividad, las ecuaciones de energía libre, calores de sorción, calores de vaporización, calor y entropía de sorción aplicadas todas a los alimentos mediante el método científico, ecuaciones sugeridas y establecidas para este tipo de productos. Los alimentos investigados han sido escogidos acertadamente porque constituyen parte de nuestra alimentación diaria. El Profesor Alvarado demuestra en su libro cualidades estimables como investigador. A la descripción clara y ordenada de los contenidos, une la construcción científica del material, que es explicado con terminología adecuada, que denota universalidad por lo que el texto puede ser manejado de manera general.

Ing. Químico Luis Anda Torres
Universidad Técnica de Ambato.
Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos.
Ecuador

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: UNIFORM REQUIREMENTS FOR MANUSCRIPTS SUBMITTED TO BIOMEDICAL JOURNALS: WRITING AND EDITING FOR BIOMEDICAL PUBLICATION**. Updated October 2008. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: <http://www.icmje.org>

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 62-2012

ARTICULOS GENERALES	Páginas
α-Lactoalbúmina como ingrediente de fórmulas infantiles	
<i>Peso Echarri P., González Bermúdez C. A., Vasallo Morillas M. I., Santaella Pascual M., Ros Berruezo G., Frontela Saseta C., Martínez García C</i>	6
Iron bioavailability of different maize genotypes developed in a breeding program: in vitro and in vivo studies	
<i>Nakajima, Vânia Mayumi; Costa Neuza Maria Brunoro; Martino Hércia Stampini Duarte; Queiroz Valéria Aparecida Vieira; Guimarães, Paulo Evaristo de Oliveira; Oliveira Pedro Vitoriano</i>	103
Comparación entre variables antropométricas auto reportadas y mediciones reales	
<i>J. Díaz-García; L.I. González-Zapata; A. Estrada-Restrepo</i>	112
Reproducibility and validity of a food frequency questionnaire to estimate calcium intake in Puerto Ricans	
<i>Cristina Palacios; Adelaida Segarra; María Angélica Trak, Ixian Colón</i>	205
Importance of iodine in pregnancy	
<i>Nicolás Carreto-Molina; Pablo García-Solis; Juan Carlos Solis-S; Ludivina Robles-Osorio; Hebert Luis Hernández-Montiel; Genaro Veja-Malagón</i>	213
 PERSPECTIVA	
El consumo elevado de licopeno sumado a una ingestión reducida de carnes rojas aumenta el poder antioxidante total	
<i>Diego Messina; Rafael Pérez Elizalde; Catalina Soto; Ana Uvilla; José Daniel López Laur; Constanza López Fontana</i>	15
The double burden of malnutrition and its risk factors in school children in Tunja	
<i>Lirios Pastor Galiano; Fred Manrique Abril; Andrea Ernernt, Anne-Madeleine Bau</i>	119
Índice cintura estatura como predictor de riesgo de hipertensión arterial en población adulta joven: ¿Es mejor indicador que la circunferencia de cintura?	
<i>Karen Valenzuela; Patricia Bustos</i>	220
Factores asociados con la seguridad alimentaria en un Municipio Rural del norte del Cauca, Colombia	
<i>Sayda Milena Pico Fonseca; Helena Pachón</i>	227
 TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN	
Nutrición Clínica	
Relación del consumo de alimentos de alto índice glicérico en la dieta y los niveles de HbA1c en individuos Diabéticos Tipo 2 en tratamiento con dieta y/o Metformina	
<i>Nicol Varela D.; Claudia Vega S.; Karen Valenzuela L</i>	23

Calcium supplementation, bone mineral density and bone mineral content. Predictors of bone mass changes in adolescent mothers during the 6-month postpartum period <i>Agustina Malpeli; María Apezteguía; José L. Mansur; Alicia Armanini; Melisa Macías Couret; Rosa Villalobos; Marta Kuzminczuk, Horacio F. Gonzalez</i>	30
Evaluación de diez especies de pescado para su inclusión como parte de la dieta renal, por su contenido de proteína, fósforo y ácidos grasos <i>RMaría Isabel Castro-González, Ana Gabriela Maafs-Rodríguez; Fernando Pérez-Gil Romo</i>	127
Patrón de consumo alimentario en una muestra de adultos con Enfermedad Colelitiasica (EC) <i>Agustina Bertola Compagnucci; Herman A Perroud; Roberto Villavicencio; Alfredo Brasca; Daniel Berli; Stella M. Pezzoto</i>	234
Estimation of glycaemic index of peach palm (<i>Bactris gasipaes</i>) cooked fruits and chips, and pitahaya (<i>Hylocereus spp.</i>) pulp <i>Gin Jiménez; Georgina Gómez; Ana M. Pérez; Adriana Blanco-Metzler</i>	242
Nutrición y Salud Pública	
Prevalencia del síndrome metabólico en niños y adolescentes chilenos historia familiar de enfermedades crónicas no transmisibles <i>Raquel Burrows A.; Eduardo Atalah S.; Laura Leiva B.; Pamela Rojas M.; María Pía de la Maza C.; Fabian Vásquez V.; Lydia Lera M.; Erick Díaz B</i>	155
Estado nutricional y carencias de micronutrientes en la dieta de adolescentes escolarizados de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco <i>Rosa María Valdez López; Josefina Fausto Guerra; Isabel Valadez Figueroa; Alfredo Ramos Ramos; Oscar Loreto Garibay; Martha Villaseñor Farias</i>	161
Índice triglicéridos/HDL-colesterol: en una población de adolescentes sin factores de riesgo cardiovascular <i>Jimena Soutelo; Mabel Graffigna; Margarita Honfi; Marta Migliano; Marcela Aranguren; Adrian Proietti; Carla Musso, Gabriela Berg</i>	167
Estado nutricional de mujeres con diabetes gestacional y características del recién nacido <i>María Angélica González Stäger; Alejandra Rodríguez Fernández; Victoria Ortega Quintana; Leslie Oliveras Vega</i>	313
Salud Pública	
Envejecimiento y metabolismo: cambios y regulación <i>Genaro Gabriel Ortiz; Elva D. Árias-Merino; Irma E. Velázquez-Brizuela; Fermín P. Pacheco-Moisés; Luis J. Flores-Alvarado; Erandis D. Torres-Sánchez; Fernando Cortés-Enríquez; Erika D. González-Renovato; Irma G. Ortiz-Velázquez</i>	249
Nutrición Experimental	
Freeze-dried jaboticaba peel powder rich in anthocyanins did not reduce weight gain and lipid content in mice and rats <i>Anne Y. Castro Marques; Nathalia Romanelli Dragano; Sabrina Alves Lenquiste; Angela Giovana Batista; Carina Carlucci Palazzo; Mário Roberto Maróstica Jr</i>	37

Nutrición Infantil

Daily consumption of foods and nutrients from institutional and home among young children attending two contrasting day-care centers in Guatemala City

Vossenaar M.; Jaramillo P. M.; Soto-Méndez M.-J.; Panday B.;

Hamelinck V.; Bermúdez O. I.; Doak C. M.; Mathias P.; Solomons N. W...... 319

Nutrición y Hábitos Alimentarios

Factores dietéticos y su relación con el apetito en niños menores de dos años con desnutrición leve

Mariana Martínez Quijada; María Luisa Ávares Gutiérrez 137

Asociación del índice de masa corporal y conductas de riesgo en el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes mexicanos

Reyna Sámano; Rosa Zelonka; Hugo Martínez-Rojano; Bernarda Sánchez-Jiménez;

Cristina Ramírez; Georgina Ovando 145

Nutrición y Obesidad

Sobrepeso medido por IMC o percibido y comportamientos de control del peso en adolescentes universitarios de Ciudad Guzmán, Jalisco, México

Hidalgo-Rasmussen Carlos Alejandro; Ramírez-López Guadalupe; Montaña Espinoza Rosa..... 44

Mejora en la sensibilidad a la insulina con un programa intensivo de cambio en el estilo de vida para control de obesidad en niños y adolescentes en el primer nivel de atención

Díaz-Zavala R.G.; Esparza-Romero J.; Moya-Camarena S.Y.; Quihui L.;

Cisneros-Tapia R.; Valencia M.E 258

Obesity with no metabolic syndrome and adipose tissue expansion based solely on risk factors and inflammatory marker of coronary heart disease in premenopausal women

Sabrina Alves Ramos; Adriano de Paula Sabino; Daniela Corrêa Ferreira;

Jacqueline Isaura Alvarez-Leite..... 267

Obesidad central única y combinada con sobrepeso/obesidad en preescolares mexicanos

Ana María Salinas-Martínez; Ricardo Jorge Hernández-Herrera;

Álvaro Mathiew-Quirós; Eduardo Enrique González-Guajardo 331

Contribución de la merienda al patrón alimentario de escolares con exceso de peso y estado nutricional normal en Cartago, Costa Rica

Marianela Ibarra López; Laia Llobet León; Xinia Fernández Rojas 339

Educación Alimentaria

Food advertising and television exposure: influence on eating behavior and nutritional status of children and adolescents

Suzane Mota Marques Costa; Paula Martins Horta; Luana Caroline Dos Santos..... 53

Evaluación de una intervención en educación alimentaria y actividad física para prevenir obesidad infantil en escuelas públicas de Santiago de Chile

Juliana Kain; Bárbara Leyton; Fernando Concha; Gerardo Weisstaub;

Luz Lobos, Nelly Bustos, Fernando Vio 60

Educación en Nutrición

Método Delphi para identificar materiales educativos sobre alimentación saludable para educadores, escolares y sus padres

Fernando Vio; Lydia Lera; Alejandro Fuentes-García; Judith Salinas 275

Consumo de Alimentos

Consumo de frutas e vegetais em escolares da rede pública no Sul do Brasil

Carla Ribeiro Ciochetto; Silvana Paiva Orlandi; Maria de Fátima Alves Vieira 172

Microbiología de Alimentos

Antimicrobial action of lactoferrin on *Staphylococcus aureus* inoculated in Minas frescal cheese

Alisson Santana da Silva; Edson Renato Honjaya; Sibebe Camilo Cardoso; Cíntia Hoch Batista de Souza, Marcela de Rezende Costa; Elsa Helena Walter de Santana; Lina Casale Aragon-Alegro 68

Efecto bacteriostático y/o bactericida del extracto de gel de *Aloe vera* sobre cultivos de *Listeria monocytogenes*

Luis Guillermo Ramírez Mérida; Alba Morón de Salim; Rosangela Catinella; Luis Castillo 73

Calidad bacteriológicas y detección de *Bacillus cereus* toxigénicos en arroz blanco cocido expandido en el área metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica

Rodrigo Coto; Carolina Chaves; María del Mar Gamboa; María Laura Arias 283

Comportamento de cepas distintas de *Lactobacillus acidophilus* em queijo *petit-suisse*

Keila Marques Ribeiro; Lucas Campana Pereira; Cinthia Hoch Batista de Souza; Susana Marta Isay Saad 347

Ciencia de Alimentos

Establecimiento de condiciones óptimas para obtener un aislado proteico de avellana chilena (*Gevuina avellana*, Mol)

Mario Virrarroel; Constanza Zapata; Leonardo Pino; Mónica Rubilar 79

Concordancia entre analistas de laboratorios de Latinoamérica para la determinación de la apariencia de grano de arroz pulido mediante el uso de imágenes digitales

Manuel Avila; Eduardo Graterol; Jesús Alezones; Beisy Criollo; Dámaso Castillo; Victoria Kuri; Norman Ovideo; Cesar Moquete; Marbella Romero; Zaida Hanley; Margie Taylor 179

Study of EDTA intake of children for potential use of FeNaEDTA for breakfast cereal fortification

María G. Galán; Carolina e. Cagnasso; Silvina R. Drago 290

Evaluación de los métodos de la normatividad mexicana para la determinación de nitritos en alimentos infantiles

Josefina C. Morales Guerrero; Rodrigo A García Zepeda; Edgar Flores Ruvalcaba; Lorelei Martínez Michel 295

Diseño de un programa de análisis de peligros y puntos de control crítico en el proceso productivo de cacao en polvo en una industria alimentaria

Patrizia López D`Sola; María Gabriela Sandia; Lizet Bou Rached; Pilar Hernández Serrano 355

Tecnología de Alimentos

Formulación y elaboración de pastelillos tipo brownies con más fibra y menos calorías que los convencionales

Alma Rosa Islas-Rubio; Anabel Hernández-Zapeda; Ana María Calderón de la Barca; Martha Nydia Ballesteros-Vásquez, María del Carmen Granados-Nevárez;

Francisco Vásquez-Lara 185

Efecto del procedimiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*)

Colmar Valero; Jhoana Colina; Emilio Linares 363

Latinfoods. Composición de Alimentos

Native black Michuñe potato variety: characterization, frying conditions and sensory evaluation

M. Rubilar; M. Villarroel; M. Paillacar; D. Moenne-Loócz; C. Shene; E. Biolley; F. Acevedo 87

Caracterización de semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*) cultivadas en Venezuela

Zoitz Ostojich Cuevas; Elba Sangronis 192

Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de bebidas elaboradas con panela

Jhoana Colina; Marisa Guerra; Doralys Guilarte; Carlos Alvarado 303

Fósforo fitico y actividad de fitasa en fórmulas infantiles basadas en cereales

Álvaro Ojeda; Iraidis Villavicencio; Zoraida Linares 370

Antioxidant activity of four color fractions of bee pollen from Mérida, Venezuela

Elizabeth M. Pérez-Pérez; Patricia Vit; Rivas Efrain; Sciortino Rosa; Sosa Angel;

Tejada Daniel; Antonio J. Rodríguez-Malaver 375

Características física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn

Alexia Torres 381

Volatile composition of peppermint (*Mentha piperita L.*) commercial teas through solid phase extraction

L. G. Riachi; L. E.abi-Zaid; R. F. A. Moreira; C. A. B. De María 389

NOTAS NECROLÓGICAS

Juan Claudio Sanahuja 1921-2012

María Luz Pita Martin de Portela 94

NUEVOS LIBROS..... 429

INDICE DE AUTORES DEL VOLUMEN 62-2012

A	Vol / Pág / Año
Abi- Zaid, L, E. Véase Riachi, L. G.	62(4): 389-392; 2012
Acevedo, F. Véase Rubilar, Mónica.....	62(1): 68-72; 2012
Alezones, Jesús Véase Ávila, Manuel	62(2): 179-184; 2012
Alvarado, Carlos Véase Colina, Jhoana	62(3): 303-310; 2012
Álvarez Gutiérrez, María Luisa Véase Martínez Quijada, Mariana	62(2): 137-144; 2012
Alvarez-Leite, Jacqueline Isaura Véase	62(3): 267-274; 2012
Alves Lenquiste, Sabrina Véase Castro Marques, Anne Y.	62(1): 37-43; 2012
Alves Ramos, Sabrina Obesity with no metabolic syndrome and adipose tissue expansion based solely on risk factors and inflammatory marker of coronary heart disease in premenopausal women	62(3): 267-274; 2012
Alves Vieira, María de Fatima Véase Ribeiro Ciochetto, Carla	62(2): 172-178; 2012
Apezteguia, María Véase Malpeli, Agustina	62(1): 30-36; 2012
Aragon-Alegro, Lina Casale Véase Santana Da Silva, Alisson	62(1): 68-72; 2012
Aranguren, Marcela Véase Souleto, Jimena	62(2): 167-171; 2012
Armanini, Alicia Véase Malpeli, Agustina	62(1): 30-36; 2012
Arias, María Laura Véase Coto, Rodrigo	62(3): 283-289; 2012

- Arias-Meriano, Elva D.
Véase Ortiz, Genaro Gabriel 62(3): 249-257; 2012
- Atalah S., Eduardo
Véase Burrows A., Raquel 62(2): 155-160; 2012
- Avila, Manuel
Concordancia entre analistas de laboratorios de Latinoamérica para
la determinación de la apariencia de grano de arroz pulido mediante
el uso de imágenes digitales 62(2): 179-184; 2012
- B**
- Ballesteros-Vásquez, Martha Nydia
Véase Islas-Rubio, Alma Rosa 62(2): 185-191; 2012
- Batista, Ángela Giovana
Véase Castro Marques, Anne Y. 62(1): 37-43; 2012
- Bau, Anne Madeleine
Véase Pastor Galiano, Lirios 62(2): 119-126; 2012
- Berg, Gabriela
Véase Soutelo, Jimena 62(2): 167-171; 2012
- Berli, Daniel
Véase Bertola Compagnucci, Agustina 62(3): 234-241; 2012
- Bermúdez, O. J.
Véase Vossenaar, M. 62(4): 319-330; 2012
- Bertola Compagnucci, Agustina
Patrón de consumo alimentario en una muestra de adultos con
Enfermedad Colelitiasica (EC) 62(3): 234-241; 2012
- Biolley, E.
Véase Kain, Juliana 62(1): 87-93; 2012
- Blanco-Metzler, Adriana
Véase Jiménez, Gin 62(3): 242-248; 2012
- Bou Rached, Lizet
Véase López D`Sola, Patrizia 62(4): 355-362; 2012
- Brasca, Alfredo
Véase Bertola Compagnucci, Agustina 62(3): 234-241; 2012

- Burrows A., Raquel
Prevalencia del síndrome metabólico en niños y adolescentes
chilenos con historias familiar de enfermedades crónicas
no transmisibles..... 62(2): 155-160; 2012
- Bustos, Nelly
Véase Kain, Juliana..... 62(21): 60-67; 2012
- Bustos, Patricia
Véase Valenzuela, Karen 62(3): 220-226; 2012
- C**
- Cagnasso, Carolina E.
Véase Galán, María G..... 62(3): 290-294; 2012
- Calderon de la Barca, Ana María
Véase Islas-Rubio, Alma Rosa 62(2): 185-191; 2012
- Cardoso, Sibebe Camilo
Véase Santana Da Silva, Alesson..... 62(1): 68-72; 2012
- Carlucci Palazzo, Carina
Véase Castro Marques, Anne Y..... 62(1): 37-43; 2012
- Carreto-Molina, Nicolás
Importance of iodine in pregnancy..... 62(3): 213-219; 2012
- Castillo, Dámaso
Véase Ávila, Manuel..... 62(2): 179-184; 2012
- Castillo, Luis
Véase Ramírez Mérida, Luis Guillermo..... 62(1): 73-78; 2012
- Castro-González, María Isabel
Evaluación de diez especies de pescado para su inclusión como
parte de la dieta renal, por su contenido de proteína, fósforo y
ácidos grasos..... 62(2): 127-136; 2012
- Castro Marques, Anne Y.
Freeze-dried jaboticaba peel powder rich in anthocyanins did not
reduce weight gain and lipid content in mice and rats 62(1): 37-43; 2012
- Catinella, Rosangela
Véase Ramírez Mérida, Luis Guillermo 62(1): 73-78; 2012
- Cisnero-Tapia, R.
Véase Díaz-Zavala, R. G. 62(3): 258-266; 2012

Chaves, Carolina			
Véase Coto, Rodrigo.....	62(3):	283-289;	2012
Colina, Jhoana			
Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de bebidas elaboradas con panela.....	62(3):	303-310;	2012
Véase Valero, Yolmar.....	62(4):	363-369;	2012
Colón, Ixian			
Véase Palacios, Cristina.....	62(3):	205-212;	2012
Concha, Fernando			
Véase Kain, Juliana.....	62(1):	60-67;	2012
Corrêa Ferreira, Daniela			
Véase Alves Ramos, Sabrina.....	62(3):	267-274;	2012
Cortés-Enríquez, Fernando			
Véase Ortiz, Genaro Gabriel.....	62(3):	249-257;	2012
Costa, Neuza María Brunoro			
Véase Vakajima, Vânia Mayumi.....	62(2):	103-111;	2012
Coto, Rodrigo			
Calidad bacteriológicas y detección de bacillus cerus toxigénicos en arroz blanco cocido expendido en el área metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica	62(3):	283-289;	2012
Criollo, Beisy			
Véase Avila, Manuel	62(2):	179-184;	2012
D			
De María, C. A. B.			
Véase Riachi, L. G.	62(4):	389-392;	2012
De Rezende Costa, Marcela			
Véase Santana Da Silva, Alesson.....	62(1)	:68-72;	2012
De Souza, Cínthia Hoch Batista			
Véase Santana Da Silva, Alesson.....	62(1):	68-72;	2012
Díaz B., Erick			
Véase Burrows A., Raquel	62(2):	155-160;	2012
Díaz-García, J.			
Comparación entre variables antropométricas auto reportadas y mediciones reales	62(2):	112-118;	2012

- Díaz- Zavala, R. G.
Mejora en la sensibilidad a la insulina con un programa intensivo
de cambio en el estilo de vida para control de obesidad en niños
y adolescentes en el primer nivel de atención 62(3): 258-266; 2012
- Doak, C. M.
Véase Vossenaar, M. 62(4): 319-330; 2012
- Dos Santos, Luana Caroline
Véase Marques Costa, Suzane Mota 62(1): 53-59; 2012
- Drago, Silvina R.
Véase Galán, María G. 62(3): 290-294; 2012

E

- Ernest, Andrea
Véase Pastor Galiano, Lirios 62(2): 119-126; 2012
- Esparza-Romero, J.
Véase Díaz-Zavala, R.G. 62(3): 255-266; 2012
- Estrada-Restrepo, A.
Véase Díaz-García, J. 62(2): 112-118; 2012

F

- Fausto Guerra, Josefina
Véase Valdez López, Rosa María..... 62(2): 161-166; 2012
- Fernández Rojas, Xinia
Véase Ibarra López, Marianela 62(4): 339-346; 2012
- Flores-Alvarado, Luis J.
Véase Ortiz, Genero Gabriel..... 62(3): 249-257; 2012
- Flores Ruvalcaba, Edgar
Véase Morales Guerrero, Josefina C..... 62(3): 295-304; 2012
- Frontela Sasetta, C.
Véase Peso Echarri, P..... 62(1): 6-14; 2012
- Fuentes-García, Alejandro
Véase Vío, Fernando 62(3): 275-282; 2012

G

- Galán, María G.
Study of EDTA intake of children for potential use of FeNaEDTA
for breakfast cereal fortification 62(3): 290-294; 2012
- Gamboa, María del Mar
Véase Coto, Rodrigo 62(3): 283-289; 2012
- García-Solis, Pablo
Véase Carreto-Molina, Nicolás 62(3): 213-219; 2012
- García Zepeda, Rodrigo A.
Véase Morales Guerrero, Josefina C. 62(3): 295-302; 2012
- Gómez, Georgina
Véase Jiménez, Gin 62(3): 242-248; 2012
- Gonzalez, Horacio F.
Véase Malpeli, Agustina 62(1): 30-36; 2012
- González Bermúdez, C. A.
Véase Peso Echarri, P. 62(1): 6-14; 2012
- González-Guajardo, Eduardo Enrique
Véase Salinas-Martinez, Ana Maria 62(4): 331-338; 2012
- González-Renovato, Erika D.
Véase Ortiz, Genaro Gabriel 62(3): 249-257; 2012
- González Stäger, María Angélica
Estado nutricional de mujeres con diabetes gestacional y
características del recién nacido 62(4): 313-318; 2012
- González-Zapata, L. I.
Véase Díaz-García, J. 62(2): 112-118; 2012
- Graffigna, Mabel
Véase Soutelo, Jimena 62(2): 167-171; 2012
- Granados-Nevárez, María del Carmen
Véase Islas-Rubio, Alma Rosa..... 62(2): 185-191; 2012
- Graterol, Eduardo
Véase Ávila, Manuel..... 62(2): 179-184; 2012
- Guerra, Marisa
Véase Colina, Jhoana 62(3): 303-310; 2012

- Guilarte, Doralys
 Véase Colina, Jhoana..... 62(3): 303-310; 2012
- Guimarães, Paulo Evaristo de Oliveira
 Véase Nakajima, Vânia Mayumi..... 62(2): 103-111; 2012

H

- Hamelinck, V.
 Véase Vossenaar, M. 62(4): 319-330; 2012
- Hanley, Zaida
 Véase Ávila, Manuel 62(2): 179-184; 2012
- Hernández-Herrera, Ricardo Jorge
 Véase Salinas-Martínez, Ana María 62(4): 331-338; 2012
- Hernández-Montiel, Hebert Luis
 Véase Carreto-Molina, Nicolás 62(3): 213-219; 2012
- Hernández Serrano, Pilar
 Véase López D`Sola, Patrizia 62(4): 355-362; 2012
- Hernández-Zepeda, Anabel
 Véase Islas-Rubio, Alma Rosa 62(2): 185-191; 2012
- Hidalgo-Rasmussen, Carlos Alejandro
 Sobrepeso medido por IMC o percibido y comportamientos de
 control del peso en adolescentes universitarios de Ciudad Guzmán,
 Jalisco, México 62(1): 44-52; 2012
- Hidalgo-San Martín, Alfredo
 Véase Hidalgo-Rasmussen, Carlos Alejandro..... 62(1): 44-52; 2012
- Honfi, Margarita
 Véase Soutelo, Jimena 62(2): 167-171; 2012
- Honjoya, Edson Renato
 Véase Santana Da Silva, Alisson 62(1): 68-72; 2012

I

- Ibarra López, Marianela
 Contribución de la merienda al patrón alimentario de escolares con
 exceso de peso y estado nutricional normal en Cartago,
 Costa Rica..... 62(4): 339-346; 2012

- Ineichen, Emelio
 Véase Valero, Yolmar 62(4): 363-369; 2012
- Islas-Rubio, Alma Rosa
 Formulación y elaboración de pastelillos tipo brownies con más
 fibras y menos calorías que los convencionales..... 62(2): 185-191; 2012

J

- Jaramillo, P. M.
 Véase Vossenaar, M. 62(4): 319-330; 2012
- Jiménez, Gin
 Estimation of glycaemic index of peach palm (*Bactris gasipaes*)
 cooked fruits and chips, and pitahaya (*Hylocereus spp.*) pulp..... 62(3): 242-248; 2012

K

- Kain, Juliana
 Evaluación de una intervención en educación alimentaria y
 actividad física para prevenir obesidad infantil en escuelas
 públicas de Santiago de Chile 62(1): 60-67; 2012
- Kuri, Victoria
 Véase Ávila, Manuel 62(2): 179-184; 2012
- Kuzminczuk, Marta
 Véase Malpeli, Agustina 62(1): 30-36; 2012

L

- Leiva B., Laura
 Véase Burrows A., Raquel 62(2): 155-160; 2012
- Lera M., Lydia
 Véase Burrows A., Raquel 62(2): 155-160; 2012
 Véase Vio, Fernando 62(3): 275-282; 2012
- Leyton, Bárbara
 Véase Kain, Juliana 62(1): 60-67; 2012
- Linares, Zoraida
 Véase Ojeda, Álvaro 62(4): 370-374; 2012

Llobet León, Laia			
Véase Ibarra López, Marianela	62(4):	339-346;	2012
Lobos, Luz			
Véase Kain, Juliana	62(1):	60-67;	2012
López D`Sola, Patrizia			
Diseño de un programa de análisis de peligros y puntos de control crítico en el proceso productivo de cacao en polvo en una industria alimentaria.....	62(4):	355-362;	2012
López Fontana, Constanza			
Véase Messina, Diego	62(1):	15-22;	2012
López Laur, José Daniel			
Véase Messina, Diego	62(1):	15-22;	2012
Loreto Garibay, Oscar			
Véase Valdez López, Rosa María	62(2):	161-166;	2012
M			
Maafs-Rodríguez, Ana Gabriela			
Véase Castro-González, María Isabel	62(2):	127-136;	2012
Macías Couret, Melisa			
Véase Malpeli, Agustina	62(1):	30-36;	2012
Malpeli, Agustina			
Calcium supplementation, bone mineral density and bone mineral content. Predictors of bone mass changes in adolescent mothers during the 6-month postpartum period	62(1):	30-36;	2012
Manrique Abril, Fred			
Véase Pastor Galiano, Lirios	62(2):	119-126;	2012
Mansur, José L.			
Véase Malpeli, Agustina	62(1):	30-36;	2012
Marques Costa, Suzane Mota			
Food advertising and television exposure: influence on eating behavior and nutritional status of children and adolescents	62(1):	53-59;	2012
Maróstica Jr. Mário Roberto			
Véase Castro Marques, Anne Y.	62(1):	37-43;	2012
Martin de Portela, María Luz Pita			
Notas necrológicas Juan Claudio Sanahuja 1921-2012	62(1):	94-95;	2012

Martínez Graciá, C. Véase Peso Echarri, P.....	62(1):	6-14;	2012
Martínez Michel, Lorelei Véase Morales Guerrero, Josefina C.	62(3):	295-304;	2012
Martínez Quijada, Mariana Factores dietéticos y su relación con el apetito en niños menores de dos años con desnutrición leve.....	62(2):	137-144;	2012
Martínez-Rojano, Hugo Véase Sámano, Reyna.....	62(2):	145-154;	2012
Martino, Hércia Stampini Duarte Véase Nakajima, Vânia Mayumi.....	62(2):	103-111;	2012
Martins Horta, Paula Véase Marques Costa, Suzane Mota.....	62(1):	53-59;	2012
Mathías, P. Véase Vossenaar, M.....	62(4):	319-330;	2012
Mathiew-Quirós, Álvaro Véase Salinas-Martinez, Ana María	62(4):	331-338;	2012
Messina, Diego El consumo elevado de licopeno sumado a una ingestión reducida de carnes rojas aumenta el poder antioxidante total.....	62(1):	15-22;	2012
Migliano, Marta Véase Soutelo, Jimena.....	62(2):	167-171;	2012
Moenne-Locoz, D. Véase Rubilar Mónica.....	62(1):	87-93;	2012
Montaño Espinoza, Rosa Véase Hidalgo-Rasmussen, Carlos Alejandro.....	62(1):	44-52;	2012
Moquete, Cesar Véase Ávila, Manuel.....	62(2):	179-184;	2012
Morales Guerrero, Josefina C. Evaluación de los métodos de la normatividad mexicana para la determinación de nitritos en alimentos infantiles.....	62(3):	295-302;	2012
Moreira, R. F. A. Véase Riachi, L. G.....	62(4):	389-392;	2012
Moron de Salim, Alba Véase Ramírez Mérida, Luis Guillermo	62(1):	73-78;	2012

Moya-Camarena, S. Y.
 Véase Díaz-Zavala, R. G..... 62(3): 258-266; 2012

Musso, Carla
 Véase Soutelo, Jimena..... 62(2): 167-171; 2012

N

Nakajima, Vânia Mayumi
 Iron bioavailability of different maize genotypes developed in a
 breeding program: in vitro and in vivo studies..... 62(2): 103-111; 2012

O

Ojeda, Álvaro
 Fósforo fítico y actividad de fitasa en fórmulas infantiles basadas
 en cereales..... 62(4): 370-374; 2012

Oliveira, Pedro Vitoriano
 Véase Nakajima, Vânia Mayumi..... 62(2): 103-111; 2012

Oliveras Vega, Leslie
 Véase González Stäger, María Angélica..... 62(4): 313-318; 2012

Ortega Quintana, Victoria
 Véase González Stäger, María Angélica..... 62(4): 313-318; 2012

Ortiz, Genaro Gabriel
 Envejecimiento y metabolismo: cambios y regulación..... 62(3): 249-257; 2012

Ortiz-Velázquez, Irma G.
 Véase Ortiz, Genaro Gabriel..... 62(3): 249-257; 2012

Ostojich Cuevas, Zoitza
 Caracterización de semillas de linaza (*Linum usitatissimum L.*)
 cultivadas en Venezuela..... 62(2): 192-200; 2012

Ovando, Georgina
 Véase Sámano, Reyna..... 62(2): 145-154; 2012

Oviendo, Norman
 Véase Ávila, Manuel..... 62(2): 179-184; 2012

P

Pacheco-Moisés, Fermín P.
 Véase Ortiz, Genaro Gabriel..... 62(3): 249-257; 2012

- Pachón, Helena
Véase Pico Fonseca, Sayda Milena 62(3): 227-233; 2012
- Paiva Orlandi, Silvana
Véase Ribeiro Ciochette, Carla 62(2): 172-178; 2012
- Palacios, Cristina
Reproducibility and validity of a food frequency questionnaire to
estimate calcium intake in Puerto Ricans 62(3): 205-212; 2012
- Panday, B.
Véase Vossenaar, M..... 62(4): 319-330; 2012
- Pastor Galiano, Lirios
The double burden of malnutrition and its risk factors in school
children in Tunja 62(2): 119-126; 2012
- Pérez, Ana
Véase Jiménez, Gin 62(3): 242-248; 2012
- Pérez, Rafael
Véase Messina, Diego 62(1): 15-22; 2012
- Pérez-Gil Romo, Fernando
Véase Castro González, María Isabel 62(2): 127-136; 2012
- Pérez-Pérez, Elizabeth M.
Antioxidant activity of four color fractions of bee pollen from
Mérida, Venezuela 62(4): 375-380; 2012
- Pereira, Lucas Campana
Véase Ribeiro, Keila Marques 62(4): 347-354; 2012
- Perroud, Herman A.
Véase Bertola Compagnucci, Agustina..... 62(3): 234-241; 2012
- Peso Echarri, P.
 α -Lactoalbúmina como ingrediente de fórmulas infantiles
- Pezzotto, Stella M.
Véase Bertola Compagnucci, Agustina 62(3): 234-241; 2012
- Pía de la Maza C., María
Véase Burrows A., Raquel 62(2): 155-160; 2012
- Pico Fonseca, Sayda Milena
Factores asociados con la seguridad alimentaria en un Municipio
Rural del norte del Cauca, Colombia 62(3): 227-233; 2012

Pino, Leonardo
 Véase Villarroel, Mario 62(1): 79-86; 2012

Proietti, Adrian
 Véase Soutelo, Jimena 62(2): 167-171; 2012

Q

Queiroz, Valéria Aparecida Vieira
 Véase Nakajima, Vânia Mayumi 62(2): 103-111; 2012

Quihui, L.
 Véase Díaz-Zavala, R. G. 62(3): 258-266; 2012

R

Ramírez, Cristina
 Véase Sámana, Reyna 62(2): 145-154; 2012

Ramírez Mérida, Luis Guillermo
 Efecto bacteriostático y/o bactericida del extracto de gel de *Aloe vera*
 sobre cultivos de *Listeria monocytogenes* 62(1): 73-78; 2012

Ramos Sampaio, Lílían
 Véase Carneiro Roriz, Anna Karla 61(1): 5-12; 2011

Ramírez-López, Guadalupe
 Véase Hidalgo-Rasmussen, Carlos Alejandro..... 62(1): 44-52; 2013

Ramos Ramos, Alfredo
 Véase Valdez López, Rosa María..... 62(2): 161-166; 2012

Riachi, L. G.
 Volatile composition of peppermint (*Mentha piperita L.*) commercial
 teas through solid phase extraction 62(4): 389-392; 2012

Ribeiro, Keila Marques
 Comportamento de cepas distintas de *Lactobacillus acidophilus*
 em queijo petit-suisse 62(4): 347-354; 2012

Ribeiro Ciochetto, Carla
 Consumo de frutas e vegetais em escolares da rede pública no Sul
 do Brasil 62(2): 172-178; 2012

Rivas, Efrain
 Véase Pérez-Pérez, Elizabeth M..... 62(4): 375-380; 2012

Robles-Osorio, Ludivina Véase Carreto-Molina, Nicolás.....	62(3): 213-219;	2012
Rodríguez Fernández, Alejandra Véase González Stäger, María Angélica	62(4): 313-318;	2012
Rodríguez-Malaver, Antonio J. Véase Pérez-Pérez, Elizabeth M.....	62(4): 375-380;	2012
Rojas M., Pamela Véase Burrows A., Raquel	62(2): 155-160 ;	2012
Romanelli Dragano, Nathalia Véase Castro Marquez, Anne Y.	62(1): 37-43;	2012
Romero, Marbella Véase Avila, Manuel.....	62(2): 179-184;	2012
Ros Berruenco, G. Véase Peso Echarri, P.	62(1): 6-14;	2012
Rubilar, Mónica Véase Villarroel, Mario 62(1):79-86;2012 Native black Michuñe potato variety: characterization, frying conditions and sensory evaluation	62(1): 87-93;	2012
S		
Saad, Susana Marta Isay Véase Ribeiro, Keila Marques	62(4): 347-354;	2012
Sabino, Adriano de Paula Véase Alves Ramos, Sabrina	62(3): 267-274;	2012
Salinas, Judith Véase Vío, Fernando	62(3): 275-282;	2012
Salinas-Martínez, Ana María Obesidad central única y combinada con sobrepeso/obesidad en preescolares mexicanos	62(4): 331-338;	2012
Sámamo, Reyna Asociación del índice de masa corporal y conductas de riesgo en el desarrollo de trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes mexicanos	62(2): 145-154;	2012
Sánchez-Jiménez, Bernarda Véase Sámamo, Reyna	62(2): 145-154;	2012

- Sandia, María Gabriela
Véase López D`Sola, Patrizia..... 62(4): 355-362; 2012
- Sangronis, Elba
Véase Ostoich Cuevas, Zoitza 62(2): 192-200; 2012
- Santaella Pascual, M.
Véase Peso Echarri, P. 62(1): 6-14; 2012
- Santana Da Silva, Alisson
Antimicrobial action of lactoferrin on *Staphylococcus aureus*
inoculated in Minas frescal cheese 62(1): 68-72; 2012
- Sciortino, Rosa
Véase Pérez-Pérez, Elizabeth M..... 62(4): 375-380; 2012
- Segarra, Adelaida
Véase Palacios, Cristina 62(3): 205-212; 2012
- Shene, C.
Véase Rubilar, Mónica 62(1): 87-93; 2012
- Solís-S., Juan Carlos
Véase Carreto-Molina, Nicolás 62(3): 213-219; 2012
- Solomons, N. W.
Véase Vossenaar, M. 62(4): 319-330; 2012
- Sosa, Angel
Véase Pérez-Pérez, Elizabeth M. 62(4): 375-380; 2012
- Soto, Catalina
Véase Messina, Diego..... 62(1): 15-22, 2012
- Soto-Méndez, M. J.
Véase Vossenaar, M. 62(4): 319-330; 2012
- Soutelo, Jimena
Índice triglicéridos/HDL-colesterol: en una población de adolescentes
sin factores de riesgo cardiovascular..... 62(2): 167-171; 2012
- Souza, Cinthia Hoch Batista de
Véase Ribeiro, Keila Marques 62(4): 347-354; 2012

T

- Taylor, Margie
Véase Avila, Manuel 62(2): 179-184; 2012

- Tejada, Daniel
Véase Pérez-Pérez, Elizabeth M. 62(4): 375-380; 2012
- Torres, Alexia
Características física, química y compuestos bioactivos de pulpa
madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn 62(4): 381-388; 2012
- Torres-Sánchez, Erandis D.
Véase Ortiz, Genaro Gabriel 62(3): 249-257; 2012
- Trak, María Angélica
Véase Palacios, Cristina 62(3); 205-212; 2012

U

- Uvilla, Ana
Véase Messina, Diego 62(1): 15-22; 2012

V

- Valadez Figueroa, Isabel
Véase Valdez López, Rosa María 62(2): 161-166; 2012
- Valdez López, Rosa María
Estado nutricional y carencias de micronutrientes en la dieta de
adolescentes escolarizados de la Zona Metropolitana de Guadalajara,
Jalisco 62(2): 161-166; 2012
- Valencia, M. E.
Véase Díaz-Zavala, R. G. 62(3): 258-266; 2012
- Valenzuela L., Karen
Véase Valera D., Nicol 62(1): 23-29; 2012
Índice cintura estatura como predictor de riesgo de hipertensión
arterial en población adulta joven: ¿Es mejor indicador que la
circunferencia de cintura? 62(3): 220-226; 2012
- Valera D., Nicol
Relación del consumo de alimentos de alto índice glicérico en la
dieta y los niveles de HbA1c en individuos Diabéticos Tipo 2 en
tratamiento con dieta y/o Metformina 62(1): 23-29; 2012
- Valero, Yolmar
Efecto del procedimiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela
criolla (*Prunus domestica*) 62(4): 363-369; 2012

- Vasollo Morillas, M. I.
Véase Peso Echarri, P. 62(1): 6-14; 2012
- Vásquez-Lara, Francisco
Véase Islas-Rubio, Alma Rosa 62(2): 185-191; 2012
- Vásquez V., Fabián
Véase Burrows A., Raquel 62(2): 155-160; 2012
- Vega-Malagón, Genaro
Véase Carreto-Molina, Nicolás 62(3): 213-219; 2012
- Vega S., Claudia
Véase Valera D., Nicol 62(1): 23-29; 2012
- Velázquez-Brizuela, Irma E.
Véase Ortiz, Genaro Gabriel 62(3): 249-257; 2012
- Villarroel, Mario
Establecimiento de condiciones óptimas para obtener un aislado
proteico de avellana chilena (Gevuina avellana, Mol) 62(1): 79-86; 2012
Véase Rubilar, Mónica 62(1): 87-93; 2012
- Villaseñor Farias, Martha
Véase Valdez López Rosa María 62(2): 161-166; 2012
- Villavicencio, Iraidis
Véase Ojeda, Álvaro 62(4): 370-374; 2012
- Villavicencio, Roberto
Véase Bertola Compagnucci, Agustina 62(3): 234-241; 2012
- Vio, Fernando
Véase Kain, Juliana 62(1): 60-67; 2012
Método Delphi para identificar materiales educativos sobre
alimentación saludable para educadores, escolares y sus padres 62(3): 275-282; 2012
- Vit, Patricia
Véase Pérez-Pérez, Elizabeth M. 62(4): 375-380; 2012
- Vossenaar, M.
Daily consumption of foods and nutrients from institutional and
home source among young children attending two contrasting
day-care centers in Guatemala City 62(4): 319-330; 2012

W

- Walter De Santana, Elsa Helena
Véase Santana Da Silva, Alisson 62(1): 68-72; 2012

Weisstaub, Gerardo
Véase Kain, Juliana 62(1): 60-67; 2012

Z

Zapata, Constanza
Véase Villaroel, Mario 62(1): 79-86; 2012

Zelonka, Rosa
Véase Sámano, Reyna 62(2): 145-154; 2012

ÍNDICE DE MATERIAS DEL VOLUMEN 62-2012

A

Absorción de aceite	79
Absorción de agua	79
Ácido fítico	370
Ácido grasos n-3 EPA+DHA	127
Actividad antimicrobiana	68
Actividad antioxidante	375
Actividad física	60
Adecuación de nutrientes	319
Adolescentes	145, 161
Aislado proteico	79
α -lactoalbúmina	6
Alimentación	234
Alimentación saludable	275
Alimento funcional	242, 347
Alimentos infantiles con carne y vegetales	295
<i>Aloe vera</i>	73
Análisis de peligros y puntos críticos de control	355
Antioxidantes	15, 303, 363
Antocianinas	37
Antropometría	53
Apetito	137
Arroz blanco	283
Arroz, calidad de	179
Autoreporte	112
Avellana chilena	79

B

<i>Bacillus cereus</i>	283
Bebida	303
Biodisponibilidad	103
Brownies	185

C

Cacao en polvo	355
Calcio, ingesta de	205
Calcio, citrato de	30
Calidad microbiológica	283
Capacidad antioxidante	192
Carga glicémica	23

Carne roja	15
Cereales para desayuno	290
Circunferencia de cintura	220, 331
Ciruela criolla	363
Colesterol.....	234
Colombia.....	119, 227
Composición corporal.....	30
Compuestos bioactivos	68, 381
Compuestos volátil	389
Concentración mínima inhibitoria	73
Condición física.....	60
Condiciones de fritura	87
Conducta alimentaria	137, 145
Conducta del adolescente	44
Consumo de alimentos.....	53
Contenido mineral óseo.....	30
Contenido de polifenoles.....	375
Cuestionario de frecuencia alimentaria	290
Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.....	205
<i>Cyphomandra betacea</i>	381

D

Delphi, método	275
Desnutrición.....	137
Densidad mineral ósea.....	30
Diabetes gestacional	319
Diabetes Mellitus 2.....	23
Dieta.....	161
Dieta institucional.....	319
Dieta renal.....	127

E

EDTA, consumo de.....	290
Efectos beneficiosos	6
Encuesta alimentaria.....	23
Encuesta nutricional	119
Enfermedad cardiovascular	267
Enfermedad colelitíásica.....	234
Enfermedades Crónicas no Transmisibles, ECNT	155
Ensayo biológico	103
Envejecimiento	267
Escolares	172, 227
Estado nutricional	112, 161, 275
Estatura	112
Evaluación sensorial	87

Extracción en fase sólida	389
Extracto acuoso.....	389
Extracto etanólico.....	375

F

Factores de riesgo cardiovasculares.....	167
Factores reguladores del metabolismo	249
FeNaEDTA	290
Fibra dietética	185
Fibra.....	234
Fitasa.....	370
Fórmulas de inicio	6
Fórmula infantil	370
Fósforo	127, 370
Fortificación con hierro	290
Frutas	172

G

Gasto energético	249
Gestación	213
Glucosa sanguínea	242
Grasas	234
Griess, Método de.....	295
Guatemala.....	319

H

Hábitos alimenticios.....	137, 172
Hábitos alimentarios.....	275
HACCP	355
Hemoglobina glicosilada	23
Hidratos de carbono.....	295
Historia familiar de ECNT	155
Hormonas tiroideas.....	213

I

Índice cintura estatura.....	220
Índice de masa corporal.....	44, 145
Índice glicémico	23, 242
Índice TG/HDL colesterol	167
Ingrediente funcional.....	381
Inocuidad	355

Inseguridad alimentaria	227
Interlaboratorio	179
Intervención en educación nutricional.....	60
Inulina	185

J

Jaboticaba	37
------------------	----

L

Lácteos, productos	30
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	347
Licopeno	15
Linaza	192
Listeria monocytogenes	73

M

Madres adolescentes	30
Maíz	103
Malnutrición	119
Marcadores de consumo de alimentos.....	172
<i>Mentha piperita L</i>	389
Mérida, estado	375
Merienda escolar.....	339
Método Delphi	275
Método de diálisis.....	103
Método de Griess.....	295
Micro nutrientes	161
Microorganismos patogénicos	68
Metodología Superficie de Respuesta, MSR.....	79
Mujeres	267

N

Niño	137,319,258
Nutrición	213
Nutrición del adolescente	44
Nitritos	295

O

Obesidad.....	37, 155,313, 258, 267
Obesidad abdominal.....	112, 331
Obesidad infantil	60, 331, 339
Optimización	79

P

Panela.....	303
Papa, variedad Michuñe negro	87
Patrón de consumo escolar	339
Pejibaye	242
Percepción del peso	44
Pérdida de peso	44
Perímetro de cintura.....	112
Peso.....	112
Pescado	127
Pitahaya	242
Poder antioxidante total	15
Polen apícola.....	375
Población adulta joven.....	220
Polifenoles	192,363,303
Presión arterial.....	220
Primer nivel de atención	258
Probiótico.....	347
Productos lácteos	30
Programas nutricionales	119
Proteína	127
Prunus domestica.....	363
Publicidad de alimentos.....	53
Pulpa	381

Q

Queso <i>Petit-Suisse</i>	347
---------------------------------	-----

R

Ratones	37
Recién nacido	313
Recordatorio de 24 horas	319
Registro dietario	205
Reloj biológico	249
Reproducibilidad	179
Resistencia a la insulina	167, 258
Riesgo cardiovasculares	155
Ritmo circadiano.....	249
Rural	227

S

Síndrome metabólico	155, 267
---------------------------	----------

Síndrome metabólico en adolescencia.....	167
Sobrepeso.....	44, 119
<i>Streptococcus thermophilus</i>	347
Suplementación con calcio	30

T

Taninos.....	363
Técnicas cromatográficas	389
Tejido adiposo.....	267
Televisión.....	53
Tiempo mínimo de inhibición	73
Tomate de árbol	381
Trastornos de la conducta alimentaria	145

V

Validación	205
Vegetales.....	172
Venezuela.....	375

Y

Yodo.....	213
-----------	-----

