

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 49

SEPTIEMBRE 1999

Nº 3

Contenido

	Páginas
EDITORIAL	205
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Características antropométricas de mujeres obesas antes y después de un tratamiento reductor Arturo Rodríguez-Ojea, Jorge Bacallao, Lucía Fariñas.....	207
Talla materna y crecimiento del lactante nacido pretérmino María Angélica González S., Carlos Castillo D.	212
Estudio nutricional relativo a proteínas, energía y calcio en niños que concurren a comedor escolar Hugo Diego Sánchez, Carlos Alberto Osella, María Adela G. de la Torre, Rolando José González, Oscar A. Sbodio	218
Efecto de la lactancia materna y variables psicosociales sobre el desarrollo psicomotor en niños de 12 meses de edad Isidora De Andraca, M. Isabel Salas, Cecilia López, M. Soledad Cayazzo, Gloria Icaza	223

Bioquímica Nutricional

A taxa metabólica basal é superestimada pelas equações preditivas em universitárias do Rio de Janeiro, Brasil

Clarissa Magalhães Cruz, Andréa Ferreira da Silva, Luiz Antonio dos Anjos 232

Protoporfirina eritrocitaria durante la recuperación nutricional en ratas

Silvia Haydée Langini, María Esther Río de Gómez del Río, María Luz Pita Martín de Portela 238

Nutrición y Seguridad Alimentaria

Desarrollo rural, seguridad alimentaria del hogar y nutrición en el oeste de Honduras

Saúl S. Morris, Juan Manuel Medina Banegas 244

Ciencia de Alimentos

Evaluación de galletas dulces enriquecidas con germen de maíz y fibra de soya

Rebolledo MA, Sangronis E., Barbosa-Cánovas G. V. 253

Nutritional evaluation of table bread fortified with defatted soybean and sesame meals

Sergio O. Serna Saldivar, Jesús R. Abril-Dominguez, Guadalupe López-Ahumada, Refugio Ortega-Ramírez 260

Caracterización sensorial de paté a base de descartes de pulpa de salmón utilizando la metodología superficie de respuesta

Mario Villarroel, Edgar Uquiche, Jean Francois Urbulú 265

Tecnología de Alimentos

Antioxidant concentration effect on stability of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) crude oil

Vieira Thais M.F.S., Regitano-d'Arce, Marisa A.B. 271

Microbiología de Alimentos

Presencia de *Clostridium perfringens* en preparaciones a base de carne en servicios de alimentación pública del Cantón Central de San José, Costa Rica

Andrea Gutiérrez, María del Mar Gamboa, Evelyn Rodríguez, María Laura Arias 275

Determinación de *Clostridium perfringens* en embutidos de carne de cerdo del Area Metropolitana de Costa Rica

Jéssica Morera, Evelyn Rodríguez, María del Mar Gamboa 279

Nutrición Animal

Physical-chemical composition of in natura goat milk from cross Saanen throughout lactation period

Cesar A. M. Chornobai, Júlio C. Damasceno, Jesú V. Visentainer, Nilson E. de Souza, Makoto Matsushita 283

LatinFoods. Composición de Alimentos

Contenido de hierro, zinc y cobre en los alimentos de mayor consumo en México

Patricia López, Martha Castañeda, Gladys López, Elsa Muñoz, Jorge L. Rosado 287

Lipids and fatty acids in roasted chickens

Solange A. B. Souza, Jesú V. Visentainer, Makoto Matsushita, Nilson E. Souza 295

NOTAS 298

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 49

SEPTEMBER 1999

Nº 3

Contents

	Pages
EDITORIAL	205
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Anthropometric characteristics of obese women before and after weight reduction Arturo Rodríguez-Ojea, Jorge Bacallao, Lucía Fariñas.....	207
Maternal height and growth of Chilean premature infants María Angélica González S., Carlos Castillo D.	212
Nutritional study related to proteins, energy and calcium in children having school dinner Hugo Diego Sánchez, Carlos Alberto Osella, María Adela G. de la Torre, Rolando José González, Oscar A. Sbodio	218
Effect of breast feeding an psychosocial variables upon psychomotor development of 12 months old infants Isidora De Andraca, M. Isabel Salas, Cecilia López, M. Soledad Cayazzo, Gloria Icaza	223

Nutritional Biochemistry

Basal metabolic rate is overestimated by predictive equations in college aged women of Rio de Janeiro, Brazil

Clarissa Magalhães Cruz, Andréa Ferreira da Silva, Luiz Antonio dos Anjos..... 232

Erythrocyte Protoporphyrin during recovery from undernutrition in rats

Silvia Haydée Langini, María Esther Río de Gómez del Río, María Luz Pita Martín de Portela 238

Nutrition and Food Safety

Rural development, household food security, and nutrition in western Honduras

Saúl S. Morris, Juan Manuel Medina Banegas 244

Food Science

Evaluation of cookies enriched with corn germ and soy fiber

Rebolledo MA, Sangronis E., Barbosa-Cánovas G. V. 253

Nutritional evaluation of table bread fortified with defatted soybean and sesame meals

Sergio O. Serna Saldivar, Jesús R. Abril-Dominguez, Guadalupe López-Ahumada, Refugio Ortega-Ramírez 260

Sensory characterization of pate from waste salmon (*Salmo salar L.*) products utilizing response surface methodology

Mario Villarroel, Edgar Uquiche, Jean Francois Urbulú 265

Food Technology

Antioxidant concentration effect on stability of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) crude oil

Vieira Thais M.F.S., Regitano-d' Arce, Marisa A.B. 271

Food Microbiology

Presence of *Clostridium perfringens* in meat based preparations from public food services in San Jose, Costa Rica

Andrea Gutiérrez, María del Mar Gamboa, Evelyn Rodríguez, María Laura Arias..... 275

Clostridium perfringens in pork sausages from the Metropolitan Area, Costa Rica

Jéssica Morera, Evelyn Rodríguez, María del Mar Gamboa 279

Animal Nutrition

Physical-chemical composition of in natura goat milk from cross Saanen throughout lactation period

Cesar A. M. Chornobai, Júlio C. Damasceno, Jesuí V. Visentainer, Nilson E. de Souza, Makoto Matsushita 283

LatinFoods

Iron, zinc and copper content of foods commonly consumed in Mexico

Patricia López, Martha Castañeda, Gladys López, Elsa Muñoz, Jorge L. Rosado 287

Lipids and fatty acids in roasted chickens

Solange A. B. Souza, Jesuí V. Visentainer, Makoto Matsushita, Nilson E. Souza 295

NOTES 298

Editorial

El INCAP: en sus Bodas de Oro

INCAP: Petrel de la Nutrición. El Diccionario Enciclopédico de la Lengua Castellana lo define como "... de todos los animales pelagianos, los que mas se alejan de las costas..." y los primeros en ser vistos por los navegantes. Así, el INCAP, pionero - ave de vanguardia - celebra su merecido Oro de ininterrumpida y fructífera labor en el quehacer relevante y sostenido durante estos 50 años dedicados a la puesta en marcha de acciones y soluciones encaminadas al mejoramiento de la salud en la región. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION registra complacido en éste Editorial el Quincuagésimo Aniversario y extiende efusivas felicitaciones al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

De la Historia del INCAP (Publicación P-1074, 1966) citamos: "En 1946, representantes de los países de la América Central: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, así como de la República de Panamá, se reunieron con representantes de la Oficina Sanitaria Panamericana y de la Fundación W.K. Kellogg, con el propósito de crear una Institución cooperativa, única en el área de la nutrición que se denominó Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Su misión sería llevar a cabo el estudio de los problemas nutricionales de la región, buscar medios para solucionarlos y ayudar a los países miembros a hacer efectivas tales soluciones. Contaría para ello con laboratorios centrales y con un equipo bien adiestrado de trabajadores en el campo de la nutrición, condiciones de las que ninguno de los países hubiera podido disponer por si solo". El INCAP fue inaugurado el 16 de Septiembre de 1949, como parte del programa de festejos de aniversario de la Independencia de Centro América. Hoy 50 años después, en Septiembre de 1999, la Institución celebra sus Bodas de Oro con diversas actividades científicas, culturales y sociales.

Bajo el lema de "Hacia la Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centro América en el Siglo XXI", el INCAP ha programado la realización de cursos y talleres Pre-Aniversario en la semana del 30 de Agosto al 3 de Septiembre que incluyen: Formulación de Proyecto por Marco Lógico; Monitoreo y Evaluación de Proyectos de Nutrición; Actualización en Micronutrientes; Técnicas de Evaluación Cualitativa; Evaluación Sensorial de Alimentos; Microbiología Alimentaria; Prevención de Enfermedades Crónicas no Transmisibles (ECNT); Cultivos Hidropónicos; Seguridad Alimentaria y Nutricional en Procesos de Desarrollo Local; y Agroindustria Alimentaria Artesanal.

De igual manera, del 6 al 8 de Septiembre en la Ciudad de Guatemala tendrá lugar la Reunión Científica sobre Promoción de la Seguridad Alimentaria y Nutricional, con el propósito de analizar avances en aspectos que han sido el quehacer del INCAP y en los cuales ha contribuido al desarrollo de la alimentación y de la nutrición. Los grandes temas de la Reunión son los siguientes: Hacia la Calidad Integral de los Alimentos; Estilos de Vida Saludables; Micronutrientes en el Siglo XXI; Manejo y Prevención de la Desnutrición en el Niño y la Mujer; Educación Alimentaria y Nutricional; Promoción de la Salud, Evaluación, Monitoreo y Vigilancia Alimentaria y Nutricional; Seguridad Alimentaria y Nutricional a Nivel Local; Seguridad Alimentaria y Nutricional en Situaciones de Desastre; Ambiente y Seguridad Alimentaria y Nutricional; y Políticas en Alimentación y Nutrición. El Dr. Hernán L. Delgado, su actual Director, ha girado cartas de invitación a la comunidad científica, amigos y colaboradores del INCAP para acompañarlos en estas actividades de Aniversario. Agradecemos sinceramente su gentileza.

De la misma publicación citada al comienzo, nos permitimos transcribir el párrafo final que sigue y el cual debe mantener plena vigencia: “En la confianza de que sus actividades actuales proseguirán y se ampliarán para lograr la consecución de mayores conocimientos y servicios aun mas efectivos, el INCAP mira hacia el futuro con entusiasmo y con la esperanza de poder contribuir cada vez mas a la solución de los problemas nutricionales que hoy afligen a dos tercios de la población mundial”.

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION se complace en manifestar su genuina satisfacción por este memorable acontecimiento y reitera cordiales felicitaciones y expresivo reconocimiento al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP, por sus primeros 50 años.

José Félix Chávez Pérez
Editor General

Características antropométricas de mujeres obesas antes y después de un tratamiento reductor

Arturo Rodríguez-Ojea, Jorge Bacallao, Lucía Fariñas

Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba

RESUMEN. Se estudiaron las modificaciones antropométricas secundarias a tratamiento reductor, en 53 mujeres obesas premenopáusicas, entre 25 y 45 años. Antes y después del tratamiento se midieron las circunferencias del brazo, abdomen, cintura, cadera, muslo y pierna, y los pliegues cutáneos tricúpitales, bicúpitales, supraíliacos, subescapular, abdominal y de la pierna. Estos últimos promediaron sobre el 75 percentil. Las mediciones finales resultaron significativamente inferiores excepto las circunferencias de la pierna y los índices de abdomen/cadera y cintura/muslo. El peso corporal disminuyó en promedio 8,9 kg y la media de los pliegues por debajo del percentil 75. El peso graso relativo disminuyó 18,3% y el índice de masa corporal 11%. El análisis de componentes principales inicial reveló tres características de la obesidad, adiposidad general; distribución tronco/extremidades y distribución superior/inferior. El tratamiento modificó las características de la distribución de la grasa de las obesas y logró reducir significativamente los índices predictivos de morbilidad asociados a obesidad.

Palabras clave: Antropometría, tratamiento obesidad, obesidad, composición corporal, distribución de grasa corporal.

SUMMARY. Anthropometric characteristics of obese women before and after weight reduction. Anthropometric changes in 53 premenopausal obese women, 25-45 year-old, after an obesity treatment, were analyzed. Before and immediately after treatment, midarm, abdomen, waist, hip, midthigh and midcalf circumferences, as well as tricúpitales, bicúpitales, supraíliac, subscapular, abdominal and calf skinfold thickness were measured. The later averaged over percentil 75th. All final measurements, except midcalf circumference, abdomen/waist and hip/midthigh indexes, were significantly lowers as compared with the initial values. Body weight decreased on average 8,9 kg, and skinfold thickness mean fell below the 75th percentil. Percentage body fat decreased 18,3%, and body mass index 11%. Initial principal component analysis results, exhibited three chief characteristics of obesity: general adiposity; trunk vs. extremity fatness, and upper vs. lower fatness. Body fat distribution pattern and body composition were modified as a result of the treatment. Therefore, the morbidity risk associated with them, was substantially reduced. **Key words:** Anthropometry, obesity treatment, obesity, body composition, body fat distribution.

INTRODUCCION

La obesidad en el ser humano no es una condición homogénea y se han realizado intentos para clasificarla (1). Vague en 1947 describió la asociación entre la distribución anatómica de la grasa de tipo masculino o androide y la aparición de enfermedades tales como arteriosclerosis, diabetes mellitus (DM) y gota (2). Larsson en 1984 describió la asociación entre la distribución de la grasa de tipo abdominal medida por la relación entre las circunferencias de la cintura y la cadera (RCC) y el incremento del riesgo para infarto miocárdico (IM), accidentes vasculares encefálicos (AVE) y muerte prematura (3). El riesgo mayor para IM o muerte prematura se encontró en hombres con valores de RCC elevados e índice de masa corporal (IMC) bajos, lo cual sugiere que los hombres delgados, con la grasa corporal concentrada en el abdomen, tienen un riesgo mayor que el esperado de acuerdo a su peso relativo (3,4). Se ha informado de asociación positiva entre la obesidad de tipo abdominal y el desarrollo prospectivo de DM, hipertensión arterial e hiperlipidemia (5-8), enfatizando la separación del efecto de la obesidad como tal, del causado

por la disposición de la grasa abdominal, con probables orígenes diferentes y mecanismos patogénicos independientes (4,9).

El diagnóstico y tratamiento de la obesidad demanda de una previa tipificación del sujeto, basada en sus características físicas, pues la reducción del riesgo asociado a la obesidad no se logra solo como resultado de la disminución del peso corporal para la talla, sino que se requiere un cambio en la composición corporal y en la distribución de la grasa corporal, que constituyen resultados indicadores de reducción del riesgo de enfermedades asociadas. Por ello, el presente trabajo tiene el propósito de describir las características antropométricas antes y después de un tratamiento reductor y evaluar las modificaciones en el peso, el patrón de distribución corporal de la grasa y en la composición corporal en un grupo de mujeres obesas, como medidas del éxito del mismo.

POBLACION Y METODOS

Se obtuvieron los datos de las mediciones físicas inmediatamente antes y al final del tratamiento, de 53 mujeres obesas

entre 25 y 45 años de edad, todas premenopáusicas, con peso graso relativo (PGR) al inicio superior al 30%, libres de comorbilidades, asociadas o no a la obesidad, y de limitaciones físicas o psíquicas. Las participantes voluntariamente y previo consentimiento escrito, se sometieron al programa de tratamiento para bajar de peso durante 16 semanas, consistente en dieta hipoenérgica, ejercicios físicos y terapia conductual. El tratamiento dietético se desarrolló en 3 etapas. Durante las 4 semanas iniciales, se aplicó una dieta de 1000 Kcal (4,16 MJ), con una composición energética del 25% en proteína, 35% en grasa (vegetal), 45% en carbohidratos complejos y sacarina como endulzante. En la segunda etapa, de 8 semanas, se redujo a 600 Kcal (2,5 MJ), calculando la proteína a razón de 2 g/kg de peso ideal, para compensar las pérdidas de nitrógeno del tratamiento; se eliminó la grasa (solo la propia de los alimentos) y el resto de la energía se obtuvo a partir de carbohidratos complejos. Para reducir los efectos cetogénicos de la dieta se autorizó el consumo de 15 g de azúcar al día. El consumo de energía se incrementó a razón de 100 Kcal/semana en la etapa final, de 4 semanas, hasta alcanzar el valor inicial. De ahí en adelante, se calculó el ingreso energético del paciente a partir de su composición corporal y su gasto energético diario. El programa de actividad física consistió en ejercicios de marcha y (o) trote, individualizando las cargas según las condiciones físicas. En la etapa de restricción calórica severa, se mantuvo estable la carga física, como consecuencia de la restricción de energía y a partir de la 3 etapa, se aumentó progresivamente según la respuesta individual. Para el tratamiento de los aspectos psicológicos se tomó como referencia el manual «L.E.A.R.N» (lifestyle, exercise, attitudes, relationships, nutrition) (10), que fue adaptado a las características sociales y culturales de la población cubana. Dos participantes abandonaron el estudio antes de finalizar la cuarta semana.

Se midieron el peso corporal (balanza Detecto) con aproximación de 0,1 kg y la talla (tallímetro Holtain) con aproximación de 0,5 cm, descalzas y con el mínimo de ropa permisible; los pliegues cutáneos tricípital, subescapular, supraíliaco, abdominal (a 5 centímetros a la derecha del ombligo) y de la pierna (en la zona de máxima circunferencia de la pierna, en el borde medial de la pierna y paralelo al eje longitudinal del mismo) con un calibrador de grasa de tipo Holtain. Además se midieron las circunferencias del brazo (perímetro horizontal a nivel del punto mesobraquial), abdomen (a nivel de la máxima extensión del abdomen), cintura (parte más hendidada de la distancia comprendida entre la costilla inferior y la cresta ilíaca), cadera (a nivel de la máxima extensión de las nalgas), muslo (a nivel del punto medio entre la rótula y el punto inguinal) y de la pierna (a nivel de la máxima circunferencia de la pierna) con cinta métrica inextensible. Todas las mediciones de las extremidades se practicaron en el lado izquierdo. Se calcularon los índices siguientes: de masa corporal (IMC): peso (kg)/talla (m^2); relación abdomen/cadera (RAC); cintura/cadera (RCC) y cintura/muslo (RCM), y el PGR, a partir de

los pliegues cutáneos tricípital, subescapular y supraíliaco, calculados según la ecuación específica para estos pliegues, según sexo y edad de Durnin y Womersly (11). Todas las mediciones se hicieron de acuerdo a técnicas estandarizadas (12), por un observador entrenado.

Se calcularon las medias y desviaciones típicas de cada medida e índice, al inicio y al final. Se llevó a cabo una prueba de comparación de medias para muestras pareadas (t-pareadas). Se practicaron sendos análisis de componentes principales (ACP) sobre la matriz de correlaciones de los pliegues y de las circunferencias por separado, para describir las características de la distribución de la grasa corporal. El análisis de componentes principales es una técnica descriptiva de la estadística clásica, para reducir dimensionalidad y detectar estructuras de asociación subyacentes, que ha sido utilizada para el estudio del patrón de grasa corporal. Los coeficientes que definen a los componentes principales (CP) obtenidos a partir de los valores iniciales (antes del tratamiento), tanto de los pliegues, como de las circunferencias, se utilizaron para el cómputo de los puntajes individuales antes y después del tratamiento. Estos puntajes fueron también objeto de una comparación mediante la t-pareada. Este análisis no entraña una comparación de los CP al inicio y al final, que son variables esencialmente diferentes, sino la evaluación del cambio que sufren los CP iniciales como resultado del tratamiento.

El estudio fue realizado con la aprobación del Comité de Ética del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.

RESULTADOS

La edad promedio del grupo fue de $36,4 \pm 7,4$ años (mínimo 25, máximo 45). Con excepción de la circunferencia de la pierna, todas las variables medidas mostraron cambios significativos con el tratamiento. No hubo modificaciones de RAC ni RCM, a pesar de que las variables que componen los índices por separado, mostraron diferencias estadísticas entre inicio y final al considerárseles por separado.

El ACP de los pliegues cutáneos reveló la existencia de un primer componente al cual todas las variables contribuyeron con igual signo y que puede ser considerado como expresión de adiposidad general; un segundo componente que enfrenta los pliegues de las extremidades a las del tronco y un tercer componente que opone los pliegues del hemicerpo superior (tricípital y subescapular) a los del hemicerpo inferior (supraíliaco, abdominal y de la pierna).

Resultados muy similares se obtuvieron al analizar las circunferencias, con un primer componente de adiposidad general al cual la menor contribución la aportó la circunferencia de la pierna; un segundo componente que muestra la oposición de las circunferencias de las extremidades a las del tronco; y un tercer componente que definió la oposición entre las circunferencias del hemicerpo superior (abdomen) y el inferior (cintura, cadera y muslo).

TABLA 1
Valores de media y desvío típico de peso, pliegues, circunferencias e índices (N=53)

	INICIO		FINAL	
	Media	(±) D.T.	Media	(±) D.T.
a) Peso	84.2	14.8	75.2*	12.04
b) Tricipital	26.39	6.0	18.91*	3.9
c) Subescapular	33.33	10.5	21.81*	5.9
d) Suprailfaco	33.36	9.8	17.24*	5.9
e) Abdominal	40.06	12.8	28.30*	7.9
f) Pierna	26.69	6.9	18.84*	6.4
g) Brazo	33.80	3.6	31.75*	3.8
h) Abdomen	107.0	18.7	101.49	10.4
i) Cintura	91.62	10.3	86.48*	9.0
j) Cadera	113.21	11.3	105.62*	7.9
k) Muslo	60.12	5.8	57.21*	6.5
l) Pierna	39.67	6.4	38.55 ns	6.9
m) IMC	32.59	4.9	29.13*	3.9
n) RAC	0.94	0.14	0.96 ns	0.05
ñ) RCC	0.81	0.06	0.76*	0.06
o) RCM	1.52	1.30	1.52 ns	0.19
p) PGR	39.18	3.7	32.02*	3.4

Pliegues cutáneos (b-f); circunferencias (g-l); e índices compuestos (m-p) al inicio y al final del tratamiento. IMC: índice de masa corporal; RAC: relación abdomen cadera; RCC: relación cintura-cadera; RCM: relación cintura-muslo; PGR: peso graso relativo. (*) p<0.05; ns: diferencia no significativa.

TABLA 2
Resultados del análisis de los componentes principales de los pliegues cutáneos antes del tratamiento

Componentes	Primero	Segundo	Tercero
Pliegues			
Tricipital	0.82	-0.26	-0.43
Subescapular	0.90	0.09	-0.23
Suprailfaco	0.89	0.14	0.25
Abdominal	0.78	0.49	0.25
Pierna	0.45	-0.83	0.30
Autovalor (*)	3.09	1.03	0.45
Porcentaje explicado de la varianza	61.9	20.7	9.1

(*) El autovalor y el porcentaje explicado de la varianza se usan como criterios para medir la importancia de cada componente y para decidir el número de estos que se retienen.

TABLA 3
Resultados del análisis de los componentes principales de las circunferencias antes del tratamiento

Componentes	Primero	Segundo	Tercero
Circunferencias			
Brazo	0.88	-0.07	0.07
Abdomen	0.66	0.10	-0.74
Cintura	0.85	0.15	0.15
Cadera	0.90	0.02	0.12
Muslo	0.88	0.02	0.22
Pierna	0.16	-0.98	-0.05
Autovalor (*)	3.56	1.0	0.64
Porcentaje explicado de la varianza	59.4	16.7	10.7

(*) El autovalor y el porcentaje explicado de la varianza se usan como criterios para medir la importancia de cada componente y para decidir el número de estos que se retienen.

Se observaron diferencias significativas, entre inicio y final, para las medias y las desviaciones típicas de los puntajes individuales, en los componentes que resultan del ACP en todos los CP de los pliegues y sólo en el primer CP de las circunferencias.

TABLA 4
Comparación de los puntajes individuales calculados a partir de los componentes principales

Puntaje (a)	Componente 1		Componente 2		Componente 3	
	Media ± D.T		Media ± D.T		Media ± D.T	
Pliegues						
Antes	41.55	9.7	0.70	8.9	19.47	9.0
Después	26.20*	5.9	-2.26*	5.7	8.90*	7.5
Circunferencias						
Antes	95.42	9.2	-13.79	6.8	-56.33	19.0
Después	89.97*	7.4	-14.06 ns	6.6	-56.73 ns	8.4

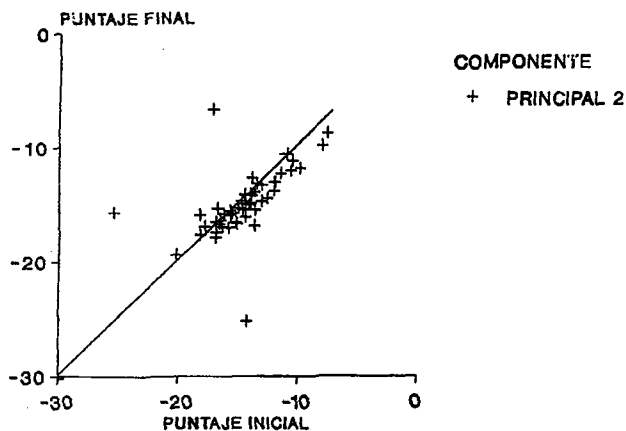
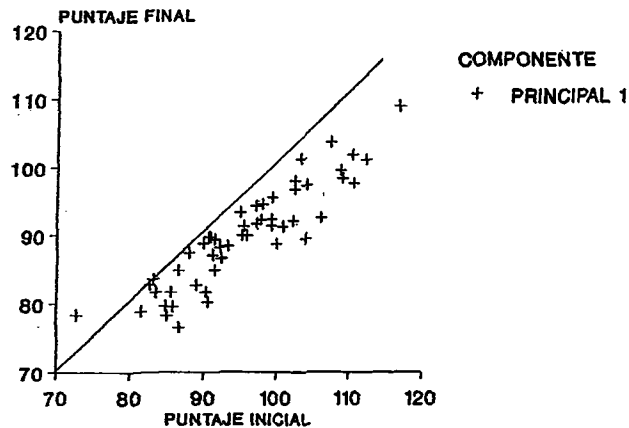
(a) Puntajes obtenidos para cada participante del estudio a partir de los factores del análisis de los componentes principales de las variables antes del tratamiento.

(*) p<0.05; ns: diferencia no significativa

Se comparó la variación entre los puntajes obtenidos antes y después del tratamiento. La abscisa de cada punto representa el puntaje en el componente en cuestión antes del tratamiento y su ordenada el puntaje después. Al margen de la significación estadística, se apreció una clara tendencia de los puntos a ubicarse en el hemiplano inferior a la bisectriz, lo cual indica que los valores tienden a disminuir para todos los componentes, tanto en las circunferencias, como en los pliegues subcutáneos.

FIGURA 1

Puntajes individuales antes (eje abscisas) y después del tratamiento. Componentes de las circunferencias. Los valores de los ejes corresponden a los factores de las Componentes Principales

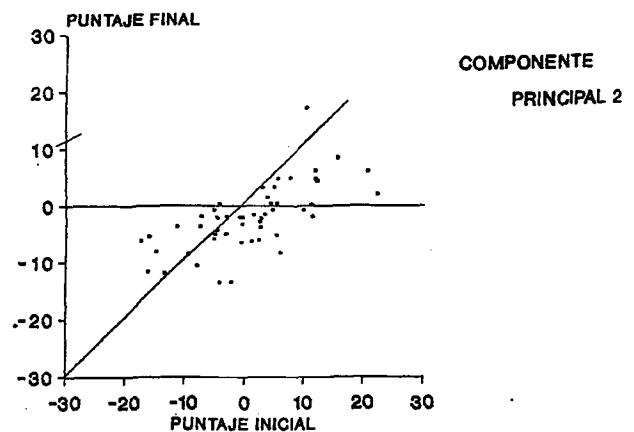
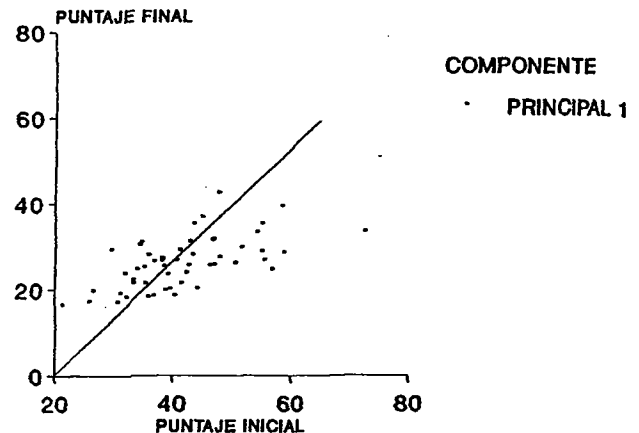


DISCUSION

La disminución significativa de las medias de los pliegues cutáneos tricótipal y subescapular, que se ubicaron entre el 75 y 90 percentilos antes del tratamiento, y entre el 50 y 75 percentilos al final, según los valores de referencia nacionales (13), fue responsable de la notable reducción del PGR, que superó el 18%, aún cuando el valor de la media del PGR, al final del tratamiento, clasificó como hipergraso. El objetivo del tratamiento fue alcanzado, puesto que la reducción del peso corporal, que promedió 0,56 kg/día, se logró en lo esencial, a expensas de tejido graso. De esta manera las pérdidas inevitables de tejido magro que acompañan a la disminución del peso corporal se reducen al mínimo. Este es un aspecto crucial del tratamiento conservador de la obesidad y ha sido motivo de atención en la literatura especializada (14). La reducción del IMC en 11%, es un elemento que reafirma

FIGURA 2

Puntajes individuales antes (eje abscisas) y después del tratamiento. Componentes de los pliegues. Los valores de los ejes corresponden a los factores de las Componentes Principales



esta observación, pues refleja que la pérdida proporcional de tejido magro fue inferior a la del tejido graso. El valor de la media del IMC de las participantes, al final del tratamiento clasificó como sobrepeso, de acuerdo con los criterios de la OMS (15). La media del RCC al inicio, según la clasificación de Seidell (16), reflejó un biotipo intermedio, mientras que, al final un biotipo inferior, lo que sugiere una disminución del riesgo, debido a la modificación favorable de la distribución de la grasa corporal. En promedio se redujo más la grasa de la región abdominal que de la gluteofemoral, lo cual se traduce en una disminución relativa del tejido graso que se asocia a la patología de algunas enfermedades crónicas no transmisibles (8,17). La circunferencia de la cintura resultó el atributo más útil para predecir la modificación de la distribución de la grasa corporal. Se considera que la circunferencia de la cintura es la medida antropométrica que más correlaciona con el IMC y la RCC (18) y constituye un indicador "proxi" de la grasa

intraabdominal (19,20), y total corporal (21). Se ha señalado que la circunferencia de la cintura es reflejo del cambio en el nivel de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, IMA, DM y otras crónicas (17).

La utilidad de los pliegues cutáneos y las circunferencias para reflejar las modificaciones de la composición corporal y la distribución de la grasa se observó en las diferencias significativas obtenidas en los puntajes iniciales y finales para cada CP. El primer CP reflejó la reducción del peso corporal en ambos casos, en tanto el segundo y tercer CP que definieron los componentes central versus periférico y superior versus inferior respectivamente, sólo tuvieron significación para los pliegues cutáneos. La no modificación de la grasa en las piernas fue responsable de este resultado para el segundo CP, y la no variación de la grasa al nivel de la circunferencia del abdomen, para el tercer CP. Se ha discutido la influencia del patrón del depósito de la grasa corporal en la eficiencia de un tratamiento reductor, señalándose una mejor respuesta en las mujeres con predominio de la grasa abdominal (22). Otros autores han presentado resultados diferentes (23,24).

Las modificaciones observadas permiten concluir que hubo una reducción de la adiposidad general, con una modificación favorable de las características de distribución de la grasa definidas por el RCC y de la circunferencia de la cintura. Por otra parte, los pliegues cutáneos fueron más sensibles para describir los cambios experimentados en la composición corporal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. Manuel Peña por su asesoría en la fase del tratamiento de las pacientes y sus aportes y recomendaciones en la confección de este artículo. A la Dra. Gisela Cueto por sus recomendaciones y apoyo durante la ejecución de este trabajo y a la dietista Natasha Moraleza por su entusiasmo y dedicación durante toda la ejecución del mismo.

REFERENCIAS

- Björntorp P. Classification of obese patients and complications related to the distribution of surplus fat. *Am J Clin Nutr* 1987;45:1120-5.
- Vague J. The degree of masculine differentiation of obesity: a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout and uric calculous disease. *Am J Clin Nutr* 1956;4: 20-34.
- Larsson B, Svärdsudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Björntorp P, Tribblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow-up of participants in the study of men born in 1913. *Br Med J* 1984;288:1401-4.
- Ruderman N, Chisholm D, Pi-Sunyer X, Schneider S. The metabolically obese, normal-weight individual revisited. *Diabetes*. 1998 May; 47(5): 699-713
- Garrison RJ, Higgins MW, Kannel WB. Obesity and coronary heart disease. *Curr Opin Lipidol* 1996;7(4):199-202.
- Kissebah AH, Krakower GR. Abdominal adiposity and morbidity. *Physiol Rev* 1994;74:761-781.
- Björntorp P. Overview: biology of regional fat distribution. Molecular and genetic aspects of obesity. Baton Rouge. Louisiana State University Press, 1996:515-533.
- Björntorp P. Endocrine abnormalities of obesity. *Metab Clin Exp* 1995;44:21-23.
- Björntorp P. Visceral obesity: a "Civilization syndrome". *Obe Res* 1993;1:206-222.
- Brownell KD. The LEARN manual for weight control. University of Pennsylvania School of Medicine. Philadelphia, 1985.
- Durnin J, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfolds thickness measurements on 481 men and women aged from 16-73 years. *Br J Nutr* 1974;32:77-97.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell M. editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign IL. Human Kinetics Books, 1988.
- Berdasco A, Romero J. Valores de pliegues grasos en adultos cubanos II. Sexo femenino de 20 a 56 años. *Rev Cub Aliment Nutr* 1990;4:55-69.
- Stunkard A. An overview of current treatments for obesity. En: Wadden TA, Van Itallie TB eds. Treatment of the seriously obese patient. New York, Guilford Press, 1992.
- WHO physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva, World Health Organization, 1995 Technical Report Series, No. 854:368-369.
- Seidell J, Bakx J, De Boer E, Deurenberg P, Hautvast J. Fat distribution of overweight persons in relation to morbidity and subjective health. *Int J Obesity* 1985;9:363-74.
- Han ST et al. Waist circumference reduction and cardiovascular benefits during weight loss in women. *Int J Obes Rel Dis* 1997;21:127-134.
- Lean MEJ, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ*. 1995;311:158-161.
- Ross R. et al. Quantification of adipose tissue by MRI: relationship with anthropometric variables. *J Appl Physiol*. 1992;72:787-795.
- Pouliot MC et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol* 1994;73:460-468
- Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1996;63:4-14.
- Wadden T, Stunkard A, Johnston F, Wang R, Pierson R, Van Itallie T, et al/ Body fat distribution in adult obese women: changes in fat distribution accompanying weight reduction. *Am J Clin Nutr* 1988;47:229-34.
- Shimokata H, Tobin J, Muller D, Elahi D, Coon P, Andres R. Studies in the distribution of body fat. II. Longitudinal effects of change in weight. *Int J Obesity* 1989;13:455-64.
- Houmard J, Wheeler W, McCammon M, Wells J, Truitt N, Hamad S, et al. Measurement methods in relation to lipid and carbohydrate metabolism in men. *Int J Obesity* 1991;15:181-188.

Recibido: 27-10-1998

Aceptado:06-08-1999

Talla materna y crecimiento del lactante nacido pretérmino

María Angélica González S., Carlos Castillo D.

Universidad del Bío-Bío, Campus Chillán - INTA, Universidad de Chile

RESUMEN. El objetivo fue estudiar la asociación entre la talla materna y el crecimiento post natal de los hijos nacidos pretérmino adecuados para la edad gestacional (AEG) en el Hospital Herminda Martín de Chillán, durante sus primeros 4 meses de vida y analizar los factores de riesgo que influyen en ese crecimiento. Se estudiaron 80 niños nacidos entre Enero y Septiembre de 1995, con peso de nacimiento menor a 2500 gramos, y edad gestacional ≤ 36 semanas. Se les aplicó encuesta socioeconómica a la madre, registrándose el crecimiento en el Consultorio de Atención Primaria donde eran controlados. La talla materna se categorizó, de acuerdo a la media ± 1 desviación estándar (154.7 ± 7.1 cm), en tres grupos 52 se catalogaron como madres de talla media (entre 147.58 y 161,79 cm), 14 como madres de talla baja (entre 141 y 147.57 cm) y 14 como madres de talla alta (entre 161.8 cm y 175 cm). Los hijos de madres de talla alta tienden a crecer mejor que los de talla baja en los primeros 4 meses de vida, estando más afectada la Talla/Edad (15,3 versus 13,6 cm). La escolaridad de la madre influye sobre el crecimiento y estado nutricional del niño donde las madres de talla alta con más de 8 años de estudio sus hijos al cuarto mes de vida presentan un mejor estado nutricional por puntaje z T/E que los de madres de talla baja. Concluimos que los lactantes prematuros nacidos en el Hospital Herminda Martín de Chillán (Chile) hijos de madres de talla baja tienen un menor crecimiento que los hijos de madres de talla alta en los primeros 4 meses de vida.

Palabras clave: Prematuridad, crecimiento postnatal, talla materna.

SUMMARY. Maternal height and growth of Chilean premature infants. The aim of this study was to analyze the association between maternal age and growth of infants born preterm through the first 4 mo. of age. We prospectively studied 80 infant born at the hospital Herminda Martin in Chillán between January and September 1995 with birthweight < 2500 g and gestational age ≤ 36 weeks; those born small for date, with congenital malformations or developing chronic diseases were excluded. The modified Graffar was applied to study socioeconomic status and growth, morbidity and type of feeding was monthly registered at Primary Care Centers where they were controlled. The maternal height was categorized as small (< -1 SD, $n = 14$), normal (> -1 SD and $< +1$ SD, 147,6 - 161,8 cm, $n = 52$) or tall ($> +1$ SD, $n = 14$). Sons from tall mothers presented better W/A z score at 4 mo than those from normal or small mothers ($0,85 \pm 0,8$ vs $0,31 \pm 0,6$, $p < 0,05$ and $0,85 \pm 0,8$ vs $0,15 \pm 0,8$, $p < 0,04$). Length gain through the 4 mo was also better of infants with tall mothers ($15,3 \pm 1,4$ vs $13,7 \pm 2,3$ and $13,6 \pm 2,2$ cm, ANOVA $p < 0,04$), reaching better z-scores ($0,2 \pm 0,3$ vs $-0,7 \pm 0,6$ and $-0,9 \pm 0,9$, ANOVA $p < 0,0001$). The maternal schooling > 8 y was also associated to infant growth: those with tall mothers presented better L/A z-score at 4 mo than those with normal or small mothers ($0,27 \pm 0,3$ vs $-0,89 \pm 0,7$ and $-0,85 \pm 0,5$ $p < 0,001$). Exclusive breast milk was present in 7% of tall, 25% of normal and 0% of small mothers. No differences in morbidity were observed between groups. We conclude that Chilean infants born preterm from mothers $> 1,61$ m present a better growth than those with smaller mothers since the first 4 months of age. **Key words:** Premature infants, growth postnatal, maternal height.

INTRODUCCION

El óptimo crecimiento físico de los niños nacidos pretérmino provee un excelente indicador de buena salud (1,2). La dinámica del crecimiento del niño prematuro se comporta distinto al de un niño a término, particularmente en los primeros meses de vida, dado que este período es el de mayor velocidad de crecimiento ("catch up growth") (3,4). Además es el período de mayor vulnerabilidad, debido a la inmadurez y a patologías propias de esta edad, las que pueden conducir a una ingesta inadecuada de nutrientes o una mala utilización de éstos (5). El potencial genético, el medio ambiente y la guía profesional, determinan variaciones muy amplias del crecimiento y desarrollo en la mayoría de los sujetos normales de una misma edad (6). Además, en niños del mismo grupo étnico, y por lo tanto con características genéticas

similares, las diferencias en crecimiento sólo reflejan la presencia de factores ambientales adversos, especialmente en los pertenecientes a grupos de bajos ingresos económicos (7).

Chile, a finales del siglo XX se encuentra en una etapa de transición epidemiológica donde han disminuido algunos indicadores tales como los de mortalidad infantil, prevalencia de desnutrición y diarreas infantiles, persistiendo algunos focos de desnutrición y de crecimiento deficiente, especialmente en los grupos más vulnerables como por ejemplo los niños prematuros (8).

El propósito de la presente investigación fue estudiar la asociación entre la talla materna y el crecimiento del niño prematuro, en los primeros meses de vida postnatal, en la Provincia de Ñuble, con el fin de contribuir a la focalización de los programas de atención primaria existentes en Chile.

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron prospectivamente a todos los niños nacidos en el Hospital Herminda Martín de Chillán entre Enero y Septiembre de 1995, con peso menor de 2500 g y peso adecuado para edad (AEG), con 36 semanas o menos de gestación. Se excluyeron los pequeños para la edad gestacional, los que tenían malformaciones congénitas y los fallecidos durante las primeras 48 horas de vida. Se midió peso, talla y perímetro cefálico durante los primeros cuatro meses de vida, analizándose con edad corregida según edad gestacional en valores absolutos y en puntaje z de las tablas nacionales de Juez et al. (9,10), para los menores de 40 semanas y considerando las de la OMS-NCHS (11,12) para los mayores a esta edad. La calificación de edad gestacional del recién nacido se determinó por fecha de la última menstruación y en los casos dudosos, por evaluación pediátrica de los signos físicos y neurológicos de maduración (test de Dubowitz) (13); realizada por los médicos neonatólogos que trabajan en la unidad de recién nacidos de la sala de partos. La calificación de AEG fue hecha en base a la gráfica de Evaluación Neonatal del crecimiento Intrauterino de Juez Y cols (14). Las mediciones antropométricas fueron tomadas por enfermeras y/o matronas debidamente entrenadas, en instrumentos periódicamente calibrados. El peso fue tomado al momento de nacer con el cordón fresco cortado a más o menos a 4 cm de la superficie abdominal y debidamente. Las balanzas utilizadas fueron marca Seca® para lactantes con precisión de 10 gramos, en las incubadoras Air-Shields Vickers® mecánicas y/o digitales Warm Weigh infant Scale Air-Shields Vickers® todas fueron periódicamente calibradas por una pesa control de un kilo. Previamente a cada pesada se nivelaron las balanzas con un pañal, todos los niños se pesaron desnudos, la lectura del peso se realizó cuando el fiel de la balanza se encontraba en cero o cuando los números se encontraban estabilizados en las balanzas utilizadas en las incubadoras. La talla de los niños fue medida al nacimiento y luego mensualmente. Se midió con un infantómetro de madera graduado, con precisión de 0.5 cm, en decúbito dorsal con la cabeza sobre la superficie tope en el ángulo superior y el pie en ángulo recto sobre la superficie tope inferior. La medición fue hecha por dos personas una sujetó la cabeza del niño en la posición correcta (auxiliar de enfermería) y la otra hizo presión sobre la rodilla del niño con la mano izquierda y con la derecha corrió la pieza móvil hasta dejarla en posición adecuada (matrona o enfermera). El perímetro cefálico se midió con una cinta métrica metálica semiflexible la cual se pasó por el occipucio y la región superciliar.

Los datos de crecimiento del niño se obtuvieron de la ficha clínica del Consultorio de Atención Primaria al cual acudió a sus controles o de la consulta privada, después de una estandarización inicial y de supervisión a través del período de estudio.

Los datos de las madres se obtuvieron de las fichas clínicas del hospital Herminda Martín de Chillán. La talla materna

tendió a distribuirse en forma normal, ante lo cual se categorizó, de acuerdo a la media \pm 1 desviación estándar (154.7 ± 7.1 cm), en tres grupos. Catorce madres presentaron talla baja (< -1 DE de la distribución; entre 141 y 147.57 cm); 52 madres se catalogaron como madres de talla media (entre ± 1 DE; 147.58 y 161,79 cm) y 14 como madres de talla alta (> 1 DE; entre 161.8 cm y 175 cm).

La situación socioeconómica se registró a través de la encuesta de Graffar modificada (14), la que fue adaptada además para ser aplicada a la zona rural. La alimentación que recibió el niño fue catalogada en alimentación natural, artificial y mixta.

El análisis estadístico se realizó en el programa computacional STATA versión 4.0, usando análisis de varianza y la prueba no paramétrica de comparaciones múltiples de Kruskal - Wallis cuando las variables no presentaban una distribución normal. Además se aplicó la prueba de Shapiro - Wilk1 (15-17) para determinar si las variables tenían tendencia a distribuirse normalmente; considerando un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS

El universo en el período analizado estuvo constituido por 284 niños nacidos con menos de 2500 g. De ellos, 80 cumplieron con los criterios de inclusión. De acuerdo a la encuesta socioeconómica Graffar modificada se encontraron 14 madres de nivel medio, 41 de nivel bajo y 25 calificada en nivel de miseria. Como se observa en la Tabla 1 no hubo diferencias estadísticamente significativas al nacimiento entre los grupos con diferente talla materna, tanto en peso, como talla, perímetro cefálico, edad gestacional, sexo y Apgar (ANOVA, N.S.). Tampoco se presentaron diferencias en: paridad, tipo de parto, escolaridad materna, nivel socioeconómico, estado nutricional de la madre y residencia.

Durante los 4 meses de seguimiento no se presentaron diferencias en el tiempo que debieron permanecer hospitalizados, al momento de nacer quedaron hospitalizados 43 niños de los cuales estuvieron en promedio 9 días hospitalizados (min. 1 - max. 65), al subdividirlos por talla materna los hijos de talla baja estuvieron 7 días hospitalizados (min. 4 - max. 46), los de talla media 14 días hospitalizados (min. 1 - max. 65), y los hijos de madres de talla alta 9 días (min. 3 - max. 18); en edades posteriores fueron muy pocos los niños que debieron ser hospitalizados. Con respecto al estado de salud de los niños, al nacimiento sufrieron diversas patologías propias de su inmadurez; una vez dados de alta no se presentaron diferencias hasta el cuarto mes de vida, donde 9 de los 14 niños hijos de madres de talla baja sufrieron alguna patología leve, 13 niños (24%) hijos de madres de talla mediana y sólo 2 niños (14%) hijos de madres de talla alta (ANOVA, $p \leq 0.01$).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ganancia de peso de los niños prematuros en los cuatro meses de estudio (Figura 1), aunque los hijos de madres de

TABLA 1
Características generales de la muestra de niños prematuros (<2.500g) nacidos en el hospital
Herminda Martín de Chillán entre enero y septiembre de 1995 (X ±DE)

Variables	Total n=80	Talla materna baja	Talla materna media	Talla materna alta	Anova
Peso nacimiento (g)	2012±409	1932±440	2029±398	2032±435	n.s.
Talla nacimiento (cm)	43,4±3,0	42,9±3,1	43,4±3,0	43,8±2,8	n.s.
P. cefálico (cm)	30,8±1,9	30,3±1,9	31,0±1,8	30,6±2,1	n.s.
Edad gest. (sem)	33,5±2,4	33,2±2,9	33,6±2,3	33,7±2,5	n.s.
Sexo masc./fem.	37/43	9/5	23/29	5/9	n.s.
Apgar a 1 minuto	7,6±2,3	7,2±2,4	8,7±1,0	8,0±0,8	n.s.

talla alta se mantuvieron por sobre los otros dos grupos a partir del primer mes de vida y los hijos de madres de talla baja se comportaron con un crecimiento similar al de las de talla media hasta el tercer mes. En el cuarto mes se aprecia una desaceleración en la ganancia en peso la que no alcanza a ser significativa. En los cuatro meses de estudio, los hijos de madres de talla baja ganaron 3.589 ± 834 g, los de talla media 3.538 ± 612 g, y los hijos de madres de talla baja 3.915 ± 533 g. Analizado como puntaje z (Figura 2) en el criterio Peso/Edad (P/E), al nacimiento no se encontraron diferencias; en la evaluación del mes de edad había diferencias significativas (ANOVA, $p \leq 0.05$), entre las madres de talla baja y las de talla mediana (puntaje z -0.54 ± 0.9 vs -1.3 ± 0.8). No hubo diferencias en las evaluaciones de los 2 y 3 meses, presentándose diferencias a los 4 meses ($p \leq 0.02$), entre el grupo de madres de talla baja y el de madres de talla alta (0.15 ± 0.8 vs 0.85 ± 0.8 ; $p \leq 0.04$) y entre las de talla mediana y talla alta (0.31 ± 0.6 vs 0.85 ± 0.8 ; $p \leq 0.05$).

FIGURA 1

Ganancia en peso mensual que presentaron los niños prematuros nacidos en el hospital Herminda Martín de Chillán (Enero-Septiembre 1995), de acuerdo a talla materna

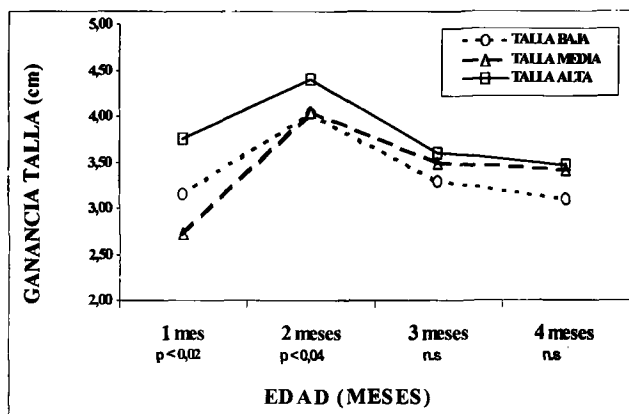
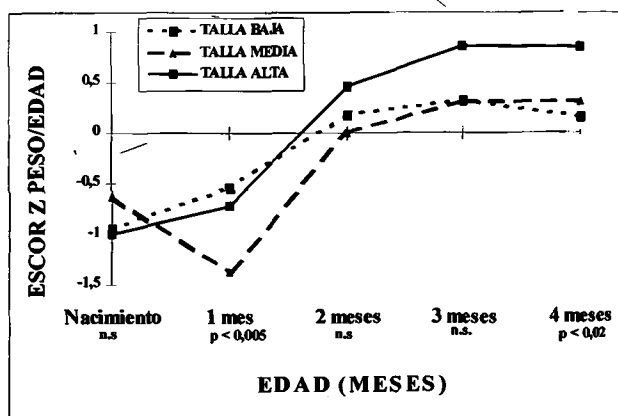


FIGURA 2

Estado nutricional por puntaje Z de peso/edad de los niños prematuros nacidos en el hospital Herminda Martín de Chillán (Enero-Septiembre 1995), de acuerdo a talla materna, durante los primeros 4 meses de vida



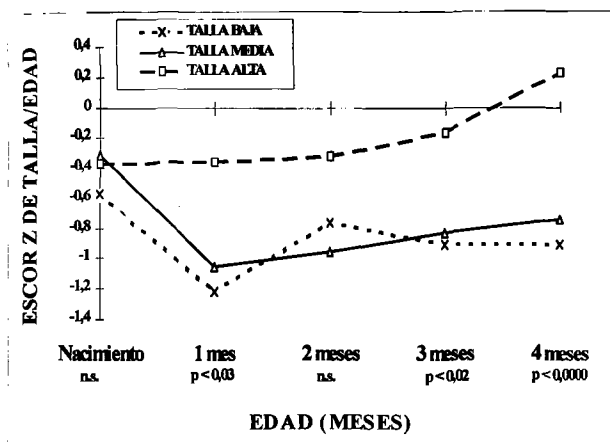
En el crecimiento en talla, se observaron diferencias desde los 2 meses de vida, acentuándose en los siguientes meses. A los 4 meses los hijos de madres de talla baja tenían en promedio $56,6 \pm 3,6$ cm, los de madre de talla mediana $57,1 \pm 2,3$ cm y los hijos de madres de talla alta $59,2 \pm 2,0$ cm (ANOVA; $p \leq 0.01$). Las diferencias estaban entre las madres de talla baja y las de talla alta ($p \leq 0.03$) y continuaban entre las madres de talla mediana y las de talla alta ($p \leq 0.03$). Los hijos prematuros de madres de talla baja ganaron $13,6 \pm 2,2$ cm en los primeros cuatro meses de vida; los hijos de madres de talla media incrementaron $13,7 \pm 2,3$ cm y los hijos de talla alta $15,3 \pm 1,4$ cm (ANOVA, $p \leq 0.04$).

Al nacer no había diferencias en el puntaje z de talla/edad (T/E) (Figura 3). Estas se presentaron a partir de la evaluación del primer mes ($p \leq 0.03$), entre los hijos de madres de talla baja y mediana con respecto a los hijos de las madres de talla alta (-1.22 ± 1.1 , -1.05 ± 0.9 vs -0.36 ± 0.6 ; $p \leq 0.05$). En el segundo mes no se encontraron diferencias significativas; sin

embargo en el tercer mes se presentaron diferencias, las que se acentuaron en el cuarto mes donde hay una alta significación entre los hijos de madres con talla baja, con respecto a los hijos de madres de talla media y alta ($p \leq 0,0000$), las madres de talla baja presentaron un promedio de -0.9 ± 0.9 D.E. expresado en puntaje Z, los hijos de madres de talla mediana -0.7 ± 0.6 D.E. y los de hijos de madres de talla alta 0.2 ± 0.3 D.E.

FIGURA 3

Estado nutricional por puntaje Z de talla/edad de los niños prematuros nacidos en el hospital Herminda Martín de Chillán (Enero-Septiembre 1995), de acuerdo a talla materna, durante los primeros 4 meses de vida



El crecimiento del perímetro cefálico de los niños prematuros fue uniforme en los cuatro meses de estudio, crecieron en total $9,2 \pm 2,6$ cm los hijos de talla materna baja, $8,3 \pm 1,5$ cm los de talla materna mediana y $9,2 \pm 1,8$ cm los hijos de madres de talla alta (NS).

En la alimentación de los niños según grupos en estudio hubo diferencias a partir de la evaluación de los 3 meses (ANOVA; $p \leq 0,02$). Las madres de talla alta alimentaban en mayor proporción a sus hijos con fórmula láctea (57%) que las de talla mediana (36%); por otro lado ninguna madre de talla baja al tercer mes alimentaba a su hijo con leche materna exclusiva, a diferencia de las de talla mediana que lo hacía en un 25% y las de talla alta en un 7%. Estas diferencias se acentuaron aún más a los 4 meses ($p \leq 0,01$); 78% de las madres de talla alta se encontraba alimentando a su hijo con fórmula láctea, 36% de las de talla mediana y 64% de las de talla baja.

La escolaridad en aquellas madres calificadas con talla baja era de $5,9 \pm 3,4$ años, en las de talla media de $6,8 \pm 3,9$ años y en las de talla alta de $8,0 \pm 4,1$ años (NS). Al comparar el crecimiento de los niños con antecedente de escolaridad materna < 8 años, el crecimiento en talla expresado en puntaje z de talla/edad fue menor en los hijos de madres de talla baja comparados con los hijos de madres de talla alta a los 4 meses

(-0.98 ± 1.1 vs 0.16 ± 0.4 ; $p \leq 0,02$). En aquellas madres con escolaridad mayor o igual a 8 años de estudio las diferencias se presentaron a partir del tercer mes $p \leq 0,01$, entre las madres de talla media y alta (-0.85 ± 0.5 vs 0.5 ; $p \leq 0,01$). A los 4 meses las diferencias se presentan entre los hijos de madres de talla baja y de talla alta (-0.78 ± 0.6 vs 0.27 ± 0.3 ; $p \leq 0,01$) y entre las madres de talla mediana y alta (-0.89 ± 0.7 vs 0.27 ± 0.3 ; $p \leq 0,0000$). No se encontraron diferencias significativas en las edades maternas de los grupos de talla baja, media y alta ($28 \pm 6,4$, $26 \pm 7,6$ y $25 \pm 5,1$ años, respectivamente); tampoco se encontraron diferencias significativas en la paridad materna ($2,2 \pm 1,5$ para las de talla baja, $2,0 \pm 1,1$ para las de talla mediana y $1,6 \pm 0,8$ para las de talla alta, ANOVA, NS). La talla materna también se comparó con el nivel socioeconómico, valores que no resultaron significativos; se analizó después con el estado nutricional de los niños por puntaje z talla/edad al cuarto mes, resultando significativo para el nivel socioeconómico medio ($p \leq 0,03$), diferencias que estaban entre los hijos de madres de talla media con las de talla alta, estos últimos tiene mejor puntaje z 0.45 vs. -0.76 , lo mismo ocurrió con los prematuros hijos de madres de nivel socioeconómico bajo y en el nivel socioeconómico calificado de miseria resultó significativo $p \leq 0,02$, las diferencias se observaron en los hijos de madres de talla baja (Z T/E -1.4) con los de talla alta (Z T/E 0.04) $p \leq 0,01$. Según sexo, los prematuros de sexo femenino hijas de madres de talla alta tenían mejor puntaje z T/E (0.3), que las de talla baja ($-1,1$) y las de talla media ($-0,7$) $p \leq 0,0001$. Con respecto a el puntaje Z P/E también se encontraron diferencias $p \leq 0,03$ y estas estaban en los mismos grupos anteriores; en los prematuros varones no se observaron diferencias en el estado nutricional según talla materna.

DISCUSION

La talla materna media encontrada en este estudio fue de $154,7 \pm 7,1$ cm, la cual es comparable con el de otras publicaciones nacionales para nivel socioeconómico bajo (18). Por otro lado Juez et al. (19) en un estudio de mujeres de clase media encontró un promedio de talla $158,0 \pm 5,7$ cm y concluían que la talla materna influía significativamente sobre el peso, talla y circunferencia craneana al nacimiento. En nuestra investigación no se encontraron diferencias significativas en el nacimiento, pero sí se presentaron en los primeros meses de vida. Esto resulta de mayor importancia aún ante estudios recientes efectuados en cohortes de adultos de baja estatura y de buen nivel socioeconómico en Suecia, los cuales mostraban que los dos factores de mayor importancia asociados a su baja estatura final eran el retardo de crecimiento intrauterino y alteraciones del crecimiento durante el primer año de vida (20).

En el crecimiento del niño prematuro adecuado a la edad gestacional, de acuerdo a Gairdner and Pearson (21) es posible distinguir 4 fases: 1) fase inmediata post natal de pérdida de

peso, 2) media a una semana después del nacimiento la curva corre paralela a la curva de peso fetal 3) hay un nuevo crecimiento acelerado, reaccionando a una velocidad generalmente mayor que el feto de edad gestacional similar, a menudo sobrepasa la velocidad de 36 g/día, este crecimiento rápido es generalmente mantenido por los niños hasta que logran su canal de crecimiento de acuerdo a su potencial genético 4) luego tiende a mantenerse la velocidad de crecimiento para continuar en el mismo canal. Nosotros encontramos que el mayor crecimiento recuperacional estaba en el 2° mes de vida para el peso; para la talla difería de acuerdo a la talla materna, en los hijos de madres de talla baja el mayor crecimiento se producía entre el primer y segundo mes, para los de talla media se observó un crecimiento constante a partir del primer mes, y para los hijos de talla alta un crecimiento acelerado a partir del tercer mes. Adair et al. (22) en Filipinas, estudiaron el comportamiento del crecimiento de los niños con residencia rural y con residencia urbana, encontrando que los factores que pueden ser considerados como reflejo de dotes biológicos de potencial de crecimiento, eran: peso insuficiente, estatura materna y sexo masculino, por otro lado el efecto de la estatura materna aumentó con los niños de mayor edad. En nuestra investigación se observó que la estatura materna se asociaba al crecimiento en talla del hijo, los hijos de madres de talla baja tienen un menor crecimiento en talla es así como a los cuatro meses de vida se presenta una diferencia de 2.1 cm menos que los hijos de madres de talla alta; en cambio Adair encontró asociación de la ganancia de peso con la talla materna tanto en niños urbanos como rurales desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida. Por otro lado en esta investigación no se observó asociación entre el sexo masculino y el crecimiento, pero contrario a Adair la talla materna tiene gran influencia en el sexo femenino.

El menor crecimiento de los niños prematuros asociado a una menor talla materna podría deberse a que esa menor talla está representando factores genéticos (23) o bien es un reflejo de factores ambientales dado principalmente por un menor nivel socioeconómico (24) y menor escolaridad de las madres. Pero también pudiera estar reflejando simplemente factores relacionados con una adecuada preocupación de la madre por su salud y por los cuidados de su hijo como factores asociados a un crecimiento óptimo (25). Nosotros encontramos que al parecer la talla de la madre influye más que el nivel socioeconómico sobre el crecimiento del niño especialmente en la talla del niño, puesto que aquellas madres de talla alta tenían hijos con puntaje z de talla/edad significativamente superiores en los tres niveles socioeconómicos estudiados (medio, bajo y miseria), esto se contrasta con las conclusiones de Vargas et al. (26), que señalaban que los grupos socioeconómicos más bajos alcanzan en general un crecimiento y desarrollo menores. En relación con la escolaridad de la madre, se ha señalado que la mayor instrucción de los padres, especialmente de la madre, se ha asociado al mejor

crecimiento de sus hijos descendiendo la morbilidad (27). En nuestro estudio también encontramos que la escolaridad de madre influye sobre el crecimiento y estado nutricional del niño, donde las madres de talla alta con más de 8 años de estudio sus hijos al cuarto mes de vida presentaban un mejor estado nutricional por puntaje z T/E que los de madres de talla baja.

Concluimos que la talla materna es un indicador pronóstico de crecimiento del niño prematuro ya desde los primeros meses de vida. Por lo tanto en aquellas madres de talla baja debiera focalizarse la atención del control de salud del niño prematuro con el fin de lograr la óptima expresión de sus potencialidades genéticas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de las Nutricionistas Bella Luz Espinosa, Felicia Chávez, Elena Torres, Alejandrina Gallardo y Soledad Reyes, en la recolección de datos. A Francisco Rodríguez, M.Sc. en Bioestadística quien colaboró en algunos cálculos estadísticos.

REFERENCIAS

1. Cooper A, Heird C. Nutritional assessment of the pediatric patient including the low weight infant. *Am J Clin Nutr* 1982; 35:1132-41.
2. Manser JI. Growth in the high-risk infant. *Clin Perinatol* 1984;11:19-40
3. Falkner F, Steigman A, Cruise M. The physical development of the premature infant. *J Pediatr* 1962; 60: 895-906.
4. Georgieff M, Mills M, Zempel C, Chang PN. Catch-up growth, muscle and fat accretion, and body proportionality of infants one year after newborn intensive care. *J Pediatr* 1989; 114:288-92.
5. Lucas A, Chir B: Alimentación del lactante de pretérmino. En: *Nutrición Clínica en la Infancia*. Nestlé S.A. Vevey, New York: Raven Press, 1991: 317-36.
6. Soriano H. Teoría del crecimiento y desarrollo. En: J. Meneghello, editor. *Tratado de Pediatría*, 4ta. Edición. Santiago: Mediterráneo 1991: 95-104.
7. Rona RJ: Genetics and environmental factors in control of growth in childhood. *Br Med Bull* 1981; 37: 265-72.
8. Vío F, Albala C, García F, Uauy R, Martínez J. Consecuencias de la transición Epidemiológica en la Salud y la Nutrición del Adulto en Chile. Informe técnico, INTA. Universidad de Chile. 1995
9. Juez G, Lucero E, Ventura-Juncá P, González H, Tapia JL, Winter A. Crecimiento intrauterino en recién nacidos chilenos de clase media. *Rev Chil Pediatr* 1989; 60:196-202.
10. Juez G, Lucero E, Ventura-Juncá P, Galleguillos J. Talla, circunferencia craneana e índice ponderal en recién nacidos chilenos de clase media. *Rev Chil Pediatr* 1993;64:237-40.
11. Hamill P, Drizd T, Johnson C, Reed R, Roche A, Moore W. Physical growth: National Center for Health Statistics Percentiles. *Am J Clin Nutr* 1979; 32:607-29.

12. Roche, A.F, Guo S, Moore W. Weight and recumbent length from 1 to 12 mo of age: reference data for 1 -mo increments. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 599-607.
13. Dubowitz L, Dubowitz V, Goldberg C. Clinical Assessment of gestational age in the newborn infant. *J Pediatr* 1970;77:1-10.
14. Juez G, Lucero E, Ventura-Juncá P, Tapia JL, González H, Winter A: Estudio Neonatal del crecimiento Intrauterino en 11543 Recién nacidos Chilenos de clase media. 1978-1987. *Rev. Chi. Pediatr* 1989;60 (4):198-202.
15. Alvarez M, Muzzo S, Ivanovic D. Escala para medición del nivel socioeconómico en el área de Salud. *Rev Méd Chile* 1985;113: 243-9.
16. Gould W.W. Final Summary of test of normality. *Stata Technical Bulletin*. 1992
17. Shapiro SS and RS. An approximate analysis of variance test for normality. *J Am Statistic Assoc* 1972;67 (falta completarla).
18. Rayston JP. The W-Test for normality *Applied Statistics*, 1982: 31-115-124
19. De Andraca I, Castillo M, Cortés F. Factores de riesgo para talla baja en escolares de nivel socioeconómico bajo. *Rev Chil Pediatr* 1994; 65:303-10.
20. Juez G, Opazo A, Lucero E. Influencia de la talla materna sobre el crecimiento fetal. *Rev Chil Obstetr Ginecolog*, 1990; 55: 104-8.
21. Albertsson-Wikland K, Low LCK, Karlberg J. Postnatal growth in short normal adults. *Acta Paediatr*, 1995;Suppl 411:110.
22. Gairdner D, Pearson J. A growth chart for prematures and other infants. *Arch Dis Child* 1971;46: 783-7.
23. Adair B, Popkin M, VanDerlice J, Akin J, GuilKey D, Black R, et al. Growth dynamic during the first two years of life: a prospective study in the Philippines. *Eur J Clin Nutr* 1993; 47:42-51.
24. Sanz P. Factores Genéticos del crecimiento. En: *Crecimiento y Desarrollo Infantil*. Boletín Esc Med U Católica. 1991;3:162-163
25. Ivanovic D, Olivares M, Ivanovic R. Peso y estatura de escolares de la región metropolitana de Chile: Impacto del nivel socioeconómico. *Rev Med Ch*. 1991;119:1322-1333.
26. Amigo H, Bustos P, Radrigán M. Factores de protección de la estatura en escolares rurales de alta vulnerabilidad social. *Rev Chil Pediatr* 1995; 66: 24-9.
27. Vargas N. Crecimiento y desarrollo. En Winter A, Puentes R. Editor. *Del Recién nacido al adolescente*. Medicina Infantil. 1ra. Edición. Stgo. Chile. 1991:239-247
28. Caldwell JC. La educación materna y su influencia en la mortalidad infantil. *Foro Mundial de la Salud*. 1981; 1: 88-91.

Recibido:02-12-1998

Aceptado:23-07-1999

Estudio nutricional relativo a proteínas, energía y calcio en niños que concurren a comedor escolar

Hugo Diego Sánchez, Carlos Alberto Osella, María Adela G. de la Torre, Rolando José González, Oscar A. Sbodio

Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina

RESUMEN. Se analizó el contenido de nutrientes y calorías de tres menús, que son alternativamente destinados a la alimentación de 419 niños que concurren a un comedor escolar de la periferia de la ciudad de Santa Fe (Argentina).

Se realizó la evaluación del estado nutricional de estos 419 niños a través de los indicadores antropométricos Peso para Talla; Talla para Edad y Peso para Talla, y de los indicadores bioquímicos urea/creatinina y calcio/creatinina. Del análisis de los menús surge que el aporte diario de proteínas es satisfactorio pero se presenta una pérdida en la eficacia de este nutriente debido probablemente a un insuficiente aporte energético diario. El aporte de la alimentación escolar, si se tiene en cuenta la copa de leche que reciben los niños, sólo cubre un 50% de los requerimientos diarios de energía.

Respecto al consumo de calcio, los menús aportan aproximadamente un 15% del requerimiento, que se eleva a 47-49% con la incorporación diaria de la copa de leche. Al igual que en energía, la ingesta diaria de calcio es insuficiente como se manifiesta claramente en el indicador calcio/creatinina, donde se ve que el 60% de la población estudiada se encuentra por debajo de los valores normales.

Surge de este estudio la necesidad de aumentar el aporte energético ya sea en la escuela o en el hogar para posibilitar el uso más eficaz de las proteínas; además de incrementar los niveles del calcio para satisfacer su requerimiento y así lograr una mejora de su estado nutricional.

Palabras clave: Nutrición, niños, proteínas, energía, calcio.

SUMMARY. Nutritional study related to proteins, energy and calcium in children having school dinner. Food consumption and nutritional status were evaluated on 419 children having meals at school located in the surrounding of Santa Fe (Argentina).

The protein, energy and calcium content of the meals were analyzed. Anthropometrical evaluation was made by the following indicators: weight to age, height to age and weight to height. Biochemical evaluation to a sample of the children, was made by urea/creatinine and calcium/creatinine indicators. Recommended protein consumption is achieved but a biological efficiency loss is detected, probably due to an insufficient energy intake. School meals provide about 50% of the daily energy requirements.

Regarding calcium consumption, the dinner cover about 15% of the recommendations but they achieve 47-49% with the cup of milk. As in the case of energy, the calcium daily intake is insufficient as we can see by the calcium/creatinine indicator which shows that a 60% of the people are below of the normal values.

All these results suggest that is necessary to increase the energy intake and calcium consumption to improve the nutritional status.

Key words: Nutrition, children, protein, energy, calcium.

INTRODUCCION

El desarrollo físico, o sea el crecimiento, es una manifestación de la vida en el niño, estando su ritmo y calidad relacionados con la salud general y especialmente con el estado de nutrición. Una disminución en el ritmo de crecimiento es el primer signo de una posible malnutrición (1).

Se ha comprobado que la malnutrición proteico-calórica causa una distorsión del crecimiento y del proceso de desarrollo, apareciendo tallas de 10 a 15 cm por debajo de lo normal. Cabe agregar que esta malnutrición también afecta a los niños en su desarrollo mental y por lo tanto en su capacidad de aprendizaje y en su conducta. Por otro lado, tan pronto como el niño desnutrido recibe una dieta adecuada, presenta una recuperación que puede llegar a alcanzar valores cercanos a

los normales (1-3). En los casos en que es necesario un proceso de recuperación, resulta ser una práctica habitual el mayor aporte de energía a través del aumento de la densidad calórica mediante el agregado de aceite o azúcar en la dieta. Esta práctica podría ser indicada como válida cuando las calorías están destinadas a cubrir demandas de actividad física o necesidades aumentadas por enfermedad. Sin embargo cuando el objetivo es la recuperación nutricional se debe contemplar un aporte más equilibrado de nutrientes (4).

Existe en el mundo una asignación sustancial de recursos y esfuerzos destinados a la cuantificación y diagnóstico de los problemas de tipo alimentario-nutricional, sin que paralelamente se hayan hecho los esfuerzos que permitan a grupos importantes de población, el satisfacer sus necesidades básicas indispensables (5).

Respecto al calcio, trabajos realizados en grupos de diferentes edades y niveles socioeconómicos, concluyen en que en la República Argentina existe un constante y generalizado consumo insuficiente de calcio. Este hecho se ve agravado por otros factores nutricionales como son, el consumo habitualmente elevado de proteínas, el consumo creciente de alimentos industrializados con utilización de fosfatos y el consumo cada vez más elevado de alimentos ricos en fibra (3).

El objetivo del presente trabajo es realizar, como experiencia piloto para la provincia de Santa Fe (Argentina), una evaluación de la ingesta diaria de alimentos y del estado nutricional de niños que concurren a un comedor escolar de la ciudad de Santa Fe. De esta manera, hacer un diagnóstico de su situación alimentaria desde el punto de vista de las proteínas, energía y calcio y consecuentemente aportar recomendaciones que puedan mejorar la calidad y cantidad de la alimentación diaria y así contribuir al mejor desarrollo de la población escolar que asiste a comedores.

MATERIALES Y METODOS

Análisis de menús

Los niños que concurren al comedor escolar reciben diariamente copa de leche y almuerzo. Este último de acuerdo a tres menús diferentes, de uso alternativo. Se debe agregar la alimentación que reciben en sus hogares, que es relativamente exigua debido a que estos niños provienen de sectores sociales de escasos recursos económicos.

El análisis de nutrientes y energía de los menús habituales del comedor escolar se realizó sobre las porciones servidas, sin tener en cuenta lo no consumido, utilizando tablas de composición de alimentos provistas por Buss, D. et al (2) y por el Istituto Nazionale della Nutrizione (7) y por Platt, B.S. (8). Por su parte, la adecuación respecto a energía, proteínas y calcio se calculó siguiendo las cifras sobre ingesta recomendada que propone FAO (9-11). Estos valores recomendados para niños entre 5 y 12 años son: Energía = 1700-2500 Kcal/día; Proteínas = 20-40 g/día y Calcio = 500-800 mg/día.

Evaluación antropométrica

Se evaluaron antropométricamente 419 escolares (208 niñas y 211 niños, entre 5 y 12 años) que concurren al Comedor de la Escuela San Luis Gonzaga - Santa Fe - Argentina.

Se registraron el nombre y la fecha de nacimiento de los niños a efectos de calcular su edad en años y meses. Se realizaron las medidas de peso (kg) en una balanza electrónica pesando a los niños sin calzado y descontando el peso de la vestimenta. Se efectuaron mediciones de talla (cm) con los niños descalzos, utilizando cinta métrica fijada a la pared y escuadra apoyada sobre la cabeza a efectos de facilitar la lectura.

Los indicadores fueron peso para edad (P/E); talla para edad (T/E) y peso para talla (P/T). Las Tablas de Referencia

utilizadas son las de la Sociedad Argentina de Pediatría (SAP) (12) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (13).

Evaluación bioquímica

A un grupo de 32 escolares, tomados como muestra aleatoria, se le realizaron los análisis bioquímicos de urea, calcio y creatinina sobre su orina basal (orina obtenida luego de descartar la primera micción de la mañana y recoger la segunda, manteniendo el niño en ayunas). Estos análisis se llevaron a cabo aplicando las respectivas técnicas de Wiener Lab. para laboratorios clínicos.

El indicador de ingesta proteica que es la relación nitrógeno ureico/creatinina se analiza mediante el uso de nomograma que permite visualizar el número de casos que no cubren las recomendaciones de proteínas según FAO/OMS (14), teniendo como referencia a proteínas de dieta mixta de valor biológico 70 (15).

Por su parte, el indicador de ingesta de calcio que es la relación calcio/creatinina tiene a los valores entre 0,05 y 0,1 como indicador de un estado deficiente, mientras que a los valores por debajo de 0,05 como de un estado alarmante (16).

RESULTADOS

Análisis de menús

En Tabla 1 se muestran los tres menús que habitualmente se suministran con su correspondiente composición de nutrientes y sus respectivos aportes calóricos.

En Tabla 2 se muestra el aporte de calorías y calcio que incorpora la copa de leche que se les suministra todos los días (200 cc de leche y 50 g de facturas), lo que significa además de las 292 Kcal y los 200 mg de calcio, un agregado de 10 gr de proteínas a la dieta diaria.

Evaluación antropométrica.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación del estado nutricional de los niños desde el punto de vista antropométrico.

Evaluación bioquímica

Los resultados obtenidos de la evaluación bioquímica respecto a la ingesta proteica, a través de la relación urea/creatinina, de los niños, fue la siguiente:

Niños por encima del valor de referencia (normal) 93%
Niños por debajo del valor de referencia (deficiente) 7%

En cuanto a la evaluación de la ingesta de calcio, a través de la relación calcio/creatinina, los resultados obtenidos son los que a continuación se detallan:

Niños por encima de 0,10 (Normal)	40%
Niños entre 0,05 y 0,10 (Deficiente)	35%
Niños debajo de 0,05 (Alarmante)	25%

TABLA 1
Nutrientes y energía aportados por los menús

	Nutrientes				Energía			Totales Kcal
	Proteínas g	H. de C. g	Lípidos g	Calcio mg	Proteínas Kcal	H. de C. Kcal	Lípidos Kcal	
M lunes	25.0	60.5	20.2	101.0	100	242	181	523
E martes	32.3	117.0	9.8	107.6	129	468	88	685
N miércoles	24.7	87.5	20.4	32.5	98	350	183	632
U jueves	25.2	91.0	18.5	35.3	100	364	166	631
1 viernes	27.9	85.0	10.6	132.0	111	340	95	547
PROMEDIO	27.0	86.6	16.0	81.7	108	353	143	604
M lunes	23.5	113.0	16.2	64.7	94	452	145	691
E martes	35.1	121.5	5.4	110.5	140	486	48	674
N miércoles	15.6	100.6	10.7	71.9	62	402	96	561
U jueves	27.4	64.5	22.6	132.0	109	258	203	571
2 viernes	24.9	117.0	8.35	56.9	99	468	75	642
PROMEDIO	25.3	103.3	12.6	87.2	101	413	113	628
M lunes	18.2	120.5	10.6	53.8	72	482	95	650
E martes	26.7	99.0	17.1	82.4	106	396	153	656
N miércoles	31.9	85.0	14.8	117.0	127	340	133	600
U jueves	12.5	102.5	5.6	93.2	50	410	50	510
3 viernes	28.9	103.0	9.9	128.2	115	412	89	616
PROMEDIO	23.6	102.0	11.6	95.0	95	408	104	607

TABLA 2
Incremento de energía y calcio por aporte de copa de leche

menú	Energía Kcal copa de leche	Totales	Calorías cubiertas según recomendaciones %		Calcio mg menú copa de leche	Total	Calcio cubierto según recomendaciones %		
			varones	mujeres					
			Menú 1	604				292	896
Menú 2	628	292	920	47.0	52.5	87.2	200.0	287.2	48.0
Menú 3	607	292	899	45.5	51.0	95.0	200.0	295.0	49.0

TABLA 3

Evaluación antropométrica: Porcentaje de niños con déficit nutricional según Tablas de referencia de la Sociedad Argentina de Pediatría (SAP) y la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Desnutrición	Sexo		Grupo Etario		Total	Indicador
	F	M	<10 años	>10 años		
Leve	17,3	17,1	17,1	17,3	17,2	P/E (SAP)
Moderada	1,9	5,7	3,0	5,0	3,8	
Leve	10,6	17,1	14,4	12,8	13,8	T/E (SAP)
Moderada	1,9	3,8	3,8	1,3	2,9	
Leve	1,9	4,3	3,8	1,9	3,1	P/T (OMS)
Moderada	1,0	0,9	1,1	0,6	1,0	

P/E= Peso para Edad ; T/E=Talla para Edad; P/T=Peso para Talla.

DISCUSION

Proteínas

A través de los resultados antropométricos y bioquímicos no se observa en forma contundente una deficiencia nutricional proteica, no obstante se puede apreciar que el 7% de los niños se encuentran por debajo del valor de referencia que establece FAO/OMS en cuanto a la relación urea/creatinina. A su vez los resultados antropométricos (Tabla 3) a través de los tres indicadores P/E, T/E y P/T muestran que estamos en presencia de una población de niños con algún déficit en la actualidad pero con importantes antecedentes de malnutrición.

El aporte proteico diario promedio es de 25 g por menú más los 10 g de la copa de leche. Este total de 35 g diarios de proteínas significan un porcentaje de calorías aportadas por este nutriente del orden del 15% (Pcal=15%). Teniendo en

cuenta que la proporción de ingesta de proteína animal supera el 50%, se permite estimar un NPU de 70, valor que afectado al Pcal nos da un Ndpcal de 10,5%. Estos valores superan holgadamente a los recomendados (11,14) y sugieren que la eficiencia de la utilización de las proteínas ingeridas es inferior a la que se espera cuando están cubiertas las necesidades energéticas.

Energía

Si bien el nivel de satisfacción de los requerimientos energéticos es difícil de calcular, el porcentaje estimado que está cubierto por la comida escolar es del orden del 50% y dado que estos niños provienen de familias con bajos recursos económicos, seguramente no se alcanzan a cubrir los requerimientos energéticos en sus hogares.

Por esta razón resulta imprescindible, además de la implementación de programas de educación familiar, incrementar el aporte de energía en los menús escolares. Este incremento puede efectuarse con un aumento concreto de la cantidad de alimento servida al niño o bien mediante el aumento de la densidad energética. A su vez traería como beneficio adicional una mayor eficacia en el aprovechamiento de las proteínas consumidas. Esta sugerencia se complementa con lo aportado por Sibirian, R. et al. (17) quienes en los casos de poblaciones rurales y urbanas marginales con retardos en talla y mediante acciones que incluyen dietas hipercalóricas consiguieron resultados sumamente positivos y en corto tiempo, por lo que recomiendan se realicen este tipo de experiencias a través del sistema escolar. También se podría conseguir el objetivo dando un refuerzo o merienda escolar que permita al niño consumirla fuera de los horarios de escuela.

No obstante, si se tienen en cuenta que una constante en los programas de asistencia alimentaria es la insuficiencia presupuestaria de los comedores para atender a todos los niños que asisten a la escuela, la alternativa para aumentar el aporte energético es rediseñar los menús reemplazando parte de los productos de origen animal con fuentes vegetales (soja, legumbres, cereales, aceite), de tal forma de reducir el costo total y permitir un aumento de la cantidad de la ración servida.

También se han verificado aumentos significativos de la eficacia nutricional de fideos, pan y galletitas, mediante el enriquecimiento de la harina de trigo con concentrado proteico de suero, elevando los contenidos de calcio y proteínas y mejorando el perfil aminoacídico (18).

Calcio

El aporte de calcio realizado por cada menú es de aproximadamente un 15% del requerimiento diario, valor que se eleva a un 47-49% cuando se incorpora la copa de leche.

Esta evidente deficiencia en la ingesta de calcio se manifiesta a través de la evaluación bioquímica, en donde se aprecia que un 60% de la población estudiada se encuentra por debajo de los límites normales con un 25% considerado como estado alarmante.

Es recomendable para este tipo de poblaciones escolares deficitarias en este nutriente, promover el consumo de alimentos ricos en calcio o la alternativa de suplementación con calcio en alimentos de consumo habitual.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado el estado nutricional referido a proteínas, energía y calcio pero debido a que el aporte energético es insuficiente para satisfacer los requerimientos diarios de una parte importante de la población de niños que asisten a comedores escolares, es muy probable que otros nutrientes también se encuentren en déficit. Por lo tanto surge claramente la necesidad de incrementar el aporte de energía de los menús escolares, modificando las metas nutricionales de los actuales programas de asistencia. La utilización de tecnologías apropiadas y disponibles para aumentar la eficacia nutricional es también un imperativo a concretar.

REFERENCIAS

1. Vera Noriega A, Mejía L, Saucedo S y Palacios M. "Caracterización psicológica, nutricional, socioeconómica y de relación familiar, de niños mexicanos con bajo rendimiento escolar". Arch Latin Nutr. 1990;XL (4),475-489.
2. Buss D, Tyler H, Barber S & Crawley H. Manual de Nutrición. Editorial Acribia. 1987.
3. Chávez A, Martínez C, Soberanes B. "Efecto de la mala nutrición sobre el desarrollo de adolescentes rurales". Arch Latinoamer Nutr. 1992;42(2),27-30.
4. Carmuega E. "El significado de la recuperación nutricional". Boletín CESNI. 1991;Vol. 4.26-29.
5. Ariza J. "Nutrición y calidad de vida, un binomio inseparable". Arch Latinoamer Nutr. 1992;42 (2) 7-10.
6. Zeni SN y Portela ML. "Estado nutricional con respecto al Calcio en la Argentina". Arch Latinoamer Nutr. 1988;38 (2). 209-218.
7. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste - Istituto Nazionale della Nutrizione - Tabelle di composizione degli alimenti. Roma. 1980.
8. Platt BS. Tables of representative values of foods commonly used in tropical countries. Special Report Series N° 302, Medical Research Council. London. 1962.
9. Bender AE. Nutrición y Alimentos Dietéticos. Editorial Acribia. España. 1977.
10. Pellett PL and Young VR. Evaluación Nutricional de Alimentos Proteínicos. Universidad de las Naciones Unidas. Tokyo (Japón).1980.
11. Bengoa JM, Torún B, Behar M y Scrimshaw N. "Metas nutricionales y guías de alimentación para América Latina. Bases para su desarrollo". Arch Latinoamer Nutr. 1988;38 (3). 373-415.
12. Sociedad Argentina de Pediatría. (SAP). Taller de Antropometría y Evaluación de la Desnutrición Infantil. Santa Fe. Argentina. 1996

13. OMS. Medición del cambio del estado nutricional. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. Suiza. 1983
14. FAO/OMS/UNU. Necesidades de energía y proteínas. Ginebra. Suiza. 1985.
15. Sánchez HD, de la Torre Ma. A, Osella CA, Sbodio O, González R, Maffia L, Río Ma E, Boyer P. Evaluación de la eficacia nutricional de pan y fideos enriquecidos en la alimentación escolar. V Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Salta Argentina. 1987
16. Portela ML, Río ME & Zeni S. Utilización de la relación Calcio/Creatinina urinaria como indicador del estado nutricional con respecto al Calcio. Arch Latinoamer Nutr. 1983;33:633-641.
17. Sibrian R, Delgado H, Delgado ME. "Recuperación del retardo en talla en adolescentes desnutridos". Arch Latinoamer Nutr. 1992;32(2):27-30.
18. Sánchez H, de la Torre Ma. A, Osella C, Mancuello J, Fabre H, Bressanello M. and Renner E. "Einfluss von molkenproteinkonzentrat bei der Herstellung von französischem Weissbrot- I- Beeinflussung der reologischen Eigenschaften". Getereide, Mehl und Brot 1987;41(11).

Recibido: 31-08-1998

Aceptado:25-02-1999

Efecto de la lactancia materna y variables psicosociales sobre el desarrollo psicomotor en niños de 12 meses de edad

Isidora De Andraca, M. Isabel Salas, Cecilia López, M. Soledad Cayazzo, Gloria Icaza

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, (INTA), Universidad de Chile

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue evaluar la participación de variables psicosociales en la relación entre lactancia materna (LM) y desarrollo psicomotor (DPM) en díadas con distinta duración de LM. Se estudió 138 díadas madre-hijo, divididas en 2 grupos: 86 recibieron LM como única fuente de alimentación láctea por al menos 6 meses (grupo LM prolongada); y 52 fueron destetados antes de los 45 días de edad (grupo con destete precoz). De acuerdo a un diseño prospectivo no experimental se recolectó información del embarazo, parto y alimentación. A los 6-7 meses de edad se observó en el hogar una situación de alimentación láctea, registrando patrones interaccionales madre-hijo. A los 12 meses se evaluó el DPM (Escala de Bayley). Se midió además temperamento infantil, estimulación en el hogar, depresión materna, y stress en el hogar. Los resultados muestran que los grupos son similares en características familiares, y difieren en experiencia de contacto precoz y experiencia de primeras mamadas, ambas a favor del grupo con LM prolongada. Además, las díadas de este grupo muestran patrones de interacción madre-hijo más ricos y variados, y alcanzan mayor sincronía y reciprocidad en la relación. Los índices promedio de desarrollo mental (MDI) y motor (PDI) son similares en ambos grupos. Las variables explicatorias del MDI y PDI son distintas en cada grupo. Las díadas que practican LM prolongada conformarían desde un punto de vista psicosocial-un grupo diferente al con destete precoz.

Palabras clave: Lactancia materna, desarrollo psicomotor, interacción madre-hijo, alimentación.

SUMMARY. Effect of breast feeding and psychosocial variables upon psychomotor development of 12 months old infants. This study evaluates the participation of psychosocial variables in the relation between breast feeding (BF) and psychomotor development (PMD) in dyads with different BF duration. We assessed 138 mother-infant dyads, divided in two groups: 86 received BF as unique source of milk feeding for at least 6 months (prolonged BF group) and 52 were weaned before 45 days of age (early weaning group). General information about pregnancy, delivery and feeding was collected in a non experimental prospective design. At 6-7 months of age a milk feeding situation was observed at home, and mother-infant interactional patterns were recorded through a specially designed scale. At 12 months of age the PMD was assessed (Bayley Scales of Infant Development). Infant temperament, home stimulation, mother depression and family stress were also measured. Similar family characteristics were observed in both study groups. Early bonding and first feeding experiences were different, both reported as better in the prolonged BF group. Moreover, dyads of this group showed a higher variety and quality of mother-infant interactional patterns during feeding, with a higher synchrony and reciprocity in the relationship. Mean Mental Development Index (MDI) and Psychomotor Developmental Index (PDI) were similar in both groups. Explicatory variables for MDI and PDI are different in both study groups. Dyads who attained prolonged BF conform from a psychosocial perspective- a different group than the early weaned. **Key words:** Breast feeding, psychomotor development, mother-infant interaction, feeding.

INTRODUCCION

En la actualidad se realizan esfuerzos a nivel mundial por incentivar la práctica de la lactancia materna (LM) como método de alimentación infantil, principalmente por los beneficios nutricionales e inmunológicos que la leche humana otorgaría al niño (1). Los beneficios psicológicos para la madre y el niño no están suficientemente documentados. Se ha planteado que una LM exitosa contribuye en las mujeres a una mejoría en la autoestima, como efecto de completar satisfactoriamente una tarea propuesta (2). Además la LM favorecería la formación de un vínculo estrecho entre madre e hijo, con evidentes beneficios para ambos. Desde el punto de vista del niño se han descrito beneficios para su desarrollo psicomotor y cognitivo y para el nivel de actividad (3-8).

En la LM se combinan elementos potencialmente favorables para el desarrollo infantil. Por una parte, la leche humana contiene componentes nutricionales específicos (ácidos grasos de cadena larga), que participan en el desarrollo neuronal temprano, lo que provee bases biológicas para explicar ventajas en el funcionamiento cerebral (9,10). Al mismo tiempo, la situación de amamantamiento es uno de los escenarios más tempranos de interacción social en que el niño participa. En el aprenderá a identificar claves y utilizar patrones de conducta efectivos para su integración social, estableciéndose las bases para la relación madre-hijo (2).

Financiamiento: FONDECYT 1950241.

Estudios que describen la interacción madre-hijo durante la alimentación sugieren que esta es mayor y más variada en las diadas que practican LM en comparación con las que reciben lactancia artificial. Las madres que amamantan son más activas en tocar, acariciar y hablar con el niño, a la vez que son más responsivas a las señales de éste. Por su parte, los niños amamantados son también más activos y responsivos, generando mayores espacios de interacción con la madre (rev en Galler et al 1984 (11)). Estos patrones de interacción se observan además en situaciones que van más allá de la alimentación, tal como el juego libre (15).

La mayoría de los intentos de demostrar el impacto de la LM materna sobre el desarrollo infantil se han concentrado en la evaluación del desarrollo psicomotor, entregando evidencias que no resultan concluyentes. Existen algunas limitaciones metodológicas que contribuyen a esta confusión. Por una parte, el hecho que la asignación a amamantamiento o alimentación artificial no sea aleatoria dificulta aplicar un diseño de investigación experimental sin contravenir aspectos éticos. Por otra parte, en la LM la leche humana es entregada a través del acto de amamantar, en el que se generan respuestas fisiológicas y conductuales en la madre y el niño, y que también por razones éticas no pueden ser eliminadas (13). Por último, tanto la decisión de amamantar como el desarrollo psicológico del niño son fenómenos multicausales, en los que algunas de las variables que participan resultan difíciles de definir y cuantificar. Más aún, en esta multicausalidad, la relación entre las variables no es simplemente aditiva, sino sinérgica. Las dificultades metodológicas descritas agregan complejidad a la interpretación de los resultados disponibles en la literatura y al mismo tiempo plantean la necesidad de contar con nuevos estudios que superen las limitaciones anteriores.

El propósito de este estudio fue evaluar la participación de variables psicosociales en la relación entre lactancia materna y desarrollo psicomotor a los 12 meses en niños de en niños con distinta duración de LM (< 45 días, > 6 meses).

Metodología

Sujetos

Se visitó en el hogar a 187 potenciales participantes de 6 meses de edad que se seleccionaron a partir de la revisión de los ficheros de 5 consultorios del Area Sur Oriente de Santiago, correspondientes a sectores de nivel socioeconómico medio-bajo y bajo. Todos ellos cumplían con los siguientes requisitos de ingreso: peso de nacimiento ≥ 3000 gr, edad gestacional ≥ 36 semanas, parto único vaginal o cesárea programada, sanos¹, no asistencia a sala cuna² y haber recibido LM en una de dos condiciones de estudio: destete antes de los 45 días de edad o LM como única fuente de alimentación láctea por al menos 6 meses.

Las madres y/o padres de 17 niños rechazaron participar en el protocolo; 3 de ellos por incompatibilidad con el horario de

trabajo de las madres. De las 170 (90.9%) madres que aceptaron participar y firmaron consentimiento escrito, se completó las observaciones de Interacción Madre-hijo en 157 (88.9%) diadas, ya que 2 madres decidieron retirarse del estudio y 11 no cooperaron con el protocolo al no participar en las citas programadas para las mediciones³ (7 del grupo de destete precoz y 5 del grupo LM prolongada). Se completó la evaluación del desarrollo psicomotor a los 12 meses en 149 niños, de los cuales 12 fueron excluidos del análisis de resultados por razones de diseño (3 por hospitalizaciones prolongadas, 2 por tratamiento kinesiológico por hipotonía, 4 por observación de Interacción Madre hijo en situación no comparable⁴, y 2 por presentar edades extremas en relación al grupo al momento de la observación de la Interacción Madre-hijo (uno de 4 meses 16 días y otro 9 meses 25 días). Finalmente, la muestra quedó constituida por 137 niños y sus madres, divididos en 2 grupos de estudio: 86 conformaron el grupo con LM prolongada, y 51 el grupo con destete precoz. Todos ellos pertenecen a nivel socioeconómico medio-bajo y bajo. Las características generales de la muestra se describen en la Tabla 1.

TABLA 1
Características generales de los grupos de estudio

Grupo	LM Prolongada (x±ds)	Destete Precoz (x±ds)
N	86	51
Sexo (% masculino)	55	53
Edad del niño (Obs. Interacción Madre hijo)*	6.8±0.8	6.5±0.7
Número de orden	2.4±1.3	2.1±1.3
N. de orden: 1° (%)	33	39
N. de orden ≥ 3 (%)**	45	26
Edad gestacional (semanas)	39±1.1	39±1.0
Peso de nacimiento (gr)	3598±385	3570±334
Apgar 5'	9.0±0.2	9.0±0.1
Edad madre (años)	26.9±6.0	26.1±7.7
Educación materna ¹	11.2±3.1	9.0±4.2
Padre vive con el niño (%)	86	88

* t de Student; p<0.04; ** Chi cuadrado, p<0.02
1 años cursados

1. Libres de anomalías congénitas, complicaciones neonatales, ictericia con requerimiento de fototerapia, hospitalizaciones previas o enfermedades crónicas.
2. La asistencia a sala cuna es una condición minoritaria durante el primer año de vida, y puede introducir un sesgo respecto de la estimulación del desarrollo psicomotor.
3. Se estableció como criterio de exclusión la inasistencia a 3 citaciones acordada con la madre para la observación de la situación en el hogar y 3 inasistencias a las evaluaciones de desarrollo psicomotor.
4. Niños del grupo LM prolongada, cuya observación de la interacción madre hijo se realizó durante una alimentación con biberón ya que sus madres introdujeron alimentación láctea artificial en el período entre la firma del consentimiento y la cita para la observación.

Instrumentos de medición

Encuesta de antecedentes generales: Se elaboró una encuesta precodificada en la que se recolectó información demográfica, características de estructura familiar, antecedentes de embarazo y parto, e historia de alimentación del niño. Se indagó además acerca de aspectos cualitativos, tales como las vivencias maternas en la crianza de este niño. Esta entrevista era aplicada a la madre al iniciar el estudio, de manera de establecer con ella un contacto personal que facilitara la realización de las mediciones posteriores.

Pauta de observación de la interacción madre hijo durante la alimentación (6-7 meses de edad): Se elaboró una pauta de observación de la interacción madre-hijo durante la alimentación láctea, que registraba tanto las características del comportamiento de la madre, del niño, como de la díada (Tabla 2). Se decidió observar la interacción madre-hijo en el hogar, para privilegiar que ambos estuvieran en su propio entorno. Se solicitó a la madre alimentar al niño como lo hacía habitualmente, y una observadora acompañaba esta situación en silencio y completaba la pauta una vez finalizada la alimentación del niño. El registro de la información se realizó en base a una pauta precodificada, diseñada de acuerdo a un sistema de apreciación global acerca del tipo de conductas que se observaban (calidad) así como de la frecuencia de estas. Fue aplicada por una misma observadora (CL) luego de alcanzado un nivel de acuerdo entre jueces de 70%.

TABLA 2
Definición operacional de las variables de interacción madre-hijo

Variables Madre	Definición operacional
Contacto y compromiso	Ítems dirigidos a evaluar tanto el canal de comunicación dominante (táctil, verbal, ...) como la frecuencia de contacto que la madre dirige hacia el bebé. Incluye también ítems que evalúan la expresión de afecto.
Responsividad	Ítems que evalúan la frecuencia de respuesta contingente de la madre a los intentos de establecer contacto de parte del bebé.
Estado emocional	Variable que se construye sobre la categorización del tono general de la madre durante la alimentación, así como su nivel de agrado o desagrado en la situación.
Variables Hijos (a)	Definición operacional
Contacto y compromiso	Ítems dirigidos a evaluar tanto el canal de comunicación dominante (táctil, verbal,...) como la frecuencia de contacto que el niño dirige hacia la madre.
Responsividad	Ítems que evalúan la frecuencia de respuesta contingente del bebé a los intentos de establecer contacto de parte de la madre.
Variable Díadas	Definición operacional
Reciprocidad (sincronía diádica)	Se evalúa la frecuencia en que la díada Madre-hijo se involucra en encuentros interaccionales sostenidos.

Mediciones del ambiente: Se aplicó 2 subescalas del inventario HOME (Home Observation for Measurement of the Environment) para 0-3 años de edad que mide la calidad de la estimulación en el hogar (14). El HOME es una escala construida para detectar indicadores de la cantidad y calidad del apoyo social, emocional y cognitivo disponible para el niño en su hogar. Ha sido ampliamente utilizado y ha resultado ser sensible a la detección de características familiares al ser aplicada en poblaciones latinoamericanas (15). Las subescalas elegidas fueron "Responsividad Emocional y Verbal de la Madre" e "Involucración de la Madre con el Niño".

El Cuestionario de Animo del C-DES se aplicó para identificar madres con síntomas depresivos (16). Está compuesto por 20 ítems, que indagan aspectos tales como irritabilidad, apetito, sueño, estado anímico, cansancio y autopercepción. Cada respuesta se puntúa de acuerdo a la frecuencia con que se presentaron los síntomas en la última semana.

Por último, se obtuvo una medida de Eventos Estresantes, a través de un listado especialmente confeccionado para el estudio de familias urbanas de nivel socioeconómico bajo (17). Incluye problemas económicos, de salud, de relación con otras personas (pareja, familiares, vecinos), enfermedades crónicas, problemas con la justicia, nuevo embarazo de la madre, entre otros. Este instrumento entrega un puntaje que varía entre 0 y 29, que corresponde, de acuerdo a la información entregada por la madre, a la sumatoria de eventos estresantes que han ocurrido desde el nacimiento del niño.

Mediciones del niño: Se evaluó el temperamento del niño a través del Cuestionario de Temperamento Infantil de Bates (ICQ para 6 meses) (18,19). Este instrumento se basa en la percepción materna del comportamiento de su hijo y consta de 24 ítems, entregando resultados de acuerdo a cuatro factores: Dificultad, Apagamiento, Impredecibilidad y No Adaptabilidad. Esta escala se aplicó cuando el niño tenía 7-8 meses de edad.

El desarrollo psicomotor se evaluó a los 12 meses de edad a través de la Escala del Desarrollo Infantil de Bayley, que entrega un Índice de Desarrollo Mental (MDI) y un Índice de Desarrollo Motor (PDI). Cuenta además con una Escala de Registro de Conducta (20).

Procedimiento

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del INTA, de la Universidad de Chile. Los datos fueron recolectados durante los años 1995 a 1998. Una vez firmado el consentimiento escrito, se programaron 3 visitas al hogar. En la primera se realizó la encuesta a la madre, en la segunda la observación de la interacción madre hijo y las subescalas del HOME. En la última visita se realizó las mediciones de temperamento infantil, depresión materna y stress en el hogar. La evaluación del desarrollo psicomotor fue la única medición que se realizó fuera del hogar; los niños fueron trasladados

junto a sus madres a un laboratorio del INTA, de la Universidad de Chile.

Análisis de datos

Para el manejo y análisis de datos se usaron los programas EPI-INFO 6.04 y SAS 6.12. Se realizó análisis gráfico de las variables mediante gráficos de correlación, de Box, histogramas y gráficos de normalidad. Para comparar los promedios entre los grupos de estudio de las variables continuas se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes. Los grupos fueron comparados en las variables discretas a través de la prueba de Chi cuadrado. El análisis de las variables dependientes MDI y PDI se realizó mediante una regresión múltiple. Se analizó la significancia de las variables estudiadas controlando por variables confundentes como sexo, depresión materna, stress en el hogar y características del temperamento del niño. En el proceso de selección de los modelos que mejor explican las variables MDI y PDI se utilizaron las variables grupo de estudio (LM prolongada y Destete precoz), e interacción madre-hijo, controlando por variables confundentes. Los distintos modelos se compararon mediante el test de razón de verosimilitud y tests de significancia de los parámetros. Se realizaron además test de interacciones y de linealidad. Los supuestos de la regresión múltiple de normalidad y homogeneidad de varianzas se verificaron mediante análisis de los residuos.

RESULTADOS

Antecedentes generales

Se comparó los grupos de estudio en cuanto a las características de vida familiar, vivencias de embarazo, parto, amamantamiento y maternidad, rutinas e historia de alimentación del lactante. Los grupos mostraron similitud en las condiciones de vida familiar (familia nuclear, pareja estable y presencia del padre). Las madres difieren en cuanto a su participación en actividad laboral fuera del hogar, siendo esta mayor en las madres del grupo con destete precoz. También se observó diferencias en la experiencia de contacto precoz, vivencias maternas relativas a la experiencia de amamantamiento, apoyo de redes sociales y presencia de dificultades en lactancia materna (Tabla 3). Las madres de ambos grupos asignan un valor similar a la LM, ya que 75% v/s 66% la consideran el mejor alimento para el niño. En ambos grupos las madres planearon durante el embarazo que amantarían al niño, pero una mayor proporción de las del grupo con LM prolongada se propuso dar pecho por más de 6 meses (91% v/s 66%; $p < 0.0001$). Por último, las rutinas de alimentación también difieren entre los grupos, ya que una mayor proporción de las madres del grupo LM prolongada alimentan habitualmente al lactante (95% v/s 67%; $p < 0.0001$), realizan a solas la alimentación del niño (36% v/s 20%; $p < 0.04$), estiman que ocupan mayor tiempo en la tarea de amamantar (88% v/s 29%; $p < 0.0001$) y durante esta realiza-

rían principalmente actividades orientadas al niño: regalarlo, conversarle, entre otras (85% v/s 65%; $p < 0.008$).

TABLA 3
Características familiares y vivencias maternas en grupos con distinta duración de LM.¹

Grupo	Lactancia prolongada (n:86)	Destete precoz (n:51)	P<*
Características familiares			
Familia nuclear	56	59	ns
Pareja estable	90	94	ns
Padre vive con el niño	86	88	ns
Madre trabaja fuera del hogar	7	20	0.02
Vivencia maternas positivas			
Experiencia de primera mamada	80	52	0.0001
Primera semana de lactancia materna	67	35	0.0001
Curso de lactancia	78	27	0.0001
Redes sociales: apoyo para amamantar			
padres	65	44	0.01
otros	86	69	0.01
Contacto precoz	83	67	0.04
Dificultades de alimentación al pecho	31	90	0.0001

¹ Valores expresados en porcentaje (%)

* Chi cuadrado

Patrones interaccionales madre-hijo durante la alimentación

Contexto de interacción durante la alimentación. Las díadas con LM prolongada mantenían una posición física más cercana entre madre e hijo, ya que las madres preferentemente sostenían al niño en brazos (82% v/s 65%, $p < .02$). En el grupo con LM prolongada 67% de las díadas estaban en contacto corporal, a diferencia de 33% en el grupo con destete precoz ($p < .03$). En ambos grupos, la mitad de las madres que sostenían a sus hijos en brazos lo hacían a través de un contacto contenedor y estrecho (47% v/s 45%). El tiempo de alimentación es más prolongado cuando el niño es amamantado (12 ± 4.7 v/s 9.8 ± 4.4 minutos; $p < .02$).

Patrones interaccionales maternos. Las madres de ambos grupos no preparan especialmente el lugar ni la situación de alimentación; la realizan en distintos lugares de la casa tal como estos se encuentran. Aproximadamente la mitad de ellas invitan verbalmente al niño a la actividad que realizarán juntos (53% v/s 50%). En ambos grupos las madres reaccionan frente a la necesidad física del niño (llanto, reclamo o incomodidad), y buscan superar la dificultad (95% v/s 97%). Una vez iniciada la alimentación, las madres que amamantan se muestran más involucradas en la situación y en la interacción con el niño que las que los alimentan con biberón. En la Tabla 4 se describen las características maternas observadas en cada grupo de estudio.

La decisión de finalizar la alimentación es tomada en ambos grupos en base a las claves que el niño expresa (76% v/s 63%). Una proporción similar de madres de ambos grupos son suaves y cariñosas al terminar la alimentación (62% v/s 67%). La mayoría de las madres dedica un tiempo al niño al finalizar la alimentación, especialmente para "sacar chanchitos" (98% v/s 94%).

TABLA 4
Patrones interaccionales madre-hijo durante la alimentación¹

	Lactancia prolongada (n:86)	Destete Precoz (n:51)	P<*
Características maternas			
Se muestra cariñosa al inicio	71	29	.0003
Parece agradada durante alimentación	78	52	.0003
Acaricia al niño durante la alimentación	73	27	.0001
Toca con frecuencia al niño por motivos prácticos	21	21	ns
Mira con frecuencia al niño	83	68	.06
Conectada con tarea de alimentar y con relación con el niño	65	15	.003
Habla con frecuencia durante la alimentación	44	29	ns
Al mover al niño es cariñosa y cuidadosa	55	27	.003
Características del niño			
Toca a la madre con frecuencia	86	53	.0001
Se comunica verbalmente con la madre**	8	0	.06
Mira con frecuencia a la madre	74	21	.0001
Muestra expresiones afectivas de placer/contento a la madre	52	27	.01
Patrones diádicos			
Madre y niño participan de episodios de involucración mutua	65	15	.0001
Madre responde a iniciativas de contacto del niño	80	53	.01
Niño responde a iniciativas de contacto de la madre	85	50	.0001

¹ Valores expresados en porcentaje (%).

* Chi Cuadrado

**Prueba de Probabilidades Exactas de Fisher

Patrones interaccionales del niño: Los niños que han recibido LM prolongada son más activos en relacionarse con la madre durante la alimentación que los niños destetados precozmente. Utilizan una mayor variedad de canales de comunicación y además muestran señales afectivas más claras (Tabla 4).

Patrones de interacción diádica: Las díadas del grupo LM prolongada muestran una mayor sincronía en la relación madre-hijo; se involucran más frecuentemente en episodios de contacto correspondido. Los niños alimentados al pecho

son más responsivos a las iniciativas maternas de interacción, y las madres que continúan amamantando son también más responsivas a las iniciativas de contacto de los niños (Tabla 4).

Se construyó un Índice de Interacción como una medida más global de la calidad de la interacción madre-hijo. Se seleccionó los ítems de la pauta de observación que tuvieran mayor relevancia conceptual en el constructo interacción madre-hijo. El Índice de Interacción representa la sumatoria de nueve ítems relacionados con sincronía en la relación, canales de comunicación, iniciativas maternas e iniciativas del niño⁵.

Como una manera de poner a prueba el Índice de Interacción madre-hijo se aplicó la técnica de análisis factorial para construir un índice que resumiera la información relevante contenida en las 35 variables originales de la Pauta de Observación de la Interacción Madre-hijo. De acuerdo al procedimiento computacional se identificaron 3 factores, que lograron explicar el 41% de la variabilidad total. Estos fueron sumados ponderados por el porcentaje de variabilidad que cada cual explica, arrojando un Índice de Interacción Madre-hijo que finalmente incluyó 8 variables predictoras. Este índice construido a través de la técnica del análisis factorial alcanzó una correlación de 0.75 (p<.0001) con el índice definido conceptualmente. Dada la alta correlación alcanzada decidimos continuar los análisis estadísticos utilizando el índice construido conceptualmente.

El Índice de Interacción Madre-Hijo muestra que la calidad de interacción en las díadas del grupo de LM prolongada es mayor, reafirmando las observaciones parciales de mayor cantidad y variedad en los patrones de relación (Figura).

Características del niño, la madre y el ambiente

Los niños de ambos grupos de estudios muestran características de temperamento similares en los factores Dificultad (18±5.2 v/s 18.4±6.1), Apagamiento (7.6±2.7 v/s 7.5±2.8) e Impredecibilidad (7.8±2.7 v/s 7.6±2.7), los que corresponden a valores promedios para la edad cronológica. Sólo se observó diferencias en el factor No Adaptabilidad (13.2±5.7 v/s 10.7±4.4, p<0.01), es decir, los niños del grupo con LM prolongada presentan una menor adaptabilidad.

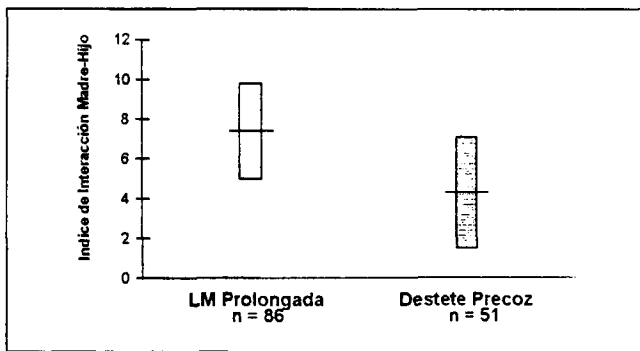
El número de Eventos Estresantes presentes durante el último año fue similar para ambos grupos de estudio (4.2±3 v/s 4.7±2.4). Tampoco se observó diferencias en la calidad de la estimulación en el hogar (Responsividad Emocional y Verbal de la Madre: 8.7±1.3 v/s 8.3±1.8; Involucración de la Madre

5. La madre invita al niño a la alimentación: la madre se muestra cariñosa al inicio de la situación de alimentación; madre e hijo se involucran en episodios de contacto correspondido; al mover al niño la madre es cariñosa; madre toca al niño con frecuencia; madre acaricia al niño con frecuencia; el niño toca a la madre con frecuencia; el niño responde frecuentemente a iniciativas maternas de contacto; madre responde frecuentemente a iniciativa de contacto del niño.

con el Niño 4.3 ± 1.3 v/s 4.3 ± 1.4). Las madres del grupo LM prolongada muestran valores promedios más bajos en la medición del ánimo (12.1 ± 11.5 v/s 19.1 ± 2.2 , $p < .002$). Es decir, las madres que amamantan por más tiempo muestran menor número de síntomas depresivos, que en términos diagnósticos corresponde a ánimo normal. El promedio de las madres que destetan precozmente corresponde a la categoría trastorno del ánimo, encontrándose 52% de ellas sobre el punto de corte en comparación con sólo 25% del grupo de madres que amamantan por tiempo prolongado ($p < .001$).

FIGURA

Índice de interacción madre-hijo durante la alimentación en diadas con lactancia materna prolongada o destete precoz



Índice de interacción madre-hijo: sumatoria de 9 ítems de pauta de observación: madre invita al niño a la alimentación; madre se muestra cariñosa al inicio de la situación de alimentación; madre e hijo se involucran en episodios de contacto correspondido; al mover al niño la madre es cariñosa; madre toca al niño con frecuencia; madre acaricia al niño con frecuencia; el niño toca a la madre con frecuencia; el niño responde frecuentemente a iniciativas maternas de contacto; madre responde frecuente a iniciativas del contacto del niño.

Desarrollo psicomotor a los 12 meses

Ambos grupos de estudio muestran puntajes promedios similares en las habilidades mentales (MDI: 104.8 ± 11.9 v/s 102.2 ± 12.4) y en las habilidades motoras, (PDI: 98.2 ± 13.4 v/s 99.3 ± 12.9). En el grupo total el desarrollo en habilidades mentales se asocia sólo con la escolaridad materna ($r: 0.21$; $p < .02$). El rendimiento en habilidades motoras, en cambio, se asocia inversamente con la variable de temperamento No Adaptabilidad ($r: -0.27$; $p < .002$), es decir, a menor capacidad de adaptación los puntajes de PDI son más bajos. El Índice de Interacción Madre-hijo no se relaciona con los indicadores de desarrollo psicomotor.

Análisis multivariado

Para analizar el desarrollo psicomotor al año de edad se realizó un análisis de regresión múltiple. Las variables independientes incluidas en el análisis fueron las características de temperamento del niño, número de orden, sexo, Involucración

de la Madre con el Niño (subescala del HOME), stress en el hogar, depresión materna, escolaridad de la madre, edad materna, Índice de Interacción Madre-hijo y grupo de estudio. Primeramente se analizó la relación entre MDI y PDI con grupo de estudio no encontrándose diferencias significativas con el test de t de Student. Al analizar posibles interacciones y con la inspección de gráficos de correlación se observó que la respuesta en el MDI es diferente en ambos grupos con respecto a las variables explicatorias escolaridad e Índice de Interacción. Por este motivo, y para simplificar el análisis, se decidió hacer análisis de regresión separado por grupo en estudio, lo que es equivalente a tener un modelo con interacciones.

Como resultado de este análisis se concluye que el Índice de Interacción Madre-hijo es la variable que mejor explica el MDI en el grupo con destete precoz ($R^2: 14.0\%$, pendiente: -1.71 , $t: -2.8$, $p < 0.01$). En el grupo LM prolongada la variable que mejor explica el MDI es la escolaridad de la madre ($R^2: 11.6\%$, pendiente: 1.40 , $t: 3.3$, $p < 0.002$). Ninguna de las otras variables independientes en estudio alcanzó significación estadística. En el análisis del PDI se observó el mismo fenómeno de interacción que se vio en el análisis del MDI. La respuesta en el PDI es diferencial por grupos de estudio, por lo que se analizaron separadamente. En el grupo de destete precoz la variable que mejor explica el PDI es la No Adaptación (pendiente: -0.87 , $t: -2.8$, $p < 0.01$) y el Apagamiento (pendiente: -1.19 , $t: -2.0$, $p < 0.05$). En conjunto las dos variables explican 21.5% de la variabilidad del PDI en el grupo de destete precoz. En el grupo LM prolongada las variables que mejor explican el PDI son No Adaptación dividida en grupo menor que la mediana (11) y mayor que la mediana (pendiente: 7.5 , $t: 2.5$, $p < 0.02$) y madre adolescente (pendiente: 14.8 , $t: 2.8$, $p < 0.01$). En conjunto las dos variables explican 15.7% de la variabilidad del PDI en el grupo de LM prolongada.

Variables predictivas del Índice de Interacción Madre-hijo

El Índice de Interacción Madre-hijo durante la alimentación se asocia con la escala "Responsividad Emocional y Verbal de la Madre", del HOME ($r: 0.29$, $p < 0.001$), escolaridad materna ($r: 0.24$, $p < 0.005$) y el factor de temperamento infantil No Adaptación ($r: -0.31$, $p < 0.001$). El efecto conjunto de las variables independientes sobre el Índice de Interacción Madre-hijo se estimó a través del método de regresión múltiple lineal. El modelo final muestra que la variable de mayor peso es la pertenencia al grupo LM prolongada o al grupo destete precoz (pendiente: 2.95 ; $t: 6.32$, $p < 0.0001$). También es significativo el efecto de la escolaridad materna. (pendiente: 0.26 ; $t: 3.48$, $p < 0.001$). En conjunto las dos variables explican 15.6% de la variabilidad de la variable dependiente.

DISCUSION

Este estudio analiza la participación de variables psicosociales y determinadas características del niño -frecuentemente asociadas al desarrollo infantil- en la relación existente entre duración de lactancia materna y desarrollo psicomotor. Especial atención hemos otorgado a la participación del contexto relacional (interacción madre-hijo) en la modulación de estas relaciones.

Estudios realizados en países desarrollados muestran que la LM es más frecuente en familias pertenecientes a estratos socioeconómicos más altos y en particular en familias en que los padres muestran un mayor nivel educacional (6). Sin embargo, en este estudio la similitud observada en el nivel educacional de las madres, así como en estructura y composición familiar de los grupos no permite asociar el éxito o abandono de la LM con dichas variables.

Encontramos en cambio diferencias entre los grupos en otras variables que nos parece interesante discutir. Las madres del grupo de destete precoz manifiestan mayor dificultad para amamantar a sus hijos desde la primera mamada, así como durante todo el tiempo que dura la alimentación al pecho. Las madres del grupo de LM prolongada por su parte, refieren menores dificultades y quienes las expresan las califican de regular intensidad y menor duración. Frente a estas observaciones nos preguntamos si esta mayor proporción de dificultades se relaciona con el apoyo brindado, tanto por el equipo de salud como por otras personas significativas, o bien se relaciona con el umbral de tolerancia de las madres a la dificultad y significado de amamantar al hijo. A este respecto es interesante comentar que no observamos diferencias entre los grupos respecto del valor atribuido a la alimentación al pecho, en cambio son distintos en el tiempo propuesto para lactancia exclusiva, el que es mayor en el grupo con LM prolongada.

El resultado relativo al contacto precoz como variable distintiva entre los grupos es concordante con la literatura. El contacto físico entre madre e hijo luego del nacimiento no sólo facilitaría una LM más larga y exitosa, sino que además influiría positivamente en el tipo de relación que la madre establece con el niño en edades posteriores. Las madres que tienen un contacto precoz más prolongado con su bebé mostrarían posteriormente una conducta más cariñosa con su hijo, en tanto que las que tienen un contacto precoz breve los acarician y miran menos. Aunque estas últimas comparten un tiempo comparable con el niño, lo dedican preferentemente a actividades de aseo y cuidado (21). En relación a este tema nos parece de interés agregar que -aún cuando no alcanza significación estadística- las madres que refieren dificultades en el amamantamiento en ambos grupos se diferencian en la presencia de contacto precoz, el que es mayor en el grupo con LM prolongada.

Las observaciones en torno a la actividad laboral de la madre no resultan suficientes para relacionar dicha condición con la duración de la lactancia, ya que no se registró si la presencia de trabajo fuera del hogar es una condición previa o posterior al destete. Sin embargo, resulta evidente que las condiciones actuales de trabajo materno hacen más difícil mantener una lactancia prolongada.

De acuerdo a los antecedentes discutidos, en la muestra estudiada el amamantar por un tiempo prolongado no sería consecuencia de un mejor nivel de educación de los padres y tampoco estaría asociado con determinadas características sociodemográficas. Los resultados nos llevan a atender a las experiencias individuales en torno al amamantamiento, así como a la presencia de contacto dúadico precoz. Será necesario precisar en estudios futuros las condiciones que rodean a estas experiencias, a fin de poder precisar si es la presencia de apoyo externo o la combinación de éste con determinados atributos maternos los que dan cuenta del curso de la LM. No podemos dejar de considerar además en este estudio que la duración de la LM en nuestro país está fuertemente influida por el impacto de un exitoso programa gubernamental de fomento de LM, que incluye suplementación láctea a las madres nodrizas y campañas educativas a la población. Esto quedó claramente expresado en las dificultades que enfrentamos para reclutar niños que fueran destetados precozmente, dada su escasez.

El contexto relacional muestra diferencias, ya que las dúadas del grupo con LM prolongada despliegan una interacción más activa y variada, y mayor sincronía relacional que las dúadas del grupo de destete precoz, lo que es concordante con antecedentes de la literatura (rev en Galler et al 1984 (11)). Entre las diferencias observadas entre madres que amamantan y madres que dan mamadera destaca el que las primeras establecen un mayor contacto táctil con los niños y se muestran más cariñosas durante la alimentación, especialmente al hablarles y al moverlos. Al mismo tiempo, durante el amamantamiento los niños también se muestran más agrados y contentos, y son más activos en tocar a sus madres. Además, tanto las madres como los niños del grupo con LM prolongada miran al otro más frecuentemente. Estas tres características -contacto táctil, afecto y mirada- han sido señaladas como aspectos fundamentales para el establecimiento de un vínculo madre-hijo estable y seguro (22). Si bien se podría hipotetizar que estos elementos pueden favorecer el establecimiento de un mejor vínculo en el grupo con LM prolongada, también hay que considerar que la cercanía física es muy importante para el tipo de vínculo que se establezca, incluso algunos autores plantean que puede ser más determinante que el tipo de alimentación que se practique (23).

Llama la atención la escasa frecuencia de interacciones verbales de las madres de ambos grupos mientras alimentan al niño (24). Sin embargo, aunque escasas, las interacciones verbales difieren en ambos grupos ya que al hablar las madres que amamantan muestran un tono más cariñoso, lo que nos

parece podría corresponder a un estilo interactivo que se manifiesta además en otras conductas tales como tocar y mover al niño.

Es necesario destacar que no todas las díadas que participan del amamantamiento muestran patrones interaccionales favorables. En un análisis adicional realizado en el grupo total se observó que 36% de las díadas que se ubicaban bajo el percentil 30 del Índice de Interacción, es decir, que mostraban niveles más bajos, pertenecían al grupo con LM prolongada. Esto sugiere que si bien la LM es un escenario muy favorable para la interacción madre-hijo, no todas las díadas en amamantamiento consiguen aprovechar estas condiciones. Del mismo modo, 8% de las díadas sobre el percentil 70 en el Índice de Interacción -que mostraban mayor riqueza y variación- corresponden al grupo destetado precozmente, lo cual confirma que la alimentación artificial es un contexto social que también puede ser utilizado positivamente por la díada.

Las madres del grupo destetado precozmente presentan mayor sintomatología depresiva, lo que es consistente con resultados anteriores. Se ha reportado que las madres depresivas tienen mayores dificultades en la LM, las que ellas interpretan como actos de rechazo del niño hacia sí mismas y hacia el alimento que le ofrecen (25). Desde esta perspectiva, resulta esperable que las madres más depresivas suspendan el amamantamiento más temprano.

Las características de temperamento infantil también muestran diferencias entre los grupos. Las madres del grupo con LM prolongada perciben a sus hijos como menos adaptables, lo que no ha sido reportado anteriormente. Es probable que esta percepción pueda influir en la decisión de la madre de continuar amamantando, ya sea porque el niño es percibido como más frágil y necesita más protección, o porque el niño envía claras señales de incomodidad frente a los cambios y situaciones nuevas.

Los puntajes promedios de MDI y PDI son similares en ambos grupos, lo que es concordante con el estudio de Rogan, que reporta diferencias en rendimientos sólo a partir de los 24 meses de edad (7). Este resultado nos lleva a preguntarnos en qué medida el efecto favorable de la LM sobre el desarrollo psicomotor descrito anteriormente se relaciona con determinadas condiciones biológicas, tales como prematuridad o bajo peso de nacimiento (4,8). El nacer en condiciones biológicas óptimas, como las de la muestra de este estudio, actuaría como factor protector del desarrollo y retardaría la expresión de la variabilidad resultante del interjuego con determinadas condiciones ambientales (17). Es interesante comentar que el único estudio que reporta diferencias de rendimiento psicomotor a los 12 meses en niños que recibieron lactancia materna se realizó con una muestra de niños de término de los cuales no se informa acerca del peso de nacimiento (3).

Por otra parte, consideramos que evaluar el desarrollo psicomotor a los 12 meses fue una medición prematura para determinar posibles efectos de la LM. A esa edad la influencia de factores neurológicos es aún predominante en tanto que el

peso de las variables ambientales comienza a ser progresivamente mayor en edades posteriores. Los estudios que refieren diferencias de desarrollo psicomotor asociadas a duración de LM describen diferencias a partir de 18 meses de edad, pero estas se harían más claras a partir de los 24 meses (7,8).

El efecto explicatorio de la escolaridad materna sobre el desarrollo mental en el grupo con LM prolongada es concordante con estudios anteriores (26,27). Sin embargo, el grupo con destete precoz muestra un patrón diferente, ya que la escolaridad materna no ejerce un rol predictivo sobre el MDI. Otro elemento que señala que ambos grupos se comportan en forma diferente es la relación entre MDI e Índice de Interacción, la que es inexistente en el grupo con LM prolongada e inversa en el grupo destetado precozmente. Aunque para este último resultado no tenemos una explicación, nos parece relevante destacar que el comportamiento diferente de las variables escolaridad materna e Índice de Interacción en relación con el MDI sería sugerente de diferencias entre los grupos que exceden al criterio de duración de LM. Los resultados opuestos en cuanto a la relación entre la característica de temperamento No Adaptabilidad y el PDI en los grupos de estudio apuntarían en la misma dirección, es decir, sugerirían que constituyen realidades diferentes, en que las variables se relacionan entre sí de manera distintiva. Pensamos que la realización de nuevos estudios que aborden una más profunda caracterización de las madres (experiencias biográficas, vivencias de embarazo y parto, redes de apoyo, vivencias de maternidad, características de personalidad, entre otros) aportarían mayor claridad al respecto.

El hecho que el Índice de Interacción Madre-hijo se relacione principalmente con el grupo de estudio y la escolaridad materna nos lleva a preguntarnos si las características maternas que permiten persistir en la decisión de amamantar son las mismas que influyen en el tipo de interacción que establecen con el niño durante la alimentación. Es indudable que la experiencia de LM prolongada puede facilitar que las díadas establezcan una interacción más rica y variada, pero seguro que esta mejor interacción madre-hijo no es exclusivamente consecuencia de ella. La escolaridad materna es una variable explicatoria de la calidad de interacción madre-hijo, que puede aportar por sí misma, pero que también puede estar representando otras características maternas. Por ejemplo, un mayor número de años cursados y aprobados puede ser un indicador de experiencias infantiles de apoyo y protección en su familia de origen, que le hayan permitido a la madre permanecer más tiempo en el sistema educacional. Al mismo tiempo, experiencias infantiles de la madre más positivas pueden influir en la manera que esta se relacione posteriormente con su hijo y ejercite la maternidad.

No observamos una relación entre depresión materna y calidad de la interacción durante la alimentación, lo que resulta discordante con lo esperado. Es probable que ello se deba a que si bien las madres que destetan precozmente obtienen puntajes promedios más altos, sólo 12% de ellas

obtienen puntajes indicativos de depresión clínica (16).

Si bien los resultados de este estudio muestran que las dadas que practican LM prolongada desarrollan una interacción madre-hijo más rica y variada, sería importante evaluar si esta mejor calidad de interacción se observa también en otro tipo de actividades, así como establecer el curso posterior de los patrones de interacción madre-hijo (28). Las diferencias observadas en los patrones relacionales entre madre-hijo requieren la realización de estudios de seguimiento tanto de éstos, como de las condiciones socioemocionales de la madre y características psicológicas del niño.

Los resultados presentados muestran que los grupos de estudio se diferencian no sólo en relación con la duración del amamantamiento, sino que también en variables psicosociales relevantes. Resulta difícil, sin embargo, establecer relaciones de causalidad entre las variables en juego. Es indudable que tanto las características de la madre y sus experiencias vitales, las características del niño, así como las características de su relación se entrelazan de una manera compleja que hace imposible precisar qué determina qué.

Es necesario continuar el estudio del impacto de la lactancia materna sobre el desarrollo del niño extendiéndolo tanto a edades posteriores, como más allá de los aspectos cognitivos. Sin embargo los antecedentes disponibles permiten considerar a la lactancia materna como un factor protector que potencia dimensiones del desarrollo infantil y que a su vez podría ser potenciada por condiciones propias de sus actores.

REFERENCIAS

1. Hamosh M. Transferencia bioquímica e inmunológica de madre a hijo a través de la leche materna. Congreso Latinoamericano de Lactancia Wellstart Internacional Oaxaca, México 1992;Pág: 269-284.
2. Dixon S. Aspectos psicosociales y culturales de la lactancia materna. Congreso Latinoamericano de Lactancia Wellstart Internacional Oaxaca, México 1992;Pág: 303-315.
3. Morrow-Tlucak M, Haude RH, Ernhart CB. Breastfeeding and cognitive development in the first two years of life. *Soc Sci Med* 1988; 26 (6):635-639.
4. Morley TJ, Cole RP and Lucas A. Mothers choice to provide breast milk and developmental outcome. *Arch Dis Child* 1988;63:1382-1385.
5. Lucas A, Morley R, Cole TJ et al: Breastmilk and subsequent intelligence quotient in children born preterm. *The Lancet*, 1992;339: 261-264.
6. Jacobson SW and Jacobson JL. Breastfeeding and intelligence. *The Lancet* 1992;339, April 11:926.
7. Rogan JW and Gladen BC. Breast feeding and cognitive development. *Early Hum Dev* 1993;31:181-193.
8. Tembours MC, Otero A, Polanco I, Arribas E. Influence of breast-feeding on the infants intellectual development. *J Pediatr Nutr* 1994; 18:32-36.
9. Simopoulos AP. Omega 3- fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr* 1991;54:438-463.
10. Uauy R, Hoffman DR. Essential fatty acids requirements for normal eye and brain development. *Semin Perinatol* 1991;15:449-455.
11. Galler J, Ricciutti HN, Crawford MA, Kucharski T. The role of the mother-infant interaction in nutritional disorders. En: *Nutrition and Behavior*. Ed Janina Galler. Plenum Press, NY, London. 1984;Pág: 269-303.
12. Kuzela A, Stifter CA, Worobey J. Breast feeding and mother-infant interactions. *J Reproductive and Infant Psychology* 1989;8:185-194.
13. De Andraca I, Uauy R. Breast feeding for optimal mental development: The alpha and omega in human milk. In: *Human milk: scientific aspects and practices*. Artemis P. Simopoulos, editor. Karger Series, *World Rev Nutr Diet* 1995;vol 78/3:1-27
14. Caldwell BM. Instruction manual. Home inventory for infants (Revised Edition), Little Rock: University of Arkansas, Center for Early Child Development, 1975.
15. Lozoff B, Park AM, Radan AE, Wolf AW. Using the HOME Inventory with infants in Costa Rica. *Int J Beh Dev* 1995;18:277-295,.
16. Devins GM, Orme CM. Center for Epidemiologic Studies Depression Scale. In: DJ Keyser (Ed): *Test Critique II*, Test Corporation of America, 1985, Kansas City, Missouri, 144-160
17. De Andraca I, Pino P, Rivera F, De la Parra A, Castillo M. Factores de riesgo para el desarrollo en niños nacidos en óptimas condiciones biológicas. *Rev Saude Pub* 1998;32(2):138-147.
18. Bates JE. Measurement of infant difficulty. *Child Dev* 1979;50: 7694-803.
19. Bates JE. Temperament in infancy. In: JD Osofsky, editor. *Handbook of Infant Development*, 2nd Edition, New York, Wiley, 1987;1101-1149.
20. Bayley N. Bayley Scales of infant development. New York. Psychological Corporation, 1969.
21. Kennel K, Dowling S, Kennel J. Feeding and Behavior: three recent observations. En: *Infant and Child Feeding*. Ed por Jenny T. Bond et al. The Nutrition Foundation. Academic Press, New York, 1981.
22. Steuer FB. The psychological development of children. Brooks/Cole Publishing Company. Pacific Grove, California, 1994;444-454.
23. Cunningham, N Anisfeld E et al. Infant carrying, Breast Feeding and Mother-Infant Relations. *The Lancet* 1987, Feb 14, 1:379.
24. Klotiarenco MA, Fuentes LA, Mendez M. Mother-child interaction: Impact on children intellectual competence. *Early Child Dev* 1990;58: 57-70.
25. Tamminen TM, Salmelin RK. Psychosomatic interaction between Mother and Infant during Breast Feeding. *Psychother Psychosom* 1991; 56. 78-88.
26. Rutter M. Family and School influences on cognitive development. *J Child Clin Psychiat* 1985;26(5):683-704.
27. Censullo M. Developmental delay in healthy premature infants at age of two years: Implications for early interventions. *Dev Beh Ped* 1994;15(2):99-104.
28. Richards MPM. Breast feeding and the mother-infant relationship. *Acta Paediatr Scan* 1982, 299 (Suppl): 33-37.

Recibido: 03-11-1998

Aceptado: 07-05-1999

A taxa metabólica basal é superestimada pelas equações preditivas em universitárias do Rio de Janeiro, Brasil

Clarissa Magalhães Cruz, Andréa Ferreira da Silva, Luiz Antonio dos Anjos

Laboratório de Avaliação Nutricional e Funcional (LANUFF), Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz

RESUMO. Alguns estudos têm demonstrado que a taxa metabólica basal (TMB) é superestimada ao se usar equações preditivas (EP) em populações vivendo nos trópicos. O presente trabalho teve por objetivo comparar os valores da TMB medidos e os estimados por EP em 50 universitárias do curso de graduação em Nutrição da Universidade Federal Fluminense. Foram realizadas medidas antropométricas (estatura e massa corporal) e de composição corporal (bio-impedância). A mensuração da TMB foi feita através de calorimetria indireta e as EP usadas foram as publicadas em: FAO/WHO/UNU (1985), Harris & Benedict (1919) e Henry & Rees (1991). As TMB estimadas pelas equações foram significativamente maiores que a TMB medida, sendo a de Harris & Benedict a que mais superestimou (18,9%), seguida pela da FAO/WHO/UNU (12,5%) e Henry & Rees (7,2%). Não houve relação entre a superestimativa da TMB e a composição corporal das universitárias. Esses resultados reforçam a necessidade de mais estudos na população brasileira para elaboração de EP adequadas às características da população.

Palavras chave: Metabolismo basal, gasto energético, taxa metabólica basal

SUMMARY. Basal metabolic rate is overestimated by predictive equations in college aged women of Rio de Janeiro, Brazil. Since the World Health Organization suggested predictive equations for basal metabolic rate (BMR) in 1985 there has been great interest in their validity in different populations worldwide. It has been shown that these equations overestimate BMR in some populations, particularly the ones living in the tropics. There is limited new information on BMR in segments of the Brazilian population. Therefore, the aim of the present study was to compare measured with estimated BMR using some published predictive equations in 50 college students from Rio de Janeiro, Brazil. BMR was measured by indirect calorimetry and the predictive equations used were the ones published by: FAO/WHO/UNU (1985); Harris & Benedict (1919); and Henry & Rees (1991). Estimated BMRs were significantly greater than measured BMR ($p < 0.05$). Overestimation was greatest with the equation published by Harris & Benedict (18.9%) followed by the ones by FAO/WHO/UNU (12.5%) and Henry & Rees (7.2%). Body composition did not correlate with the overestimation of BMR. More data are necessary so that appropriate predictive equations can be developed for the Brazilian population.

Key words: Basal metabolism, energy expenditure, basal metabolic rate.

INTRODUÇÃO

A taxa metabólica basal (TMB) é a energia necessária para a manutenção das funções vitais e representa o principal componente do gasto energético (1). Sua medição é realizada através da calorimetria indireta em condições padronizadas de jejum, repouso e ambiente (1). Na prática clínica, são utilizadas equações para a estimativa da TMB sendo as mais usadas as descritas por Harris & Benedict (2) e as consolidadas mais recentemente por Schofield (3) e recomendadas para uso internacional pela OMS-Organização Mundial da Saúde (4). Desde então alguns estudos têm demonstrado que essas equações tendem a superestimar a TMB em vários grupos populacionais, principalmente, os que vivem nos trópicos (5-8).

As equações de estimativa da TMB recomendadas pela OMS são baseadas em dados de grupos de indivíduos de origem, principalmente, européia e norte-americana, que têm

hábitos alimentares, níveis de atividade física e características físicas, bastante distintas de outros povos, além de viverem em condições climáticas diferentes das encontradas nos trópicos. Tais fatos podem explicar, em parte, as diferenças entre os valores de TMB medidos e estimados pelas equações da OMS em povos vivendo nos trópicos. Henry & Rees, (8) chegaram a sugerir equações diferentes para povos vivendo nos trópicos para evitar a superestimação da TMB com o uso das equações da OMS. Mais tarde, Hayter & Henry (9) ao re-analisarem o banco de dados de TMB usados para gerar as equações da OMS, excluindo dados extremados (outliers) e adicionando os dados publicados por Henry & Rees (8) propuseram equações preditivas específicas para cada grupo étnico, o que fez com que houvesse uma melhora na predição da TMB. O subgrupo de italianos no banco de dados original de Schofield (3) compreendia 45% do total, sendo em sua grande parte formada por militares, cujos dados foram, aparentemente, coletados inadequadamente. Tal fato pode ajudar a explicar a

superestimativa da TMB pelas equações (9), principalmente para os homens. A quantidade de informações de TMB em mulheres ainda é pequena. Como a OMS sugere que os componentes do GE sejam expressos como múltiplos da TMB, é necessário que esta seja estimada o mais próximo possível da realidade de cada população para uma adequada estimativa de suas necessidades energéticas e de seus níveis de atividade física. Até a presente data não há coleta sistemática de dados da taxa metabólica basal na população brasileira o que faz com que se desconheça a aplicabilidade das equações preditivas de TMB na população. O presente estudo objetivou comparar os valores da taxa metabólica basal medida com a estimada por algumas das equações preditivas disponíveis na literatura, em universitárias do curso de Nutrição da Universidade Federal Fluminense (UFF), dentro de uma perspectiva de conhecimento das características fisiológicas de segmentos da população brasileira.

MATERIAIS E MÉTODOS

A casuística compreendeu 50 voluntárias, alunas do curso de graduação em Nutrição da UFF, com mais de 19 anos de idade, nas quais foram feitas medidas antropométricas e de composição corporal e, mensuração da TMB, entre os anos de 1996 e 1997.

Cada aluna recebeu um instrutivo informando sobre o protocolo de medição da TMB, que incluíam jejum de no mínimo 12 horas, 6 a 8 horas de sono na noite anterior a medição e manutenção das atividades cotidianas, evitando atividades físicas intensas na véspera. Numa vinda ao laboratório pela manhã (entre 7 e 8 horas), nas condições supracitadas, primeiramente aplicou-se um questionário para verificar a adesão ao protocolo, seguido da aferição das medidas antropométricas (estatura e massa corporal). A estatura foi medida duas vezes em estadiômetro de madeira, seguindo a padronização de Lohman et al. (10). A massa corporal total (com precisão de 0,2 kg) foi medida numa balança eletrônica (TANITA modelo TBF-305), que também está equipada com um aparelho de bio-impedância pelo qual avaliou-se o percentual de gordura corporal (% GC). Utilizou-se o % GC como indicador do estado nutricional em 3 grupos, utilizando os seguintes limites de corte: % GC < 25; 25 % GC 30; e % GC > 30 (11).

A medida de TMB foi iniciada com repouso de 10 minutos numa sala tranqüila, sem ruídos e com a temperatura controlada em torno de 25°C. Após o repouso, foi colocada uma máscara facial acoplada a um calorímetro (TEEM 100; Total Energy Expenditure Measurement, AeroSport, Ann Arbor, MI, USA), medindo-se o consumo de oxigênio (VO₂) e a produção de gás carbônico (VCO₂) durante 25 minutos com o indivíduo permanecendo deitado imóvel. A medida da TMB minuto em quilocaloria (kcal.min⁻¹) foi obtida através da equação descrita por Weir (12) nos 20 minutos finais, cuja média foi multiplicada por 1440 para se obter a TMB de 24 horas.

As equações preditivas de TMB (kcal) utilizadas para comparação foram: FAO/WHO/UNU (4): (14,7 x massa corporal) + 496; Harris & Benedict (2): 655,0955 + (9,5634 x massa corporal) + (1,8496 x estatura) - (4,6756 x idade); Henry & Rees (8): [(0,048 x massa corporal) + 2,562] x 239.

A análise estatística incluiu teste "t de student" para medidas dependentes entre as médias de TMB medida, em relação a cada um dos valores obtidos pelas equações preditivas. O efeito principal da composição corporal (expressa em três grupos: % GC < 25; 25 % GC 30; e % GC > 30) nas variáveis antropométricas e a TMB foi avaliado por análise de variância (ANOVA ONE WAY). Nos casos de significância na ANOVA, a significância entre as médias foi testada pelo teste de Tukey (13). Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote estatístico Statistical Analysis System (14). Um valor de probabilidade de $\alpha = 0,05$ foi utilizado para determinar a significância estatística em todas as comparações.

RESULTADOS

A idade das alunas (anexo) variou entre 19 e 27 anos (média \pm desvio padrão, 22,3 \pm 1,6 anos), a massa corporal variou de 43,2 a 86,8 kg (55,8 \pm 8,8 kg), a estatura de 146,0 a 177,7 cm (162,4 \pm 6,3 cm) e o % de gordura corporal (% GC) apresentou média de 28,0 \pm 6,8%; variando de 18,0 a 53,0%. A massa livre de gordura apresentou média de 39,7 \pm 3,6 kg (32,1 a 47,0 kg) e o índice de massa corporal variou de 16,8 a 36,2 kg.m⁻² (21,2 \pm 3,3 kg.m⁻²).

A média da TMB medida foi 1185,0 \pm 170,8 kcal (4,96 \pm 0,71 MJ) variando de 861,6 a 1588,0 kcal (3,60 a 6,64 MJ). A TMB medida dividida pela massa corporal apresentou média de 21,5 \pm 3,0 kcal.kg⁻¹ (16,4 a 29,4 kcal.kg⁻¹) e a TMB medida dividida pela massa livre de gordura foi de 30,0 \pm 4,2 kcal.kg⁻¹ (21,0 a 39,1 kcal.kg⁻¹). A TMB estimada pela equação da FAO/OMS/UNU apresentou média de 1315,6 \pm 128,8 kcal (1131,0 a 1772,0 kcal), a descrita por Harris & Benedict (2) média de 1386,7 \pm 89,6 kcal (1247,6 a 1664,0 kcal) e a descrita por Henry & Rees (8) média de 1251,8 \pm 100,5 kcal (1107,9 a 1608,1 kcal). Verificou-se que as TMB estimadas pelas equações preditivas foram significativamente maiores (p < 0,05) que a medida (Tabela 1), sendo a maior diferença encontrada para a equação de Harris & Benedict (2), seguida da FAO/OMS/UNU e da de Henry & Rees (8), superestimativas médias de 18,9; 12,5; e 7,2 %, respectivamente. É importante notar que houve superestimação da TMB usando-se a equação da FAO/OMS/UNU em 40 universitárias (80 %) e subestimacão nas outras 10 (Figura).

ANEXO
Valores das medidas das 50 alunas do curso de graduação
de Nutrição da UFF, Brasil 1996/1997

Código	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	% Gordura Corporal	Taxa Metabólica Basal (kcal em 24 h)
1	23	155,0	86,8	53	1588,01
2	24	159,3	59,8	33	1537,49
3	24	162,2	48,0	22	1214,50
4	20	163,4	64,0	37	1154,81
5	24	165,1	50,0	21	1144,37
6	25	164,2	53,2	26	1323,86
7	25	154,0	48,0	30	1122,81
9	19	160,0	55,0	29	1330,62
10	20	164,6	57,4	29	1207,58
12	21	163,6	53,8	25	1155,02
13	20	161,4	54,0	25	1468,30
14	27	164,6	52,0	22	1231,13
18	21	167,0	66,0	31	1461,67
20	20	162,4	49,8	22	1377,00
21	21	155,5	51,4	26	1064,23
23	21	162,8	56,2	27	1210,32
25	22	154,4	49,8	27	1055,23
26	22	158,2	64,8	36	1219,18
28	23	166,0	59,2	28	1270,44
29	25	156,0	51,0	27	1053,22
30	20	161,8	52,2	23	1133,57
31	21	157,8	43,4	21	1049,98
32	25	159,0	47,0	21	1379,74
33	22	172,0	55,8	24	1290,02
34	20	167,5	53,2	23	1396,08
36	20	161,6	63,6	37	1309,25
37	21	174,5	67,0	30	1183,75
39	23	170,0	66,8	33	1328,54
41	21	163,0	49,8	24	1076,04
42	21	159,7	46,4	23	861,55
43	22	158,2	52,2	25	948,67
44	22	152,7	43,2	23	880,13
46	21	164,6	57,4	25	1031,50
47	21	159,4	60,0	37	1436,34
48	22	164,4	50,4	23	1011,60
49	21	162,2	56,4	34	1166,33
51	21	168,8	56,6	22	928,30
52	23	168,0	47,4	18	1041,50
54	23	162,3	54,6	28	1034,86
55	24	167,4	51,0	24	890,64
58	22	162,6	81,4	46	1382,04
62	20	161,0	47,4	22	1052,64
66	19	169,0	59,2	26	1159,34
68	21	169,5	63,2	32	1238,26
72	21	163,8	56,6	25	1165,68
75	22	148,6	44,0	27	955,01
76	21	154,4	46,2	25	1177,20
78	20	174,0	69,0	34	1197,65
80	22	177,7	60,2	22	1196,06
86	20	146,0	55,8	42	1163,81

TABELA 1

Taxa metabólica basal (TMB) medida e estimada pelas equações preditivas - FAO/WHO/UNU (OMS), Harris & Benedict (HB) e Henry & Rees (HR), e diferenças entre as TMBs estimadas e a medida de 50 alunas do curso de graduação de Nutrição da UFF, Brasil 1996/1997

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
TMB (kcal em 24h)				
Medida	1185,0	170,8	861,6	1588,0
/Massa Corporal (kcal.kg ⁻¹)	21,5	3,0	16,4	29,4
/Massa Livre Gordura (kcal.kg ⁻¹)	30,0	4,2	21,0	39,1
Estimada (kcal em 24 h)				
OMS ¹	1315,6*	128,8	1131,0	1772,0
Harris & Benedict (HB) ²	1386,7*	89,6	1247,6	1664,0
Henry & Rees (HR) ³	1251,8*	100,5	1107,9	1608,1
Diferenças entre a TMB estimada e a medida (kcal em 24 h):				
OMS - Medida	130,6	144,1	-192,8	399,7
% de diferença ⁴	12,5	13,3	-14,0	43,1
HB - Medida	201,7	143,0	-128,3	481,9
% de diferença ⁵	18,9	14,5	-8,3	51,9
HR - Medida	66,8	140,6	-239,1	333,3
% de diferença ⁶	7,2	12,7	-16,5	35,9

* Significativamente maior que a TMB medida (P < 0,05)

1 (14,7 x MC) + 496; FAO/WHO/UNU (4)

2 655,0955 + (9,5634 x MC) + (1,8496 x Estatura) - (4,6756 x Idade); Harris & Benedict (2)

3 [(0,048 x MC) + 2,562] x 239; Henry & Rees (8)

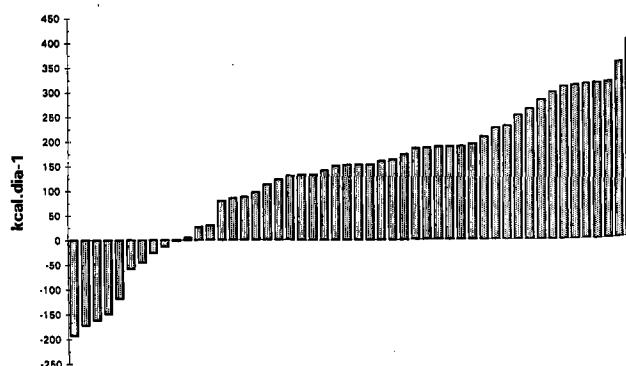
4 [(TMB OMS - Medida)/Medida] x 100

5 [(TMB HB - Medida)/Medida] x 100

6 [(TMB HR - Medida)/Medida] x 100

FIGURA

Distribuição da diferença entre a TMB estimada pela equação da FAO/WHO/UNU (4) e a TMB medida em 50 alunas do curso de Nutrição da UFF, Brasil 1996/1997



A distribuição segundo o % GC foi bastante homogênea, com 34% (n = 17) das alunas apresentando % GC < 25; 36% (n = 18) entre 25-30 % GC e 30% (n = 15) apresentaram obesidade (% GC > 30). A massa corporal (MC) apresentou média de 50,4 ± 4,5 kg no grupo com % GC < 25; 53,2 ± 4,4 kg no grupo com % GC entre 25 e 30; e 64,8 ± 9,5 kg no grupo de universitárias obesas (% GC > 30). A massa corporal de

gordura (MCG) apresentou médias de 11,2 ± 1,4 kg; 14,1 ± 1,5 kg; e 24,0 ± 7,8 kg nos respectivos grupos (Tabela 2). Tanto a MC quanto a MCG apresentaram médias nos primeiros dois grupos, significativamente menores do grupo formado pelas universitárias obesas. As médias de massa livre de gordura (MLG) não apresentaram diferença significativa entre os grupos.

TABELA 2

Massa corporal (MC), composição corporal, taxa metabólica basal (TMB) medida e estimada pelas equações preditivas - FAO/WHO/UNU (OMS), Harris & Benedict (HB) e Henry & Rees (HR), e diferenças entre as TMBs estimadas e a medida em função do % de gordura corporal (GC) de 50 alunas do curso de graduação de Nutrição da UFF, Brasil 1996/1997

	< 25 n = 17		25 - 30 n = 18		% GC > 30 n = 15	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Massa Corporal (kg)	50,4	4,5a	53,2	4,4b	64,8	9,5a,b
MCG ¹ (kg)	11,2	1,4a	14,1	1,5b	24,0	7,8a,b
MLG ² (kg)	39,2	3,4	39,2	3,1	40,9	4,3
TMB (kcal em 24h)						
Medida	1104,4	165,4a	1165,8	146,1b	1299,3	150,0a,b
/MC (kcal.kg ⁻¹)	22,0	3,0	22,0	3,1	20,3	2,6
/MLG (kcal.kg ⁻¹)	28,3	3,8a	29,9	4,0	32,0	4,3a
OMS ³	1236,9	65,6a	1278,5	64,4b	1449,2	140,2a,b
Harris & Benedict (HB) ⁴	1338,3	52,6a	1359,3	54,4b	1474,5	96,5a,b
Henry & Rees (HR) ⁵	1190,4	51,2a	1222,9	50,3b	1356,0	109,5a,b
Diferenças entre:						
TMB OMS - Medida	132,5	152,2	112,7	147,1	149,8	138,4
% de diferença ⁶	14,1	15,8	11,1	13,2	12,2	10,8
TMB HB - Medida	233,8	152,5	193,4	143,4	175,1	133,8
% de diferença ⁷	23,5	17,3	18,2	13,8	14,4	11,0
HR - Medida	86,0	152,8	57,1	144,4	56,7	128,5
% de diferença ⁸	9,8	15,3	6,3	12,6	5,1	9,7

Nota: Médias com letras iguais são significativamente diferentes.

1 Massa corporal de gordura

2 Massa livre de gordura

3 $(14,7 \times MC) + 496$; FAO/WHO/UNU (4)

4 $655,0955 + (9,5634 \times MC) + (1,8496 \times \text{Estatura}) - (4,6756 \times \text{Idade})$; Harris & Benedict (2)

5 $[(0,048 \times MC) + 2,562] \times 239$; Henry & Rees (8)

6 $(\text{TMB OMS} - \text{Medida}) / \text{Medida} \times 100$

7 $(\text{TMB HB} - \text{Medida}) / \text{Medida} \times 100$

8 $(\text{TMB HR} - \text{Medida}) / \text{Medida} \times 100$

A média da TMB medida aumentou com o aumento do % GC das universitárias, variando de 1104,4 a 1299,3. Quando expressa em função da MC, a TMB não foi estatisticamente diferente entre os grupos. A TMB medida/MLG apresentou diferença significativa entre os grupos de menor e maior % GC. Quando estimada pela equação da FAO/OMS/UNU, a TMB apresentou média de 1236,9 ± 65,6; 1278,5 ± 64,4; e 1449,2 ± 140,2 kcal nos três grupos, não sendo estatisticamente

diferentes as médias dos dois primeiros grupos, o mesmo acontecendo com a TMB predita pelas outras equações. As diferenças entre as TMBs estimadas pelas equações preditivas e a medida não foram significativamente diferentes em nenhum grupo (Tabela 2). Entretanto, a superestimativa tendeu a ser maior nas universitárias com menor % GC em comparação a das de maior % GC.

DISCUSSÃO

A taxa metabólica basal (TMB) obtida pela equação preditiva da FAO/WHO/UNU (4) superestimou significativamente a TMB medida em 12,5% em média, o que corresponde, a 130,6 kcal. Houve, entretanto, subestimativa nos valores de 10 alunas, fazendo com que a diferença tivesse uma variabilidade grande, evidente ao se observar o desvio padrão desta medida (144,1 kcal; Tabela 1). Estudo feito em Indianos, de diversas classes sociais, mostrou que as equações preditivas compiladas por Schofield (3) e mais tarde sugeridas pela OMS para uso internacional superestimaram em 9,3% a TMB medida (7). McNeill et al. (15) também encontraram valores superestimados de TMB (12,1%) com o uso das equações da FAO/WHO/UNU em população vivendo na Índia. Henry & Rees (8) relataram que a TMB das pessoas vivendo nos trópicos apresentaram, em média, valores 8% abaixo dos preditos pela equação da FAO/WHO/UNU. Considerando apenas a população feminina, esta superestimativa diminui para 5,4%. Superestimativa da TMB utilizando equações da FAO/WHO/UNU também já foi documentada em outros países da América Latina, como o México (16) e a Colômbia (17).

A TMB estimada pela equação de Harris & Benedict (2) foi a que mais se distanciou da TMB medida nas universitárias estudadas, superestimando-a em 18,9%. Na verdade, esta equação tem superestimado a TMB da própria população americana, possivelmente explicada pela tendência secular de diminuição da TMB devido à mudança na composição corporal, com a diminuição da massa livre de gordura da população americana (18). Apesar de Henry & Rees (8) terem realizado seu estudo com indivíduos vivendo nos trópicos, fazendo com que esses autores propusessem equações específicas para esta população, sua equação também superestimou a TMB das universitárias em torno de 7,2%.

Várias explicações têm sido propostas para justificar a menor TMB estimada nas populações vivendo nos trópicos. Estudos realizados em diferentes grupos étnicos comprovaram que a diferença de raça não influencia a TMB nem o gasto energético (5). Assim, a menor TMB foi, inicialmente, explicada por possíveis diferenças na composição corporal, clima e hábitos alimentares (5,7,8,19) entre as populações dos trópicos e a utilizada na geração das equações preditivas. Mais recentemente, os efeitos do clima e da dieta foram bastante atenuados, questionando-se, até, se haja realmente diferenças na TMB entre povos vivendo nos trópicos e em zonas temperadas, desde que eles sejam bem nutridos (20). Atualmente, existe um certo consenso sobre a inaplicabilidade universal das equações da FAO/WHO/UNU para homens (18,20), causada pela inclusão de dados de italianos, que constituíam uma parte grande do total de casos do banco de dados original, usados na geração das equações, o que fez com que estas produzissem valores de TMB maiores (9). Para mulheres, existem ainda poucos dados, alguns mostrando

adequação das equações preditivas da FAO/WHO/UNU (21) e outros questionando a validade de seu uso (6). Os dados do presente estudo indicam que as equações preditivas não são adequadas o que sugere que deva-se desenvolver equações apropriadas para a população brasileira. E de se esperar que equações desenvolvidas numa região do Brasil possam não se adequar a outra região, visto a grande variabilidade de condições ambientais e de vida da população nas várias regiões do país, influenciando, assim, a dimensão e composição corporais de seus habitantes.

Observou-se que não houve relação entre a superestimativa da TMB e a composição corporal (% GC) das universitárias. Porém, as médias de TMB medida e estimadas, expressas em valor absoluto, foram significativamente maiores nas universitárias com % GC acima de 30 (obesas). Resultados semelhantes foram encontrados por Rayussin et al. (22) ao compararem a taxa metabólica de repouso (TMR) de indivíduos obesos e indivíduos com massa corporal adequada, o que segundo os autores pode ser explicado, em parte, pela maior massa livre de gordura observada em obesos. No presente estudo, a expressão da TMB relativa à massa corporal não apresentou diferença significativa entre as universitárias obesas e não obesas (Tabela 2). Entretanto, ao expressar a TMB em função da massa livre de gordura (MLG) houve diferença significativa entre as universitárias obesas ($32,0 \pm 4,3 \text{ kcal.kg}^{-1}$) e as com % GC inferior a 25 ($28,3 \pm 3,8 \text{ kcal.kg}^{-1}$). Como não houve diferença significativa na MLG entre os grupos, apesar de uma tendência de maior MLG nas obesas, pode-se especular que o excesso de massa corporal das obesas faz com que o metabolismo destas por unidade de MLG seja superior ao das universitárias não obesas.

Conclui-se que as equações preditivas de taxa metabólica basal superestimam entre 7,2 a 18,9% a TMB medida na maioria das universitárias. Faz-se necessário o desenvolvimento de mais estudos na população brasileira para confirmação destes achados e eventual elaboração de equações preditivas adequadas para a taxa metabólica basal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a INBRASPORT (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil), representante exclusivo da AeroSport no Brasil, pelo suporte na calibração e manutenção do aparelho TEEM 100.

REFERÊNCIAS

1. Garrow JS. Energy Balance and Obesity in Man. North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1974;335p.
2. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. Washington: Carnegie Institution of Washington. 1919;266p.
3. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. Hum Nutr Clin Nutr 1985;39C(1 Suppl):5-41.

4. FAO/WHO/UNU. Energy and Protein Requirements. [WHO Technical Report Series 724], Geneva: World Health Organization, 1985.
5. Boer JO, van ES AJH, Voorrips LE, Blokstra F, Vogt JE. Energy metabolism and requirements in different ethnic groups. *Eur J Clin Nutr* 1988;42:983-97.
6. Lawrence M, Thongprasert K, Durnin JVGA. Between-group differences in basal metabolic rates: an analysis of data collected in Scotland, the Gambia and Thailand. *Eur J Clin Nutr* 1988;42:877-91.
7. Soares MJ, Shetty PS. Validity of Scholfield's predictive equations for basal metabolic rates of Indians. *Indian J Med Res* 1988;88:253-60.
8. Henry CJK, Rees DG. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. *Eur J Clin Nutr* 1991;45:177-85.
9. Hayter JE, Henry CJK. A re-examination of basal metabolic rate predictive equations: the importance of geography origin of subjects in sample selection. *Eur J Clin Nutr* 1994;48:702-7.
10. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988. 177 p.
11. Anônimo. Position of the American Dietetic Association and Canadian Dietetic Association: nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. *J Am Dietetic Assoc* 1993;93:691-6.
12. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
13. Tukey JW. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics* 1949;5:99-114.
14. SAS Institute Inc. SAS/STAT Users Guide, version 5. Cary, NC: SAS Institute Inc; 1985.
15. McNeill G, Rivers JPW, Payne PR, Britto JJ, Abel R. Basal metabolic rate of Indian men: no evidence of metabolic adaptation to a low plane of nutrition. *Hum Nutr Clin Nutr* 1987;41C:473-83.
16. Valencia ME, Moya SY, McNeill G, Haggarty P. Basal metabolic rate and body fatness of adult men in northern Mexico. *Eur J Clin Nutr* 1994;48:205-11.
17. Spurr GB, Reina JC, Hoffmann G. Basal metabolic rate of Colombian children 2-16 y of age: Ethnicity and nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1992;56:623-9.
18. Soares MJ, Francis DG, Shetty PS. Predictive equations for basal metabolic rate of Indian males. *Eur J Clin Nutr* 1993;47:389-94.
19. Henry CJK, Piggot S, Emery B. Basal metabolic rate and diet-induced thermogenesis in Asians living in Britain. *Hum Nutr Clin Nutr* 1987;41C:397-402.
20. Shetty PS, Henry CJK, Black AE, Prentice AM. Energy requirements of adults: An update on basal metabolic rates (BMRs) and physical activity levels (PALs). *Eur J Clin Nutr* 1996;50(Suppl 1):S11-S23.
21. Ferro-Luzzi A, Petracchi C, Kuriyan R, Kurpad AV. Basal metabolism of weight-stable chronically undernourished men and women: Lack of metabolic adaptation and ethnic differences. *Am J Clin Nutr* 1997;66:1086-93.
22. Ravussin E, Burnand B, Schutz Y, Jéquier E. Twenty-four-hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese, moderately obese, and control subjects. *Am J Clin Nutr* 1982;35:566-73.

Recibido: 05-10-1998

Aceptado: 17-05-1999

Protoporfirina eritrocitaria durante la recuperación nutricional en ratas

Silvia Haydée Langini, María Esther Río de Gómez del Río, María Luz Pita Martín de Portela

Cátedra de Nutrición. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. Se estudió la relación entre la Protoporfirina Eritrocitaria (PE) y la concentración de Hierro de la dieta de recuperación [Fe], en un modelo experimental: ratas Wistar, recibieron al destete (To) dieta libre de proteínas hasta perder 20% de su peso inicial; luego fueron recuperadas, hasta los 45 (T45) días de edad, con dietas conteniendo: proteínas (caseína) 20%; Fe (citrato de Fe y amonio): 0, 75 ó 100 ppm (grupos A₁, A₂ y A₃). Un grupo control (C) recibió desde To dieta con proteínas (caseína) 20% y Fe 50 ppm. En sangre entera se determinó: Hematocrito (Hto) (microhematocrito), Hemoglobina (Hb) (cianometahemoglobina) y Protoporfirina Eritrocitaria (PE) (Piomelli); en hígado, Fe total (Feh) (Espectrofotometría de Absorción Atómica). La PE ($\mu\text{g/dL GR}$): a) disminuyó en C desde To (99 ± 24) hasta T45 (36 ± 9) ($p < 0,01$); b) en A₃ no hubo diferencia significativa respecto de C (45 ± 7 vs. 36 ± 9); en A₁ y A₂ aumentó significativamente: 123 ± 21 y 93 ± 29 ($p < 0,01$); c) correlacionó inversamente con Feh. La variación de PE en relación al Fe ingerido disminuyó al aumentar [Fe] ($r = -0,99$), en función de la cual se puede calcular que para PE = 0 la [Fe] deberá tener un valor de 92 ppm Fe. Estos resultados evidencian la relación de la PE con los depósitos de Fe y su utilidad para predecir la concentración de Fe de la dieta durante la recuperación nutricional.

Palabras clave: Hierro, protoporfirina eritrocitaria, recuperación nutricional, ratas.

SUMMARY. Erythrocyte Protoporphyrin during recovery from undernutrition in rats. Interrelationships between Erythrocyte Protoporphyrin (EP), dietary Iron/Protein ratio (Fe/Prot) and Fe liver content (Feh) were studied during nutritional recovery in an experimental model: weanling female Wistar rats (To) were depleted with a protein-free diet (LP), losing 20% of their initial body weight. Then they were recovered until 45 days of age (T45) with diets containing: casein: 20 g/100g; Fe (ammonium Fe citrate) (ppm.): 0, 75 or 100 (groups A₁, A₂ and A₃, respectively). Hematocrit, Hemoglobin (Hb) (g/dL), Erythrocyte Protoporphyrin (EP) ($\mu\text{g/dL Red Blood Cells}$) and Feh (μg) were determined at To, LP and T45. Results were compared with control rats (C) fed with 20% of casein and Fe, 50 ppm. EP: a) decreased in C from To to T45 (99 ± 24 ; 36 ± 9 ; $p < 0,01$); b) increased in A₁ and A₂ at T45 (123 ± 21 ; 93 ± 29 , respectively, $p < 0,01$) while A₃ did not show significant difference (45 ± 7) regarding to C; c) correlated inversely with Feh. According to the inverse correlation between EP and Fe/Prot ($r = -0,99$), we found that 92 ppm was an adequate Fe amount to prevent EP increase. These results confirm that during recovery from undernutrition EP depends on iron liver content, being an adequate indicator of iron nutritional status; therefore, EP would be useful as a predictor of the optimum Fe/Prot ratio for nutritional recovery.

Key words: Iron, erythrocyte protoporphyrin, nutritional recovery, rats.

INTRODUCCION

La deficiencia nutricional de Hierro (Fe) conduce a la utilización progresiva de sus depósitos en el organismo, afectando en distinto grado las funciones Fe-dependientes. Cuando las reservas se agotan se manifiesta la anemia microcítica hipocrómica (1), que se diagnostica habitualmente mediante las determinaciones de Hematocrito (Hto) y de Hemoglobina (Hb) en sangre entera (2). Sin embargo, estos indicadores no informan acerca del estado de los depósitos de Fe y sólo evidencian su deficiencia cuando aquellos se han agotado y ya se ha instalado la anemia ferropénica. Por ello se han propuesto como indicadores bioquímicos precoces la Protoporfirina Eritrocitaria (PE) (3), la Ferritina Sérica (4) y los Receptores Séricos para Transferrina (5). Entre ellos, la PE es un indicador de fácil realización y bajo costo, que utiliza un pequeño volumen de sangre entera (3).

La OMS reconoce que la desnutrición calórico-proteica y la anemia por deficiencia de Hierro (Fe) son las dos patologías de mayor prevalencia en la población infantil mundial, pudiendo estar asociadas en un mismo individuo (6). Durante la recuperación de la malnutrición infantil existe elevada velocidad de ganancia de peso (VGP), lo cual provoca el incremento de las necesidades de Fe (7). Si éstas no son cubiertas, el deterioro en el estado nutricional con respecto a dicho nutriente se manifiesta mediante anemia ferropénica o se agrava la preexistente.

Por otra parte, el comportamiento de la PE durante la recuperación nutricional infantil, no ha sido suficientemente

Trabajo Financiado por CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina) mediante subsidio PID/ CONICET No: 245/ 89 y 3256/ 92.

aclarado. Estudios previos de nuestra Cátedra evidenciaron, en la primera etapa de la recuperación de niños desnutridos menores de 3 años, aumento de la PE que dependió de la VGP desarrollada. Si bien, al inicio del período de recuperación, la concentración de PE se relacionó inversamente con los depósitos de Fe, medidos a través de la Ferritina Sérica, esta relación se perdió durante la evolución clínica de los casos (8).

Se ha demostrado que, mediante un modelo experimental en ratas, se ha podido predecir la respuesta en niños desnutridos, bajo condiciones de terapia de recuperación nutricional, en respuesta a diferentes dietas, variables en la relación Proteínas /Energía (9).

Por dichos motivos, en el presente trabajo se estudió, en un modelo experimental en ratas en crecimiento, el comportamiento de la PE durante la recuperación de la desnutrición y su relación con las necesidades de Fe.

MATERIALES Y METODOS

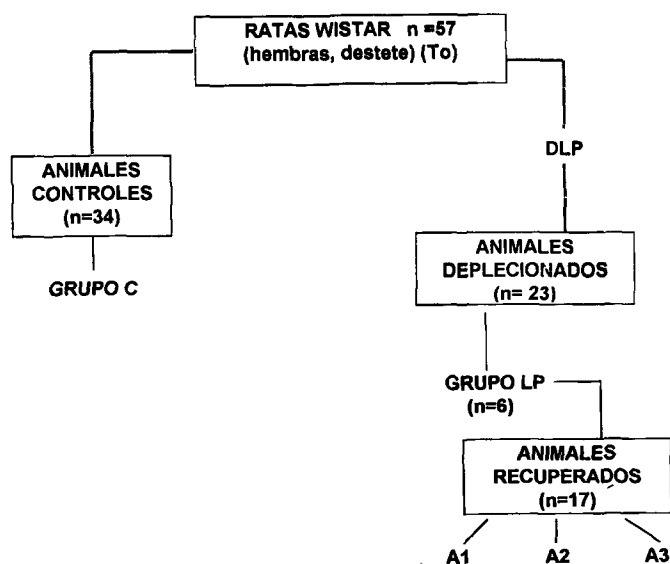
Animales: Se utilizaron ratas blancas de la cepa Wistar (hembras) (n=57) provenientes del bioterio Central de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA); al destete fueron trasladadas al bioterio de la Cátedra de Nutrición donde se realizaron las experiencias; se alojaron individualmente, en jaulas galvanizadas con piso de malla, siendo las condiciones ambientales las siguientes: temperatura (21±1°C), 70% de humedad relativa y ciclos de luz-oscuridad de 12 hs., regulados automáticamente. El peso corporal osciló entre 38,0 y 42,0 g; los animales se asignaron al azar a grupos experimentales de 6 animales por grupo, cuyo peso promedio difirió en ± 1g. El agua destilada y las dietas experimentales fueron administradas "ad - libitum".

Grupos experimentales: Se constituyeron tres grupos experimentales: animales controles (C) (n=34) ; animales deplecionados (LP) (n=23) y animales recuperados (n=17) (Cuadro 1).

Animales controles: Un grupo de 6 animales fue sacrificado al destete (To); el resto (n=28) se alimentó desde To con una dieta con 20% de proteínas y 50 ppm de Fe sacrificándose lotes de 5 - 6 animales a los 26, 33, 50, 65 y 95 días de edad (10).

Animales deplecionados y animales recuperados: 23 animales recibieron, a partir del destete (To), una dieta libre de proteínas hasta perder aproximadamente 20% del peso inicial (10 días), al cabo de lo cual se sacrificó un lote de 6 animales (LP); los 17 restantes fueron realimentados, en lotes de 5-6 animales, con la dieta experimental asignada, conteniendo 20% de proteínas y cantidades variables de Fe: 0, 75 ó 100 ppm (Grupos A1, A2 y A3, respectivamente) sacrificándolos a los 45 días de edad .

CUADRO 1
Constitución de los grupos experimentales



DLP: Dieta libre de proteínas

Dietas experimentales: La composición de las dietas experimentales figura en la Tabla 1. Se utilizó caseína, como fuente proteica, conteniendo 85% de proteínas (N x 6,25), y citrato de hierro y amonio como fuente de Fe. Los demás nutrientes fueron agregados en cantidades adecuadas para cubrir las necesidades de la rata en crecimiento (11). Las materias primas empleadas para la elaboración de las dietas no eran totalmente libres de Fe; por este motivo, aún en la dieta sin agregado de Fe su contenido fue 34 ppm.

TABLA 1
Composición de las dietas experimentales

Componentes	D I E T A			
	LP	A1	A2	A3
Proteínas (Caseína) (N x 6.25)	—	← 20 →		
Lípidos (Aceite de maíz)		← 4,50 →		
Vitaminas Liposolubles *		← 0,50 →		
Vitaminas Hidrosolubles*		← 0,25 →		
Colina		← 0,15 →		
Minerales* (excepto hierro)		← 5,00 →		
Hierro (citrato de Fe y amonio) (ppm)	50	0 (34)	75(77)	100(95)
Dextrina** csp		← 100,00 →		
Fe/Prot (µg/g Prot)	—	158	379	438

* Según Harper (11)

**Dextrina British gum 900 10/201/4 (Refinerías de Maíz S.A.I.C - Argentina)

() contenido final de Fe en la dieta

Esquema experimental: Se registraron el peso corporal y el consumo de dieta cada 3 días. La VGP se expresó en g ΔP/día/100g peso corporal promedio, calculándolo como el aumento de peso registrado, durante el período de recuperación, en función del peso promedio de dicho período experimental dividido por el número de días (n):

$$\text{VGP (g/100 g rata / día)} = \frac{(\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial})}{1/2 (\text{Peso Inicial} + \text{Peso Final})} \times \frac{1}{n} \times 100$$

Al finalizar las experiencias los animales se dejaron en ayunas durante 3-4 hs. al cabo de las cuales fueron sacrificados por punción cardíaca, previa anestesia, de acuerdo a las normas éticas en vigencia. La sangre se recogió en tubos con heparina; posteriormente se extrajeron los hígados, que se lavaron con agua desionizada, se pesaron y secaron en estufa de 100°C por 48 hs., siendo guardados en desecador hasta su análisis.

En sangre entera se determinó: Hematocrito (Hto) (%) (técnica de microhematocrito); Hemoglobina (Hb) (g/dL) (12) utilizando standard de Wiener lab; Ptoporfirina Eritrocitaria (PE), método fluorométrico de Piomelli (3).

Conociendo el valor del Hto, se calculó la relación PE/Hto expresándola como:

$$\mu\text{g PE/dL GR}^* = [(\mu\text{g PE/dL sangre})/\text{Hto}] \times 100$$

* GR = glóbulo rojo

Determinación del contenido de Fe: Se midió en mineralizados realizados por duplicado, mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) (13). Se utilizó un espectrofotómetro Varian SPECTRAA - 20 de doble haz con corrección de fondo y lámpara de cátodo hueco. Las muestras se leyeron a 248,3 nM con slit 0,2 e intensidad de lámpara 5 mA. Las dietas experimentales y los hígados fueron mineralizados por vía húmeda con mezcla nitro: perclórica (1:1) en un digestor Tecator (Tecator Digestor Systems).

Todo el material de vidrio empleado en las determinaciones de Fe fue previamente lavado durante una noche en una solución de NO₃H 20% y enjuagado cuatro veces con agua destilada y dos con agua desionizada.

En todos los casos se trabajó con agua desionizada y reactivos de pureza pro-análisis.

Análisis estadístico: Todos los datos experimentales se analizaron mediante análisis de varianza de un criterio (ANOVA I) calculando la mínima diferencia significativa para un nivel $p < 0.01$ (14).

RESULTADOS

El peso corporal (g), la VGP (g /100 g rata/día) y los consumos diarios ($\bar{X} \pm \text{SD}$) de dieta (g), proteínas (g) y Fe (mg) de los grupos experimentales figuran en la Tabla 2.

TABLA 2
Peso corporal y consumo de dieta, proteínas y hierro de los grupos experimentales ($\bar{X} \pm \text{SD}$)

Grupo Exp	Edad (días)	Peso Corporal (g)	VGP (g/100/d)	Dieta (g)	CONSUMO / DIA / RATA	
					Proteínas (g)	Fe (mg)
A1	45	62,3±6,9 ^{a,b}	8,8±3,0	6,7±0,9 ^{a,b}	1,44±0,20 ^{a,c}	0,225±0,03 ^{a,c}
A2	45	81,7±7,2 ^b	8,0±1,8	8,8±0,4 ^a	1,77±0,08 ^{a,b}	0,667±0,03 ^{a,b}
A3	45	79,5±11,5 ^a	9,8±0,6	8,9±1,4 ^b	1,94±0,31 ^{b,c}	0,855±0,136 ^{b,c}

Superíndices iguales en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,01$)

La evolución de la concentración de Hb (g/dL) se representó en la Figura 1 y la de PE ($\mu\text{g/dL GR}$) en la Figura 2; en ambos casos se graficaron los resultados experimentales comparativamente con los controles (grupo C) (10). Como puede observarse, en C la concentración de Hb (g/dL) ($\bar{X} \pm \text{SD}$) se incrementó paulatinamente desde el destete (To) (10,6±1,3) hasta los 95 días de edad (17,3±0,8) ($p < 0,01$); durante el mismo período, la PE disminuyó significativamente desde 99±24 hasta 16±2 ($p < 0,01$), con un cambio de pendiente a los 30 días de edad.

Los animales LP no mostraron diferencia estadísticamente

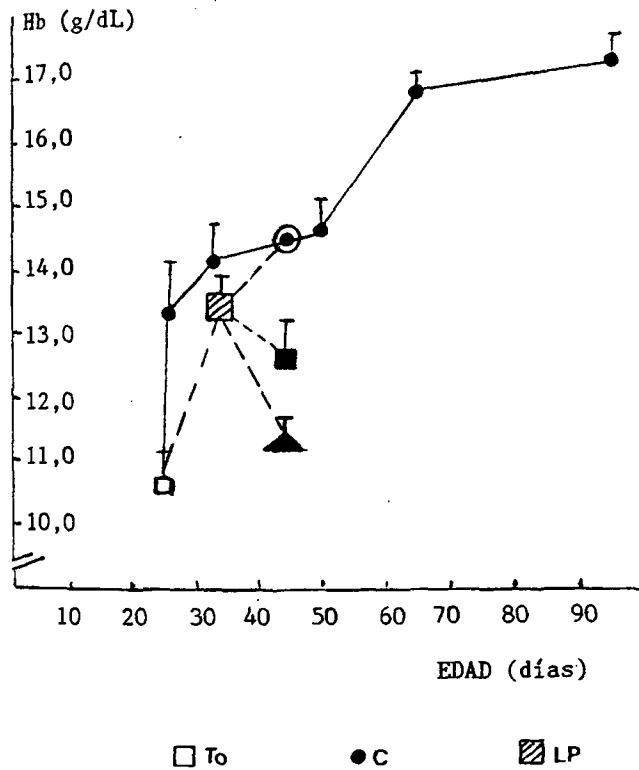
significativa en los valores de Hb (g/dL) y PE ($\mu\text{g/dL GR}$) con respecto a los controles de igual edad: LP vs. C: Hb (g/dL): 13,4±1,2 vs. 14,1±1,6; $\mu\text{g PE/dL GR}$: 39±11 vs. 44±10 (Figuras 1 y 2).

La Hb (g/dL) disminuyó en A1 (11,4±0,5) a los 45 días de edad con respecto a los animales controles (14,6±1,2) y al grupo LP (13,4±1,2) ($p < 0,01$). En A2, a los 45 días de edad, la concentración de Hb fue menor respecto de los controles de igual edad: 12,6±1,4 vs. 14,6±1,2 ($p < 0,05$); en cambio, la concentración de Hb de A3 a los 45 días de edad no fue estadísticamente diferente de los controles correspondientes

(14,5±0,6 vs. 14,6±1,2) (Figura 1).

Cuando se compararon los 3 grupos entre sí a los 45 días de edad, la concentración de Hb del grupo A3 resultó mayor ($p < 0,01$) que la de A1 y A2 (Figura 1).

FIGURA 1
Evolución de la Hb



La PE aumentó a los 45 días de edad en A1 y A2 respecto a los controles de la misma edad: $\mu\text{g/dL GR}$: 123 ± 21 y 93 ± 29 vs. 36 ± 9 ($p < 0,01$). Asimismo, existieron diferencias significativas entre ambos grupos experimentales. A los 45 días de edad la concentración de PE del grupo A3 no fue estadísticamente diferente del control de igual edad: $\mu\text{g PE/dL GR}$: 45 ± 7 vs. 36 ± 9 (ns) (Figura 2).

En la Figura 3 se representaron los valores de PE ($\mu\text{g/dL GR}$) de los grupos experimentales en función del contenido total de Fe en hígado (Feh) (μg). Puede observarse que la PE disminuyó desde un valor promedio de 120 hasta 50 $\mu\text{g PE/dL GR}$, a medida que Feh aumentó desde 83 hasta cerca de 400 μg ($p < 0,01$) ($r = -0,998$).

FIGURA 2
Evolución de la PE

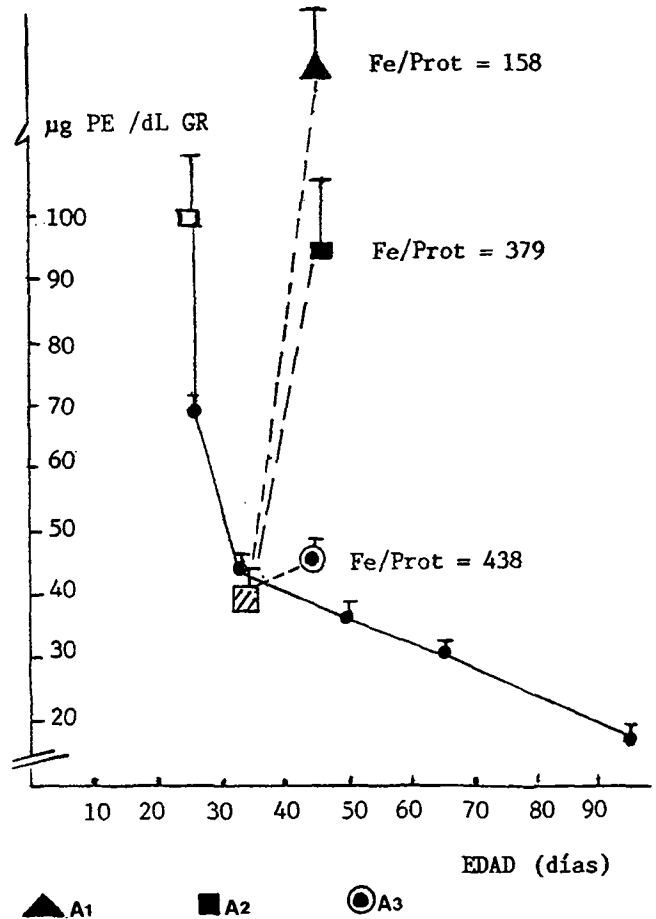
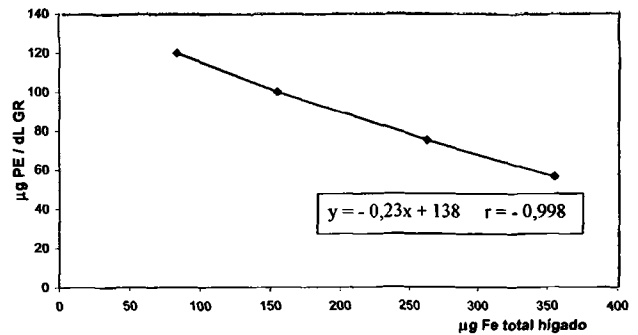


FIGURA 3
Correlación entre PE y Fe en hígado



DISCUSION

Evolución de la PE durante el período de recuperación nutricional en ratas: La protoporfirina es el precursor del hemo y en el eritrocito maduro, en condiciones normales, se encuentra en baja concentración; su incremento puede deber-

se a alteraciones enzimáticas o a deficiencia de Fe durante la eritropoyesis. En el primer caso los valores elevados han sido utilizados como una de las pruebas diagnósticas de la intoxicación por Pb (15). En la deficiencia de Fe este aumento es de menor magnitud y, cuando los depósitos de Fe comienzan a deplecionarse, la PE aumenta. Por consiguiente, su determinación constituye un indicador sensible del aporte insuficiente de Fe para la eritropoyesis, propuesto como uno de los indicadores de la batería bioquímica a utilizar en la evaluación de la deficiencia de Fe (3,16).

El comportamiento de la PE en función de la edad no ha sido suficientemente estudiado en el hombre debido a la escasez de datos poblacionales. En las encuestas nutricionales realizadas en población sana de EEUU (NAHNES II) (17), se observó una disminución en función de la edad. De igual modo, en ratas normales en crecimiento, la concentración de PE disminuyó rápidamente desde el destete, permaneciendo luego relativamente estable desde los 35 hasta los 95 días de edad (10) (Fig. 2). Esta disminución de la PE en función de la edad ha sido atribuída, en ambos casos, a los cambios en la velocidad de eritropoyesis durante el crecimiento normal (10). Además, es de destacar que los valores de PE ($\mu\text{g}/\text{dL GR}$) obtenidos en la rata son semejantes a los descritos en el hombre; estos hallazgos evidencian que la rata constituye un modelo experimental adecuado para intensificar el estudio de la PE como indicador de estado nutricional con respecto al Fe.

En estudios previos se evidenció durante la recuperación de la malnutrición infantil un aumento de la concentración de PE dependiente de la VGP desarrollada (8). Por ello, se postuló que cuando la relación Proteínas/Energía de la dieta de recuperación es adecuada, se produciría una desincronización entre la velocidad de crecimiento y la de eritropoyesis (18), condicionada por un aporte insuficiente de Fe en relación a la concentración proteica de la dieta, siendo la causa del desarrollo de anemia ferropénica o del agravamiento de la preexistente.

En nuestro modelo experimental, el deterioro en el estado nutricional con respecto al Fe en los grupos A₁ y A₂, a lo largo del período de recuperación, está de acuerdo con lo descrito por Viart (19) durante el tratamiento de la desnutrición calórico-proteica en niños africanos. Este deterioro justifica el aumento de la concentración de PE, observado a los 45 días de edad, en nuestro modelo experimental en los grupos A₁ y A₂ que coincidió con VGP cercanas a 9 g/100 g rata/día (Tabla 2), cifras muy superiores a las observadas durante el crecimiento normal (4,0 - 6,5 g/100 g rata/día) (9).

No obstante, en el grupo A₃, no se observó el aumento anómalo de la PE; por lo tanto, este hecho sugiere que en los grupos A₁ y A₂ existió un aporte relativo de Fe insuficiente para cubrir las demandas del aumento de la eritropoyesis, como consecuencia de las elevadas VGP alcanzadas durante el período de recuperación nutricional, mientras que en A₃ el aporte de Fe sería adecuado. Estos resultados serían consecuencia de la desincronización entre las tasas de crecimiento

y de eritropoyesis, debido a un aporte insuficiente de Fe en relación a la concentración proteica de la dieta.

Al expresar el contenido de Fe de las dietas en relación al de las proteínas, como relación Fe/Proteínas (Fe/Prot) ($\mu\text{g}/\text{g Prot}$) (Tabla 1), se observó una relación inversa con el incremento de la PE. Por lo tanto, es evidente que la dieta con mayor relación Fe/Prot (A₃), permitió completar los últimos pasos de la eritropoyesis, haciendo posible durante el período de recuperación nutricional una evolución hematológica normal. De tal manera, la evolución de la PE al inicio del período de recuperación en el grupo A₃, se asemeja a la de los animales normales evitando la aparición de anemia durante la recuperación nutricional (Figura 2).

Interrelación entre Protoporfirina Eritrocitaria y depósitos de Fe en hígado: En la rata no es factible utilizar la determinación de Ferritina sérica como indicador de depósitos de Fe, debido a la carencia de equipos comerciales. Por ello se estudiaron las variaciones en la concentración de PE en función de los depósitos de Fe en hígado, lo cual mostró una relación inversa, de modo similar a lo observado en la recuperación de niños desnutridos, entre la PE y la magnitud de los depósitos de Fe, medidos a través de la Ferritina Sérica (8). En este modelo experimental, la PE se elevó al inicio del período de recuperación nutricional en los grupos que recibieron dietas con una relación Fe/Prot inadecuada para satisfacer las elevadas necesidades de Fe de la eritropoyesis, grupos A₁ y A₂ (Figura 2). La disminución de la PE en función del contenido de Fe en hígado (Figura 3) justifica su utilización como indicador de los depósitos de Fe.

Utilidad de la Protoporfirina Eritrocitaria para predecir la óptima concentración de Fe en la dieta de recuperación: La variación de la concentración de PE en relación al Fe ingerido ($\Delta\text{PE}/\text{mg Fe ing}$), entre el inicio de la administración de la dieta de recuperación y los 45 días de edad de los grupos experimentales A₁, A₂ y A₃ mostró una correlación inversa con la concentración de Fe de la dieta: $\Delta\text{PE}/\text{mg Fe ing} = -0,63[\text{Fe}] + 58$ ($r = -0,99$). Esta ecuación permite calcular que la concentración de Fe en la dieta para la cual el $\Delta\text{PE}/\text{mg Fe ingerido}$ es mínimo corresponde a 92 ppm; esta concentración sería la adecuada para evitar el aumento de la PE durante la recuperación nutricional cuando la dieta aporta 20% de proteínas.

En función de los resultados expuestos, el comportamiento de la PE permitiría predecir la óptima concentración de Fe en la dieta de recuperación que evita el deterioro del estado nutricional de este microelemento.

CONCLUSIONES

El modelo experimental utilizado corroboró que, durante la recuperación nutricional, tanto en el niño como en la rata en

crecimiento, la concentración de PE aumenta debido a un aporte insuficiente de Fe para cubrir las elevadas necesidades de la eritropoyesis. Este incremento refleja las variaciones de los depósitos de Fe en hígado. El comportamiento de la PE permitiría predecir la óptima relación Fe/Proteínas de la dieta, que evite el desarrollo de anemia ferropénica durante el período de recuperación. Los resultados obtenidos apoyan la utilidad de la PE como indicador del estado nutricional con respecto al Fe durante la recuperación nutricional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la asistencia técnica de la Sra. Lía C. de Calafat en el bioterio.

REFERENCIAS

1. Dallman PR. Hierro. En: Conocimientos Actuales Sobre Nutrición. 6ta.ed. Organización Panamericana de la Salud. Instituto Internacional de Ciencias de la Vida, ILSI. Washington, 1991;p.241-250.
2. Cook JD & Finch CA. Assessing Iron Status of a Population. *Am J Clin Nutr.* 1979;32: 2115-2119.
3. Piomelli S. A Micromethod For Free Erythrocyte Porphyrins: The FEP Test. *J Lab Clin Med.* 1973;81(6): 932-940.
4. Cook JD & Skikne BS. Serum Ferritin: a posible model for the assessment of nutrients stores. *Am J Clin Nutr.* 1982;35:1180-1185.
5. Baynes RD, Skikne BS & Cook JD. Circulating transferrin receptors and assessment of iron status. *J Nutr Bioch*1994;5(7):322-330.
6. SCN News (United Nations). Micronutrient Deficiency. The Global Situation No 9:11-16, 1993.
7. Río ME, Piazza N, García H & Merlo A. Accelerated recovery from undernutrition in children attending a food programme. En: Protein-Energy-Requirement. Studies in Developing Countries: Results of International Research. WM Rand, R Uauy and NS Scrimshaw (Ed.). The United Nations University, 1984.
8. Morasso, MC. Comportamiento hematológico en niños desnutridos y anémicos. Efectos de la velocidad de crecimiento. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina, 1981.
9. Friedman SM. Capacidad predictiva de los modelos experimentales en ratas para el estudio de la recuperación en niños desnutridos: una aproximación matemática. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. Argentina, 1988.
10. Langini SH, Zeni S, Portela ML & Río ME. Protoporfirina Eritrocitaria en función de la edad en ratas en crecimiento. *Medicina (Buenos Aires)*, 1993;53:44-49.
11. Harper AE. Aminoacid Balance and Imbalance. *J Nutr* 1959;68:605.
12. Gibson RS. Assessment of Iron Status. En: Principles of Nutritional Assessment. New York-Oxford, Oxford University Press, 1990;p. 349-376.
13. Perkin Elmer Corp. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin Elmer Corp. Norwalk CT, 1971.
14. Sokal RR & Rohi FJ. The principle and practice of statistics in biological research. WH Freeman and Company, San Francisco, 1969.
15. Lamola AA & Yamane T. Zinc Protoporphyrin in the Erythrocytes of Patients With Lead Intoxication and Iron Deficiency Anemia. *Science* 1974;186: 936-938.
16. Labbé RF, Dewanji A & McLaughlin K. Observations on the Zinc Protoporphyrin/Heme Ratio in Whole Blood. *Clin Chem.* 1999;45:146148.
17. Expert Scientific Working Group. Summary of a report on assessment of the iron nutritional status of the United States population. *Am J Clin Nutr.* 1985;42:1318-1330.
18. Barrio Rendo ME, Friedman SM, Río ME & Sanahuja JC. Masa Roja Circulante y Velocidad de Crecimiento Durante la Recuperación de la Deficiencia Proteica Severa en la Rata. *Medicina* 1985;45: 639-662.
19. Viart P. Blood Volume Changes during treatment of Protein-Calorie malnutrition. *Am J Clin Nutr.* 1977;30:349-354.

Recibido: 08-07-1998

Aceptado: 18-06-1999

Desarrollo rural, seguridad alimentaria del hogar y nutrición en el oeste de Honduras

Saúl S. Morris, Juan Manuel Medina Banegas

Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), Washington, Estados Unidos

RESUMEN. Se estudió el impacto de un proyecto de desarrollo rural sobre la seguridad alimentaria del hogar y la nutrición. Se usaron métodos cuasi-experimentales para contrastar la experiencia de miembros de trece grupos de pequeños productores hondureños que ya se habían beneficiado de un año de crédito y asistencia técnica, con otros trece grupos recién incorporados al proyecto y trece comunidades testigos. Todas estas comunidades fueron observadas durante un año (marzo/abril 1997 - marzo/abril 1998). Se encontró que los productores atendidos por el proyecto registraron un mayor aumento en la cantidad de maíz almacenado que los productores de las comunidades testigos ($p=0.01$), pero no aumentaron su ingesta calórica. Sin embargo, sí se detectó una pequeña mejoría en la diversidad de las dietas ($p=0.01$). El impacto sobre el estado nutricional de los menores de cinco años fue complejo. Se resalta la importancia de monitorear el impacto de programas que puedan afectar la alimentación y nutrición.

Palabras clave: Desarrollo rural, seguridad alimentaria del hogar, antropometría, evaluación de programas, Honduras.

SUMMARY. Rural development, household food security, and nutrition in western Honduras. The authors studied the impact of a rural development project on household food security and nutrition. A quasi-experimental study design was used to compare the experience of members of thirteen Honduran smallholder farmers groups which had already received a year of credit and technical assistance, with another thirteen groups which had just joined the project, and thirteen control communities. All these communities were followed-up for one year (March/April 1997 - March/April 1998). Farmers participating in the project showed a greater increase in maize stores than farmers in the control communities ($p=0.01$), but did not increase their dietary energy consumption. There was, however, a small improvement in their dietary diversity ($p=0.01$). The impact of the project on the nutritional status of under 5's was complex. The study underlined the importance of monitoring the impact of programs which may affect food and nutrition.

Key words: Rural development, household food security, anthropometry, program evaluation, Honduras.

INTRODUCCION

Desde la celebración de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación en Roma en 1996, el combate al hambre y a la desnutrición se ha convertido en asunto prioritario para muchos países de África, Asia y Latinoamérica. No obstante, todavía queda bastante incertidumbre sobre la forma más adecuada de cumplir con esta meta. En Honduras, donde el 40.6% de los escolares de primer grado presentaban retardo de crecimiento en 1997 (1), el gobierno ha elaborado un Marco Estratégico de Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional para el mediano y largo plazo (2). Este documento plantea el objetivo de "aumentar el consumo de alimentos en los hogares, con especial énfasis en los de extrema pobreza", así como incrementar el acceso a los servicios de salud y aumentar el acceso a agua potable y saneamiento. El mismo documento identifica cuatro departamentos del país que constituyen el "primer grupo prioritario" y define los hogares prioritarios, que son -en las áreas rurales- aquellas familias que tienen hasta tres hectáreas de tierra.

El Plan de Desarrollo Rural de la Región de Occidente (PLANDERO) es una co-inversión del Fondo Internacional

de Desarrollo Agrícola (FIDA), el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) y el gobierno de Honduras, con un valor total estimado en US\$ 15.7 millones. El proyecto cubre los departamentos de Copán, Lempira y Ocotepeque, de los cuales los primeros dos están incluidos en el "primer grupo prioritario" antes mencionado. PLANDERO empezó a dar asistencia a la población rural de esta región a mediados de 1996 y tenía 4.764 beneficiarios (de un total proyectado de 5.000) en el primer trimestre de 1998 cuando estaba en la mitad de su duración. La visión de PLANDERO consiste en "mejorar las condiciones de vida de las familias pobres de la región occidental, tanto en la disponibilidad de alimentos como en el incremento de los ingresos monetarios" (3).

Al inicio de 1997, el Instituto Internacional de Investigación en Políticas Alimentarias (IFPRI) inauguró, en colaboración con PLANDERO y bajo un convenio con el FIDA, el Estudio de Seguridad Alimentaria cuyos objetivos fueron: probar métodos cuasi-experimentales para evaluar el impacto de PLANDERO en la seguridad alimentaria del hogar y en la nutrición, determinar las propiedades comparativas de los diferentes métodos de identificación de la inseguridad alimentaria y examinar la utilidad de proveer al personal del

proyecto con un sistema simplificado de representación de datos geográficos. A continuación se describen los resultados vinculados con el primer objetivo.

METODO

Zona de estudio: El occidente de Honduras es una zona montañosa de baja densidad poblacional (25-90 personas por km²). A pesar de las fuertes pendientes no favorables para la agricultura, la mayoría de la población se dedica al cultivo del maíz, frijol y -donde la altitud y el clima lo permiten- café. También existen focos de producción de papa, repollo y cebolla, generalmente en pequeña escala, ya que los dos tercios de las fincas de la zona tienen una superficie total de menos de tres hectáreas (4). Según los resultados de un estudio reciente (5), el maíz provee el 50% de toda la energía dietética consumida en la región, y casi la totalidad de este maíz proviene de la finca familiar. También se ha determinado que en esta zona, los bajos ingresos familiares afectan directamente la ingesta energética, de forma que un aumento de ingresos del 10% está asociado a un aumento del 3.3% en la ingesta calórica del hogar. El mismo estudio encontró que el 60% de los menores de cinco años en el oeste rural padecían de retardo de crecimiento y que -a diferencia de las otras regiones del país- el retardo de crecimiento en menores de cinco años mostraba una fuerte asociación con el consumo calórico del hogar. Prevalen también en esta zona las deficiencias de hierro y de vitamina A (6).

El Plan de Desarrollo de la Región de Occidente (PLANDERO): El Plan de Desarrollo Rural de la Región de Occidente (PLANDERO) fue diseñado con las metas de incrementar los ingresos de los pobres rurales y de crear un mercado de servicios de desarrollo para los departamentos de Copán, Lempira y Ocotepeque. Los tres mayores componentes del proyecto son (i) la transferencia de tecnología, (ii) promoción, capacitación y comunicación y (iii) servicios crediticios y financieros. La estrategia del proyecto se enfoca en incrementar la productividad para granos básicos y café, la diversificación de la producción agrícola, la conservación y recuperación del suelo y vegetación y el mejoramiento del manejo post-cosecha, procesamiento y mercadeo de los productos. Los beneficiarios de estos servicios fueron estimados en el 7-8% del número total de familias rurales en esta área. Todos tienen que estar organizados en grupos antes de poder acceder a los servicios del proyecto.

En vez de proveer directamente servicios de extensión y crédito, PLANDERO da contratos anuales a empresas privadas con fines de lucro que atienden a los grupos de productores ubicados en comunidades de la zona de influencia del proyecto. El servicio de crédito de PLANDERO es a través de líneas de crédito con bancos comerciales. Para la priorización y selección de áreas de operación, el proyecto ha desarrollado criterios que incluyen: la concentración de familias muy

pobres, el potencial productivo (incluyendo potencial para diversificación y comercialización), la ausencia de otros proveedores de servicios, y la existencia de grupos de productores ya formados. Con respecto a las familias beneficiarias, éstas no deben tener un ingreso mayor a US\$ 2000 por año, ni más de 15 manzanas de tierra propia (10.5 ha) de vocación agrícola, 3 manzanas (2.1 ha) de café, 7 manzanas (4.9 ha) de granos básicos, ni 5 cabezas de ganado.

Diseño del estudio de seguridad alimentaria: El estudio de seguridad alimentaria tuvo un diseño muestral muy particular que reflejó dos preocupaciones: la primera capturar en el período de nada más de un año de observación los aspectos más importantes del impacto de PLANDERO y la segunda separar en el análisis el verdadero impacto de PLANDERO del efecto de la incorporación selectiva al proyecto de productores ya diferenciados del perfil general de la zona.

Se estudiaron en primer lugar productores que se habían beneficiado de asistencia técnica y crediticia de PLANDERO desde el inicio de las operaciones en el campo a mediados de 1996 (los hogares PLANDERO 96). También se estudiaron productores que recién habían iniciado asistencia de PLANDERO a mediados de 1997 (los hogares PLANDERO 97) y productores con características similares residentes en comunidades que se anticipaba su adhesión a PLANDERO a mediados de 1998 (los hogares testigos). Los beneficiarios de PLANDERO estaban organizados en grupos que por lo general reunían miembros de la misma comunidad. La muestra total fue compuesta de trece conjuntos de tres comunidades (tercetos), cada uno contando con un grupo de productores PLANDERO 96, otro grupo de productores PLANDERO 97 y una comunidad testigo. Dentro de cada terceto, las tres comunidades se encontraban en la misma área geográfica, con condiciones similares de clima, bajo el servicio de (o identificada por, en el caso de las comunidades testigos) la misma Empresa de Desarrollo Rural (EDR) y con un sistema similar de producción. La selección de las 39 comunidades y el juntarlas en tercetos se efectuó durante el taller de inauguración del estudio, al cual asistieron representantes de las cuatro (entre un total de siete) EDR que se juzgó como adecuado su desempeño profesional durante el primer año de operaciones del proyecto (1996/97).

En cada una de las 39 comunidades, se trató de encuestar a una muestra de 16 productores. Como los grupos organizados de PLANDERO normalmente tenían entre 10 y 25 hogares miembros, se entrevistó al universo de productores cuando el grupo tenía dieciséis miembros o menos, y -en caso contrario- se realizó una selección aleatoria de 16 hogares. En las comunidades testigos, con las cuales las EDR ya tenían algún contacto, se solicitó una lista de productores que cumplieran con los requisitos del proyecto, y de este universo se realizó una selección aleatoria de 16 hogares. Se estimó que una muestra total de 624 hogares (39 x 16) sería suficiente para detectar con un poder del 90%, una reducción del 25% en la proporción de

niños con retardo de crecimiento, con tal que hubiera en promedio no menos de un niño menor de cinco años por cada familia estudiada (7).

Entre marzo de 1997 y abril de 1998 se realizó una serie de encuestas distribuidas en 4 rondas. En este documento, se hace énfasis en los resultados de las encuestas 1 (marzo/abril 1997) y 4 (marzo/abril 1998), las cuales se aplicaron en todas las 39 comunidades del estudio. Cada una de estas encuestas tuvo más que siete módulos, cubriendo las áreas de composición del hogar, producción y generación de ingresos, reserva y flujo de bienes, dieta, estrategia de sobrevivencia y antropometría de menores de cinco años. Normalmente, los datos sobre la producción los relataba el jefe masculino del hogar, mientras que el módulo de la dieta se le aplicaba a la señora de la casa. En la medida de lo posible, se trató de entrevistar a los mismos hogares en todas las encuestas. No obstante, durante el curso del año algunos de los miembros de los grupos de PLANDERO renunciaron a su participación en el proyecto, y tuvieron que ser sustituidos por otros miembros del grupo en las siguientes encuestas. No hay evidencia de diferencias sistemáticas entre los productores que salieron y los que quedaron en el proyecto (véase sección de Resultados). Al inicio de cada entrevista, se explicó a todos los miembros del hogar el propósito del estudio y se solicitó su autorización para levantar la información deseada.

Análisis y variables derivadas: El enfoque de este análisis es de identificar cambios inducidos por las actividades de PLANDERO entre el año agrícola de 1996/97 (información capturada en la primera encuesta) y el año agrícola de 1997/98 (información de la cuarta encuesta). Hay que tener presente que para las familias de los grupos PLANDERO 97, el año agrícola de 1996/97 fue un período en que no recibieron ningún servicio de PLANDERO, mientras que en el año 1997/98 sí contaron con el apoyo de esta institución. Las variables analizadas se refieren a (i) la producción y generación de ingresos, (ii) la disponibilidad y consumo de alimentos, y (iii) el estado nutricional de los niños menores de cinco años. La hipótesis principal era que los productores de los grupos atendidos por PLANDERO durante el año del estudio hubieran conseguido mayores avances que los productores de las comunidades testigos. Las pruebas estadísticas correspondientes a esta hipótesis son calificadas de "PLANDERO vs. testigos". Como hipótesis secundaria, se verifica si los avances durante el año del estudio están relacionadas con la duración de exposición a las actividades del proyecto (PLANDERO 96 > PLANDERO 97 > testigos). Las pruebas estadísticas correspondientes a esta hipótesis son calificadas de "tendencia lineal".

En lo esencial, el análisis sigue el modelo del diseño cuasi-experimental básico descrito por Valadez y Bamberger (8). El modelo supone que los diferentes segmentos de la muestra fueron comparables antes de la llegada de PLANDERO. Para determinar si esto era cierto o no, el análisis abre con una

exposición de las características de los tres segmentos de la muestra usando variables que difícilmente hubieran sido modificadas por el proyecto en su primer año de actividades (1996/97): el tamaño de los hogares, sus pertenencias (bienes y animales) y su acceso a la tierra. Para derivar un puntaje global de bienes y animales, se hizo un inventario de todos los animales, herramientas y bienes pertenecientes a los diversos miembros del hogar, en base a una lista de sesenta y tres elementos. Luego se dio a cada animal/artículo un peso igual al recíproco de la proporción de hogares que lo poseían en una muestra total. Se multiplicó el número de animales/artículos poseídos por el peso correspondiente, sumando todo y transformando al logaritmo para conseguir un índice con distribución normal cuyos valores más altos indicaban familias con más pertenencias o con pertenencias de mayor valor (y por lo tanto no tan frecuentes en la población).

La producción y generación de ingresos fue medido por: la producción de maíz, fuente del 50% de la energía dietética en la región; el número de rubros diferentes cultivados por hogar; el valor total de la cosecha, y el valor de ingresos de otras actividades (transformación de productos primarios, compra y venta, trabajo salariado y al jornal). Para determinar el valor total de la cosecha, se calculó un valor por unidad para cada cultivo usando como referencia la mediana de los precios conseguidos por los productores que relataron haber vendido de ese producto. Luego se multiplicó la cantidad cosechada por el productor X por el precio de referencia, sumando todo para llegar al valor total de la cosecha. Para no confundir cambios en la producción con cambios exógenos en los precios al productor, se usaron los precios vigentes en 1996/97 para determinar el valor de la producción en ambos años. Para derivar el valor de ingresos de otras actividades se preguntó sobre la totalidad de las actividades económicas de cada miembro del hogar, específicamente el número de períodos (días, semanas o meses) trabajados y el valor de remuneración recibida por período (fuera en efectivo o de otra forma). Para asegurar la comparabilidad de los dos años, los valores de la última encuesta fueron reducido por la tasa de inflación en el índice de precios al consumidor (enero 1997 hasta enero 1998).

La disponibilidad y consumo de alimentos fueron medidos por: la cantidad de maíz almacenada en el momento de las encuestas; la ingesta energética y diversidad de la dieta. Para calcular la ingesta energética de la señora (normalmente) de la casa, se aplicó un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de aproximadamente doscientos alimentos, el cual incluía preguntas sobre el tamaño promedio de la ración (con modelos de cartón para las tortillas y vasos, platos y cucharas estándar para comparar con los usados en el hogar) y también otras preguntas sobre la frecuencia de consumo de esa ración por día, semana o mes, tomando como período de referencia los últimos treinta días. De esta información se calculó el total consumido por mes, y se usaron las tablas de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centro

América y Panamá (9) para determinar el consumo calórico. Hay que señalar que este método semi-cuantitativo solamente sirve para la comparación de valores relativos, ya que los valores absolutos no son confiables (10). La diversidad de la dieta fue determinada contando el número de alimentos diferentes consumidos en los últimos treinta días (de la misma lista de doscientos alimentos).

Para medir el estado nutricional de los niños menores de cinco años, se calcularon los puntajes z talla-para-edad y peso-para-talla con referencia a la población NCHS y usando el paquete EpiNut (CDC, Atlanta, Georgia)

Como todas las variables examinadas (con excepción del tamaño de la familia y el puntaje de bienes) mostraban distribuciones asimétricas, los valores indicados en las tablas son medianas (7) y las pruebas estadísticas son no paramétricas (7) o se refieren a valores transformados al logaritmo (o en el

caso de la diversidad de la dieta, a la raíz cuadrada). El análisis de los puntajes z se hizo en base a la regresión no paramétrica lowess (11). Para todo el análisis se utilizó el paquete STATA, versión 5.0 (STATA Corp., College Station, Texas).

RESULTADOS

Comparabilidad de los tres segmentos de la muestra en marzo/abril 1997 y efecto de cambios en la composición de los grupos: La Tabla 1 muestra que el diseño del estudio consiguió que los tres segmentos de la muestra fueran similares en el momento de la primera encuesta (marzo/abril 1997) con respecto al número de residentes por hogar, pertenencias, y total de tierra cultivada. Sin embargo, los productores de los grupos de PLANDERO 1996 tenían mayores parcelas de tierra familiar que los de los grupos PLANDERO 1997 y de las comunidades testigos.

TABLA 1
Comparabilidad de los tres segmentos de la muestra en marzo/abril 1997

	Número de residentes/hogar	Puntaje global de bienes y animales promedio (DE*)	Puntaje global de bienes y animales media (DE*)	Extensión de tierra (ha)	
				tierra propia mediana (P25-P75+)	total cultivado mediana (P25-P75+)
PLANDERO 96	n=196	6.46 (2.69)	2.12 (0.65)	2.31 (0.89-4.20)	1.52 (1.00-2.63)
PLANDERO 97	n=193	6.64 (2.74)	2.05 (0.66)	1.75 (0.53-3.34)	1.45 (0.93-2.45)
Testigos	n=189	6.71 (2.72)	1.99 (0.68)	1.64 (0.70-3.71)	1.42 (0.88-2.51)
Significancia del contraste entre los tres segmentos de la muestra		P=0.64**	P=0.15**	P=0.04***	P=0.72***

* DE= desviación estándar + P25= cuartil inferior; P75= cuartil superior
** análisis de variancia *** prueba Kruskal-Wallis

Entre la primera y la cuarta encuesta hubo una evolución de la composición de la población de estudio, resultando de la deserción de varios miembros de los grupos organizados. Sin embargo, la Tabla 2 muestra que los hogares que fueron entrevistados al momento de la primera encuesta pero que no pudieron ser entrevistados al momento de la cuarta (marzo/abril 1998) no se diferenciaron significativamente de los hogares presentes en ambos tiempos con respecto al número de residentes por hogar, pertenencias, o total de tierra cultivada.

Cambios en la producción y generación de ingresos: La Tabla 3 muestra que la producción de maíz aumentó para todos los segmentos de la muestra entre el año agrícola de 1996/97 y el siguiente. El año agrícola de 1997/98 fue el primer año que los productores de los grupos PLANDERO 97 pudieron contar con el apoyo de esta institución, y el segundo año de participación de los productores de los grupos PLANDERO 96. En general, los aumentos fueron más marcados (de 30% a 34%) para los productores atendidos por PLANDERO que para los productores de las comunidades testigos (aumentos

del 16%) pero este contraste quedó en el margen de la significancia estadística ($p=0.06$; regresión lineal). No se observaron aumentos en la diversificación de la producción, pero los productores atendidos por PLANDERO aumentaron el valor de su producción del 18% cuando éste se calculó a base de precios vigentes en 1996/97. Los productores de las comunidades testigos solamente consiguieron realizar un aumento del 6% en el valor de su producción, pero el contraste con los productores PLANDERO no alcanzó la significancia estadística ($p=0.25$; regresión lineal). Es interesante notar que los productores no llegaron a sentir los beneficios de estos aumentos en la producción (datos disponibles de los autores) por causa de importantes bajas en los precios de los granos básicos, que resultaron de importaciones masivas de la parte del gobierno. Los productores de las comunidades testigos y particularmente los de los grupos de PLANDERO 96 parecen haber aumentado sus ganancias de actividades de transformación de productos primarios y de trabajos al jornal, pero aun así estas ganancias estuvieron muy bajas relativo al valor de la producción agrícola y el contraste entre los tres segmentos de la muestra no llegó a ser estadísticamente significativo.

TABLA 2
Comparabilidad de las familias entrevistadas en cada una de las encuestas 1 y 4 y las familias entrevistadas en la primera encuesta solamente

	Número de residentes/hogar promedio (DE*)	Puntaje global de bienes y animales media (DE*)	Extensión de tierra (ha)	
			tierra propia mediana (P25-P75+)	total cultivado mediana (P25-P75+)
Familias entrevistadas encuestas 1 y 4 n=447	6.70 (2.70)	2.05 (0.66)	1.80 (0.70-3.85)	1.45 (0.92-2.45)
Familias entrevistadas encuesta 1 solamente n=131	6.28 (2.75)	2.06 (0.69)	2.10 (0.70-3.85)	1.67 (1.04-2.80)
Significancia del contraste	P=0.13**	P=0.91**	P=0.52***	P=0.23***

* DE= desviación estándar

+ P25= cuartil inferior; P75= cuartil superior

** prueba t

*** prueba Mann-Whitney

TABLA 3
Producción en la finca y generación de ingresos, por año y segmento de la muestra

	Maíz tm/producto	Total de cultivos diferentes		Valor total de la cosecha ^o		Valor de ingresos de otras actividades		
		n	n	Lempiras	n	Lempira	n	
Año agrícola 1996/97								
grupos PLANDERO 96	0.68	191	3	194	10,598	194	450	195
grupos PLANDERO 97	0.70	190	3	192	8,700	191	1,000	193
comunidades testigos	0.55	181	3	187	9,450	185	606	187
Año agrícola 1997/98*								
grupos PLANDERO 96	0.91	173	3	173	12,557	172	808**	173
grupos PLANDERO 97	0.91	171	3	171	10,225	168	996**	172
comunidades testigos	0.64	169	3	170	10,007	162	835**	170
Cambio, 1996/97 a 1997/98								
grupos PLANDERO 96	+34%	-	-	-	+18%	-	+80%	-
grupos PLANDERO 97	+30%	-	-	-	+18%	-	-	-
comunidades testigos	+16%	-	-	-	+6%	-	+38%	-
Significancia del contraste								
PLANDERO vs. testigos	p=0.06***	p=0.56***	p=0.25***	p=0.69***				
tendencia lineal	p=0.07***	p=0.81***	p=0.23***	p=0.60***				

* Valores son medianas

*** Transformado al logaritmo

^o Para ambos años, los valores se calcularon a base de los precios vigentes en 1996/96

** Valores reducidos en 11.4%, la tasa interanual de inflación registrado en enero de 1998.

Cambios en la disponibilidad y consumo de alimentos:

Entre marzo/abril 1997 y un año después, los productores de todos los segmentos de la muestra aumentaron considerablemente la cantidad de maíz que tenían almacenada (Tabla 4). Esto es reflejo de los aumentos de producción mencionados arriba, combinado con precios muy bajos en 1998 (valor mediano de 115 Lempiras por quintal) comparado con el año anterior (valor mediano de 172.5 Lempiras por quintal), lo cual desincentivaba la venta de la cosecha. Los aumentos

fueron mayores en los grupos atendidos por PLANDERO y este contraste alcanzó la significancia estadística ($p=0.01$; regresión lineal). La ingesta de calorías básicamente quedó estable en todos los segmentos de la muestra pero se evidenciaron pequeñas mejoras en la diversidad de la dieta en los hogares con más años de participación en PLANDERO ($p=0.05$; regresión lineal con años con PLANDERO incluido como variable continua).

TABLA 4
Disponibilidad y consumo de alimentos,
por año y segmento de la muestra

	Maíz almacenado		Ingesta calórica		Diversidad de la dieta	
	tm/producto	n	n	n	n	n
Marzo/abril 1997*						
grupos PLANDERO 96	0.14	191	3,850	195	35	195
grupos PLANDERO 97	0.14	190	3,168	193	32	193
comunidades testigos	0.09	181	3,496	188	35	189
Marzo/abril 1998*						
grupos PLANDERO 96	0.46	173	3,814	179	39	179
grupos PLANDERO 97	0.52	171	3,212	178	35	179
comunidades testigos	0.23	170	3,225	179	34	181
Cambio, 1997 a 1998						
grupos PLANDERO 96	+329%		-1%		+11%	
grupos PLANDERO 97	+371%		+1%		+9%	
comunidades testigos	+256%		-8%		-3%	
Significancia del contraste						
PLANDERO vs. testigos	p=0.01**		p=0.13**		p=0.10**	
tendencia lineal	p=0.14***		p=0.14***		p=0.05***	

* Valores son medianas

** Transformado al logaritmo

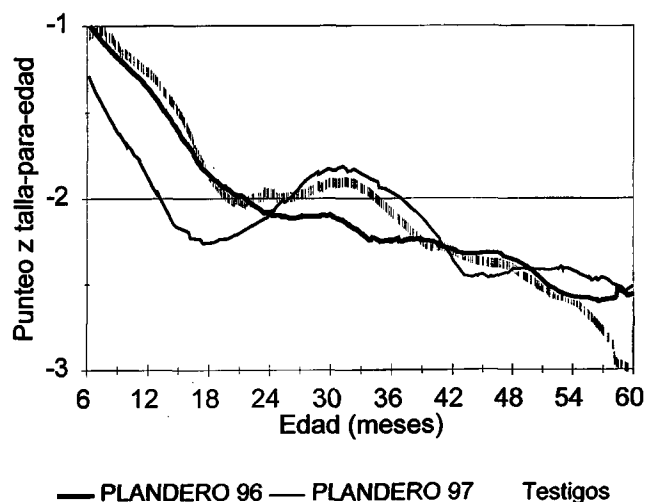
*** Transformado la raíz cuadrada

Estado antropométrico de los niños menores de cinco años al final del estudio: No se dispone de datos sobre el estado antropométrico de los niños menores de cinco años al momento de la primera encuesta. No obstante, el examen del estado antropométrico de niños de diferentes edades luego de la última encuesta nos permite hacer algunas deducciones sobre lo que puede haber sido el impacto del proyecto.

La Figura 1 muestra los puntajes z de talla-para-edad de los niños presentes en la última encuesta, por edad y por segmento de la muestra. Los datos han sido sujetos a un proceso de alisamiento llamado lowess (véase sección de Métodos). Además, se han excluido niños menores de seis meses porque (i) tuvieron poco tiempo de exposición a las actividades del proyecto, y (ii) la mayoría de su ingesta energética provenía de la leche materna, la cual no habrá sido afectado por las actividades del proyecto. Se nota que de los seis hasta los veinticuatro meses, los niños pertenecientes a hogares asistidos por PLANDERO desde mediados de 1997 evidenciaron puntajes z de talla para edad relativamente bajos, cuando comparados con los niños de los grupos PLANDERO 1996 y de las comunidades testigos, los cuales se parecían. Entre los veinticuatro y los cuarenta y dos meses de edad, los valores más bajos de talla para edad se observaron entre los niños de hogares asistidos por PLANDERO desde mediados de 1996. En este grupo de edad, los niños de los grupos de PLANDERO 1997 y los de las comunidades testigos se parecían, mostrando valores algo más altos de talla para edad. Solamente entre los niños mayores de cuarenta y ocho meses se produjo el caso de valores de talla para edad más bajos entre los niños de las comunidades testigos, situación que sería compatible con un impacto positivo de las actividades de PLANDERO.

FIGURA 1

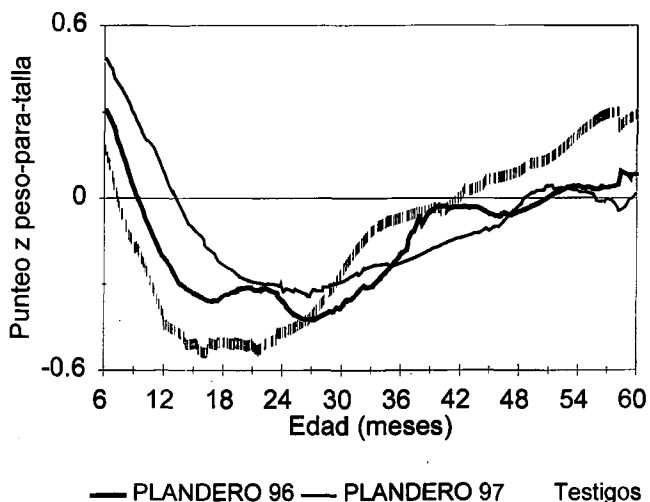
Punteo z talla-para-edad de niños de 6-60 meses de edad en los hogares PLANDERO 96, PLANDERO 97 y comunidades testigos. Regresión no paramétrica lowess. Honduras occidental, marzo/abril 1998



La Figura 2 muestra los puntajes z de peso-para-talla de los niños presentes en la última encuesta, por edad y por segmento de la muestra. Se nota que de los seis hasta los treinta meses de edad los niños de los hogares asistidos por PLANDERO desde 1997 tienen los valores más altos de peso-para-talla, seguidos por los niños de PLANDERO 1996 y -por último- los niños de las comunidades testigos.

FIGURA 2

Punteo z peso-para-talla de niños de 6-60 meses de edad en los hogares PLANDERO 96, PLANDERO 97 y comunidades testigos. Regresión no paramétrica lowess. Honduras occidental, marzo/abril 1998



Después de los treinta meses, esta situación se revierte y los niños de las comunidades testigos pasan a tener los valores más altos peso-para-talla. Si ha habido algún impacto de las actividades de PLANDERO sobre el peso-para-talla, fue favorable solamente para los niños menores de treinta meses.

DISCUSION

Nuestro estudio ha evaluado el impacto de un proyecto de desarrollo rural sobre la seguridad alimentaria del hogar y el estado antropométrico de los niños menores de cinco años en familias beneficiarias del programa, después de dos años de actividades en el campo. Tal evaluación obviamente no puede pretender determinar el grado de éxito o fracaso del programa, ya que todo es sujeto a cambiar en los años siguientes; lo que sí puede hacer es iluminar los vínculos existentes entre cambios en los sistemas de producción y generación de ingresos y variables pertinentes a la seguridad alimentaria del hogar y la seguridad nutricional de los individuos más vulnerables. Tales observaciones servirán para guiar el desarrollo subsecuente del programa y el diseño de otros programas en áreas similares, ya que las condiciones existentes en el oeste de Honduras son parecidas a las encontradas en otras regiones de Centroamérica y en parte de la cordillera andina.

Los resultados del estudio indican que las familias participantes en grupos organizados afiliadas a PLANDERO aumentaron bastante sus inventarios de maíz entre marzo/abril 1997 y los mismos meses de 1998, siempre relativo a las familias de las comunidades testigos. Los hogares beneficiarios de PLANDERO ya tenían en el año agrícola 1996/97 mayor producción de maíz que los hogares de las comunidades testigos y hay evidencia de que realizaron un mayor aumento de producción en el curso del año de estudio (aunque este contraste quedó en el margen de la significancia estadística). Los aumentos en los inventarios de maíz son altamente relevantes para la seguridad alimentaria del hogar en esta zona, ya que el 50% de la energía consumida proviene del maíz según un estudio de 1993/94 (5). No fue posible detectar ningún impacto inmediato del programa en la ingesta calórica de las mujeres adultas, pero hay que tomar en cuenta que el método usado no fue de gran precisión y que además, las encuestas en que se basó este análisis fueron conducidas en los meses de marzo y abril, meses que tradicionalmente no se consideran de gran carestía.

No se detectó ninguna evolución en el número de productos diferentes cultivados, sea eso en las comunidades testigos o atendidas. El valor de la cosecha, calculado a base de los precios vigentes en 1996/97, aumentó más en los grupos atendidos por PLANDERO que en las comunidades testigos, pero este contraste no alcanzó la significancia y además las bajas en los precios de granos básicos entre 1996/97 y 1997/98 hicieron que los productores no sintieran ningún beneficio. No se detectaron incrementos en el valor de ingresos provenientes de otras actividades. En cambio, hubo evidencia de un

pequeño incremento en la diversidad de la dieta en los hogares con más años de exposición al programa. Esto puede estar asociado con la relativa abundancia (y bajo precio) del alimento básico-maíz-en estos hogares, o posiblemente refleje una mejor apreciación del valor de una dieta diversificada en las familias participantes en el programa. Durante el período del estudio no hubo ninguna actividad específica de la parte de PLANDERO para promover el concepto de una dieta más diversificada. Sin embargo, esta mejora en la diversidad de la dieta de los residentes de esta región, por muy pequeña que sea, debe ser considerada muy positiva ya que se ha señalado que la dieta basada en tortilla y frijol se caracteriza por muy baja disponibilidad biológica de hierro, zinc y calcio (12).

El diseño de nuestro estudio nos ha permitido hacer inferencias sobre el verdadero impacto de PLANDERO sobre la producción y generación de ingresos y la disponibilidad y consumo de alimentos, aislado de cambios inducidos por factores externos. Como viene explicado por Valadez y Bamberger (8), el diseño básico de un estudio cuasi-experimental consiste en la recolección de datos antes y después de la intervención en un grupo sujeto a la intervención y otro grupo "testigos". En este caso, los productores de los grupos PLANDERO 97 fueron observados antes de su adhesión a PLANDERO (año agrícola de 1996/97) y después (año de 1997/98). Valadez y Bamberger afirman que si las características de ambos grupos son parecidos y si los valores observados previo a la intervención son iguales, es posible separar el efecto de la intervención del efecto de factores externos (8). Como se sabía de antemano que las comunidades seleccionadas por PLANDERO tenían características que las diferenciaban del perfil general de la región, se optó por implementar un emparejamiento de comunidades asistidas y testigos por zona geográfica y sistema de producción, el cual simplifica mucho la interpretación de los resultados. También, la inclusión de un grupo de comunidades en su segundo año de asistencia y otro en su primer año debería facilitar la identificación de efectos que demoran en manifestarse. Hay que reconocer que la presencia de decenas de instituciones de fomento al desarrollo en la zona prácticamente imposibilitó la identificación de comunidades que podían ser considerados como "puros" testigos; no obstante, muchos de los hogares participantes en PLANDERO no dejaron de participar en otras instituciones también y por lo tanto sería más lógico interpretar los resultados como la expresión del impacto adicional de PLANDERO en una zona ya rica en instituciones de desarrollo.

El análisis del estado nutricional de los niños menores de cinco años no pudo ser tan contundente como los análisis discutidos anteriormente porque no se disponía de datos de la primera encuesta. En este caso, se intentó aprovechar la naturaleza cumulativa del retardo de crecimiento, interpretando el estado actual de los niños de cuatro años o más como una indicación de la situación vigente antes del inicio de las actividades de PLANDERO. Solamente en este grupo de edad los niños de las comunidades testigos tenían valores de talla-

para-edad más bajos que los niños de los grupos de PLANDERO. Entre niños más jóvenes, los hijos de productores de grupos de PLANDERO tenían valores iguales o más bajos que los niños de las comunidades testigos. Al mismo tiempo, parece haber acontecido un impacto positivo en el peso-para-talla de los niños de seis a treinta meses de edad. La coexistencia de estos dos fenómenos aparentemente contradictorios sería compatible con un aumento en la disponibilidad de alimentos energéticos, pero de baja calidad nutricional. Allen y colaboradores (13) han mostrado que en México, los pre-escolares que comían una dieta basada en gran parte en tortilla y en frijol tienen más problemas de retardo de crecimiento, comparado con los que tenían una dieta más diversificada. Consideramos que se debería investigar más profundo la posibilidad de que el aumento en la disponibilidad del maíz ocasionado por las actividades de PLANDERO haya agravado los problemas relacionados con el consumo de una dieta deficiente, por lo menos al corto plazo.

No sabemos de la existencia de otros estudios documentando el impacto de proyectos de desarrollo rural sobre la seguridad alimentaria del hogar y nutricional en Honduras. Sin embargo, en el vecino país de Guatemala ha habido varios esfuerzos para determinar el efecto de la adopción de cultivos comerciales. Von Braun y colegas (14) analizaron la experiencia de productores en seis comunidades en el altiplano occidental de Guatemala, donde operaba una cooperativa que facilitaba la producción de hortalizas para exportación. Encontramos que entre 1983 y 1985, las familias que empezaron a producir hortalizas para exportación experimentaron un marcado incremento de ingresos, mientras que familias que ya tenían varios años de producir estos cultivos experimentaron incrementos más modestos o incluso reducciones. Los incrementos de ingreso se tradujeron en mayor disponibilidad de alimentos al nivel del hogar y -hasta cierto punto- en mejor estado nutricional de los niños menores de cinco años. En cambio, Immink y Alarcón (15) encontraron que en 1987, productores de la misma zona que habían incorporado cultivos adicionales a los tradicionales maíz y frijol obtuvieron mejores ingresos, pero esta ventaja no se reflejaba en la ingesta de calorías de los diversos miembros del hogar, ni tampoco en el estado nutricional de los niños. El caso de PLANDERO se contrasta con esta dos experiencias guatemaltecas porque su más marcado logro durante los dos primeros años de operaciones ha sido el aumento de la producción de maíz, prácticamente no habiendo evidencias de diversificación hacia otros cultivos. Este aumento en la producción de maíz difícilmente puede traducirse en un importante aumento de ingresos familiares porque el maíz comanda bajos precios en el mercado; en cambio, si puede garantizar el acceso a una alimentación básica durante los meses de escasez. Más cuestionable sería su potencial para mejorar la deplorable situación de desnutrición infantil en la ausencia de un componente de educación alimentaria y nutricional.

PLANDERO es un buen ejemplo de un modelo de proyecto de desarrollo rural que ha ganado mucha aceptación en América en los últimos años: mucho énfasis en formación y capacitación de grupos, cierta predilección por práctica de agricultura orgánica, menos insistencia en la promoción de cultivos de alta variabilidad de precios. Estas características nos llevan a manifestar que sus impactos en la seguridad alimentaria del hogar y en la nutrición de los menores de cinco años no necesariamente van a ser iguales a los de los proyectos estudiados en la década de los 80. En particular, es posible que la producción familiar de granos básicos sea relativamente protegida, mientras que los rápidos y marcados aumentos de ingresos observados en estudios anteriores de la adopción de cultivos comerciales sean menos frecuente. Será importante continuar monitoreando hasta que punto estos proyectos pueden contribuir a la eliminación del hambre y de la desnutrición, en particular de las familias más desprivilegiadas de la sociedad rural.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todo el personal de PLANDERO por su valiente colaboración, y al personal de FIDA, Roma, que lo hicieron posible. Agradecemos también a todo el equipo de campo del Proyecto de Seguridad Alimentaria.

REFERENCIAS

1. República de Honduras. Secretaría de Educación (Programa de Asignación Familiar). VII Censo Nacional de Talla: Informe 1997. Tegucigalpa, Honduras, 1997.
2. República de Honduras. Secretaría de Salud/Secretaría Técnica y de Cooperación Internacional/Secretaría de Agricultura y Ganadería. Marco estratégico de políticas de seguridad alimentaria y nutricional para el mediano y largo plazo. Tegucigalpa, Honduras, 1997.
3. Plan de Desarrollo Rural de la Región de Occidente (PLANDERO). Informe Anual 1997. Santa Rosa de Copán, Honduras, 1998.
4. República de Honduras. Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto (SECPLAN). IV Censo Nacional Agropecuario 1993. Tomo I: Tipo de productor, tenencia y uso de tierra. Tegucigalpa, Honduras, 1997.
5. Rogers BL, Swindale AJ & Qhri-Vachaspita P. Determinants of household food security in Honduras: a report on the National Household Consumption, Income, Expenditure and Nutrition Survey, 1993-94. Informe para USAID. Arlington VA: International Science and Technology Institute Inc., 1996.
6. República de Honduras. Secretaría de Salud. Encuesta Nacional sobre Micronutrientes, Honduras 1997: Informe ejecutivo. Tegucigalpa, Honduras, 1997.
7. Kirkwood BR. Essentials of medical statistics. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1988.
8. Veladez J & Bamberger M. Monitoring and evaluation social programs in developing countries: a handbook for policymakers, managers and researchers. Washington DC: World Bank, 1994.

9. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Valor nutritivo de los alimentos para Centro América y Panamá. Guatemala, 1971.
10. Thompson FE & Byers T. Dietary assessment resource manual. *J Nutr*, 1994;124:2245S-2317S.
11. Cleveland WS. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *J Am Stat Assoc*, 1979;74:829-836.
12. Rosado JL, López P, Morales M, Muñoz E & Allen LH. Bioavailability of energy, nitrogen, fat, zinc, iron and calcium from rural and urban Mexican diets. *Br J Nutr* 1992;68(1):45-58.
13. Allen LH, Black AK & Backstrand JR. An analytic approach for exploring the importance of dietary quality versus quantity in the growth of Mexican children. *Food Nutr Bull* 1991;13(2):95-104.
14. Von Braun J, Hotchkiss D & Immink M. Nontraditional export crops in Guatemala: effects on production, income, and nutrition. Research Report N° 73. Washington D.C.: International Food Policy Research Institute, 1989.
15. Immink MDC & Alarcón JA. Household food security, nutrition and crop diversification among smallholder farmers in the highlands of Guatemala. *Ecol Food Nutr* 1991;25:287-305.

Recibido: 15-01-1999

Aceptado: 25-06-1999

Evaluación de galletas dulces enriquecidas con germen de maíz y fibra de soya

Rebolledo MA, Sangronis E., Barbosa-Cánovas G. V.

Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar. Venezuela

RESUMEN. El objetivo del estudio fue evaluar cuatro galletas dulces en cuyas formulaciones la harina de trigo fue parcialmente sustituida por la fracción fina de germen de maíz y/o fibra de soya. Calidad del horneado, proteína, grasa, cenizas, fibra dietética, dureza, color, Relación de Eficiencia Proteica PER y Digestibilidad Aparente *in vivo* DA fueron las variables evaluadas. Un panel entrenado evaluó el color, la dureza y la fracturabilidad de las galletas. La aceptación de las cuatro galletas fue determinada en un grupo de consumidores habituales de galletas dulces. La fibra dietética de las galletas varió entre 8,2 y 24,9%, la proteína entre 11,3 y 12,7%. La fuente y la cantidad de fibra afectaron las propiedades físicas, sensoriales y nutritivas de las galletas. Al incrementar la fibra, las galletas fueron más oscuras, menos amarillas y menos duras. Las galletas con el mayor valor de PER, DA, mejor textura y mayor aceptabilidad fueron aquellas formuladas con 20% de la harina fraccionada del germen de maíz. Este estudio demostró la factibilidad de usar el germen desgrasado de maíz y la fibra de soya como ingredientes funcionales.

Palabras clave: Galletas dulces, germen desgrasado de maíz, fibra de soya, fibra dietética, digestibilidad, PER, ingrediente funcional.

SUMMARY. Evaluation of cookies enriched with corn germ and soy fiber. The objective of this study was to evaluate four cookie formulations which wheat flour was partially substituted by free-fat corn germ flour and/or soy fiber. Baking quality, protein, fat, ash, dietary fiber, hardness, color, Protein Efficiency Ratio PER and Apparent Digestibility *in vivo* were determined. A trained panel evaluated color, hardness and fracturability of cookies. Dietary fiber of cookies varied from 8.2 to 24.9 % and protein from 11.3 to 12.7%. The source and amount of dietary fiber modified physical, sensory, and nutritional properties of cookies. Cookies formulated with 20% corn germ flour gave the highest PER, Digestibility Aparente *in vivo*, and acceptance by consumers. This study demonstrated the potential use of free-fat corn germ and soy fiber as functional ingredients.

Key words: Cookies, corn germ, soy fiber, dietary fiber, protein digestibility, PER, functional ingredient.

INTRODUCCION

En los últimos años la fibra dietética ha sido ampliamente estudiada, se conocen los beneficios de su presencia y los efectos negativos que una dieta de bajo contenido en fibra puede provocar a la salud. La ingesta diaria de fibra dietética para adultos se recomienda que varíe entre 35 y 45 g/persona/día (1), la cual se cubre con una dieta equilibrada que incluya frutas, cereales integrales y harinas no refinadas. Debido a los cambios que el estilo de vida actual ha provocado en los patrones de alimentación, el consumo de fibra se ha visto afectado. Ello ha motivado el desarrollo de alimentos "ricos en fibra", los cuales son productos elaborados con ingredientes de un elevado contenido fibra dietética (2) y recomendados para suplementar la dieta. Hoy en día existe un creciente interés en aquellos ingredientes denominado funcionales, los cuales son usados en la formulación de alimentos por que que cumplan una determinada función fisiológica. Aquellos ingredientes que aportan fibra dietética se consideran funcionales (3).

Recientemente en Venezuela, se ha iniciado la

comercialización de la harina desgrasada de germen de maíz para uso industrial, la cual es un subproducto de la elaboración de harina precocida de maíz y extracción del aceite, con un posterior fraccionamiento (3). Dicho subproducto tiene la propiedad de ser rica en proteínas (11,0-14,0%) aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y un contenido de fibra dietética del orden de 21 a 45% (4) y ha sido incorporado con éxito en productos cárnicos (3). En estudios donde se ha intentado incluir el germen de maíz en productos horneados (5) se observó que dicho ingrediente le confiere color tostado claro, olor a cereal fresco y suavidad al paladar a los productos donde se incorpora. Esto unido al hecho de que aumenta el contenido de fibra del producto al cual se añade, lo hace atractivo como un ingrediente en el desarrollo de alimentos "ricos en fibra".

Otra ingrediente usado para enriquecer alimentos con fibra dietética es el producto de los componentes estructurales celulósicos y no celulósicos de la pared celular del grano de soya. Dicho material provee 16% de fibra soluble y 59% de fibra insoluble, proporcionando los beneficios fisiológicos ligados al consumo de fibra dietética (6).

Las galletas han sido usada en programas de enriquecimiento debido a algunas ventajas como su larga vida útil y su palatabilidad. Formulaciones de galletas enriquecidas con soya han sido usadas para mejorar el estado nutricional de niños en Sri-Lanka (7) y en Venezuela. Adicionalmente las galletas son altamente aceptadas tanto por niños y por adultos, lo que las hace un excelente vehículo para incorporar fibra a la dieta (2,9). Según Spiller and Jenkins (10) este tipo de galletas se denominarían “suplementos de fibra dietética para individuos sanos”.

El objetivo de esta investigación fue evaluar cuatro tipos de galletas dulces en cuyas formulaciones la harina de trigo fue parcialmente sustituida por la fracción fina de germen de maíz y/o fibra de soya con el propósito de aumentarle el contenido de fibra dietética del producto final.

MATERIALES Y METODOS

Fracción fina de germen de maíz desgrasado. Obtenida del fraccionamiento de la harina desgrasada de germen de maíz y con un tamaño de partícula mayor de 180 µm.

Fibra de soya. Denominada comercialmente Fibrim 1450 y suministrada por la compañía Protein Technologies International (Caracas, Venezuela).

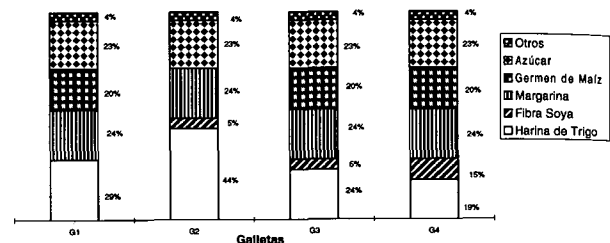
Otros ingredientes utilizados fueron: huevos, manteca vegetal y/o margarina, sal, azúcar, agentes leudantes (bicarbonato de sodio y amonio) y saborizante, los cuales fueron suministrados por la industria galletera Productora 441, C.A.-Van Eckel, (Caracas, Venezuela) en cuyas instalaciones fueron elaboradas las galletas.

Diseño experimental

Formulación y elaboración de las galletas. El criterio de formulación fue obtener galletas dulces con un contenido de fibra dietética entre 4 y 30% y proteína no menor de 7%. La fracción fina de germen de maíz desgrasado y la fibra de soya se usaron como fuente de fibra y sustituyeron parcialmente la harina de trigo en la formulación original. Doce formulaciones con dos saborizantes (naranja y canela-clavos) fueron elaboradas a escala de laboratorio dando un total de veinticuatro tipos de galletas las cuales se evaluaron sensorialmente. Aquellas cuatro de mayor aceptación se seleccionaron y se elaboraron a escala piloto y fueron el objetivo de este estudio. Dichas galletas se denominaron galletas G1, G2, G3 y G4. La formulación de G1 contenía 20% de germen de maíz, y G2 5% de fibra de soya. El saborizante de G1 y G2 fue naranja. En G3 y G4 se combinaron los dos ingredientes que aportaban fibra. En G3 la combinación de maíz-soya fue 20-5% y 20-10% en G4. En ambas formulaciones el saborizante fue una mezcla de canela y clavo. La composición de las galletas se presenta en la Figura. Las galletas se moldearon con una máquina de corte de alambre a un espesor aproximado de 3,5 mm, diámetro de 35 mm y peso de 8,5 g y se hornearon en horno giratorio a 250°C por 12 min. Las galletas se enfriaron en bandejas

empleando ventilación forzada y se empacaron en bolsas de polietileno hasta el momento de su evaluación.

FIGURA
Distribución de ingredientes en las galletas



Evaluación de galletas

1) Calidad del horneado

1.a) Diámetro: Se midió el diámetro de las galletas antes y después del horneado, y se aplicó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de incremento (%ID)

$$\%ID = \frac{\text{diámetro final (mm)} - \text{diámetro inicial (mm)}}{\text{diámetro inicial (mm)}} \times 100$$

1.b) Factor de esparcimiento: Se emplearon los métodos AOAC 46-12 y AOAC 10-50D (12). Después del horneado, por cada lote de galletas se tomaron 10 y se les midió el espesor y el diámetro. El factor de esparcimiento (FE) se calculó según la siguiente fórmula.

$$FE = \text{diámetro (mm)} / \text{espesor (mm)}$$

Las muestras de galletas para evaluar la calidad del horneado se tomaron de distintos lugares en las bandejas del horno.

2) Composición aproximada

Humedad, cenizas, proteínas, fibra dietética y grasa según AOAC (13). Los análisis fueron practicados en 5 galletas de cada formulación y se reportó la media y desviación estándar. El aporte energético (Kcal/100 g) se calculó basado en la composición proximal y usando los factores de conversión fisiológicos: 4 Kcal/g de proteína y 4 Kcal/g de carbohidratos y 9 Kcal/g de grasa. Debido a que la fibra dietética incluye insoluble y soluble, el factor de conversión usado fue 2 Kcal/g (14).

3) Propiedades físicas de las galletas

Las lecturas se realizaron en 5 galletas por cada formulación.

los valores reportados son la media y desviación estándar de las medidas

3.a) Color Triestímulo: Se empleó un colorímetro Gardner XL-23. Se determinó L, a, y b. La placa de referencia fue $L_0=78,80$; $a_0=1,20$ y $b_0=22,70$.

3.b) Dureza: Para medir la dureza de las galletas, se empleó un texturómetro Instron modelo TX9-1125, con las siguientes condiciones: celda de carga 7 kg, la velocidad de penetración del cabezal 10 mm/min, la velocidad del papel 50 mm/min, y el diámetro de la plumilla fue 2,7 mm. El espesor promedio de las galletas fue 5 mm y el diámetro 45 mm. La altura máxima de la curva obtenida representó la dureza.

4) Eficacia proteica relativa PER y Digestibilidad Aparente *in vivo* DA.

Se utilizaron ratas de la raza Sprague Dawley de 21-23 días, tres hembras y tres machos por cada dieta. Los animales se agruparon de acuerdo a su peso de manera que la media aritmética entre los grupos experimentales fuera lo más parecida posible. Cada animal se colocó en una jaula y se le suministró agua y alimento *ad libitum*. Interdiariamente se registró el peso y consumo de alimento de cada animal durante los 15 días de experimentación. El PER se calculó empleando la siguiente expresión:

$$\text{PER} = \text{ganancia en peso (g)} / \text{consumo de proteína (g)}$$

La composición de las dietas se presentan en la Tabla 1. Una dieta control de caseína sin y con celulosa (7%) y metionina (1.5%) fueron empleadas con fines comparativos. Para la determinación de la DA *in vivo* las heces se recolectaron en la última semana del ensayo. Después de secas, las heces se molieron y se les determinó el contenido de nitrógeno (15). La DA *in vivo* se calculó usando la siguiente expresión:

$$\text{DA} = \frac{\text{nitrógeno ingerido} - \text{nitrógeno excretado}}{\text{nitrógeno ingerido}} \times 100$$

5) Evaluación sensorial

Se evaluó la dureza y la fracturabilidad como parámetros sensoriales de la textura de las galletas, para tal fin se entrenó un panel de 7 personas con una escala originalmente propuesta por Szczesniak et al. (16) y modificada por Ciepe (17). Desde el punto de vista sensorial, la dureza se definió como "la fuerza requerida para morder la galleta", y la fracturabilidad como "la fuerza requerida para fracturar la galleta" (18). Durante el entrenamiento, los panelistas aprendieron la forma de evaluar dichas características y se originó la escala patrón de comparación (Tabla 2). En una etapa posterior del entrenamiento, los panelistas evaluaron galletas dulces adquiridas en el mercado local y fabricadas por distintos métodos y se les pidió que asociaran la dureza y la fracturabilidad de las muestras con la escala desarrollada por ellos. El mismo procedimiento fue seguido para evaluar los cuatro tipos de galletas formuladas en el estudio. Los panelistas también evaluaron el color de las galletas empleando una escala estructurada de calidad de 9 puntos (0= pésima y 8=excelente).

Prueba de consumidores: Para evaluar la aceptabilidad de las galletas a nivel de consumidores se entrevistaron un total de 250 personas con la característica común de ser habituales consumidores de galletas dulces. A cada panelista se le presentaron las cuatro galletas identificadas con números aleatorios de tres cifras y se les preguntó su preferencia. Se calculó el porcentaje de aceptabilidad de cada galleta empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Aceptabilidad} = (N/\text{No}) \times 100$$

Donde:

N = número de personas que prefirieron la galleta X

No=número total de personas encuestadas

Análisis estadísticos: A los resultados obtenidos se les calculó la media y desviación estándar. Para establecer las diferencias significativas entre muestras se empleó un análisis de varianza (ANOVA), con posterior comparación de medias (test de Duncan) usando el programa estadístico STATVIEW. El nivel de probabilidad empleado para todos los análisis estadísticos fue p 0,05.

TABLA 1
Composición de las dietas empleadas en los ensayos biológicos (g/100g)

Dieta	Caseína	Galleta	Celulosa	Aceite	Minerales	Vitaminas	Metionina	Bitartrato de colina	Almidón
G1	-	78,6	-	5	3,5	1	-	0,2	11,7
G2	-	88,6	-	5	3,5	1	-	0,2	1,7
G3	-	85,3	-	5	3,5	1	-	0,2	5,0
G4	-	80,4	-	5	3,5	1	-	0,2	9,8
CA1	10,9	-	7	5	3,5	1	1,5	0,2	70,9
CA2	10,9	-	-	5	3,5	1	1,5	0,2	77,9

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya. CA1: dieta patrón de caseína suplementada con celulosa y metionina y CA2: dieta patrón de caseína suplementada con metionina.

TABLE 2
Escala patrón para evaluar dureza y fracturabilidad

Escala	Alimento estándar	Temperatura
1	queso crema	5°C
2	huevo cocido por 5min	ambiente
3	queso amarillo tipo Gouda	ambiente
4	aceitunas rellenas	ambiente
5	maní tostado	ambiente
6	zanahoria fresca	ambiente
7	almendras	ambiente
8	chocolate de taza	ambiente
FRACTURABILIDAD		
Escala	Alimento estándar	Temperatura
1	huevo cocido por 5 min	ambiente
2	pan integral	ambiente
3	galletas de trigo integral	ambiente
4	pan tostado	ambiente
5	maní tostado	ambiente

Adaptada de Ciepe (10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la composición aproximada de las galletas se presentan en la Tabla 3. El contenido de humedad está dentro del rango reportado por Manley (19) el cual va de 2,0% a 3,5%. La proteína de las galletas varió entre 11,3 y 12,7%, pero sin diferencias significativas entre si. Estos valores son superiores a 7% que es el valor reportado para galletas elaboradas con harina de trigo (8). La grasa de todas las galletas fue aproximadamente 21%, ya que la cantidad de margarina añadida fue un ingrediente constante. El rango del contenido de fibra dietética en las cuatro galletas varió de 8,2 y 24,9% dependiendo del grado de sustitución de la harina de trigo en la formulación. Dichos valores son mayores a aquellos dados para productos comercialmente promocionados como fuente de fibra, tales como: avena en hojuelas (11,4%), granola (10,3%), germen de trigo (8,8%), pan integral (4,9%), pastas de trigo integral (5,4%) y galletas de trigo integrales (4,9%) (20). De acuerdo a la clasificación de los alimentos propuesta por Spiller y Jenkins (10), las galletas evaluadas en éste trabajo, se pueden considerar un suplemento de fibra dietética para personas sanas que quieren aumentar su ingesta diaria de fibra y que su organismo puede tolerarlo. El contenido energético de las galletas fue mayor que 400 kcal/100g, el cual es el aporte promedio de galletas dulces elaboradas con harina de trigo y altamente consumida (8). Se observó que a mayor sustitución de la harina refinada de trigo en la formulación mayor contenido de cenizas. Generalmente los ingredientes que aportan fibra aportan también minerales por que la fibra y los minerales están contenidos en las partes externas de los cereales. Pero la biodisponibilidad de los minerales presentes en dichos ingredientes se afecta por la

cantidad y el tipo de fibra dietética y los fitatos que coexisten con la fibra (21).

TABLE 3
Composición aproximada y aporte energético de las galletas

	g/100g			
	G1	G2	G3	G4
Humedad	2,8 ± 0,3 ^a	2,2 ± 0,2 ^b	2,8 ± 0,2 ^a	3,5 ± 0,3 ^c
Proteína	12,7 ± 0,4 ^d	11,3 ± 0,3 ^e	11,7 ± 0,4 ^e	12,4 ± 0,4 ^d
Grasa cruda	21,0 ± 0,5 ^f	21,2 ± 0,4 ^f	21,3 ± 0,3 ^f	21,5 ± 0,3 ^f
Cenizas	1,7 ± 0,1 ^g	1,3 ± 0,2 ^h	1,7 ± 0,1 ^g	1,9 ± 0,1 ^j
Fibra dietética	12,0 ± 0,7 ^k	8,2 ± 0,5 ^l	20,8 ± 0,4 ^m	24,9 ± 0,7 ⁿ
Carbohidratos (por diferencia)	49,8	55,8	41,7	35,8
Aporte energético (Kcal/100g)	463	476	447	436

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar de cinco determinaciones. Letras iguales en una misma fila indican que no hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$)

Los resultados de la calidad del horneado, color y dureza instrumental de las galletas se presentan en la Tabla 4. El diámetro y el espesor de las galletas se afectaron con el tipo y la cantidad de fibra. El mayor espesor y diámetro se observó en G2, las cuales contenían sólo fibra de soya y el menor porcentaje de sustitución y menor contenido de fibra. En consecuencia, G2 dio el mayor factor de esparcimiento. Dicho factor depende del tipo de enlace entre el agua y los componentes hidrofílicos de la masa. La adición de ingredientes con alta capacidad de absorber agua como son los componentes de la fibra insoluble aumentan la competencia por la poca agua libre y hacen la masa más viscosa, disminuyen el diámetro, aumentan el espesor y en consecuencia el factor de esparcimiento se disminuye (22). Con respecto al color, no se observaron diferencias significativas entre los valores L de G1 y G3, pero ellos a su vez fueron diferentes a los valores L de G2 y G4. El valor de L se incrementó a medida que el contenido de fibra decreció, siendo G4 la de mayor contenido de fibra y la más oscura. G2, la de menor contenido de fibra, fue la menos oscura. También Jeltama et al. (23) demostraron que la adición de fibra de maíz oscurece las galletas lo cual representa una limitación de su uso en esos productos. G1, G3 y G4 dieron mayores valores de a, lo que indicó que fueron más rojas, esta característica parece estar asociada a la presencia de germen de maíz en la formulación. G4 fue la menos amarilla, lo cual se demostró con el menor valor de b. Buck et al. (24) compararon el efecto de añadir 20% de fibra de maíz o 20% de fibra de soya en la formulación de galletas y observaron que la fibra

del maíz hace las galletas más rojas y menos amarillas que la fibra de soya. No se observaron diferencias significativas en la dureza instrumental de las galletas, pero la tendencia indicó que a mayor contenido de fibra dietética menor dureza. Artz et al. (25) concluyeron que la fibra de maíz incrementa la absorción de agua y hace las galletas más fracturables.

TABLA 4
Calidad del horneado, color y dureza de las galletas

Indice	GALLETA			
	G1	G2	G3	G4
Diámetro(mm) ¹	80,0±1,2 ^e	90,0±1,3 ^f	80,0±1,3 ^g	80,0±1,2 ^h
Espesor (mm) ¹	11,0±0,3 ^j	12,0±0,1 ^j	11,5±0,5 ^j	11,8±0,6 ^j
Factor de esparcimiento	7,3	7,5	7,0	6,8
L ²	49,8±0,2 ^a	51,8±0,2 ^b	49,0±0,3 ^a	43,6±0,9 ^c
a ¹	8,7±0,1 ^d	7,8±0,1 ^e	8,2±0,1 ^f	8,8±0,1 ^g
b ¹	19,7±0,1 ^h	19,4±0,1 ⁱ	19,2±0,2 ^j	17,6±0,3 ^k
Dureza ¹ (kg.mm/seg ²)	4,8±0,4 ^a	5,1±0,5 ^a	4,6±0,3 ^a	4,3±0,3 ^a

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar de 10 determinaciones. Letras iguales en una misma fila indican que no hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

TABLA 5
Relación de eficiencia proteica (PER) y digestibilidad aparente *in vivo* (DA) de las galletas

Dieta	Alimento consumido (g/día)	Proteína consumido (g/día)	Crecimiento (g/día)	PER	DA(%)
G1	12,2±1,4 ^a	1,2±0,4 ^a	2,1±0,7 ^a	1,8±0,2 ^a	93,0 ^d
G2	13,2±1,4 ^a	1,3±0,3 ^a	1,4±0,3 ^b	1,0±0,2 ^b	96,7 ^c
G3	10,5±1,0 ^b	1,1±0,4 ^a	1,6±0,4 ^c	1,6±0,3 ^a	94,4 ^f
G4	10,9±1,0 ^b	1,1±0,8 ^a	1,6±0,2 ^c	1,5±0,1 ^c	91,5 ^d
CA1	21,1±1,2 ^c	2,1±0,5 ^b	6,8±1,5 ^d	3,2±0,2 ^b	97,3 ^e
CA2	22,9±1,9 ^c	2,3±0,4 ^b	8,1±1,9 ^c	3,5±0,5 ^d	98,7 ^e

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar de seis determinaciones. Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$). CA1: dieta patrón de caseína suplementada con celulosa y metionina. CA2: dieta patrón de caseína suplementada con metionina.

Las cuatro galletas evaluadas dieron PER menores de los controles de caseína con y sin celulosa (Tabla 5). Se sabe que los productos horneados generalmente dan bajos valores de PER debido a las reacciones de Maillard que ocurren durante el procesamiento (26). El mayor promedio del PER se observó en G1, pero sin diferencias significativas con y G3. G2 presentó el menor valor de PER. Los resultados demuestran que la fuente y la cantidad de fibra afectaron los valores de PER. Estudios con ratas revelan que el PER de un producto varía si la fibra es añadida a la dieta a expensas de la fuente de energía o si está contenida en el producto que se evalúa (27). En la preparación de las dietas para los ensayos biológicos, se equilibraron la proteína aportadas por la galleta y las calorías provenientes del almidón usado en la preparación de las dietas (Tabla 2). A pesar de que se sabía que las galletas variaban en el contenido de fibra, dicho factor no se consideró para ajustar la formulación de las dietas. Hacerlo implicaba introducir variables que definitivamente afectarían los resultados como por ejemplo añadir fibra que no había sido procesada y variar el tipo de fibra contenida en las galletas. El no ajuste del contenido de fibra de las dietas pudo afectar la cantidad de alimento que el animal necesitó para saciar sus necesidades y consecuentemente el PER también se modificó (27). Las ratas alimentadas con las galletas G2, la de menor porcentaje de sustitución de la harina de trigo y menor contenido de fibra, consumieron más alimento que aquellas con mayor contenido de fibra, pero el crecimiento promedio de los animales fue el menor de todas las dietas. Mientras que G1, G2 y G3 fueron formuladas con harina desgrasada de germen de maíz la cual aporta proteína con mejor perfil de aminoácidos que el del trigo. En consecuencia, la harina desgrasada de maíz no sólo incrementó la fibra de galletas sino que mejoró la calidad de la proteína. Los animales consumieron menos alimento pero su crecimiento promedio diario fue mayor. Los controles de caseína con y sin celulosa permitieron ver como la incorporación de celulosa como fuente de fibra disminuyó la cantidad de alimento y el crecimiento de los animales. Los valores de DA para todas las galletas fueron superiores al 90%, los cuales son característicos de productos a base de cereales (27). La menor DA correspondió a la G4, la galleta con el mayor porcentaje de sustitución y por tanto el mayor contenido de fibra dietética. La presencia de fibra disminuye el aprovechamiento del nitrógeno y por tanto decrece la DA (27,28). Ese efecto fue claramente observado en las dietas de caseína con y sin celulosa.

Los resultados de la evaluación de la calidad sensorial de las galletas a nivel de laboratorio se presentan en la Tabla 6. Los puntajes promedios obtenidos revelaron que el panel detectó diferencias significativas en el color de las galletas. G1 obtuvo la mejor calidad de color (6 puntos= bueno), seguida de G3 y G4 mientras que el puntaje para G2 fue 5 puntos (ligeramente bueno). La dureza de las galletas varió entre 4 y 6, lo que indicó una dureza comparable a las aceitunas rellenas y las zanahorias crudas de acuerdo a la escala desarrollada por

los panelistas. G1 fue la más dura mientras que G3 y G4 resultaron con los menores valores de dureza e iguales entre si. La dureza de las galletas elaboradas con harina de trigo y usadas como referencia fueron fue 3,1. La fracturabilidad de la galletas varió entre 3 y 5 siendo G1 la menos fracturable y la G4 la más fracturable. La fracturabilidad de la galleta usada como referencia fue 2,4. Los resultados demostraron que un incremento en la cantidad de fibra afecta la textura de las galletas. Artz et al. (25) concluyeron que la fibra de maíz hace las galletas más fracturables.

En la prueba de consumidores, la G1 resultó ser la galleta con el más alto porcentaje de aceptabilidad (33,7%), le siguió la G2 (28,0%), luego G3 (21,3%) y el último lugar le correspondió a la G4 (17,0%). Estos resultados se corresponden con los obtenidos en la evaluación de la calidad sensorial a nivel de laboratorio, donde los mayores puntajes para el color, dureza y fracturabilidad correspondieron a la G1 y los menores a la G4.

TABLA 6
Resultados de la evaluación sensorial de las galletas

Galleta	Color	Dureza	Fracturabilidad
G1	6,4±0,2 ^a	4,8±0,8 ^g	4,1±0,4 ^j
G2	5,3±0,5 ^b	4,3±0,4 ^h	3,8±0,6 ^j
G3	5,7±0,5 ^c	3,9±0,8 ⁱ	3,0±0,5 ^k
G4	5,6±0,7 ^c	3,5±0,8 ⁱ	2,8±0,5 ^k

G1: galleta con 20% de harina de germen de maíz. G2: galleta con 5% de fibra de soya.

G3: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 5% de fibra de soya. G4: galleta con 20% de harina de germen de maíz y 10% de fibra de soya.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar. Se empleó un panel entrenado de 7 personas. Letras iguales en una misma columna indican que no hay diferencia significativa ($p < 0,05$).

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que ingredientes como la fracción fina de harina desgrasada y fraccionada de germen de maíz y la fibra de soya, solos o combinados pueden ser usados en la elaboración de galletas dulces con un alto contenido de fibra dietética. Pero es necesario considerar que la fuente y la cantidad de fibra empleada afecta los índices de calidad del horneado de las galletas como también, el color y la textura. Aquellas galletas donde la fibra fue aportada solamente por la harina desgrasada de germen de maíz resultó ser la más aceptada y con el mayor valor del PER y DA *in vivo*.

REFERENCIAS

- Spiller GA. Suggestion for a basis on which to determine a desirable intake of dietary fiber. En: CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition. 2da edición. Spiller, GA (Ed.). CRC Press, Inc. pp. 351-354. 1993.
- Dreher ML. Handbook of dietary fiber. An applied approach. Marcel Dekker, Inc. NY. 1987.
- Clydesdale, FM. Science, education, and technology: new frontiers for health. Crit Rev Fd Sci Nutr. 1998;38(5):397-419.
- Remavenca. Germarina. Harina de germen de maíz desgrasado. Composición Proximal. Turmero, Venezuela. 1992.
- Lucisano M, Casighari EM & Barberi R. Use of defatted corn germ flour in pasta products. J Food Sci. 1984;49:482-486.
- Vetter JL. Fiber as a food ingredient. Food Technol. 1984;38(10):64-68.
- Protein Technologies International. Fibrim. Información Técnica. 1989.
- Tsen CC. Development of nutritive and low-cost wheat-based foods. Developm. Food Sci. 1982;5B:1147-1151.
- INN. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Publicación # 47. Series de Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela. 1991.
- Sangronis E & Sancio M. Development and characterization of rice bran cookies. Acta Científica Venezol. 1990;41 (3):199-203.
- Spiller GA & Jenkins JA. Report of The Recommendations on Fiber Classification of the Fiber Supplement Workshop at the XIII International Congress of the Nutrition, Brighton, U.K. En: CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition. 2da edición. Spiller, GA (Ed.) CRC Press, Inc. pp. 629. 1993.
- AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of American Association of Cereal Chemist. St Paul, Minnesota. 1988.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry. 16th ed. Washington, DC. 1990.
- Whitney EN & Nunnelle EM. Understanding Nutrition. West Pub. Co. St. Paul, Minnesota. pp. 13. 1984.
- Hevia P & Cioccia AM. Application of a colorimetric method to the determination of nitrogen in nutritional studies with rats and humans. Nut Rep Int. 1988;38(6):1129-1134.
- Szczesniak AS, Brandt MA & Friedman, HH. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. J Food Sci. 1963;28:320-325.
- CIEPE (1984). Evaluación Sensorial de los Alimentos. CIEPE (ed.) Yaracuy, Venezuela.
- Civille GV & Liska IH. Modifications and application to foods of the general foods sensory texture profile technique. J Food Studies. 1975;6:19-25.
- Manley DJ. Tecnología de la Industria Galletera: Galletas, Crackers y otros productos Horneados. Zaragoza-España: Ed. Acribia, S.A. 1989.
- Sangronis E & Rebollo MA. Fibra dietética soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y en productos comerciales a base de cereales. Arch Latinoamer Nutr. 1993;43(3): 258- 264.
- Frolich W. Bioavailability of minerals from cereals. En: CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition. 2da edición. Spiller, GA (Ed.). CRC Press, Inc. pp. 209.993
- Hoojjat P & Zabit ME. Sugar snap cookies prepared with wheat-navy-bean-sesame seed flour blends. Cereal Chem. 1984;61:41-45.

23. Jeltema MA, Zabik ME & Tiel LJ. Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chem.* 1983;60: 227-235.
24. Buck JS, Walker CE & Watson KS. Incorporation of corn gluten meal and soy into various cereal based food and resulting product functional, sensory and protein quality. *Cereal Chem.* 1987;64: 264-268.
25. Artz WE, Warren CC, Mohring AE & Villota R. Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies. *Cereal Chem.* 1990;67:303-307.
26. González-Galán A, Wang SH, Sgarbieri VC & Moraes MA. Sensory and nutritional properties of cookies based on wheat-rice-soybean flours baked in a microwave oven. *J Food Sci.* 1991;56:1699-1704.
27. Gallaher DD & Scheeman BO. Effect of dietary fiber on protein digestibility and utilization. En: *CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition*. 2da edición. Spiller, GA (Ed.). CRC Press, Inc. pp.179-205. 1993
28. Eggum BO. Digestibility of plant protein: Animal Studies. En: *Digestibility and Amino Acid Availability in Cereal and Oilseeds*. Finley JW & Hopkins D (Ed). American Association of Cereal Chemist, Inc. St Paul, Minnesota. pp. 276.1985.

Recibido: 20-08-1998

Aceptado: 08-12-1998

Nutritional evaluation of table bread fortified with defatted soybean and sesame meals

Sergio O. Serna Saldivar, Jesús R. Abril-Dominguez, Guadalupe López-Ahumada, Refugio Ortega-Ramírez

Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México

SUMMARY. The nutritional value of table bread fortified with 8% defatted soybean meal (DSBM), 12% DSBM and a mixture of 8% DSBM/4% defatted sesame meal (DSM) was assessed with *in vivo* and *in vitro* tests. Fortification with DSBM and DSM decreased protein digestibilities ($P < 0.05$) but improved essential amino acid scores (EAA) and overall nutritional value of the breads. Fortified breads contained twice as much lysine, and consequently a better protein efficiency ratio (PER) than the control bread. The PER of the 8% DSBM/4% DSM bread was similar ($P > 0.05$) to the 12% DSBM bread. The 8% DSBM fortified bread showed lower PER, amino acid and protein contents than breads fortified with 12% DSBM. *In vitro* procedures utilized to predict protein digestibilities and PER's provided a close estimation of *in vivo* results obtained from growing rats.

Key words: Fortified bread, soybean, sesame, protein quality.

RESUMEN. Evaluación nutrimental de pan de mesa fortificado con harina desgrasada de soya y ajonjolí. El valor nutrimental de pan de mesa fortificado con 8% de harina de soya desgrasada (DSBM), 12% de DSBM y una mezcla de 8% DSBM/4% harina de ajonjolí desgrasada (DSM) fue determinado mediante pruebas *in vivo* e *in vitro*. La fortificación con DSBM y DSM decremó significativamente la digestibilidad de la proteína ($P < 0.05$) pero mejoró los valores de aminoácidos esenciales y el valor proteico nutrimental de los panes. Los panes fortificados contuvieron el doble de lisina y consecuentemente una mejor razón de eficiencia proteica (PER) que los panes testigos. El PER del pan con 8% DSBM/4% DSM fue similar ($P > 0.05$) al del pan con 12% DSBM. El pan fortificado con 8% DSBM mostró un menor contenido de proteína, aminoácidos y PER que el pan fortificado con 12% DSBM. Los procedimientos *in vitro* utilizados para predecir las digestibilidades de la proteína y PER's estimaron adecuadamente a los resultados obtenidos *in vivo* con ratas de laboratorio.

Palabras clave: Panes fortificados, soya, ajonjolí, calidad proteica.

INTRODUCTION

In underdeveloped countries, fortification of cereal-based foods with low cost protein sources can upgrade the nutritional status of the population, especially post weaned children. In Mexico, tortillas and bread are the main staple foods; therefore, these products are the best vehicles to improve the average diet. Recently, the large tortilla processors implemented a soybean tortilla fortification program that is gaining popularity. A similar program can be established using bread as a fortification vehicle. Previous reports have indicated the advantage of using oilseed protein meals to fortify cereal-based foods (1-8). The improved nutritional value is due to the superior essential amino acid profile, which in turn translates into increased weight gains. Generally sulfur-containing amino acids are the most limiting amino acids in oilseed flours. Among the different oilseed meals, sesame meal is reported to have adequate amounts of sulfur-containing amino acids. Therefore, when combined with soybean, sesame meal can improve even more the nutritional value of cereal based foods (9,10). Bread is one of the most difficult products to fortify, because of the detrimental effects of foreign (non-wheat)

proteins on loaf volume and color (11). However, recent reports have indicated that the use of dough conditioners can partially overcome the deleterious effects of protein fortification on bread volume (12-15). In a previous study, Serna-Saldivar et al. (12) produced and evaluated quality properties of breads fortified with defatted soybean and sesame meals and supplemented with sodium stearoyl-2-lactylate. Addition of the emulsifier improved properties (volume, crumb texture, density) of fortified breads. Fast, accurate and low cost *in vitro* techniques for nutritional value determinations are commonly used in food quality research. Hsu et al (16) developed an *in vitro* technique to predict protein digestibility using a multienzyme system, which correlated well with *in vivo* data. Methodologies have been developed to predict PER's using *in vitro* protein digestibility data and amino acid patterns of foods (17). The most common methods currently used are C'PER (calculated protein efficiency ratio) and DC'PER (discriminated calculated protein efficiency ratio) (18). The objectives of this study were to 1) investigate the nutritional value of breads fortified with defatted soybean and sesame meals using both *in vivo* and *in vitro* techniques and 2) to compare the *in vivo* and *in vitro* procedures.

METHODOLOGY

Bread preparation

A commercial 75% extracted hard wheat flour was used to prepare table bread, along with commercial defatted soybean meal (DSBM) and defatted sesame meal (DSM). Oilseed meals were ground in a pin mill to pass through a 100 US mesh. The bread formula was based on 300 g flour, 22.5 g sugar, 4.5 g salt, 5.1 g dry yeast and 9 g shortening. Control and fortified breads were produced according to the methods and procedures suggested by Serna-Saldivar et al. (12). Fortified flours contained 8% DSBM, 12% DSBM and a mixture of 8% DSBM/4% DSM. were utilized to produce breads.

Sample preparation

Resulting breads were dried at 50°C for 24 hr in a drying tunnel with an air velocity of 290 m/min and then ground in a hammer mill to pass through a 2 mm screen. The ground dry bread was placed on the laboratory counter for 48 hr to equilibrate with the atmosphere and then bagged and stored in a freezer for further use.

Analytical procedures

Proximate analyses of breads and casein were performed following AOAC (18) procedures. Amino acid composition was determined after a 6N HCl hydrolysis, and quantified by ion exchange chromatography using a modified Beckman 120 C Amino Acid Analyzer (19). Tryptophan analyses were quantified by a microbiological technique suggested by Ford (20,21). Essential amino acid compositions were compared and expressed as a percentage of the FAO/WHO/UNU (22) requirement. Rat feces were dried at 50°C, moisture equilibrated and analyzed for dry matter and protein following AOAC (18) procedures.

Rat feeding trial

Diet formulation. Experimental diets were formulated following AOAC (18) procedures (Table 1). Diets were formulated to contain 1.6% nitrogen, 8% fat, 1% fiber, 5% supplemented vitamins and 1% supplemented minerals. Fiber and fat contents were adjusted by the use of cellulose and vegetable oil, starch was added to adjust the diet to 100%. The synthetic control diet contained ANRC casein as the sole source of protein. Five percent sucrose was added to improve palatability and enhance feed intake (Table 1).

Feeding trial. Thirty Sprague-Dawley weanling rats with an average initial weight of 53 g were used to perform the PER and in vivo protein digestibility studies. Rats had a two-day cage adaptation period in which they were fed laboratory chow diet. Rats were blocked by initial weight and sex and distributed at random in six blocks. Each block consisted of 5 experimental units in which all treatments were distributed at random. Therefore, each treatment consisted of six repetitions

composed of three males and three females. Rats were housed individually in wire cages under controlled room temperature (25°C) and light conditions (12 hr light/12 hr dark). The experiment consisted of four periods lasting one week each. Rats were fed daily and weighed at the end of each period. The amount of food consumed during each period was recorded after collecting food leftovers. During the second and third period, feces were collected daily and stored in a freezer. Later on, feces were cleaned using a 40 US mesh sieve to remove food particles and other foreign material and then dried in an air convection set at 50°C. The dry fecal material was air equilibrated, weighed, ground and stored in plastic bags. Apparent protein digestibilities were calculated by subtracting the amount of protein excreted in feces from the amount of protein intake and then dividing by the protein intake and expressed as a percentage. PER's were calculated by dividing weight gain by protein consumed. PER's were calculated for each period, and at the end, the average of the four periods was obtained. The PER's of the experimental diets were corrected based on the PER of the control-casein diet using the following equation: $PER_c = (PER \text{ Test Protein}) (2.5) / PER \text{ Control-Casein}$.

TABLE 1
Composition and chemical analyses of diets used during rat bioassays¹

Ingredients (%)	Wheat Bread	Wheat + 8% DSBM Bread	Wheat +12% DSBM Bread	Wheat + 8% DSBM + 4% DSM Bread	Control Casein
Ground bread	81.21	67.23	61.53	60.15	—
Starch	6.75	20.43	25.65	26.83	68.17
Casein ²	—	—	—	—	11.83
Sucrose	—	—	—	—	5.00
Corn oil	5.28	5.54	6.01	6.20	8.00
Cellulose	0.76	0.80	0.81	0.82	1.00
Vitamins ³	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Minerals ⁴	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical Composition ⁵					
Moisture	6.78	7.41	7.37	8.60	5.80
Protein ⁶	10.38	10.05	10.48	10.14	10.44
Crude fiber	0.95	1.07	1.04	1.10	1.05
Ether extract	8.12	7.94	9.08	8.01	7.86
Ash	2.81	3.37	3.47	3.62	1.19

1 DSMB = defatted soybean meal; DSM = defatted sesame meal

2 ANRC standard casein

3 AIN vitamin premix

4 AIN mineral premix

5 Expressed on dry matter basis

6 Nitrogen x 6.25

Statistical analyses. Both protein digestibility and growth performance data results were statistically analyzed using Analysis of Variance Procedures with a randomized block

design (23). Treatment means were compared using Duncan's tests at a level of significance of 5%.

In vitro assays

Protein digestibility. The *in vitro* protein digestibility was determined according to the procedures suggested by Hsu et al. (16). The methodology was based on the incubation of the test sample with three proteolytic enzymes (trypsin, chymotrypsin and peptidase) in an aqueous solution adjusted to pH 8. The rate of protein digestion was proportional to the drop in pH after 10 min incubation at 37°C. The equation used to predict apparent protein digestibility was: $210.464 - 18.103(x)$; where x was the pH after 10 min incubation.

Calculated protein efficiency ratio (C'PER). C'PER's were calculated using the procedure suggested by Satterlee et al. (17) and summarized by AOAC (18). The procedure was based on the utilization of the *in vitro* protein digestibility and essential amino acid compositions of the different bread systems and casein.

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical composition

Fortified breads had a higher ash and fiber content than the control bread since oilseed meals provide more of these than the wheat flour alone. Fat content was similar among the different bread systems. The nitrogen free extract was highest for the control bread followed by the 8% DSBM bread and 12% bread mixtures. Contrarily, fortified breads had a higher protein and lysine content than the control bread (Table 2). Bread fortified with 8% DSBM, 12% DSBM and 8% DSBM/4% DSM had 24%, 35% and 38% more protein, respectively, than wheat bread. Tsen et al. (5) reported that bread fortified with 12% soybean meal had 35% more protein and twice as much lysine than wheat bread, which agrees with results obtained in this study. The higher protein content was reflected in higher amounts of essential amino acids. Lysine content increased from 0.3% in the control bread to 0.5% and 0.6% in the breads fortified with 8% and 12% DSBM, respectively. The higher lysine content obtained in fortified breads considerably improved their essential amino acid scores (Table 3). For all types of breads, lysine was the limiting amino acid. The addition of 8% DSBM improved the essential amino acid score from 42 to 54%. Breads fortified with 12% DSBM had higher scores than the bread fortified with 8% DSBM or 8% DSBM/4% DSM (Table 3). At higher levels of fortification, threonine could become either the first or second limiting amino acid and tryptophan the second or third. Therefore, in order to further improve the protein quality of fortified breads, it is recommended to use products that already have a high amount of lysine, threonine and tryptophan or to supplement the bread with the corresponding synthetic amino acids.

TABLE 2
Chemical composition of wheat bread and breads fortified with defatted soybean and sesame meals^{1,2}

(%)	Wheat Bread	Wheat + 8% DSBM Bread	Wheat + 12% DSBM Bread	Wheat + 8% DSBM Bread DSM 4% DSM Bread
Protein ³	12.75	15.82	17.29	17.61
Ether extract	3.46	3.33	3.44	3.17
Crude fiber	0.26	0.37	0.46	0.42
Ash	1.96	2.44	2.57	2.73
NFE ⁴	81.57	78.04	76.24	76.07
Lysine	0.31	0.50	0.61	0.55

1 Values are means of three observations. DSMB = defatted soybean meal; DSM = defatted sesame meal

2 All values are expressed on dry matter basis

3 Nitrogen x 6.25

4 Nitrogen free extract

TABLE 3
Essential amino acid scores of wheat bread and breads fortified with defatted soybean and sesame meals

Amino Acid FAO/WHO Std. ¹ (g AA/16 g N)	Wheat Bread	Wheat + 8% DSBM Bread	Wheat + 12% DSBM Bread	Wheat + 8% DSBM + 4% DSM Bread
% FAO / WHO/UNU Requirement ¹				
Lys	5.8	41.8*	54.0*	61.1*
Met+Cys ²	2.5	79.3	89.7	92.6
Thr	3.4	60.2**	78.6**	78.2
Phe+Tyr	6.3	113.0	116.6	116.9
Trp ³	1.1	101.4	82.3	77.6**
Leu	6.6	79.5	87.6	93.5
Ile	2.8	81.6	122.1	129.2
Val	3.5	71.0	107.2	110.1

1 Values are percentages of the FAO/WHO/UNU (22) suggested pattern of amino acid requirements for two-year old children. * = Most limiting amino acid; ** = second limiting amino acid.

2 Cysteine was obtained from table values.

3 Calculated by a microbiological assay according to Ford (20,21).

In vivo rat assays

Protein digestibilities. *In vivo* and *in vitro* apparent protein digestibilities were similar for all fortified breads. Wheat bread had a higher protein digestibility ($P < 0.05$) than fortified breads containing 12% DSBM or 8% DSBM/4% DSM (Table 4). An analysis of soybean's trypsin inhibitor activity showed that the inhibitor was inactivated by the desolventizing-toasting process. As expected, casein had the highest value of protein digestibility which agrees with previous data obtained by Hsu et al. (16). The *in vitro* technique utilized to predict protein digestibility produced results that were similar to the corresponding *in vivo* values although the *in vitro* technique slightly underestimated the values (Table 4).

TABLE 4
Protein digestibilities and protein efficiency ratios of wheat bread and breads fortified with defatted soybean and sesame meals¹

	Wheat Bread	Wheat + 8% DSBM Bread	Wheat +12% DSBM Bread	Wheat +8% DSBM + 4% DSM Bread	Control Casein
Protein Digestibility					
<i>In vivo</i> %	88.96 c	87.74 bc	86.38 ab	85.82 a	95.58 d
<i>In vitro</i> ² %	86.05 c	84.87 b	84.47 b	83.17 a	94.11 d
PER study					
Food intake, g/day	7.95 a	8.02 a	9.52 bc	9.06 b	10.41 c
Protein intake, g/day	0.83 a	0.83 a	0.96 b	0.95 b	1.03 c
Weight gain, g/day	0.81 a	1.28 b	1.60 c	1.53 c	2.41 d
<i>In vivo</i> PER ³	1.05 a	1.64 b	1.78 c	1.72 bc	2.50 d
<i>In vitro</i> PER ⁴	0.87	1.22	1.35	1.31	2.50

- 1 DSMB = defatted soybean meal; DSM = defatted sesame meal; PER = protein efficiency ratio. Values of *in vivo* data are the average of six observations. Means with different letters in the same row are statistically different (Duncan's test $P < 0.05$).
- 2 *In vitro* protein digestibility values are the average of three replicates. Estimated according to Hsu et al. (16).
- 3 Corrected PER. Correction factor 1.068.
- 4 Calculated according to Satterlee et al. (17).

Protein efficiency ratios (PER). The improved essential amino acid patterns or scores observed in all fortified breads (Table 3) clearly improved rat performance (Table 4). As expected, rats fed the 100% wheat bread had the lowest average daily gains, feed intake and PER'S (Table 4). This occurred despite its higher protein digestibility. Due to the higher feed intake and better amino acid composition, rats fed the 12% fortified mixtures gained twice as much weight as rats fed wheat bread alone. Consequently, rats fed wheat bread had lower PER's (1.05) than rats fed fortified breads (1.64 to 1.80). Marnett et al. (24) reported PER's of 1.0 and 1.95 for wheat bread and bread fortified with 12% DSBM, respectively. The PER of wheat bread was higher than the one for wheat flour alone (0.7) because the bread contains yeast. Yeast protein has been known to have a good biological value and adequate amounts of lysine. The PER at the 8% DSBM/4% DSM mixture was similar ($P > 0.05$) than the 12% DSBM bread although DSM did not contain as much lysine as DSBM (Table 3). Brito and Nuñez (10) mentioned that sesame soy blends may be as useful as soy alone for addition to corn based foods. Wheat bread and the average of the breads had 42% and 70% of the PER value found for the casein based diet. Fortified bread diets had more added starch than the bread diet in order to balance the protein content to 10% or produce isonitrogenous diets (Table 1). Thus, even better nutritional value can be expected in these products because their protein content will actually be higher in a practical scenario. PER's obtained by the use of *in vitro* protein digestibilities and amino acid underestimated the values obtained from rats. However, the absolute differences between treatments were similar, indicating that the CIPER technique predicted the same

differences observed in the rat bioassay. Therefore, it is recommended to use the *in vitro* techniques as fast, accurate indicators of protein digestibilities and PER's.

CONCLUSIONS

Fortified breads can upgrade the nutritional status of many people who consume bread daily due to their higher protein content and better protein quality or essential amino acid composition. Growing rats fed fortified breads with 12% DSBM gained twice as much weight than their counterparts fed wheat bread. The dramatic improvement in the nutritional value of the fortified products is easily worth the small increment in their production cost. In a previous study (12) it was proved that fortified breads with good processing properties and overall characteristics can be produced if sodium stearoyl 2 lactylate is utilized in the formulation. Furthermore, the baking operation per se does not require the extensive modification of existing equipment in producing establishments. With a fortification program such as the one proposed in this study, oilseed meals can be incorporated into much-needed human nutritional programs in developing countries, instead of being channeled into animal feeding.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to express their appreciation to Dr. Reina L. Vidal for technical assistance in tryptophan analyses and to the Swine Nutrition Lab. Personnel at Texas A&M for assistance during amino acid analyses.

REFERENCES

1. Barret F. The role of bread in international nutrition. *Cereal Foods World*. 1975; 20:323.
2. Lockmiller NR. Increased utilization of proteins in foods. *Cereal Sci. Today*, 1973;18:77.
3. Matthews RH, Sharpe EJ & Clark WM. The use of some oilseed flours in bread. *Cereal Chem*. 1970;47:181.
4. Milner M. Protein fortified cereal foods for developing countries. *Cereal Sci. Today*. 1974;19:509.
5. Tsen CC, Hoover WO & Phillips D. High protein breads. *Baker's Dig*. 1971;45:20.
6. González Agramon MM & Serna Saldivar SO. Effect of defatted soybean meal and soybean isolate addition on the nutritional physical, chemical and organoleptic properties of wheat flour tortillas. *J Food Sci*. 1988;53:793-797.
7. Serna Saldivar SO, Canett R, Vargas J, González M & Bedolla S. Effect of defatted soybean and sesame addition on the nutritional value of maize/dehulled sorghum tortillas produced by extrusion cooking. *Cereal Chem*. 1988;65:44-48.
8. Bressani R, Braham JE, Elias LG, & Rubio M. Further studies on the enrichment of lime treated corn with whole soybeans. *J Food Sci*. 1979;44:1707-1710.
9. Evans RJ & Bandemer SL. Nutritive values of some of oilseed proteins. *Cereal Chem*. 1967;44:417.
10. Brito JO & Nuñez N. Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combination with soy and corn flours. *J Food Sci*. 1982;47:457.
11. Tsen CC, & Hoover WJ. High protein bread from wheat flour fortified with full fat soy flour. *Cereal Chem*. 1973;50:7.
12. Serna-Saldivar SO, López-Ahumada G, Ortega-Ramírez R & Abril-Dominguez R. Effect of sodium stearoyl-2-lactylate on the rheological and baking properties of wheat bread fortified with defatted soybean and sesame meal. *J Food Sci*. 1987;53:211-214.
13. Birnbaum H. Interaction of surfactants in bread making. *Baker's Digest*. '1977;51(3):16.
14. DeStefanis VA, Ponte Jr. JG, Chung FH & Ruzza. Binding of crumb softeners and dough strengtheners during bread making. *Cereal Chem*. 1970;47:181.
15. Chung OK & Tsen CC. Functional properties of surfactants in bread making. I. Roles of surfactants in relation to flour constituents in a dough system. *Cereal Chem*. 1975;52:832.
16. Hsu HW, Vavak DL, Satterlee LD & Miller GA. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J. Food Sci*. 1977;42:1269.
17. Satterlee LW, Hendrick JG, Marshall HF, Jewell DK, Alf RA, Heckman MM, Fred Steinke H, Larson P, Dixon Phillips R, Sarwar G & Slump P. *In vitro* assay for predicting protein efficiency ratio as measured by rat bioassay: collaborative study. *J Assoc Off Anal Chem*, 1982;65:798.
18. AOAC. "Official Methods of Analysis". 14th ed. Assoc. of Official Analytical Chemists, Washington, DC., 1984.
19. Spackman DH, Stein WH & Moore S. Automatic recording apparatus for use of chromatography of amino acids. *Anal Chem*. 1958;30:1190.
20. Ford JE. A microbiological method for assessing the nutritional value of proteins. *Br J Nutr*. 1962;16:436.
21. Ford JE. A microbiological method for assessing the nutritional value of proteins. *Br J Nutr*. 1964;18:367.
22. FAO/WHO/UNU. "Energy and Protein Requirements", Technical Report Series 724, Expert Consultation. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 1985.
23. SAS Institute. "SAS Users Guide", Statistical Analysis System, Raleigh, NC, 1979.
24. Marnett LF, Tenney RJ & Barry VD. Methods of producing soy-fortified breads. *Cereal Sci. Today*, 1973;18:38.

Recibido:05-09-1998

Aceptado:23-04-1999

Caracterización sensorial de paté a base de descartes de pulpa de salmón utilizando la metodología superficie de respuesta

Mario Villarroel, Edgar Uquiche, Jean Francois Urbulú

Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

RESUMEN. Descartes de pulpa de salmón atlántico (*Salmo salar L.*) fueron utilizados para la formulación de un embutido tipo paté, con el propósito de aprovechar los residuos o desechos de la industria salmonídea y formular un producto de óptima calidad sensorial. Aplicando un diseño central compuesto rotatorio, factorial 2^n y utilizando la metodología superficie respuesta, se seleccionaron dos variables independientes, concentración de sal y concentración de goma xantana, a tres niveles de trabajo cada una de ellas. Se prepararon nueve formulaciones experimentales a las que posteriormente se les aplicó el test de puntaje compuesto, para analizar la calidad sensorial usando un panel de 12 jueces entrenados ($p > 0,05$). Consistencia, sabor y apariencia fueron los parámetros que se estudiaron por ser los que más afectan la calidad sensorial del producto. Los resultados del test de calidad sensorial fueron analizados estadísticamente usando el programa computacional Statgraph 7.0, lo que permitió obtener un modelo matemático para predecir la influencia de las variables independientes sobre la respuesta buscada. De acuerdo al gráfico tridimensional de superficie y mapa de contorno, se determinó que los niveles de sal y goma necesarios para obtener una combinación óptima de estos componentes fueron 1,5% y 1,35% respectivamente. La vida útil del producto almacenado a 3°C fue de 18 días, y a temperatura ambiente (18°C) fue de 8 días, valores que están dentro de los límites de tiempo de vida útil esperados para este tipo de producto.

Palabras clave: Salmón atlántico, paté, evaluación sensorial, metodología superficie de respuesta, vida útil.

INTRODUCCION

El crecimiento de la salmicultura en Chile lo ubica actualmente dentro de los tres principales países productores a nivel mundial (1). Esta tendencia ha tenido un crecimiento espectacular, así en el año 1990 las exportaciones de salmón representaban solo el 2,6% de la producción total de especies marinas, aumentando significativamente a 38,6% el año 1996 (2). Traducido en cifras, esto significó que en la temporada 1996 y 1997 se exportaron en forma congelada y fresco refrigerado, un total de 98.352 y 112.641 toneladas de productos a base de salmón, respectivamente, siendo los principales puertos de destino Japón, EEUU, países europeos y en menor proporción América Latina (3). Como resultado del acelerado crecimiento de la industria salmonera y de la demanda inter-

SUMMARY. Sensory characterization of pate from waste salmon (*Salmo salar L.*) products utilizing response surface methodology.

The goal of the present study was the development of a salmon pate formulation with excellent nutritional and sensory properties, using by product components from de salmon industry. The optimized formulation was obtained using the response surface methodology. A 2^n factorial and a composite central rotatable design was applied in the experience. Salt and xanthan hydrocolloid gum were the selected independent variables and sensory quality the response variable. Statistical analysis was utilized to estimate the fitted model. The optimum combination of selected experimental variables were 1.5% salt and 1.35% xanthan gum. Data from the chemical characterization of salmon pate showed an important protein content (20%) greater than liver pate (11.5%) and trout pate (14.7%). With regard to fat content, the concentration of this component in salmon pate was half the concentration found in liver pate. The shelf life of the optimized formula determined at 3°C and 18°C were 18 days and 8 days respectively.

Key words: Atlantic salmon, pate, sensory characterization, surface methodology, shelf life.

nacional, se ha generado una gran cantidad de desechos orgánicos (representando aproximadamente entre un 15 a 20% de la producción bruta del salmón), con un alto potencial de diseminación a través de corrientes de agua tanto subterráneas como aguas superficiales, comprometiendo la explotación agrícola de terrenos fértiles y, además un impacto negativo sobre el medio ambiente. Debido a esta realidad, e invocando razones nutricionales, económicas y ecologistas, se plantea como alternativa desarrollar productos alimenticios a base de desechos de pulpa de salmón. El estudio pretende demostrar que es factible aprovechar ciertos materiales de descartes provenientes de la industrialización de estos recursos marinos, y procesarlos para elaborar alimentos tipo embutidos, lo que se traduciría en varias ventajas tales como, disminución de la contaminación por una menor descarga de

residuos industriales al medio ambiente, incorporación de mayor valor agregado a productos derivados de la industrialización del salmón, además de aprovechar recursos marinos ricos en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (w-3), extensamente reportado en la literatura científica por su reconocida influencia en la reducción de enfermedades cardiovasculares. Entre estos bio-componentes destacan entre otros, el ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) (4-12).

Al respecto es interesante destacar en la composición química del salmón atlántico el contenido de materia grasa que llega a un 12% aproximadamente, la que se desglosa de la siguiente manera: ácidos grasos saturados 16%; monoinsaturados 35% y poliinsaturados 40% (entre ellos el DHA y EPA)(13).

Considerando estos antecedentes, el objetivo de este estudio será desarrollar una formulación optimizada de un embutido untado tipo paté, utilizando para este fin descartes de pulpa congelada de salmón, empleando la Metodología de Superficie Respuesta (14-19).

MATERIALES Y METODOS

Elaboración del paté de salmón

El producto se elaboró de acuerdo a procedimientos similares a los practicados para la fabricación de embutidos cocidos (20,21). Descartes de pulpa congelada de salmón atlántico (*Salmo salar L.*) donados por la empresa MariFarm Chile, S.A. de la ciudad de Puerto Mont, Chile, fueron utilizados para la elaboración del paté. Cloruro de sodio (NaCl) y goma xantana a diferentes concentraciones fueron incorporados a las formulaciones experimentales (Tabla 1). Manteca vegetal (10%) se adicionó para darle mejores características de untabilidad al paté, eritorbato de sodio (0,1%) fue seleccionado por sus características antioxidantes, sorbato de potasio (0,1%) y nitrito de sodio (0,0125%) como agentes preservantes, manteniendo constante sus concentraciones en las formulaciones experimentales.

TABLA 1
Formulaciones experimentales del paté de salmón

Ingredientes	Rango de concentración g/100g
Pulpa de salmón	suficiente para 100 g
Cloruro de sodio	0.51 - 2.50
Goma xantana	0.01 - 2.00
Manteca vegetal	10
Eritorbato de sodio	0.1
Sorbato de potasio	0.1
Nitrito de sodio	0.0125

La pulpa se procesó térmicamente en una marmita de acero inoxidable USINOX, a una temperatura de 95°C por 60

minutos con agitación constante, para reducir la actividad enzimática y carga microbiana. Después de enfriarlo a 10°C, la pulpa fue picada en un cutter hasta lograr una textura suave, mezclándose luego con el resto de los ingredientes. Con la ayuda de una embudidora manual (modelo Trespade) se envasó la mezcla usando tripas sintéticas (marca Naloflex), que poseen muchas ventajas para envasar este tipo de producto, tales como, retracción elástica, resistencia al roce, resistencia al calor y frío, esterilizable, olor y sabor neutros, entre otras características, fraccionándose en unidades de 100 g. Las unidades de paté se sometieron a un escaldado térmico, calentándolas en baño maría a 100°C por 5 minutos a fin de reducir la carga microbiana y contraer el envase sintético. Finalmente, se almacenaron a 2°C ± 0.1°C.

Diseño experimental superficie de respuesta

Para determinar la mejor combinación de goma xantana y sal se utilizó un diseño central compuesto rotatorio factorial 2ⁿ. Se trabajó con cinco niveles de concentración de cada variable independiente obteniéndose 9 formulaciones experimentales de paté (Tabla 2).

TABLA 2
Matriz de diseño de formulaciones de paté de salmón

Experimento	X1*	X2*
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	- alfa	0
6	+alfa	0
7	0	-alfa
8	0	+alfa
9	0	0

* X1 Cloruro de sodio - alfa= 0.51; -1=0.80; 0=1.50; +1=2.20; +alfa= 2.50

**X2 Goma xantana -alfa= 0.01; -1=0.30; 0=1.00; +1=1.70;+alfa=2.00

Para predecir el efecto de las variables independientes sobre la calidad sensorial, se aplicó un modelo matemático polinomial de segundo orden que se describe en la siguiente ecuación:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2$$

donde

X₁ : concentración de sal (%)

X₂ : concentración de goma xantana (%)

Y : calidad sensorial

b₀, b₁, b₂, b₁₁, b₂₂, b₁₂ : coeficientes de regresión.

Mediante un análisis de regresión múltiple se determinaron los coeficientes de regresión con la ayuda del programa computacional Statgraphics 7.0, el que permite también obtener el gráfico tridimensional de superficie y el mapa de contorno. El ajuste del modelo se evaluó mediante un análisis de varianza, y finalmente se calculó el coeficiente de determinación R².

Evaluación sensorial

Las muestras experimentales fueron sometidas al test de puntaje compuesto (22) para determinar la calidad sensorial, trabajando con un panel de 12 jueces entrenados y una escala no estructurada de longitud 7 cm con valores extremos: de «muy malo» y «muy bueno» respectivamente. Los parámetros considerados como importantes en la calificación de la calidad sensorial fueron sabor, consistencia y apariencia.

Análisis proximal y microbiológico

Se caracterizó químicamente la materia prima y el paté de salmón, determinándose el porcentaje de humedad, extracto etéreo, proteínas (Kjeldahl N x 6,25), cenizas, fibra cruda, y por diferencia el contenido de carbohidratos, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la AOAC (23). La calidad microbiológica del paté fue también evaluada (24). Se practicaron los siguientes análisis: Recuento total de aerobios mesófilos en Agar Plate-Count, incubando las muestras a 35°C por 48 horas. Para el recuento de hongos y levaduras se utilizó el agar papa-glucosa, incubando las muestras a 25°C por 5 días.

Otras determinaciones

Muestras del producto optimizado fueron almacenadas a 3°C y a temperatura ambiente (18°C), para determinar bajo estas condiciones su estabilidad al almacenamiento, período durante el cual se evaluaron las siguientes características: pH (pH-metro digital Orion-501); actividad de agua (aw) (equipo Luft); color (escala de colores de la Norma UNE 48-103-94); índice peróxido (25). Finalmente se hicieron determinaciones de porcentaje de pérdida de peso mediante el registro periódico de los pesos de las muestras almacenadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Superficie de respuesta

Aplicando el análisis de regresión múltiple, se determinaron los coeficientes de regresión lineal y cuadráticos de la ecuación característica:

$$Y = 6,30 + 0,11X_1 + 0,75X_2 - 1,04X_{11} - 0,62X_{22} - 0,25X_{12}$$

Estos coeficientes, así como la significancia estadística se muestran en la Tabla 3. Del análisis estadístico se concluye que los coeficientes correspondientes al efecto lineal y

cuadrático de X₂ (% goma) y el efecto cuadrático de X₁ (% sal) afectan significativamente al modelo (p<0,01). Asimismo el coeficiente de determinación R² fue de 0,88 (significativo al p<0,01). Este resultado implica que el 88% de la calidad sensorial del paté es explicada por los cambios de las variables cloruro de sodio y goma xantana.

TABLA 3
Análisis de regresión de la calidad sensorial de las formulaciones de paté de salmón

Variable independiente	Coefficiente de regresión	Valor t
Constante	b0	6.3
X1	b1	0.11
X2	b2	0.75
X1 ²	b11	-1.04
X2 ²	b22	-0.62
X1X2	b1,2	-0.25

X1= sal; X2= goma xantana

* significativo al p<0.01

Coefficiente de determinación ajustado R² = 0.83 (significativo al p<0.01)

De acuerdo al análisis de varianza para los coeficientes de regresión (Tabla 4), el modelo evaluado es válido para medir el efecto de las variables X₁ y X₂ sobre la calidad sensorial (p<0,05).

TABLA 4
Ajuste del modelo matemático del paté de salmón

Efecto	Sum. Cuadrado	g. libertad	Valor F	Probab.
Modelo	14.07	5	13.12	0.02
Error falta ajuste	1.19	3	5.31*	0.07
Error puro	0.30	4		

* No significativo al p<0.05

Gráficas de superficie de respuesta

El gráfico de superficie de respuesta (Figura 1) muestra la influencia de las variables independientes sobre la calidad sensorial del paté de salmón. La máxima respuesta en el mapa de contorno (Figura 2) corresponde a 6,44 situándose dentro de la zona de «muy bueno» de la escala no estructurada y que se obtuvo al combinar 1,50% de sal y 1,35% de goma.

FIGURA 1
Efecto de las variables sal y goma xantana en la calidad sensorial de paté de salmón

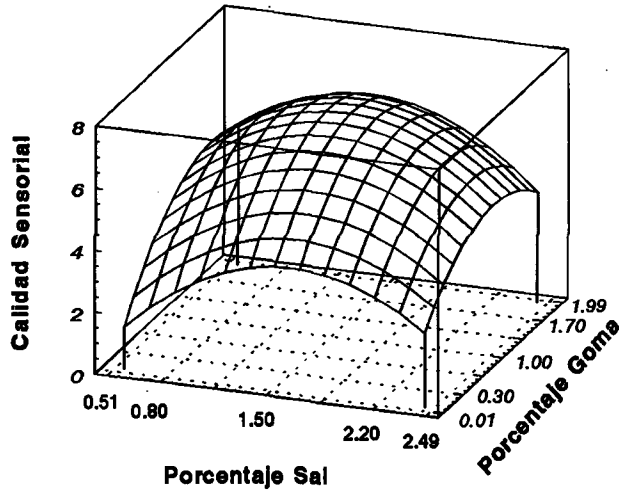
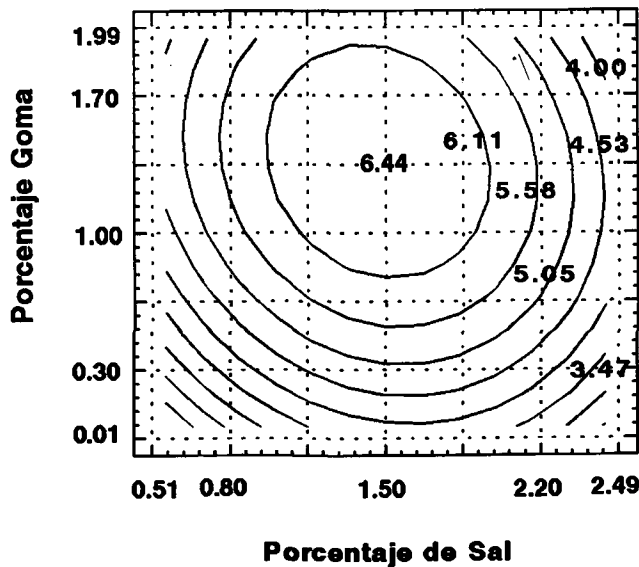


FIGURA 2
Mapa de contorno del efecto de sal y goma xantana en la calidad sensorial de paté de salmón



Análisis proximal

En la Tabla 5 se presenta la formulación final optimizada de paté de salmón, la cual se obtuvo mediante la metodología de superficie de respuesta anexándose además, para facilitar la comparación, el aporte químico nutricional de productos

comerciales equivalentes, representados por paté de hígado de cerdo (26), salchicha de sardina con pollo (27) y paté de trucha(28). Con relación al contenido proteico, la formulación de salmón presenta el mayor porcentaje (20%), muy superior a los encontrados en trucha (14,7%) e hígado de cerdo (11,5%). En lo que respecta al extracto etéreo, el contenido de materia grasa en la formulación experimental es consecuencia, por un lado, del carácter graso de la pulpa utilizada para la elaboración de paté de salmón y por el otro, de la manteca que se utilizó para mejorar la untabilidad del producto. El contenido graso sobresale nítidamente a los otros productos siendo sólo inferior al paté comercial de hígado de cerdo en cuya formulación un componente importante es el tocino o gordura de cerdo.

TABLA 5
Análisis proximal de la pulpa de salmón y las formulaciones de paté (g/100g)

Componentes	Pulpa de salmón	Paté de salmón	A	B	C	D
Humedad	62.16	51.89	71.11	66.10	73.00	42.30
Proteínas*	16.54	20.13	18.41	18.20	14.70	11.50
E. Etéreo	20.28	26.31	1.49	5.80	9.20	42.00
Cenizas	0.95	1.02	2.29	3.60	—	2.90
Fibra cruda	—	—	—	—	—	—
Carbohidratos**	0.07	0.65	6.7	6.10	3.00	1.3

*%N x 6.25 **Por diferencia
A= Salchicha de sardina con pollo (27)
B= Embutido de pescado (Hing et al, 1972)
C= Paté de trucha (28)
D= Paté comercial (26)

Ensayos de vida útil

Con relación a los ensayos de estabilidad al almacenamiento, las Tablas 6 y 7 resumen la evolución de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de paté de salmón almacenadas a 3°C y 18°C, respectivamente. A medida que transcurre el tiempo se observa un incremento sostenido de la carga microbiana, siendo mayor a condiciones ambientales (18°C), lo que se explica porque el producto fue solamente escaldado. Si se toman en consideración las recomendaciones del reglamento sanitario chileno de alimentos (29), que fija como límite máximo 3×10^5 unidades formadoras de colonias para aerobios mesófilos y 1×10^3 unidades formadoras de colonias para levaduras y hongos, debemos concluir por razones de seguridad alimentaria, que no es recomendable almacenar este producto mas allá de 7 días a temperatura ambiente y 18 días a temperatura de refrigeración.

TABLA 6
Resultados de los ensayos físicos, químicos y microbiológicos del paté de salmón almacenado a 3°C

Días	Pérdida de peso (%)	a _w	pH	I.P. meq/kg lípido	Recuento Total*	Hongos y levadura*	L**	a**	b**
0	0	0.86	6.40	3.14	N.D.	N.D.	78.85	16.99	17.62
3	0	0.86	6.40	3.14	N.D.	N.D.			
6	0.04	0.87	6.39	3.18	N.D.	N.D.			
7	—	—	—	—	N.D.	N.D.			
10	0.32	0.87	6.38	3.22	N.D.	N.D.			
11	0.40	—	—	—	—	—			
13	0.43	0.88	6.37	3.29	—	—			
14	0.46	—	—	—	5.1x10 ³	N.D.			
17	0.52	0.89	6.36	3.31	2.9x10 ⁵	5.6x10 ²	78.85	16.99	17.62
20	0.62	0.89	6.36	3.37					

I.P.= Índice peróxido; *UCF/g; **Unidades de color; N.D.= no detectado

TABLA 7
Resultados de los ensayos físicos, químicos y microbiológicos del paté de salmón almacenado a 18°C

Días	Pérdida de peso (%)	a _w	pH	I.P. meq/kg lípido	Recuento Total*	Hongos y levadura*	L**	a**	b**
0	0	0.86	6.40	3.14	N.D.	N.D.	78.85	16.99	17.62
3	0	0.86	6.40	3.14	N.D.	N.D.			
6	0.52	0.89	6.37	3.4	N.D.	N.D.			
7	—	—	—	—	4.1x10 ⁴	8.1x10 ²			
10	2.14	0.91	6.36	3.57	2.0x10 ⁷	9.1x10 ³			
17	3.94	0.92	6.17	4.16	—	—	80.78	13.88	15.08

I.P.= Índice peróxido; *UCF/g; **Unidades de color; N.D.= no detectado

El valor pH del paté se mantuvo relativamente parejo durante el período de almacenamiento refrigerado, detectándose una marcada tendencia a la disminución cuando el paté se almacenó a temperatura ambiente. La actividad de agua de 0,86 (una de las variables más importantes que afecta la vida útil de los productos alimenticios) no mostró variaciones de importancia que pudieran afectar la estabilidad del producto. Tomando en cuenta el elevado contenido de materia grasa del paté de salmón (26%), fue necesario en esta etapa del estudio determinar el grado de deterioro oxidativo de los compuestos grasos de la pulpa de salmón, muy ricos en ácidos grasos polinsaturados. Los valores de índice peróxido determinados para las dos temperaturas de almacenamiento si bien sufren ligeras modificaciones, se mantienen relativamente constantes durante todo el período de tiempo estudiado, sin alcanzar el límite de rancidez detectable organolépticamente, que es de 10 meq peróxido/K de lípido. Esta estabilidad del producto es debida a los antioxidantes adicionados a la formulación, como también a la tripa sintética opaca utilizada para envasar el paté. Al término del ensayo de estabilidad, el color rosado típico se mantuvo inalterado en el paté refrigerado, variando ligera-

mente de color rosado intenso a color rosado claro cuando el producto se almacenó a temperatura ambiente.

CONCLUSIONES

Se demostró la factibilidad de elaborar, a base de descartes de la industria del salmón, un embutido tipo paté con una óptima calidad sensorial.

Por su composición química se trata de un producto interesante y adecuado desde el punto de vista nutricional, por su contenido en proteínas (20%) y componentes grasos de tipo marino, ricos en ácidos grasos polinsaturados del tipo omega-3. Este último antecedente es importante pues tiene relación con aspectos de salud que responden a las nuevas tendencias del mercado consumidor, de tener acceso a productos alimenticios funcionales, que además de su función energética o de reposición de tejidos, posean además características que ofrezcan un beneficio de la salud de las personas.

Resultados del estudio de estabilidad durante el almacenamiento demostraron que el tiempo de vida útil del paté de salmón fue de 18 días a una temperatura de 3°C, y 8 días

a temperatura ambiente (18°C), datos que concuerdan con otros tipos de productos comerciales equivalentes.

Tomando en consideración aspectos ecológicos, el desarrollo de esta formulación presenta además otras ventajas pues la utilización de parte de estos desechos contribuiría a la protección del medio ambiente, reduciendo el nivel de descarga de residuos orgánicos al entorno.

REFERENCIAS

1. Méndez A. Salmón. Futuro con valor agregado. *Aquatic International*. 1997;30: 6-10.
2. Santa María C. El terremoto salmón. *Trizaron la joyita*. Diario El Mercurio. Santiago, Chile. Julio. 1997
3. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Estadísticas de exportación de productos marinos. 1998.
4. Masson L, Mella LA. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. Composición en Acidos Grasos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Edit. Universitaria. 1985.
5. Arteaga A. Acidos Grasos Omega-3 y Salud. *Revista Chilena de Nutrición*. 1997;15(2):75-80.
6. Uay R. Essentiality of Omega-3 Fatty Acids during Development. *Rev Chil Nutr*. 1992;20 (1): 7-15.
7. Van de Broek A. Functional Foods *International Food Ingredients*. 1993;1-2: 4-10.
8. Hoogenkamp H. Lifestyle and Foods. *International Food Ingredients*. 1994;3: 23-29.
9. Kawazoe K. Market Trends of functional foods and food ingredients in Japan. *International Food Ingredients*. 1994;5:43-45.
10. Lauritzen D. Food Enrichment with marine Omega-3 Fatty Acids. *International Food Ingredients*. 1994;1: 41-44.
11. Kinsella JE. Food components with potential therapeutical benefits: The n-3 Polyunsaturated Fatty Acids of Fish Oil. *Food Technol*. 1986;40(2):89-97.
12. Kinsella JE. Food Lipids and fatty acids: Importance in food quality, Nutrition and Health. *Food Technol* 1988;42 (10):124-144.
13. USDA Agricultural Handbook Atlantic salmon nutritional composition. 12. 1998.
14. Giovanni M. Response Surface Methodology and Product Optimization. *Food Technol* 1983;37(11):41-45.
15. Gacula M and Singh J. *Statistical methods in food and consumer research* Academic Press, Inc. Orlando, Florida. 1984.
16. Lawson J, Madrigal JL, Erjavec J. Estrategias experimentales para el mejoramiento de la calidad en la industria. Grupo Editorial Iberoamerica. 1992;187-189.
17. Floros JD and Chimman MS. Computer graphic assisted optimization for product and process development. *Food Technol*. 1988;42:72-78.
18. Diezack JD. Taking the gamble out of product development. *Food Technol*. 1990;44 (1):110-117.
19. Henika RG. Use of response surface methodology in sensory evaluation. *Food Technol*. 1982;36: 92-106.
20. Prandl O, Fisher A, Schmidhofer T, Sinell JH. *Tecnología e Higiene de la carne*. Edit. Acribia. S.A. Zaragoza. España. 1994.
21. Weinacker K, Bitner S. Materiales de envase para cecinas. *Rev. Alimentos* 1990;2(15):17-27.
22. Wittig de Penna E. Evaluación sensorial, una metodología actual para Tecnología de los Alimentos. Talleres gráficos USACH, Santiago. 1982.
23. Association of Official Analytical Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th Edition. Washington D.C. The Association. 1990.
24. Refai MK. *Manuales para el control de calidad de alimentos. Análisis Microbiológicos*. Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Agricultura y la Alimentación. 1981.
25. Schmidt Hebbel H. *Ciencia y Tecnología de lo Alimentos*. Edit. Alfa, Beta. Santiago, Chile. 1981.
26. Schmidt-Hebbel H, Pennachiotti I. *Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos*. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Edit. Universitaria. 1994.
27. Irribarren N, Murray R, Calfa A, Marquez M, Guiza V. *Salchicha de sardina (*Sardinops sagax*) con color y sabor a carne de pollo*. Proceedings X Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Pucón, Chile. 1993.
28. *Meals for You*. Trout paté. Internet. 1998.
29. *Reglamento Sanitario de los Alimentos*. Ministerio de Salud Pública. Santiago de Chile 1997.

Recibido:12-02-1999

Aceptado:23-07-1999

Antioxidant concentration effect on stability of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) crude oil

Vieira Thais M.F.S., Regitano-d'Arce, Marisa A.B.

Departamento de Agroindustria, Alimentos e Nutrição - ESALQ/USP. Brazil

SUMMARY. Shelled and broken Brazil nuts easily lose quality, if not properly stored. Pressing is an alternative use of these nuts and the crude oil stability was studied. Our previous studies demonstrated that TBHQ (200 mg kg^{-1}) was very efficient to prevent rancidity development in oils bottled in brown and clear glass. As TBHQ has higher price than other phenolic antioxidants like BHT and BHA, an oven test (at 63°C) was conducted to determine the economical and best concentration of TBHQ for Brazil nut crude oil. An assay at ambient temperature was conducted in brown and clear glass flasks with and without the economical concentration of TBHQ calculated (83 mg kg^{-1}) for 90 days. Acid, peroxide, and iodine indices and the absorptivity at 232 nm were determined. TBHQ, even at this low dosage, was very efficient in both brown and clear glass flasks. Peroxide value increased from $11.5 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$ to average 15 and 35, in TBHQ and control samples after 90 days. The absorptivity at 232 nm remained at 1.3 in samples with TBHQ while the control increased to 1.6.

Key words: Antioxidant concentration, Brazil nut, crude oil, oxidative stability.

RESUMO. Efeito da concentração de antioxidante na estabilidade do óleo bruto de Castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*). Castanhas do Pará quebradas e descascadas facilmente se deterioram, se não forem armazenadas adequadamente. A prensagem é uma forma alternativa de encontrar um uso para o óleo e por isso sua estabilidade durante o armazenamento foi estudada. Estudos nossos anteriores já haviam demonstrado a eficiência do TBHQ (200 mg kg^{-1}) como antioxidante de óleos embalados em frascos de vidro transparente e âmbar. Contudo o TBHQ tem um preço consideravelmente mais alto do que o de antioxidantes fenólicos BHA e BHT. Por isso foi conduzido um teste de estufa (a 63°C) para determinar a dose econômica e a melhor dose de TBHQ para o óleo bruto de castanha do Pará. Um ensaio de armazenamento à temperatura ambiente foi conduzido com o óleo adicionado da dose econômica calculada de TBHQ (83 mg kg^{-1}) em frascos de vidro transparente e âmbar por um período de 90 dias. Foram determinados índices de acidez, de peróxido, de iodo e absorptividade em 232 nm. O TBHQ foi muito eficiente em ambos tipos de vidros. O índice de peróxido aumentou de $11,5 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$ para um valor médio de 15 e 35, nas amostras com TBHQ e da testemunha, respectivamente, ao final do armazenamento. A absorptividade em 232 nm permaneceu em 1,3 nas amostras com TBHQ e aumentou para 1,6 na testemunha.

Palavras-chave: Concentração de antioxidante, castanha do Pará, óleo bruto, estabilidade oxidativa.

INTRODUCTION

Brazil nut (*Bertholletia excelsa*), native to the Amazonian region, has a well known nutritional value due to its high contents of lipids (70%) and proteins (20%) (1). Brazilian production is extractive, although some rational cultivation can be found in the rain forest region, with higher yields and earlier harvests. Almost all of the 20 thousand tons collected annually are exported to the United States (in shell) and to Europe (shelled). Domestic consumption amounts to 1% of the total harvesting. Nuts broken during shelling are not accepted for exportation and if not properly stored, they spoil rapidly and become moldy or rancid. An alternative use for these nuts is pressing for crude oil production. If nuts are of good quality, oil is flavorful and highly accepted. Oil quality is directly dependent on nuts conservation; when not properly stored or spoiled, there is an increase in oil acidity, however up

to a maximum 20% of spoilage did not affect seriously the oil quality (2). Shelled Brazil nuts stored on polypropylene trays covered with PVC film for six months at ambient temperature showed an increase in oil peroxide value from 11.39 to 31.36, after 90 days, and to 50.49, after 180 days. Acid values increased from 0.34 mg g^{-1} to 2.74 (3).

Brazil nut oil is reported to be very unstable due to its over 75% polyunsaturated fatty acids (a balance between oleic and linoleic acid) (4-6). Refined Brazil nut oil was the least stable in frying tests (7). Refining may have consumed all the natural antioxidants detected in crude oil methanolic extract which showed phenolic character and synergistic effect with BHT (8). Broken nuts, in general, do not keep very long and have

Financial support from FUNTAC (Fundação de Tecnologia do Acre)

very little protection from natural antioxidants (9). Expeller pressed crude Brazil nut oil in brown glass bottles was stored for 184 days and protective effect of the addition of BHT and citric acid was not observed (10). Oven test for 120 hours at 63°C had already indicated 200 mg kg⁻¹ TBHQ to be the best antioxidant for Brazil nut crude oil protection when compared to BHA, BHT and BHA/BHT mixtures (11).

The objective of this work was to determine the lowest efficient TBHQ concentration to be added to Brazil nut crude oil. This economical dose of TBHQ was calculated from oven test oxidative data and applied to an ambient storage essay in brown and clear flasks for three months.

MATERIAL AND METHODS

Broken nuts were hydraulically pressed at 5lb in⁻² in a laboratory hydraulic Carver press, model B. Crude oil was filtered and stored under nitrogen atmosphere, in a freezer, until the beginning of the assays. Two experiments were conducted: for economical antioxidant concentration determination (under accelerated condition) and for best packaging (glass color) at ambient temperature, for 90 days.

Assay 1: Accelerated oven test was conducted at 63°C for 120 hours to determine the best and the economical dosage of TBHQ. 0, 25, 50, 75 and 100 mg kg⁻¹ were added to Brazil nut crude oil bottled in 30 mL clear glass flasks. Each treatment was conducted in triplicate. Bottles were withdrawn and analyzed after 120 hours for peroxide value and polynomial regression analysis was done (14) to determine the best and the economical dosage of TBHQ.

Assay 2: Brazil nut crude oil was poured in 30 ml clear and brown glass bottles (surface : volume ratio = 1.48:1), sealed with a plastic cap, and stored with the addition of the economical antioxidant concentration calculated from Assay 1, at room temperature (25-27°C) for 90 days. Every 30 days samples flasks were withdrawn from shelf and analyzed for acid, peroxide and iodine values and for UV spectrophotometry. Control samples (without any antioxidant or synergistic agent addition) were analyzed as well, for comparison.

Analytical procedures: Absorptivity at 232 nm was determined following the analytical methods described by IUPAC (1979) method II.D.23 (12). Oil samples were dissolved in isoctane. A Shimadzu UV 1203 spectrophotometer was used. Peroxide, acid, and iodine values were determined according to AOCS (1983) (13), methods Cd 8-53 e Ca 5a-40 and Cd 1-25, respectively.

Statistical analysis was conducted, analyzing data as a factorial model in a randomly distributed experiment, in triplicate. Tukey's test (P<0.05) was performed for time, antioxidants, color of glass bottles and for their interactions (14).

RESULTS AND DISCUSSION

Brazil nut freshly defrozen crude oil presented 3.00 mg KOH g⁻¹ acid value and 10.03 meq O₂ kg⁻¹ peroxide value. According to the Brazilian food law (CNNPA 22/77) (15), maximum peroxide value accepted for crude oils is 20 meq O₂ kg⁻¹.

TBHQ showed an increasing effect in controlling Brazil nut crude oil stability during oven test with increasing concentration (Figure 1). A polynomial regression of data resulted in a quadratic equation, valid for 0-100 mg kg⁻¹, yielding the best and economical concentration values:

$$y = 0.003x^2 - 0.45x + 23.79 \quad (\text{Eq. 1})$$

where: y = peroxide value (meq kg⁻¹)

x = TBHQ concentration (mg kg⁻¹)

Application of dy / dx furnished the best TBHQ concentration (85 mg kg⁻¹) to achieve the same performance of 100 mg kg⁻¹, the maximum concentration of the studied period.

The economical dose calculated from the following equation (Eq.2) presented a similar value (83 mg kg⁻¹). In this case, prices of the oil and the antioxidant were taken into consideration besides the results of dy / dx. The calculated value of 83 mg kg⁻¹ offers the minimum cost to achieve a good performance.

$$[(\text{oil price}) / \text{TBHQ price}] - 0.45] / 2 \times 0.003 \quad (\text{Eq.2})$$

where: oil price = US\$ 600.00/ton

TBHQ price = US\$ 47.00/kg

FIGURE 1

Peroxide value of the Brazil nut crude oil submitted to oven test (63°C, 120 hours) - polynomial regression curve drawn originated Equation 1

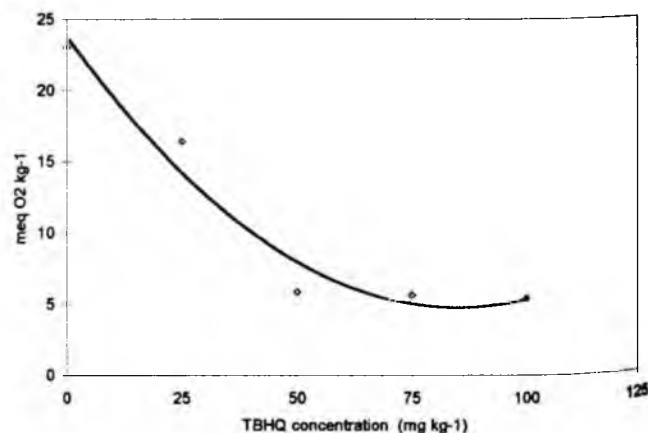


Figure 2 confirms that TBHQ economical dose, 83 mg kg^{-1} , was efficient on the preservation of Brazilian crude oil quality. Peroxide values reached 14.2 and 15.01 in brown and transparent glasses, respectively, while the control reached much higher values ($< 30.0 \text{ mg kg}^{-1}$). Tukey's test for storage time of TBHQ factor demonstrated no variation in peroxide index or absorptivity at 232 nm during the three months at 1% significance level (Figure 3), which indicates the efficiency of the low dosage. The low stability of control oil samples could be attributed to its high initial peroxide value, as well as to its fatty acid composition as mentioned earlier.

FIGURE 2

Peroxide value of the Brazil nut crude oil stored in glass bottles at ambient conditions
(Variance coefficient: 11.953%)

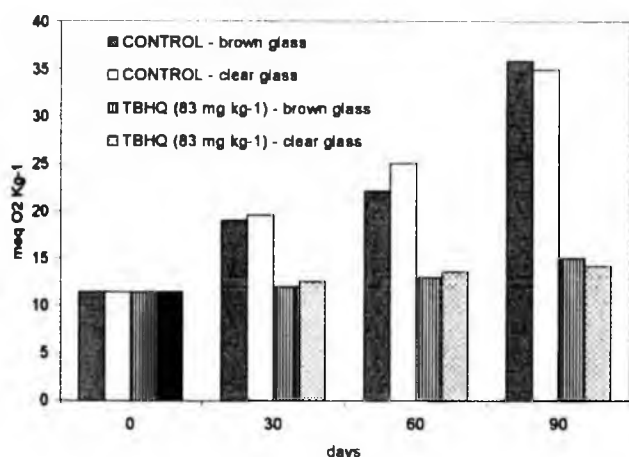
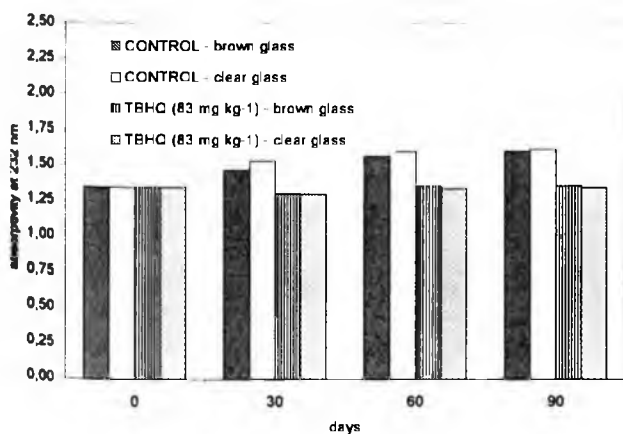


FIGURE 3

Absorptivity at 232 nm of the Brazil nut crude oil stored in glass bottles at ambient conditions
(Variance coefficient: 7.214%)



When 200 mg kg^{-1} of TBHQ was used in an previous study (11) peroxide value and absorptivity at 232 nm of Brazil nut crude oil were kept without alterations during 90 days at ambient storage. The protection of 83 mg kg^{-1} against oil rancidity was similar to 200 mg kg^{-1} of TBHQ. Our practice has indicated the most economical and best antioxidant concentrations can be determined for each oil, and varies with initial oil quality and type of accelerated oxidative tests like microwave or photoxidation chamber (16-18).

Iodine values decreased slightly with time of storage under ambient conditions, although average data did not differ statistically. Initial value was 101 cg g^{-1} and after 90 days it reached 98.98. Table 1 indicates hydrolysis is not a significant alteration in stored oils and is not related to stability. Neither antioxidants nor the glass color had effect on the acidity development.

TABLE 1

Acid value of the Brazil nut crude oil stored at ambient conditions

Storage days	TBHQ 83 mg kg^{-1} brown glass	TBHQ 83 mg kg^{-1} clear glass	Control brown glass	Control clear glass
0	3.01	3.01	3.01	3.01
30	2.96	2.95	2.98	2.97
60	3.03	3.06	3.05	3.08
90	3.03	3.10	3.15	3.10

Variance coefficient: 1.811%

Glass bottles provide protection for the oil, they are recyclable and can be filled at the retail shops and returned for refilling in small communities. Glass has better performance than PET bottles (19). Light protection is mandatory for prolonged oil shelf life and peroxide formation prevention (20). Research with nuts oils also indicated brown and clear glass bottles, in this order, to be the most protective (21), although our data do not confirm that. No statistical difference was detected between brown and transparent glasses.

CONCLUSIONS

TBHQ can be an efficient antioxidant for Brazil nut crude oil, even at 83 mg kg^{-1} , a dose much lower than the maximum allowed (200 mg kg^{-1}). In this study the glass color of the bottles had no influence on the oil stability preservation. The proposed method for TBHQ economical dose calculation could be adopted by industries.

ACKNOWLEDGMENTS

Authors are thankful to FUNTAC (Fundação de Tecnologia do Acre) financial support and for CNPq scholarships.

REFERENCES

1. Nery JP. Castanha-do-pará. *Bol Inst Tecnol Alim.* 1969;20:13-25.
2. Yokoya F, Antunes AJ, Jordão BA. Deterioração da castanha do Pará: II - Armazenamento das castanhas. *Rev Bras Tecnol.* 1971;2:117-20.
3. Ribeiro MAA, Regitano-d'Arce MAB, Lima UA, Nogueira MCS. Storage of canned shelled brazil nuts (*Bertholletia excelsa*): Effects on the quality. *Acta Alimentaria* 1993;22: 295-303.
4. Assunção FP, Bentes MHS, Serruya H. A comparison of stability of oils from Brazil nut, para rubber, and passion fruit seeds. *J Am Oil Chem Soc.* 1984;61:1301-36.
5. Elias LG, Bressani R. The nutritive value of the Brazil nut oil. *J Am Oil Chem Soc.* 1961;38:45.
6. Tateo F. La composizione acidica della materia grassa estratta dai semi di *Bertholletia excelsa*. *Ind Alim.* 1971;10: 68-70.
7. Tango JS, Andrade EF, Shirose I. Alteração nos óleos de castanha do Pará, amendoim, algodão e arroz durante o processamento de fritura de batatinha. *Col Inst Tecnol Alim.* 1977;8:75-94.
8. Melo MSOM, Mancini Filho J. Antioxidantes naturais da castanha do Brasil. *Ciência Tecnol Alim.* 1991; 11: 252-63.
9. Tapper AL, Knapp FW, Urs K. Oxidative rancidity in food products. II - Walnuts and other nut meats. *Food Res.* 1957; 22: 287-98.
10. GutierrezEMR, Regitano-d'ArceMAB, Rauen-MiguelAMO. Estabilidade oxidativa de óleo de castanha-do-Pará. *Ciência Tecnol Alim.* 1997; 17:22-7.
11. Regitano-d'ArceMAB, Vieira TMFS. Storability of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) crude oil. Koseoglu SS; Rhee KC, Wilson RF, editors. *World Conference on Oilseed and Edible Oils Processing. Proceedings;1996 Oct 6-10; Istanbul, Turkey.* Champaign: AOCS Press, 1996,2:174-6.
12. International Union of Pure and Applied Chemistry. Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. 6 ed. 1979.
13. Official and Tentative Methods. 3 ed. American Oil Chemists' Society, Champaign, 1983.
14. Gomes FP. *Iniciação à estatística.* 6 ed. rev. São Paulo: Nobel, 1978.
15. Brasil. Ministério da Saúde. Comissão Nac. de Normas e Padrões para Alimentos [Food Standards National Commission]. Resol. nº 22/77 do decr. lei nº 986 de 21/04/1969.
16. Regitano-d'Arce MAB. Castanha do Pará: óleo e subprodutos sob a ótica da lipidologia [Livre Docência-PhD Thesis]. Piracicaba (SP): Universidade de São Paulo, 1998.
17. Vieira, TMFS, Regitano-d'Arce MAB. Estabilidade oxidativa de óleo bruto de castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*) aquecido por microondas. Anais em CD Rom do XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1998 Jul 15-17.
18. Almeida RF, Regitano-d'Arce MAB, Vieira TMFS, Siqueira FM. Estabilidade do óleo bruto de castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*) submetido à fotoxidação. Anais em CD Rom do XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1998 Jul 15-17.
19. Kiritsakis AK, Dugan LR. Effect of selected storage conditions and packaging materials on olive oil quality. *J Am Oil Chem Soc.* 1984; 61: 1868-70.
20. Warner K, Frankel EN, Mounts TL. Flavor and oxidative stability of soybean, sunflower and low-erucic acid rapeseed oils. *J Am Oil Chem Soc.* 1989; 66:-558-64.
21. Sattar A, Jan M, Ahmad A, Durrani, SK. Peroxidation and heavy metals of dry nuts oil. *Acta Alimentaria* 1990; 19: 225-8.

Recibido:11-03-1999

Acceptado:29-07-1999

Presencia de *Clostridium perfringens* en preparaciones a base de carne en servicios de alimentación pública del Cantón Central de San José, Costa Rica

Andrea Gutiérrez, María del Mar Gamboa, Evelyn Rodríguez, María Laura Arias

Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica. Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales, CIET.

RESUMEN. En Costa Rica existe una gran cantidad de servicios de alimentación pública distribuidos a lo largo del país y son muchas las personas que consumen alimentos en ellos diariamente. El *Clostridium perfringens* es una bacteria asociada a un cuadro de toxiinfección alimentaria relacionado, principalmente, con la ingesta de productos cárnicos mantenidos por largo tiempo a temperaturas por debajo de 70°C. El objetivo de este estudio fue evaluar los servicios de alimentación pública que utilizan baños de maría para mantener este tipo de preparaciones calientes, con el fin de establecer la presencia de *C. perfringens* en carne cocinada de res; además de evaluar la capacidad enterotoxigénica de las cepas aisladas.

Se analizaron 81 muestras de carne cocinada de res provenientes de 27 establecimientos de alimentación pública ubicados en el Cantón Central de San José. Se utilizó la metodología descrita por Labbé y Harmon para el aislamiento de esta bacteria en 10g de muestra. Además, se determinó la capacidad enterotoxigénica de las cepas mediante una prueba de aglutinación reversa pasiva con látex de la casa Oxoid. De los 27 servicios de alimentación pública analizados, ocho (30%) resultaron positivos en los tres muestreos realizados, nueve (33%) resultaron positivos en una o dos ocasiones, y diez (37%) dieron negativos en todas las ocasiones. Esto implica que en 17 (63%) de los establecimientos se aisló la bacteria por lo menos una vez. De las 81 muestras de preparaciones a base de carne analizadas, 37 (46%) fueron positivas por *C. perfringens*. Por otro lado, las temperaturas de mantenimiento de los alimentos variaron entre 56 y 82°C, con un promedio de 68,7°C. De las 37 cepas identificadas como *C. perfringens*, se encontró que 12 (32%) resultaron positivas para enterotoxina.

Se concluye que la presencia de *C. perfringens* en platillos hechos a base de carne de res y mantenidos en baños de maría representa un riesgo importante para la salud pública, así como que la temperatura de mantenimiento de los alimentos es crítica para la multiplicación de esta bacteria.

Palabras clave: *Clostridium perfringens*, enterotoxina, servicios de alimentación pública, baño de maría, carne.

INTRODUCCION

En Costa Rica existe una gran cantidad de servicios de alimentación pública distribuidos a lo largo del país y son muchas las personas que consumen alimentos en ellos, princi-

SUMMARY. Presence of *Clostridium perfringens* in meat based preparations from public food services in San Jose, Costa Rica.

In Costa Rica there are a large number of public food services distributed along the country, where a considerable number of people eat daily. *Clostridium perfringens* is a bacteria associated with foodborne illness related, especially, to meat products kept for long time at temperatures under 70°C. The aim of this study was to evaluate the public food services that use water baths for keeping food hot in order to establish the presence of *C. perfringens* in cooked bovine meat dishes and to evaluate the enterotoxigenic capacity of the strains isolated.

81 samples of cooked bovine meat plates coming from 27 public food services, located in the Central County of San José were analyzed. The methodology described by Labbe & Harmon for the isolation of *C. perfringens* was used in 10g of sample. Also, the enterotoxigenic capacity of the strains was evaluated using the passive-reverse-latex-agglutination assay from Oxoid. From the 27 public food services analyzed, eight (30%) were positive in the three samplings done, nine (33%) were positive in one or two occasions, and ten (37%) were negative all times. This implies that in 17 (63%) of the establishments studied, the bacteria was isolated at least once. From the 81 preparations studied, 37 (46%) were positive for the bacteria. The temperatures at which food was kept varied from 56 to 82°C, with an average of 68,7°C. From the 37 strains identified as *C. perfringens*, 12 (32%) were positive for enterotoxin.

In conclusion, the presence of *C. perfringens* in bovine meat dishes, maintained in water baths, represents an important risk for public health, and the temperature at which the preparation is kept is critical for the multiplication of the bacteria.

Key words: *Clostridium perfringens*, enterotoxin, public food services, waterbath, meat.

palmente por cercanía al trabajo y por su bajo costo. Por otro lado, Costa Rica es un país altamente consumidor de carnes, tal y como se describe en un estudio efectuado en el Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITA), donde se indica que en el 97,9% de los hogares costarricenses se

consume algún tipo de carne (1). También, en nuestro país se ha demostrado que en las carnes crudas se encuentra frecuentemente *Clostridium perfringens* (2). Esta bacteria es considerada la tercera causa de toxiinfección alimentaria en Estados Unidos y la segunda causa en Canadá e Inglaterra (3).

Cuando los alimentos se mantienen a una temperatura de 43 a 45°C, las formas vegetativas de esta bacteria pueden multiplicarse rápidamente, debido a que ésta es la temperatura óptima para su crecimiento. Incluso la bacteria puede reproducirse en alimentos mantenidos en baños de maría que están a una temperatura por encima de 50°C, alcanzándose altos números en un corto período de tiempo (3). El consumo de más de 10^6 - 10^7 UFC/g de formas vegetativas está asociado a un cuadro de toxiinfección, el cual se debe a la producción y liberación de una enterotoxina como consecuencia de la esporulación de la bacteria en el intestino. Se trata de una proteína termosensible, con un peso molecular de 35 317 Daltons y un punto isoeléctrico de 4,5 (4) y la dosis oral necesaria para causar los síntomas de toxiinfección en humanos es de 8 a 10 ug (5). Esta enterotoxina afecta directamente el epitelio intestinal e inhibe el transporte de glucosa; el cuadro diarreico y los intensos dolores abdominales se producen de 6 a 12 horas después de ingerir el alimento contaminado y generalmente, se resuelven en menos de 24 horas (4).

La carne y los productos cárnicos son los alimentos que más se asocian con el cuadro de toxiinfección producido por esta bacteria, debido a la necesidad de la bacteria de consumir 13 diferentes aminoácidos los cuales no puede sintetizar y que se encuentran en la carne (6).

Dado el gran número de brotes diarreicos asociados a *C. perfringens* descritos a nivel mundial y al alto consumo de carnes en Costa Rica, se ha considerado importante hacer un estudio representativo en los servicios de alimentación que utilizan baños de maría para establecer la presencia de *C. perfringens* en carne cocinada de res. Se pretende además, evaluar la capacidad enterotoxigénica de las cepas aisladas, con el fin de establecer el riesgo de contraer una toxiinfección alimentaria.

MATERIALES Y METODOS

Muestras analizadas

Se muestreó, en tres ocasiones diferentes, 27 servicios de alimentación pública del Cantón Central de San José que utilizan baños de maría para conservar los alimentos preparados. Se recolectaron 81 muestras de carne cocinada de res independientemente de su preparación: en picadillos, en salsas, en trozos, molida, etc. Las muestras fueron recolectadas en bolsas plásticas estériles y transportadas a temperatura ambiente al Laboratorio de Investigación de Bacteriología Anaerobia de la Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica; fueron analizadas en un máximo de dos horas después de su recolección. Además, se registró la temperatura de los alimentos en el baño de maría en el momento de tomar

la muestra de carne mediante el uso de un termómetro de campo.

Metodología

Se utilizó el método descrito por Labbé y Harmon (7) para el aislamiento de *C. perfringens* en 10 gramos de muestra. Las muestras fueron preenriquecidas por 24 h a 35°C en tubos con 5 ml de caldo peptona-levadura (peptone-yeast, PY) prerreducidos (8). A partir de los tubos que presentaron turbiedad y producción de gas, se rayó una asada en agar SPS (sulfito-polimixina-sulfadiazina) que se incubó en anaerobiosis por 24 h a 35°C. Las colonias bacterianas aisladas, incluyendo negras y blancas, fueron inoculadas en tubos de carne picada (chopped meat, CM) prerreducidos (8) y se colocaron en baño de maría a 44°C por una hora aproximadamente. Cada tubo positivo (crecimiento y gas), se inoculó en agar Yema de Huevo Sangre (agar yema de huevo + 5% sangre desfibrinada) el cual fue incubado en anaerobiosis por 24 h a 35°C.

Como cepa control se utilizó durante el estudio un cultivo de *C. perfringens* (ATCC 13124).

Identificación de las cepas

Las pruebas bioquímicas para la confirmación de la bacteria se realizaron en medios prerreducidos e incluyeron movilidad, producción de indol, hidrólisis de esculina y de gelatina, hidrólisis y pH de almidón, reducción de nitratos, digestión de carne, fermentación de arabinosa, celobiosa, fructosa, galactosa, glucosa, lactosa, maltosa, manitol, manosa, melibiosa, ribosa, sacarosa, salicina, trealosa y xilosa; la determinación de lecitinasa y lipasa se realizó en agar yema de huevo, siguiendo la metodología descrita por Holdeman et al (8).

Se utilizó el programa de computación "Sistema de Identificación Biológica" para la identificación final de las especies aisladas (9). Este programa compara el resultado de cada una de las pruebas que se realizaron a las cepas aisladas con los resultados de las bacterias contenidas en una base de datos. Se consideraron como *C. perfringens* todas aquellas cepas cuyos índices de similitud fueran mayores de 0,90 y éstas se reportaron como positivas en 10g.

Prueba de detección de la enterotoxina

Para realizar las pruebas de detección de la enterotoxina de *C. perfringens* se utilizó una prueba de aglutinación reversa pasiva con látex de la casa Oxoid, la cual es capaz de detectar menos de 2ng/ml de enterotoxina, según las recomendaciones del Center for Disease Control (CDC) (10). Como medio de esporulación se utilizó el medio Duncan-Strong modificado, incubado por 96 horas en anaerobiosis.

RESULTADOS Y DISCUSION

Costa Rica carece de información estadística respecto al número de casos de diarrea que se dan anualmente por *C.*

perfringens, pero los datos obtenidos en este análisis permiten corroborar la importancia de esta bacteria en nuestro medio. De los 27 servicios de alimentación pública del Cantón Central de San José analizados, ocho (30%) resultaron positivos en los tres muestreos realizados, nueve (33%) resultaron positivos en una o dos ocasiones y diez (37%) dieron negativos en todas las ocasiones. Esto implica que en 17 (63%) de los establecimientos se aisló la bacteria por lo menos una vez.

Debido a que la muestra es estadísticamente representativa y tomada al azar, se puede inferir, por medio de la prueba estadística "Presencia de intervalo para mediciones" (11), que la verdadera proporción de establecimientos del Cantón Central de San José en los que está presente esta bacteria varía entre 44% y 82%, con un 95% de confianza, lo cual representa un riesgo importante para la salud. La presencia de *C. perfringens* en un alimento no lo hace responsable de causar enfermedad alimentaria, a menos que el alimento sea mantenido en condiciones que le permitan reproducirse hasta alcanzar la dosis infectante. No obstante, el tiempo de generación de esta bacteria es corto, por lo que si su almacenamiento es prolongado e inadecuado, en poco tiempo se pueden generar grandes cantidades de formas vegetativas, alcanzándose esta dosis (12).

Como ocurre con la mayoría de enfermedades de origen alimentario, la presencia de *C. perfringens* en los alimentos representa un riesgo potencial dependiendo de los controles de tiempo y temperatura que se tengan antes del consumo de éstos (13). Con frecuencia el enfriamiento del alimento después de su cocción suele ser inapropiado, con períodos superiores a 12 horas entre la preparación y el consumo; así mismo, también hay un inadecuado recalentamiento del mismo antes de ingerirlo (14,15).

De las 81 muestras de preparaciones a base de carne analizadas, 37 (46%) fueron positivas para *C. perfringens*. Utilizando la prueba estadística antes mencionada, se puede inferir que la verdadera proporción de muestras de carne en las que está presente esta bacteria oscila entre 35% y 57%, con un 95% de confianza.

Labbé informa que en general, la incidencia de *C. perfringens* en carnes de pollo y res cruda es cercana a un 50% (3). También, Hall y Angelotti encontraron que el 43% de muestras de carne de res en Estados Unidos presentaban contaminación con *C. perfringens* (16). En un estudio previo en Costa Rica, la incidencia de *C. perfringens* en carnes molidas crudas fue de un 69%, valor considerado elevado comparado con estudios similares (2).

El porcentaje de positividad obtenido en este trabajo puede justificarse basándose en varias razones, entre ellas se puede citar la alta contaminación presente en las carnes crudas nacionales, contaminación cruzada ya sea con utensilios o con las manos de los manipuladores, deficiencias de higiene, ineficientes controles de tiempo y temperatura durante la cocción del producto, la temperatura de mantenimiento de las preparaciones de carne en baños de maría y al hecho de que se

haya trabajado con colonias negras y blancas, aisladas a partir del SPS. A pesar de que las colonias típicas de *C. perfringens* en este medio se describen como negras, se ha demostrado que muchas cepas no son capaces de reducir el sulfito, razón por la cual aparecerán de color blanco (7).

La temperatura a la que se mantienen los alimentos después de su cocción es crítica, pues la multiplicación de las formas vegetativas de *C. perfringens* dependerá de ésta. En el presente estudio, la menor temperatura determinada fue de 56°C, y la mayor de 82°C, con un promedio de 68,7°C y una desviación estándar de 7,8°C. El promedio de las temperaturas de las muestras positivas por *C. perfringens* fue de 61,8°C, mientras que el de las muestras negativas fue de 74,6°C. Estos datos concuerdan con Anderson et al. quienes señalan que entre 70 y 80°C se destruirán la mayoría de las células vegetativas de *C. perfringens* que pudieran estar presentes (17). Igualmente, Labbé recomienda que la temperatura interna mínima del alimento debe ser 75°C en preparaciones a base de carne al momento de servir los alimentos, para evitar las toxii infecciones (3).

Al evaluar la capacidad de producción de la enterotoxina a partir de las 37 cepas identificadas como *C. perfringens*, se encontró que 12 (32%) resultaron positivas, lo que permite inferir que la verdadera proporción de cepas enterotoxigénicas oscila entre 17% y 48%, con un 95% de confianza. También, de las 81 muestras analizadas, 15% resultaron positivas por cepas enterotoxigénicas, lo cual permite inferir un ámbito de positividad que oscila entre 7 y 23%, con un 95% de confianza.

Este alto porcentaje de cepas enterotoxigénicas aisladas puede deberse a que se haya trabajado con las denominadas "cepas de cocina", las cuales son cepas con la información genética para sintetizar la toxina, que han sido expuestas repetitivamente a esporulaciones y choques térmicos, por lo cual expresan dicha información. Las cepas silvestres de *C. perfringens* por lo general son enterotoxina negativas ya que aún cuando pueden acarrear la información genética de esta toxina, no la expresan (18,19).

Las modificaciones incluidas en la prueba de detección de enterotoxina, que incluyen el uso de un medio que favorece la esporulación, como es el Duncan Strong modificado con rafinosa, la incubación en anaerobiosis y el aumento del tiempo de incubación hasta 96 horas, pueden haber permitido detectar un mayor número de cepas enterotoxigénicas, ya que la esporulación a nivel del laboratorio es indispensable para la producción y detección de la enterotoxina y es uno de los puntos que mayor dificultad presenta *C. perfringens*, como se cita en diversos trabajos (19,20).

Según se desprende de este estudio, la temperatura a la que se encuentran los alimentos influye con la presencia de *C. perfringens*, (índice de correlación biserial = 0,82) y en menor grado con la presencia de cepas enterotoxigénicas (índice de correlación biserial = 0,49), lo cual permite suponer que gran cantidad de las cepas aisladas corresponden a "cepas de cocina".

Con el fin de reducir los factores de riesgo que favorecen la presencia y multiplicación de *C. perfringens* en los servicios de alimentación pública, es indispensable introducir varias modificaciones, entre las que se pueden incluir la adecuada desinfección de las superficies de contacto de manera que la cadena repetitiva de esporulación y tratamiento térmico de las cepas sea interrumpida, introducir controles de tiempo y temperatura durante la cocción y almacenamiento de los alimentos preparados, asegurar que la temperatura de los baños de maría sea superior a los 70°C, educar al personal que prepara y manipula este tipo de productos, y en un corto tiempo implementar el sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP) con el fin de asegurar la inocuidad de los alimentos.

REFERENCIAS

1. Aguilar F. El consumo de productos cárnicos en Costa Rica. San José. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, 1993.
2. Montoya M. Estudio de la calidad microbiológica de la carne molida de res que expende el distrito primero de la provincia de Alajuela. Tesis de licenciatura. Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, 1995.
3. Labbé R. Symposium on microbiology update: old friends and new enemies. *Clostridium perfringens*. J Assoc. Official Analytical Chem. 1991;74: 711-714.
4. Kokai-kun JF & McClane BA. Detection analysis of the *Clostridium perfringens* enterotoxin. Infect Imm. 1997;65:1014-1022.
5. Skjelkvale R & Uemura T. Experimental diarrhea in human volunteers following oral administration of *Clostridium perfringens* enterotoxin. J Appl Bacteriol. 1977;43:281-286.
6. Boyd M, M Logan & Tytell A. The growth requirements of *Clostridium perfringens* BPK6K. J Biol Chem. 1948;174:1013-1025.
7. Labbé R & Harmon S. *Clostridium perfringens*: In: Vanderzant M & V Splittstoesser. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3rd. Ed. APHA, 1992.
8. Holdeman L, Cato E & Moore W. Anaerobe Laboratory Manual. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, 1977.
9. Rodríguez E, Jiménez F y Ureña F. Programa de computación para la identificación biológica aplicada al género *Clostridium*. Rev Biol Trop. 46: XV, 1997.
10. Dowell V & Hawkins T. Laboratory methods in anaerobic bacteriology. CDC Laboratory Manual, Department of Health and Human Services, HHS Publication CDC 81-8272, Center for Disease Control, Atlanta, 1981.
11. McNemar Q. Psychological Statistics. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1962.
12. Meer R, Songer J & Park D. Human disease associated with *Clostridium perfringens* enterotoxin. Rev Environ Contam Toxicol. 1997;150: 75-94.
13. Bean N, Griffin P, Goulding J & Ivey C. Foodborne outbreaks, five year summary, 1983-1987. J Food Prot. 1990;53:711-728.
14. Bryan FL. Risk of practices and procedures and processes that lead to outbreaks of foodborne diseases. J Food Prot. 1988;51:663-673.
15. Ryan M, Wall P, Gilbert R, Griffin M & Rowe B. Risk factors for outbreaks of infectious intestinal disease linked to domestic catering. Commun Dis. Rep CDR Rev. 1996;6:179-183.
16. Hall H & Angelotti R. *Clostridium perfringens* in meat and meat productis. Appl Microbiol. 1965;13:352-357.
17. Anderson A, Ronner U & Granum P. What problems does the food industry have with the spore-forming pathogens *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens*? Int. J. Food Microbiol. 1995;28:145-155.
18. Granum PE. *Clostridium perfringens* toxins involved in food poisoning. Int J Food Microbiol. 1990;10:101-112.
19. Cornillot E, Granum P, Saint Joanis B, Daube G, Katayama S, Carand B & Cole S. The enterotoxin gene (cpe) of *Clostridium perfringens* can be chromosomal or plasmid-borne. Mol Microbiol. 1995;15: 639-647.
20. Báez L & Juneja V. Nonradioactive colony hybridization assay for detection of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* in raw beef. Appl Environ Microbiol. 1995;61:807-810.

Recibido: 05-11-1998

Aceptado: 09-04-1999

Determinación de *Clostridium perfringens* en embutidos de carne de cerdo del Area Metropolitana de Costa Rica

Jéssica Morera, Evelyn Rodríguez, María del Mar Gamboa

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

RESUMEN. Se aisló *C. perfringens* en 44% de 75 muestras de embutidos de carne de cerdo (chorizo, salchichón y mortadela) provenientes de cinco plantas procesadoras del Area Metropolitana de Costa Rica y se obtuvo el número más probable (NMP) por gramo de alimento antes y después de la identificación bioquímica de las cepas aisladas; éste varió desde menos de 3 hasta más de 2.4×10^5 . Existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.005$) que respaldan la necesidad de utilizar pruebas bioquímicas para la confirmación de la presencia de *C. perfringens* en un alimento. Se aisló *C. perfringens* en el 92% de las muestras de chorizo, en el 28% de las de mortadelas y en el 12% de las de salchichón. Todas las muestras positivas fueron analizadas en busca de al menos una cepa enterotoxigénica, utilizando la prueba de aglutinación reversa pasiva en látex; de las 66 cepas probadas, 5 (8%) fueron enterotoxigénicas y correspondieron al chorizo y mortadela de una planta procesadora y al chorizo de otra. Los resultados de este estudio demuestran que los embutidos, y no sólo las carnes no procesadas, son importantes como factores de riesgo de toxiinfección alimentaria por *C. perfringens*. **Palabras clave:** *Clostridium perfringens*, embutidos, enterotoxina, identificación bioquímica, NMP/g.

SUMMARY. *Clostridium perfringens* in pork sausages from the Metropolitan Area, Costa Rica. The presence of *C. perfringens* was analyzed in 75 samples of pork sausages (chorizo, salchichon and bologna), obtained from five processing plants located in the Metropolitan Area of Costa Rica. Previously and after the biochemical identification of the strains, the most probable number (MPN) of *C. perfringens* per gram of food was determined and it varied from less than 3 to more than 2.4×10^5 . There were significant statistical differences ($p < 0.005$) that support the need of employing biochemical tests for confirming *C. perfringens* in a given food. *C. perfringens* was present in 92% of the chorizos, in 28% of the bolognas and in 12% of the salchichon. Every positive sample was tested looking for at least one enterotoxigenic strain, using the reverse passive agglutination latex test; 8% of the tested strains were enterotoxigenic and corresponded to chorizo and bologna from one processing plant and chorizo from another plant. The results obtained in this study show that pork sausages, and not just not processed meats, are important as risk factors for food intoxication by *C. perfringens*. **Key words:** *Clostridium perfringens*, sausages, enterotoxin, biochemical identification, MPN/g.

INTRODUCCION

Clostridium perfringens es un bacilo Gram positivo, esporulado, anaerobio, cuyo hábitat principal es el suelo y el intestino de humanos y animales. Produce una variedad de enfermedades en el hombre (1), entre las que se incluye una toxiinfección alimentaria, asociada con el consumo de alimentos que contienen más de 10^5 UFC/g (2). Las células vegetativas llegan al intestino y al esporular producen una enterotoxina (CPE) (1-3) que es una proteína de 35 317 daltons, termosensible, cuya dosis oral en seres humanos es de 8 a $10 \mu\text{g}$ (4,5). Típicamente, el cuadro clínico, caracterizado por náuseas, diarrea, calambres y gases abdominales, se presenta 6 a 12 horas después de haber ingerido los alimentos contaminados y se resuelve 12 a 24 horas después (1). En individuos inmunocomprometidos, puede desarrollarse deshidratación severa, que puede llevar a coma y muerte. Los alimentos que con más frecuencia se relacionan con este cuadro son la carne y los productos cárnicos, ya que el contenido intestinal del propio animal puede contaminarlos

durante su procesamiento en el matadero (1,6); además, esta bacteria requiere 13 aminoácidos diferentes que no puede sintetizar y que se encuentran en la carne (7).

C. perfringens ocupa el segundo o tercer lugar como patógeno alimentario en países industrializados (8,9). En Costa Rica se desconoce la verdadera importancia de este patógeno, pero siendo un país con alto consumo de carnes (10), se sospecha que es responsable de numerosos brotes diarreicos. Con el fin de determinar si los embutidos (y no sólo las carnes) son importantes factores de riesgo de toxiinfección por *C. perfringens*, en este estudio se pretende determinar el número más probable por gramo de embutido (NMP/g) así como establecer si algunas de las cepas aisladas son productoras de enterotoxina; esto con el fin de determinar el riesgo real de contraer una intoxicación alimentaria por *C. perfringens*.

MATERIALES Y METODOS

Se analizaron 75 muestras de embutidos (25 de chorizo, 25 de salchichón y 25 de mortadela) obtenidas a partir de cinco

plantas procesadoras del Area Metropolitana de Costa Rica. Las muestras fueron recolectadas en bolsas plásticas estériles, transportadas a temperatura ambiente al laboratorio (1) y analizadas antes de 6 horas. Para la determinación del NMP se siguió la metodología de Peeler et al. (11) y Rhodehamel y Harmon (12) y las recomendaciones de Smith (1) para optimizar esa determinación, empleando un medio de enriquecimiento y la temperatura ideal para *C. perfringens*. Así, se tomaron 25 g de alimento que se diluyeron en 225 ml de agua peptonada estéril (0.1%); se prepararon diluciones decimales (hasta 10^{-5}) y se enriquecieron por triplicado, en tubos con 10 ml de caldo infusión de cerebro y corazón, con glucosa y carne picada (CICC) pre-reducidos antes de esterilizar (PRAS) a 45°C por 24 h (1,13). A partir de cada tubo con crecimiento y gas se inoculó Agar Sulfito-Polimixina-Sulfadiazina (SPS) (1), que se incubó en anaerobiosis, a 45°C por 24 h. Las colonias bacterianas aisladas, incluyendo negras y blancas, se inocularon en tubos de CICC-PRAS que se incubaron en baño a 45°C por 4-5 h; aquellos con crecimiento y gas se rayaron en placas de Agar Sangre (AS), incubadas en anaerobiosis a 45°C por 24 h.

Tomando en cuenta esta información (crecimiento en agar SPS a 45°C, producción de gas en 4-5 h a 45°C, colonias típicas en AS y morfología y tinción de Gram compatibles con *C. perfringens*) se determinó el NMP (presuntivo) de *C. perfringens* por gramo de alimento.

El NMP (confirmado) de *C. perfringens*, por gramo de alimento se determinó identificando bioquímicamente cada cepa de acuerdo con la metodología y pruebas recomendadas por Post (13,14) que incluyen movilidad, reducción de nitratos, licuefacción de gelatina y fermentación de lactosa y salicina.

Todas las muestras positivas de *C. perfringens* fueron analizadas en busca de al menos una cepa enterotoxigénica. Una muestra se consideró como negativa para *C. perfringens* enterotoxigénico si ninguna de las cepas de esa muestra produjo CPE. La determinación de la enterotoxina se realizó utilizando la prueba de aglutinación reversa pasiva con látex (15), utilizando como control positivo de cepa de *C. perfringens* UCR A-89 y como medio promotor de esporulación el medio Duncan Strong modificado (15), en el que se sustituye el almidón por rafinosa e incubando en anaerobiosis por 72 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se demostró la presencia de *C. perfringens* en 33 (44%) de las 75 muestras analizadas. Los NMP de *C. perfringens* por gramo de alimento (presuntivo y confirmado) de todas las muestras positivas se pueden apreciar en la Tabla 1; en 14 muestras (42%) hubo variación entre el NMP/g presuntivo y el confirmado, existiendo diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.005$, $\alpha = 0.05$) por prueba de hipótesis de comparaciones apareadas (16). Se aislaron en total 136 cepas de las cuales 116 (85%) confirmaron su identificación como *C.*

perfringens. De acuerdo con las recomendaciones de la FDA (Food and Drug Administration) (12), el crecimiento en medios selectivos con morfología colonial típica, la tinción de Gram y la demostración del rápido crecimiento y actividad metabólica a 45°C, son pruebas suficientes para la identificación presuntiva de *C. perfringens* y ésta es sólo suficiente para propósitos muy generales. Algunas especies de *Clostridium* ocasionalmente aisladas de alimentos tales como *C. parapapringens*, *C. baratii*, *C. absonum* y *C. sardiniense*, pueden presentar características similares a *C. perfringens* y sólo pueden diferenciarse mediante pruebas bioquímicas. Por esta razón, este procedimiento, aunque puede resultar laborioso y de mayor costo, es necesario siempre que se requiera afirmar que un alimento tiene *C. perfringens* o que se quiera relacionar con un brote de toxiinfección (12).

TABLA 1
Número más probable (NMP) de *C. perfringens* por gramo de alimento (presuntivo y confirmado) en las muestras positivas

Planta	Producto	NMP/g	
		Presuntivo*	Confirmado**
A	Chorizo	4	4
		2,3 x 10	2,3 x 10
		2,3 x 10	2,3 x 10
		1,5 x 10	1,5 x 10
B	Chorizo	7,5 x 10 ²	2,3 x 10 ²
		2,3 x 10 ²	2,3 x 10 ²
		3,9 x 10 ²	4,3 x 10
		7,5 x 10 ²	3,9 x 10 ²
		4,3 x 10 ²	4,2 x 10
C	Chorizo	2,3 x 10 ²	2,3 x 10 ²
		2,3 x 10 ²	2,3 x 10 ²
		2,3 x 10 ²	2,3 x 10 ²
		1,1 x 10	1,1 x 10
		3,0 x 10 ²	1,5 x 10
D	Chorizo	1,5 x 10 ²	1,5 x 10 ²
		1,5 x 10 ²	7,5 x 10
		9,3 x 10	2,1 x 10
		7,5 x 10	7,5 x 10
		9,3 x 10	4,3 x 10
	Salchichón	7	7
		2,3 x 10	2,3 x 10
		2,3 x 10	2,3 x 10
		4,3 x 10 ³	4,3 x 10 ³
		2,3 x 10 ³	2,3 x 10 ³
E	Chorizo	7,5 x 10 ²	4,3 x 10 ²
		≥2,4 x 10 ⁵	≥2,4 x 10 ⁵
		2,3 x 10	2,3 x 10
		2,3 x 10 ²	1,1 x 10
		2,1 x 10	<3
Mortadela	9,3 x 10	1,1 x 10	
	9,3 x 10	3	
	9,3 x 10	4	
	4	4	
	4,3 x 10	4,3 x 10	

* Crecimiento en SPS, crecimiento y gas en BHI-PRAS a 45°C en menos de 5 horas, morfología colonial y tinción de Gram compatible con *C. perfringens*.

** Identificación bioquímica.

En este estudio se demostró no sólo que cepas provenientes de colonias negras en agar SPS no confirmaron ser *C. perfringens*, si no que colonias blancas en ese medio resultaron ser *C. perfringens*. Esto confirma la necesidad de utilizar otros medios selectivos, más específicos para esta bacteria.

De las 25 muestras de chorizo, 23 (92%) contenían *C. perfringens*, aunque el NMP/g en todas ellas estuvo por debajo de la dosis infectante que es $\geq 10^5$ (2). Siete (28%) de las 25 muestras de mortadela, procedentes de dos plantas productoras fueron positivas por *C. perfringens*. En este tipo de alimento se encontró la muestra con el NMP/g más alto ($\geq 2,4 \times 10^5$) así como el promedio de NMP/g más alto ($\geq 4,9 \times 10^4$). Este dato es importante, pues la mortadela usualmente se consume sin un tratamiento térmico previo; además si las condiciones de almacenamiento no son las adecuadas, el número de bacterias puede aumentar y con ello, aumenta el riesgo de toxoinfección.

Con respecto a las muestras de salchichón, se aisló *C. perfringens*, en 3 (12%) de las 25 muestras analizadas, todas provenientes de una sola planta, con un promedio de NMP/g muy bajo ($1,1 \times 10$). Aunque el NMP/g en estas muestras en y otras de chorizo y mortadela es bajo, es importante señalar que estos alimentos se utilizan para preparar comida china, picadillos, leguminosas y salsas, que forman parte de platillos preparado en grandes cantidades en sodas y restaurantes. Las esporas presentes podrían sobrevivir a las temperaturas de cocción, germinar y si estos alimentos son mantenidos a temperaturas que faciliten su crecimiento, rápidamente se podría alcanzar la dosis infectante, pues el tiempo de generación de esta bacteria puede ser tan corto como 7 minutos (1).

El menor porcentaje de muestras positivas de salchichón (12%) y mortadela (28%) con respecto al chorizo (92%), concuerda con la gran manipulación que se requiere para su elaboración y con el hecho de que no es precocinado ni contiene preservantes.

En todas las plantas procesadoras analizadas se encontró *C. perfringens* en al menos uno de sus productos; en las plantas A, B y C sólo en chorizo, en la planta E en chorizo y mortadela, y en la planta D en los tres tipos de embutidos investigados. Este hallazgo es evidencia de contaminación con suelos o materia intestinal, por lo que es altamente probable que otros microorganismos enteropatógenos también estén presentes. Esto sugiere que existen fallas importantes en el control de calidad de las plantas estudiadas y que es necesario un sistema de vigilancia más estricto del control de calidad que toda planta procesadora de alimentos debe aplicar.

Se analizaron para enterotoxina un total de 66 cepas, de las cuales 5 (8%) fueron enterotoxigénicas, 4 correspondieron a muestras de chorizo provenientes de las plantas D y E y la última a una muestra de mortadela proveniente de la planta E. Este bajo porcentaje de cepas enterotoxigénicas es congruente con la literatura, que menciona que aproximadamente el 5% de todos los aislamientos de *C. perfringens* expresan el gen de

la enterotoxina (17). Sin embargo, la cepas que no expresan este gen pueden llegar a producir la enterotoxina como resultado de choques térmicos repetidos (2), situación que podría darse si las esporas sobreviven a las temperaturas que permiten su germinación y multiplicación posterior.

Los resultados de este estudio muestran que los embutidos y no sólo las carnes no procesadas, como tradicionalmente se ha considerado (18), son importantes como factores de riesgo de toxoinfección alimentaria por *C. perfringens*, especialmente si las condiciones de cocción y mantenimiento antes de su consumo son inadecuadas.

REFERENCIAS

1. Smith LDS & Williams BL. *Clostridium perfringens*. The Pathogenic Anaerobic Bacteria. C.C. Thomas Publisher, Illinois, 1984; p. 101-136.
2. Meer RR, Sorger JC & Park DL. Human disease associated with *Clostridium perfringens* enterotoxin. Rev Environ Contam Toxicol 1997;150:75-74.
3. Hatheway CL. Toxigenic clostridia. Clin Microbiol Rev 1990;3:77-81.
4. Kokai-Kun JF & McClane BA. Detection analysis of the *Clostridium perfringens* enterotoxin. Infect Immun 1997;65:1014-1022.
5. Skjelkvale R & Uemura T. Experimental diarrhea in human volunteers following oral administration of *Clostridium perfringens* enterotoxin. J Appl Bacteriol 1977;43:281-286.
6. Miwa N, Nishina T, Kubo S & Atsumi M. Nested Polymerase Chain Reaction for detection of low levels of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* in animal faces and meat. J Vet Med Sci 1996;58:197-203.
7. Boyd M, Logan M & Tytell A. The growth requirements of *Clostridium perfringens* BPK6K. J Biol Chem 1948;174:1013-1025.
8. Labbé R. Symposium on microbiology update: old friends and new enemies. *Clostridium perfringens*. J Assoc Official Analytical Chem 1991;74:711-714.
9. Cornillot E, Saint-Joanis B, Daube G, Katayana S, Granum P, Canard B & Cole St. The enterotoxin gene (cpe) of *Clostridium perfringens* can be chromosomal or plasmid borne. Mol Microbiol 1995;15:639-647.
10. Aguilar F. El consumo de productos cárnicos en Costa Rica. San José. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, 1993.
11. Peeler JT, Houghtby GA & Rainosek AP. The most probable number technique. In: Vanderzant M & V Splittstoesser. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3rd, APHA, 1992;p. 105-120.
12. Rhodehamel J & Harmon SM. *Clostridium perfringens*. In Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual. AOA International. 8 th. ed. Gaithersburg 1995;p. 1601-16051.
13. Holdeman L, Cato E & Moore W. Anaerobe Laboratory Manual. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, 1977, 156p.
14. Post DE. Food-borne pathogens. Monograph N° 4 Oxoid. England. 45 p.

15. Labbé R & Harmon SM. *Clostridium perfringens* : In: Vanderzant M & V Splittstoesser. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 3rd. ed. APHA, 1992;p. 623-635.
16. Wayne D. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Editorial Limusa. México D.F. 1990; 667p.
17. Czczulin JR, Collie RE & McClane BA. Regulated expression of *Clostridium perfringens* enterotoxin in naturally cpe-negative type A, B and C isolates of *C. perfringens* . *Infect. Immun* 1996;64:3301-3309.
18. Johnston R & Tompin R. Meat and Poultry. In: Speck ML (ed). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. American Public Health Association, Washington, D.C. 1984;p. 611-623.

Recibido: 02-12-1998

Aceptado:27-05-1999

Physical-chemical composition of in natura goat milk from cross Saanen throughout lactation period

Cesar A. M. Chornobai, Júlio C. Damasceno, Jesuí V. Visentainer, Nilson E. de Souza, Makoto Matsushita

Federal Center of Technological Education of the Paraná State, State University of Maringá, Brazil

SUMMARY. The analyzed milk samples were collected from cross Saanen goats of different ages and different cross breeding types, throughout the lactation period, from September 1996 to December 1997. For the physical-chemical characteristics measured in this experiment, the following average values were obtained, followed by their respective standard deviations: pH (6.69 ± 0.20); acidity ($12.96 \pm 3.64^\circ\text{D}$); density ($1.030 \pm 0.009 \text{mg}\cdot\text{cm}^{-3}$); fat ($3.83 \pm 1.04\%$); crude protein ($3.34 \pm 0.73\%$) and total solids ($12.25 \pm 1.94 \text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$). The lactation period influenced the values of acidity, fat, crude protein and total solids; these values decreased during the initial months and increased at the end of the lactation. The correlations were analyzed among the studied characteristics during the lactation, resulting in positive ($p < 0.05$) acidity/density correlation ($r = 0.2115$), stand out also the positive correlations ($p < 0.01$) among fat/total solids ($r = 0.7715$) and crude protein/total solids ($r = 0.6228$).

Key words: Goat milk, physical-chemical composition, cross Saanen.

RESUMEN. Composición físico-química de leche in natura de cabra cruzada Saanen durante el período de lactación. Las muestras de leche analizadas fueron colectadas de cabras cruzada Saanen de diferentes edades y diferentes grados de cruzamientos sanguíneos, durante el período de lactación, desde Septiembre de 1996 a Diciembre de 1997. Para las medidas de las características físico-químicas en esta experiencia, fueron obtenidas las siguientes medias, seguidas de sus respectivos desvíos patrones: pH (6.69 ± 0.20); acidez ($12.96 \pm 3.64^\circ\text{D}$); densidad ($1.030 \pm 0.009 \text{mg}\cdot\text{cm}^{-3}$); grasas ($3.83 \pm 1.04\%$); proteína bruta ($3.34 \pm 0.73\%$) y sólidos totales ($12.25 \pm 1.94 \text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$). El período de lactación influyó en los valores de acidez, grasas, proteína bruta y sólidos totales; estos valores disminuyeron durante los meses iniciales y aumentaron hasta el final de la lactación. Las correlaciones fueron analizadas entre las características estudiadas durante la lactación, resultando una correlación positiva ($p < 0.05$) entre acidez/densidad ($r = 0.2115$), obteniendo también una correlación positiva ($p < 0.01$) entre grasas/sólidos totales ($r = 0.7715$) y proteína bruta/sólidos totales ($r = 0.6228$).

Palabras clave: Leche de cabra; composición físico-química; cruzada Saanen.

INTRODUCTION

Milk is a natural system made up of a complex mixture of lipids, proteins, carbohydrates, vitamins and minerals (1,2), which composition varies according to the race, age, food, environmental conditions, stage of lactation, etc. (3). During a long time, it is the only food source for the newborn mammals (2). The goat milk, in particular, is recommended for its high nutritional value and also because it is an important source to those individuals who are allergic to cow milk (4). Concerning nutritional values, goat, cow and human milk are, approximately, isocaloric; each provides about 750 kcal/L of energy, goat and cow milk lipids provide 50% of energy and human milk lipids 55% (5).

The composition of goat milk varies within the same race and among different races. Many values have been obtained for each one of the nutrients that make up the goat milk. These values do not necessarily reflect the composition of one individual sample, but the average composition for one specie (6). The Saanen goats are considered of high potential and widely used, they produce

high quality milk with low fat levels (7,6).

The physical-chemical, medical, nutritional, biological, microbiological immunological aspects and heat treatment effect, comparing goat and sheep milk are reported by Jandal (8). Concerning physical-chemical aspects, the acidity test in the milk samples, is of great importance during the elaboration of many dairy products, for the process control. All the microbiological phenomena that occur during the butter formation and the protein precipitation, like the pasteurization efficiency, depend on the nature and the acid degree (9). The milk components that contribute to its acidity are salts, milk proteins and dissolved CO_2 (10).

Milk fat is a source of certain essential fatty acids, being useful in the transportation of liposoluble vitamins (10). It is predominantly triacylglycerol (98%) with phospholipids and sterols accounting for less than 1% and 0.5% respectively, of the total lipid (3,11).

The minerals are part of the buffer solution and contribute to the pH, ionic strength and osmotic pressure maintenance in liquids and body tissues.

The purpose of this paper is to report some characteristics of goat milk composition, justified upon the analysis of samples collected from different animals of different cross breeding types, throughout the lactation period (average 7.5 months).

MATERIAL AND METHODS

The milk samples were obtained from twenty two Saanen goats, randomly selected, representative of Maringá State University's flock of goats (60 animals) and kept at the Iguatemi Experimental Farm in a semi-confinement system. To simulate the characteristic of milk commercialized in the region, animals of different ages (1 to 4 years old) and different cross breeding types (1/2 to 31/32 Saanen x native Brazilian goats), with production between 0.6 and 2.2 average daily liters were selected. The animals had access to African star grass pasture (*Cynodon nilenfuensis*) during the day and received corn silage and concentrate during the nocturnal period. The concentrate consisted of 83% of corn cracked and 17% of soybean meal and it was fed in different amounts according to the milk production (1 kg concentrate for each 3.5 liters of milk produced). The milking was manual and daily made during dawn.

The analysis of the *in natura* milk followed the AOAC (12) standards and were made immediately after the milking, once a week during the first nine weeks of lactation and, after the tenth week, every fifteen days. The pH levels, acidity, density, fat, crude protein (CP) and total solids (TS) were determined, in triplicates, in the samples collected from September 1996 to December 1997. The colostrum was disposed.

The pH levels were obtained with a combined glass electrode, previously calibrated at 20°C, under a constant agitation for three minutes. The acidity was determined by titration with Dornic solution. The density, measured by the Quévenne thermolactometer, had all its values corrected at a temperature of 15°C. The milk fat amount was determined by the Gerber butyrometer, at 65°C. The TS content was determined by dropping milk in a previously treated sand, and then the sample was heated in an oven at 105°C until constant weight. For the CP, the values were found by the application of the Kjeldahl method. Digestion and distillation were carried out in Büchi Digestion Unit 435 and Büchi Distillation Unit B-323 equipments (Switzerland).

The behaviour of variables measured in the milk, throughout lactation, was studied by averages of the Polynomial Regression analysis (13). The linear correlation coefficients between the variables measured were studied. In the statistic analysis of the results, the Statistica software (release 4.3, 1993) for Windows of the StatSoft (USA) was used.

RESULTS AND DISCUSSION

Averages for each physical-chemical characteristic of the goat milk, followed by their respective standard deviations and maximum and minimum values, are found in Table 1. González-Crespo et al. (14) found for the Verata goats averages of pH around 6.68 ± 0.073 , acidity Dornic 15.63 ± 0.818 , TS $13.61 \pm 1.378\%$, fat $4.47 \pm 1.097\%$ and CP $3.58 \pm 0.325\%$. Le Mens (15), measuring the pH of the alpine race Chamoisée and Saanen goat milk, throughout the lactation period, shows variations between 6.5 and 6.8; also affirms that the acidity, associated with the goat milk richness in casein, in the end of the lactation is of 16 to 18°D and that the density oscillates between 1.026 and 1.042 mg.cm^{-3} . Hadjipanayiotou (16) took samples from Damascus goat and found $4.26 \pm 0.43\%$; $4.09 \pm 0.18\%$; and $13.21 \pm 0.50 \text{g.}100\text{g}^{-1}$, for fat, CP and TS, respectively, a considerable variation in the milk fat during the lactation (1). Such variations are related to the temperature variations, genetic and individual factors, stage of lactation, quantity of milk produced and food type (17).

TABLE 1
Physical-chemical Characteristics of goat milk

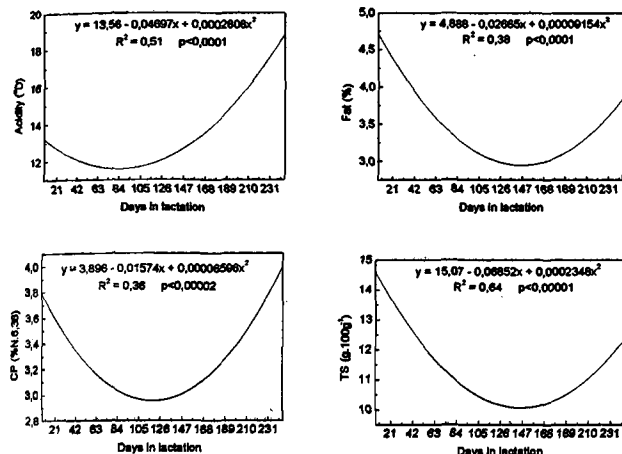
Characteristics	Minimum	Maximum	Average	Standard deviation
pH	6.26	7.85	6.69	0.20
Acidity (°D)	4.52	21.01	12.96	3.64
Density (mg.cm^{-3})	1.013	1.045	1.030	0.009
Fat (%)	1.60	8.30	3.83	1.04
CP (%N x 6.38)	2.24	8.91	3.34	0.73
TS ($\text{g.}100\text{g}^{-1}$)	8.05	19.08	12.25	1.94

Averages of the samples in triplicates; CP = crude protein; TS = total solids.

The Figure 1 illustrates the behaviour of the acidity, fat, CP and TS of the samples analyzed throughout the lactation period. It is possible to notice that the acidity decreases until the 3rd month, when it maintains for a few weeks in a low index. Approximately from the 5th month on, it exceeds the initial lactation values. The TS portray a similar behaviour to the fat, which reduces until around the 5th month, reaching the minimum value. At the end of lactation some points are recovered in their index, but are still lower than the initial index of lactation. The CP reaches the lowest index in the lactation before the fat, around the 4th month. At the end of lactation their values are higher than the initial ones. According to Mahieu (18), because of mammalian gland's involuonn at the end of lactation, an alteration in the relative proportion among the different nitrogen compounds occurs, which is verified by a reduction of the synthesized proteins in the mamma and by an increase of the infiltrations of blood proteins.

FIGURE 1

Behaviour of the acidity, fat, crude protein (CP) and total solids (TS) of the cross Saanen goat milk, throughout the lactation period



The statistical analysis based upon the linear correlation coefficients (r) between studied characteristics (Table 2), shows a more accentuated positive correlation ($p < 0.01$) for fat/TS ($r = 0.7715$) and CP/TS ($r = 0.6228$). Fat and CP constitute

about 57.5% of the TS milk samples in question. It may also be observed that the acidity/density correlation ($r = 0.2115$) is positive ($p < 0.05$) and there are no significant ($p > 0.05$) correlations between pH/CP and acidity/fat. It is possible that for the acidity/CP correlation ($r = 0.3624$), the major influence comes from the casein attributed by Le Mens (15), to be the principal fraction of goat milk proteins and also the responsible, along with the mineral salts and the ions, for its natural acidity. If the physiological factors are considered for the positive ($p < 0.01$) CP/fat correlation ($r = 0.3178$), when animals with a higher grade of fat milk are selected, a higher protein content will then be obtained, probably. However, it has been demonstrated for cows, according to Walstra and Jenness (10), that the genetic factors that determines both variables are not the same. It means that the selection of a CP/fat proportion is possible. From the density/fat correlation ($r = 0.3007$), significant in $p < 0.01$, a negative value for r was expected, since the density value decreases when the fat concentration is increased (15). It may be affirmed that the so-called 'ipoor milk' presents low density and from the industrial point of view, the higher the percentage of TS in the milk, associated positively to the calcium grade, the better the milk will be, resulting in a better technologic efficiency in the cheese (14); so, because of the dependence degree between density and TS, the positive density/TS correlation appears ($r = 0.3750$).

TABLE 2
Linear correlation coefficients (r) between the physical-chemical characteristics of goat milk from cross Saanen throughout the lactation period

Characteristics	pH	Acidity (°D)	Density (mg.cm ⁻³)	Fat (%)	CP (%N.6.38)	TS (g.100g ⁻¹)
pH	1.0	-0.6946**	-0.2445**	-0.3111**	-0.0033	-0.2970**
Acidity (°D)	-0.6946**	1.0	0.2115*	0.1560	0.3624**	0.2635**
Density (mg.cm ⁻³)	-0.2445**	0.2115*	1.0	0.3007**	0.2970**	0.3750**
Fat (%)	-0.3111**	0.1560	0.3007**	1.0	0.3178**	0.7715**
CP (%N.6.38)	-0.0033	0.3624**	0.2970**	0.3178**	1.0	0.6228**
TS (g.100g ⁻¹)	-0.2970**	0.2635**	0.3750**	0.7715**	0.6228**	1.0

CP = crude protein; TS = total solids; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

Goat milk from different cross breeding types (Saanen x native Brazilian goat) showed the same physical-chemical characteristics when compared to the Saanen breed from Europe, Africa and Australia (5).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to CNPq and CAPES for financial support.

REFERENCES

- Baer RJ. Alteration on the fatty acid content of milk fat. *J Food Protect* 1991;54:383-6.
- Fennema OR. *Food Chemistry*. 3th ed. New York: Marcel Dekker, 1996.
- Jensen RG, Ferris AM, Lammi-Keefe CJ. Symposium: Milk fat - composition, function and potential for change. *J Dairy Sci* 1991;74:3228-43.
- Gupta N, Mathur MP. Purification and ribonuclease from goat milk. *Indian J Dairy Sci* 1991;44:529-31.

5. Jenness R. Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. *J Dairy Sci* 1980;63:1605-30.
6. Miller WM. Dairy Goat, in: John S, Glenn Jr. (Revisor) Almanac Cooperative Extension Service. University of California, Youth Dairy Goat Project, 1994.
7. Haenlein GFW, Caccese R, Delaware U. Goat milk versus cow milk, in: Ace DL (Revisor). Collection Goat Handbook. Washington DC: USA Publishers, 1992.
8. Jandal JM. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 1996;22:177-85.
9. Spreer E. *Lactologia Industrial*. 2nd ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991.
10. Walstra P, Jenness R. *Química y Física Lactológica*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1987.
11. Kennelly JJ. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. *Anim Feed Sci Technol* 1996;60:137-52.
12. Helrich K (Ed). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1990.
13. Montgomery DC. *Design and Analysis of Experiments*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.
14. González-Crespo J, Lozano M, Mas M, Serrano A. Producción y composición química de la leche de cabra verata, *Alimentaria*, junio 1995:53-58.
15. Le Mens P. Propiedades físico-químicas, nutricionales y químicas, in: Luquet (Coord.), Volume 1, Leche y productos lácteos. Vaca - oveja - cabra. La leche. De la mama a la lechería. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991.
16. Hadjipanayiotou M. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. *Small Rumin Res* 1995;18:255-62.
17. Palmquist DL, Beaulieu AD, Barbano DM. ADSA Foundation Symposium: Milk fat synthesis and modification. *J Dairy Sci* 1993;76:1753-71.
18. Mahieu H. Factores que influyen en la composición de la leche, in: Luquet (Coord.), Volume 1, Leche y productos lácteos. Vaca - oveja - cabra. La leche. De la mama a la lechería. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991.

Recibido: 13-11-1998

Aceptado: 20-05-1999

Contenido de hierro, zinc y cobre en los alimentos de mayor consumo en México

Patricia López, Martha Castañeda, Gladys López, Elsa Muñoz, Jorge L. Rosado

Departamento de Fisiología de la Nutrición, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, México

RESUMEN. La información sobre el contenido de nutrimentos de los alimentos es importante para determinar el consumo de nutrimentos. Las tablas de composición de los alimentos que se utilizan en México y en algunos otros países de Latinoamérica no tienen información sobre el contenido de zinc, hierro y calcio o en los casos en los que la tienen, la información se basa en análisis que fueron realizados con alimentos de otros países. En el presente estudio se determinó el contenido de zinc, hierro y cobre en 104 alimentos de origen vegetal y 32 de origen animal de consumo frecuente en México. Los minerales se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica. Los alimentos fueron agrupados en cereales, verduras, frutas, leguminosas y alimentos de origen animal y se analizaron en forma usual de consumo. El contenido de zinc varió de 0.018 mg/100g en la fresa a 9.193 mg/100g en la carne de res cocida. El hierro varió de 0.113 mg/100g en el yogur a 19.82 mg/100g en un cereal comercial con micronutrimentos adicionados. El cobre no estuvo presente en algunos alimentos y la mayor cantidad fue de 3.37 mg/100g en el hígado de res. El presente estudio contribuye con información sobre el contenido de minerales en los alimentos de mayor consumo en México, los cuales no habían sido analizados.

Palabras clave: Cobre, hierro, zinc, análisis de alimentos, México.

SUMMARY. Iron, zinc and copper content of foods commonly consumed in Mexico. Nutrient composition in foods is necessary for the determination of nutrient intake. Food composition tables used for dietary studies in Mexico do not have information of zinc, iron and copper; when present the values have been extrapolated from laboratory analysis carried out with foods in other countries and regions of the world. In this study zinc, iron, and copper content of 104 plant foods and 32 animal foods was determined. The procedure used was atomic absorption spectrophotometry for the minerals. Foods were grouped into cereals, vegetables, fruits, legumes and animal foods. Zinc content ranged from 0.018 mg/100g for strawberry to 9.193 mg/100g for beef. Iron content ranged from 0.113 mg/100g for yogurth to 19.82 mg/100g for a comercial cereal which had minerals added during processing. In some foods copper was not found and the highest content was 3.371 mg/100g in beef liver. This study has provided information on zinc, iron and copper content of the most commonly consumed foods in Mexico.

Key words: Copper, iron, zinc, food composition, Mexico.

INTRODUCCION

En una evaluación reciente de la literatura Rosado et al. (1,2) reportaron que el problema de nutrición que afecta a un mayor número de individuos en el país es la presencia de anemia debido a deficiencia de hierro. Dependiendo de la región se puede presentar en más del 70% de los individuos en algunos grupos de población en el país (3,4). Algunos estudios realizados en el país (3,5-7) y en otros países (8) demuestran que la diferencia de hierro afecta de manera importante la salud y funcionalidad del individuo especialmente la capacidad física y el desarrollo cognoscitivo. Algunos estudios iniciales demuestran la probable existencia de deficiencias marginales de zinc en la población mexicana (7,9) lo cual puede tener consecuencias importantes en la capacidad de desarrollo y en la respuesta inmune de los individuos (10,11). Por otro lado el cobre también desempeña un papel fundamental en el metabolismo del hierro y, por lo tanto, en la síntesis

de hemoglobina (12). Además el cobre cumple funciones metabólicas claves en distintos órganos y sistemas, sin embargo, a diferencia del hierro y el zinc, el estado nutricional de cobre no ha sido evaluado en la población mexicana.

El zinc y hierro están asociados metabólicamente ya que se ha visto que la ingestión excesiva de hierro puede afectar la absorción del zinc (13) y sobre todo cuando se administran suplementos de hierro en dosis elevada (14,15). Por su parte el zinc influye negativamente sobre la biodisponibilidad del cobre. El zinc tiene un efecto antagónico sobre el cobre (16) ya que se ha visto que el exceso de zinc en la dieta agrava los signos de un bajo estado nutricional en cobre (17) y en los estados carenciales del zinc se produce un aumento de las concentraciones séricas de cobre en la rata, lo que demuestra la interacción extraordinariamente sensible entre ambos iones (18). Finalmente, el hierro puede afectar la absorción de cobre si se administra al mismo tiempo (13) y sobre todo cuando se administran suplementos de hierro en dosis elevadas (14,15).

A pesar de la importancia desde el punto de vista nutricional y de salud pública de estos minerales, se desconoce el contenido de hierro, zinc y cobre en muchos alimentos de consumo habitual en México. Las tablas de composición de alimentos usadas en México (19) y en otros países de América Latina (INCAP-ICNND) (20) no contienen información suficiente especialmente en lo que se refiere a zinc y cobre. Recientemente se han publicado algunas tablas de composición de alimentos mexicanos en los que la información del contenido de zinc, hierro y cobre se obtuvo principalmente de análisis de alimentos realizados en otros países (21).

Considerando que sería muy útil contar con una fuente reciente de información sobre el contenido de zinc, hierro y cobre en alimentos mexicanos, en el presente estudio utilizamos la información disponible sobre el consumo de alimentos de las Encuestas Nacionales de Nutrición llevadas a cabo en 1979 y 1989 en áreas rurales de México (22,23) y de la Encuesta Nacional de Salud llevada a cabo en 1988 (24) para determinar los alimentos de mayor consumo en México y en estos se determinó el contenido de hierro, zinc y cobre, haciendo un total de 104 alimentos de origen vegetal y 32 de origen animal.

MATERIAL Y METODOS

Selección de los alimentos

Para determinar los alimentos que se consumen frecuentemente en México analizamos los datos de consumo de alimentos, obtenidos de las Encuestas Nacionales de Nutrición llevadas a cabo en 1979 (22) y 1989 (23) y de la Encuesta Nacional de Salud realizada en 1988 (24). Todos los alimentos de origen animal y vegetal que fueron consumidos por más del 2% de las poblaciones estudiadas en cualquiera de las tres encuestas se incluyeron en la presente evaluación. De acuerdo con esto, se seleccionaron 104 alimentos de origen vegetal y 32 de origen animal.

Tratamiento de las muestras

Los productos comerciales tales como cereales procesados o vegetales enlatados se compraron en cantidades equivalente en tres diferentes supermercados. Los cereales cuya composición es más variable entre muestras, tales como el pan, harina de maíz o tortilla se compraron en cantidades equivalentes en cinco tiendas diferentes. Las frutas, verduras y leguminosas fueron obtenidas en el centro de distribución más importante de la Ciudad de México, el cual provee el 90% de la demanda de estos alimentos. Las muestras de un mismo tipo de alimento fueron combinadas, homogenizadas y preparadas dentro de las 24 horas siguientes a que se compraron. Los cereales con un contenido < de 10% de agua se molieron en una licuadora hasta tener un tamaño de partícula suficiente para que pasaran a través de una malla de 1 mm. Los cereales con un contenido > de 10% de agua se secaron en una estufa de vacío a una temperatura < 50°C hasta obtener un peso

constante. En los cereales con un contenido de grasa > 10%, la grasa se extrajo antes del secado usando el método y aparato Goldfish. Las verduras y frutas frescas se lavaron, se homogenizaron, se liofilizaron y se mezclaron hasta obtener una muestra homogénea. La cáscara de las frutas se removió con excepción de la manzana, uva, durazno, ciruela, pera y guayaba las cuales se comen regularmente con cáscara. Las verduras que regularmente se comen cocidas se prepararon de acuerdo a los procedimientos estándares de cocción. Las leguminosas se lavaron, se cocieron durante 20-25 minutos en una olla de presión, se liofilizaron y se molieron hasta obtener una muestra homogénea.

Los alimentos de origen animal industrializados se obtuvieron también en cantidades similares en tres diferentes supermercados. Los alimentos no industrializados se obtuvieron en tres puestos diferentes de un mercado. Los diferentes tipos de carne, el pollo, el pescado y el hígado de res se lavaron con agua desionizada y se cocieron. Las carnes rojas se cocieron en una olla de presión durante 15 minutos y el pollo, pescado e hígado en una olla abierta durante 20 minutos, se molieron en licuadora y se liofilizaron. El chorizo y la longaniza se frieron y molieron hasta obtener una muestra homogénea, para posteriormente liofilizarse. Cada uno de los alimentos restantes se mezcló, se molió en licuadora y se liofilizó. En el caso de las leches, se compraron en polvo; las diferentes muestras de una misma marca, se mezclaron: haciendo muestras homogéneas para su posterior análisis.

Análisis de los minerales

Se determinó el contenido de zinc, hierro y cobre en todos los alimentos mediante espectrofotometría de absorción atómica en muestras previamente digeridas (25). El procedimiento que se siguió para el tratamiento de las muestras vegetales fue el siguiente: las muestras se digirieron adicionando a 1 g de muestra liofilizada \pm 35 ml en total de ácido nítrico concentrado, 2 ml de ácido perclórico y 0.5 ml de ácido clorhídrico concentrado (Merck, México D.F.) para posteriormente colocarse en una parrilla de digestión durante 4-6 horas a una temperatura baja. Se recuperó la muestra digerida con agua desionizada hasta tener un volumen de 50 ml, el cual se filtro para el análisis de los diferentes minerales. Los minerales se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin-Elmer, Norwalk CT, USA). Se analizó una muestra (tortilla) diez veces para tomarla como control en cada lote de digestión de muestras, la cual se trabajo en las mismas condiciones hasta la lectura de las mismas. Este tipo de control fue utilizado sólo para las muestras de origen vegetal. El coeficiente de variación del control fue de 1.67%, 1.02% y de 0.899% para los análisis de cobre, hierro y zinc respectivamente.

En el caso de los alimentos de origen animal, se utilizó el método de digestión por microondas (26). Una cantidad de 0.5 g de muestra liofilizada se digirió con 8 ml de ácido nítrico concentrado en vasos de teflón, especiales para la digestión.

Los vasos cerrados fueron calentados en un horno de microondas MDS-200 (CEM, Matthews NC, USA).

Las muestras se digirieron en dos etapas en las que se fue incrementando gradualmente la presión para evitar posibles proyecciones en los vasos de digestión. Esta forma permitió la digestión completa de las muestras a pesar de que tenían diferentes contenidos de grasa.

Una vez digeridas, las muestras se evaporaron en el mismo horno de microondas dejando los vasos abiertos, las muestras evaporadas se llevaron a un volumen final de 25 ml el cual se filtró para el análisis de minerales. La determinación de los minerales se realizó también por espectrofotometría de absorción atómica (25). En este caso, en cada corrida se metió un estándar de hígado de bovino (Standard Reference Material 1577, National Institute of Standards & Technology) al cual se le dio el mismo tratamiento que a las muestras. La recuperación y variación que se obtuvieron con el estándar fueron respectivamente 92.8% y 5% para cobre; 98.5% y 3% para zinc y 109.6% y 1% para hierro. Estos porcentajes de recuperación corresponden con los indicadores para el estándar utilizado.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis llevado a cabo en los principales cereales y productos a base de cereales consumidos en el país. El contenido de cobre en los cereales varió de 0.069 mg/100g en el elote cocido a 0.945 mg/100g en el cereal industrializado conocido como "All bran" (Kellogg's S.A. de C.V.). El contenido de hierro varió de 0.337 mg/100g para el elote cocido a 19.82 mg/100g para el "All bran". En cuanto al zinc el contenido varió de 0.245 mg/100g para la pasta cocida a 5.11 mg/100g para All bran. Como podemos apreciar en la Tabla, los cereales para desayuno listos para comer tienen un contenido de hierro mayor que el resto de los cereales analizados, ya que estos productos generalmente están adicionados con algunos micronutrientes. La tortilla es la principal fuente de energía en la mayoría de las dietas consumidas en áreas rurales de México y constituye una fuente importante de energía de las dietas que se consumen en las ciudades. La tortilla presentó un contenido bajo de hierro, lo que aunado a que la biodisponibilidad de este mineral en la tortilla es baja (27), pone a la tortilla como una fuente muy pobre de hierro.

En la Tabla 2 se muestran los resultados del análisis en las verduras de mayor consumo en México. En este caso el cobre varió de 0.019 mg/100g para la col a 1.280 mg/100g para el chile piquín. El contenido de hierro varió de 0.345 mg/100g para la zanahoria a 11.34 mg/100g para el chile guajillo seco. La concentración de zinc varió de 0.102 mg/100g para el apio a 2.551 mg/100g para el chile piquín.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los análisis llevados a cabo en las frutas de mayor consumo en México. Los rangos de concentración de cobre variaron desde el

mamey y la papaya que no tenían cobre hasta 0.270 mg/100g para el coco. El contenido de hierro varió de 0.129 mg/100g para la naranja a 2.929 mg/100g para el coco y los valores de zinc variaron de 0.041 mg/100g para la papaya a 0.987 mg/100g para el coco.

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis llevado a cabo en las principales leguminosas consumidas en el país. El contenido de cobre varió de 0.154 mg/100g para la lenteja a 0.248 mg/100g para la haba verde. En cuanto al hierro la concentración varió de 2.223 mg/100g para el garbanzo a 3.464 mg/100g para la lenteja. En el caso del zinc los valores fueron de 0.670 mg/100g para el frijol negro a 1.214 mg/100g para la haba verde. El frijol negro, tanto cocido como refrito forma parte de la dieta habitual de la población rural y urbana; a pesar de tener un alto contenido de hierro el frijol tiene también un contenido elevado de fibra dietética de 6% a 7%, y de algunas sustancias que interfieren con la absorción del mineral.

Por último, en la Tabla 5 se muestran los resultados de los análisis realizados en las muestras de origen animal. El cobre varió desde cero en el caso de la manteca de cerdo a 3.371 mg/100g de muestra en el caso del hígado de res. El contenido de hierro fue de 0.133 mg/100g para el yogurt a 7.723 mg/100g para el hígado de res. El contenido de zinc varió de 0.230 mg/100g para la mantequilla a 9.193 mg/100g para la carne de res. En este caso se puede apreciar que el contenido de los diferentes minerales en los alimentos de origen animal es notablemente mayor que en los alimentos de origen vegetal.

Algunos estudios previos han analizado el contenido de algunos minerales en la tortilla y en el frijol; esto debido a que son alimentos que se consumen frecuentemente en la población mexicana. En el caso de los frijoles refritos se ha reportado una variabilidad en el contenido de hierro en un rango de 2.8-8.27 mg/100g de peso seco en los diferentes estudios (28-33). En nuestro estudio, encontramos un contenido de 9.94 mg/100g de materia seca, que es ligeramente mayor al máximo valor reportado en estudios anteriores. El contenido de zinc en el frijol encontrado en el presente estudio fue de 2.11 mg/100g de materia seca y coincide con otros estudios, Wyatt et al. (28) reportaron un contenido de 2.87-3.17 mg/100g peso seco, Nabhan et al. (29) reportaron 2.7-4.4 mg/100g de peso seco en 7 muestras de frijoles y Koehler et al. (30) reportaron valores de 2.4-3.0 mg/100g de peso seco en 13 muestras de frijol pinto. Sólo un estudio de Grijalva et al. (31) reportaron valores menores, de 1.0 mg/100g de peso seco para el frijol.

La concentración de hierro en la tortilla que encontramos (3.48 mg/100g) coincide con los valores reportados en los estudios anteriores. Wyatt et al. (28) reportaron un valor de 3.09-5.50 mg/100g de peso seco, García López et al. (32) reportaron valores de 2.66 mg/100g de peso seco, Hernández et al. (33) 2.5 mg/100g de peso seco y sólo en un estudio (31) se encontró un valor de 6.3 mg/100g de peso seco que es notablemente mayor que los reportados por los demás autores. En el caso del zinc en la tortilla el valor encontrado en este

TABLA 1
 Contenido de minerales en cereales y productos a base de cereales (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.
Tortilla amarilla	47.5	3	0.189	0	5	2.074	0.110	3	1.002	0.010
Tortilla azul	47.5	3	0.231	0	3	1.732	0.080	3	0.971	0.016
Tortilla blanca	47.5	3	0.173	0.005	3	1.680	0.050	3	1.281	0.114
Masa amarilla	62.2	3	0.170	0.008	3	1.550	0.190	3	0.729	0.008
Masa azul	62.2	3	0.140	0.005	3	1.622	0.004	3	0.794	0.005
Masa blanca	62.2	3	0.832	0	3	1.183	0.020	3	1.801	0.082
Maíz amarillo crudo	10.6	3	0.197	0	4	1.842	0.020	3	2.002	0.014
Maíz para pozole (cocido)	64.9	3	0.120	0	3	1.357	0.080	3	1.121	0.041
Tostadas	2.9	3	0.213	0	3	3.690	0.094	3	1.583	0.024
Tortilla de harina	24.3	3	0.174	0.005	3	1.756	0.046	3	2.165	0.012
Tortilla de harina integral	24.3	3	0.341	0.005	3	2.014	0.014	3	2.369	0.012
Harina para tortilla	11.9	3	0.194	0	3	2.537	0.097	3	1.885	0.034
Harina para atole	13.5	3	0.121	0.005	3	0.891	0.140	3	1.687	0.005
Tamal verde	67.3	3	0.127	0.018	3	0.971	0.100	3	0.615	0.046
Elote enlatado	74.9	3	0.304	0.026	3	0.863	0.080	3	0.361	0.012
Elote cocido	72.4	3	0.069	0.005	3	0.337	0.012	3	0.770	0.022
Bolillo	22.8	3	0.170	0	3	1.420	0.012	3	0.865	0.021
Conchas	11.4	3	0.213	0.005	3	1.985	0.013	3	1.347	0.016
Pan de caja	33.1	3	0.154	0.005	3	2.054	0.160	3	1.171	0.042
Pan integral	29.5	3	0.162	0.005	3	3.504	0.110	3	1.410	0.008
Pan negro	35	3	0.150	0	3	2.294	0.120	3	1.046	0.037
Pan para hot dog	24.1	3	0.250	0	3	1.708	0.180	3	0.698	0.012
All bran	3.6	3	0.945	0.008	3	19.820	0.130	3	5.110	0.110
Crunchy nut	3.1	3	0.213	0.005	3	7.558	0.054	3	0.475	0.020
Rice krispis	4.4	3	0.249	0.005	3	10.130	0.220	3	1.050	0.016
Corn flakes	4.9	3	0.128	0.005	3	4.660	0.280	3	0.371	0.081
Corn pops	2.9	3	0.243	0.005	3	6.049	0.570	3	0.301	0.005
Nestum	4	3	0.326	0	3	13.392	0.380	3	1.075	0.220
Cerelac	1.1	3	0.227	0	3	7.220	0.150	3	1.454	0.008
Pasta para sopa fideo	10.4	3	0.322	0.005	3	1.299	0.070	3	1.192	0.020
Pasta cocida	80.2	3	0.095	0.012	3	0.424	0.130	3	0.245	0.005
Galletas marías	6.4	3	0.215	0.005	3	2.153	0.012	3	0.898	0.016
Hot cakes	50.1	4	0.175	0.005	4	0.898	0.080	3	0.579	0.017
Pastel oro	30	4	0.168	0.004	3	1.260	0.180	3	0.665	0.024
Gansito	16.9	3	0.374	0.005	3	3.847	0.050	3	0.781	0.016
Panque con nueces	21.5	3	0.267	0	ND	ND	ND	3	0.895	0.016
Pingüinos	11.9	3	0.308	0	3	4.528	0.050	3	0.661	0.008
Barritas	11.7	3	0.203	0.008	3	2.472	0.100	3	0.335	0.012
Submarinos	16.9	5	0.174	0.048	3	2.659	0.070	3	0.623	0.016
Arroz a granel crudo	11.2	3	0.195	0	3	1.918	0.060	3	0.968	0.012
Arroz cocido	70.3	3	0.101	0.008	3	0.843	0.190	3	0.433	0.016
Arroz integral crudo	12	4	0.202	0.010	4	2.015	0.150	3	1.575	0.005

ND= No determinado

TABLA 2
Contenido de minerales en verduras (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.
Cebolla cruda	89.1	3	0.073	0.008	3	0.590	0.130	3	0.387	0.044
Jitomate crudo	94	3	0.040	0.014	3	0.000	0	3	0.140	0.016
Chile serrano crudo	84.8	3	0.122	0.047	3	1.140	7.500	3	0.277	0.016
Zanahoria cocida	91.2	3	0.032	0.047	3	0.345	0.120	3	0.176	0.008
Tomate verde cocido	93.6	3	0.054	0.047	3	0.806	0.280	3	0.162	0.020
Aguacate	83.9	3	0.109	0.081	3	0.549	0.110	3	0.222	0.008
Nopal cocido	90.8	3	0.046	0	3	0.680	0.060	3	0.141	0.021
Chicharrón cocido	82	3	0.126	0.008	3	2.205	0.260	3	0.734	0.016
Guajillo seco cocido	14	3	0.550	0	3	11.335	0.120	3	1.359	0.024
Espinacas crudas	89.8	3	0.105	0.005	3	4.720	1.070	3	0.736	0.016
Col cocida	91.4	3	0.019	0.008	3	0.651	0.070	3	0.217	0.024
Chayote cocido	90.8	3	0.032	0	4	0.872	0.260	3	0.149	0.020
Elote cocido	72.4	3	0.116	0	3	0.944	0.140	3	0.289	0.008
Pepino crudo	95.4	3	0.045	0.012	3	0.620	0.240	3	0.152	0.020
Chile para rellenar	85.2	3	0.117	0.012	3	1.367	0.140	3	0.345	0.008
Chile chipotle	11.7	4	1.033	0.009	3	10.508	0.500	3	1.148	0.007
Apio crudo	93.6	3	0.021	0.012	ND	ND	ND	3	0.102	0.008
Lechuga romana	94.91	3	0.024	0.005	3	0.284	0.060	3	0.243	0.033
Chile piquín	10.5	3	1.280	0.005	ND	ND	ND	3	2.551	0.016
Chile ancho rojo cocido	10.1	3	1.088	0.005	3	7.605	0.110	3	1.915	0.020
Papas cocidas	77	3	0.113	0.008	3	0.442	0.040	3	0.494	0.024
Acelgas crudas	90.8	3	0.128	0.008	4	2.449	0.400	3	0.268	0.024
Betabel cocido	87.3	3	0.084	0.008	3	0.352	0.080	3	0.311	0.028
Chile chipotle enlatado	84.5	3	0.113	0.008	3	3.842	0.200	3	0.356	0.118
Coliflor cocida	92.5	3	0.049	0.009	3	0.605	0.210	3	0.284	0.041
Quelites cocidos	88	3	0.151	0.005	3	3.732	0.130	3	0.442	0.058
Chile jalapeño en escabeche	86.9	4	0.099	0.009	3	1.895	0.230	3	0.430	0.048
Alcachofa cocida	86.5	3	0.142	0.008	3	1.354	0.260	3	0.530	0.036
Brocoli cocido	90.2	3	0.097	0.008	3	1.314	0.230	3	0.503	0.024
Huazontle cocido	76.1	3	0.337	0.008	4	9.742	0.600	3	1.004	0.032
Berenjena cocida	91.7	3	0.070	0.005	3	0.480	0.140	3	0.307	0.033
Nabo cocido	93.2	3	0.042	0.009	4	0.357	0.070	3	0.107	0.024
Epazote crudo	85.5	3	0.162	0.016	3	5.298	1.070	3	0.384	0.037
Cilantro crudo	85.5	3	0.157	0.016	3	2.440	0.090	3	0.664	0.005

ND= No determinado

TABLA 3
Contenido de minerales en frutas (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.
Melón	92.8	3	0.017	0.008	ND	ND	ND	3	0.144	0.016
Fresa	90	3	0.016	0	3	0.547	0.070	3	0.018	0.037
Mango	79.9	3	0.114	0.005	3	0.466	0.050	3	0.139	0.008
Limón	90.3	3	0.028	0	3	0.217	0.090	3	0.080	0.016
Piña	85	3	0.011	0.008	3	0.421	0.040	3	0.078	0.005
Sandia	93.6	3	0.020	0.008	3	0.171	0.040	3	0.098	0.028
Tamarindo	22.6	3	0.224	0.005	3	2.392	0.050	3	0.836	0.008
Guayaba con cáscara	80.8	3	0.014	0	3	0.687	0.060	3	0.188	0.008
Durazno con cáscara	85.3	3	0.044	0.008	3	0.470	0.060	3	0.115	0.021
Mamey	72.4	3	0	0	3	1.286	0.080	3	0.251	0
Uvas con cáscara	81.6	3	0.083	0	3	0.329	0.230	3	0.086	0
Jicama	87.8	3	0.063	0.005	3	0.322	0.020	3	0.296	0.024
Pera con cáscara	84.4	3	0.051	0.009	3	0.221	0.030	3	0.147	0.016
Ciruela con cáscara	86.9	3	0.021	0.008	3	0.288	0.020	3	0.106	0.008
Toronja	89.2	3	0.014	0.001	3	0.174	0.020	3	0.090	0.008
Mango enlatado	74.1	3	0.065	0.002	3	0.378	0.160	3	0.106	0.012
Coco	52.3	3	0.270	0.004	3	2.929	0.130	3	0.987	0.008
Guanábana	86.8	3	0.100	0	3	0.455	0.020	3	0.268	0.021
Granada	72.9	3	0.073	0.001	3	0.658	0.030	3	0.455	0.020
Plátano	65.5	3	0.09	0.000	4	0.938	0.070	3	0.186	0.008
Naranja	85.7	3	0.008	0.002	3	0.129	0.020	3	0.073	0.014
Manzana	84	3	0.028	0.002	3	0.163	0.040	3	0.092	0.016
Papaya	90.7	3	0	0.000	3	0.174	0.040	3	0.041	0.008

ND= No determinado

TABLA 4
Contenido de minerales en leguminosas (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.
Lenteja cocida	72	3	0.154	0.004	3	3.464	0.090	3	1.159	0.005
Garbanzo cocido	69	3	0.161	0	3	2.223	0.050	3	0.682	0.017
Haba verde cocida	71.1	3	0.248	0	3	2.823	0.050	3	1.214	0.008
Frijol negro cocido	69	3	0.208	0.005	3	2.864	0.090	3	0.670	0.016
Frijol refrito	67.4	3	0.176	0	3	3.240	0.100	3	0.688	0.012

TABLA 5
Contenido en minerales en alimentos de origen animal (mg/100g MH)

Alimento	Humedad %	Cu			Fe			Zn		
		N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.	N	\bar{X}	D.E.
Manteca de cerdo	0.167	3	0	0	3	1.248	0.035	3	0.279	0.0035
Mantequilla	14.67	3	0	0	3	3.070	0.040	3	0.230	0.015
Mayonesa	12.33	4	0.179	0.011	4	2.124	0.037	4	0.588	0.001
Salchicha	59.84	3	0.313	0.14	3	1.365	0.070	3	1.297	0.015
Chicharrón	2.2	3	0.127	0.15	3	1.369	0.011	3	1.477	0.022
Queso de puerco	44.9	3	0.121	0.01	3	1.543	0.028	3	0.931	0.045
Queso chihuahua	46.7	3	0.117	0.012	3	0.640	0.010	3	2.324	0.123
Crema	55.09	3	0.097	0	3	0.354	0.001	3	0.412	0.011
Queso añejo	36.01	4	0.141	0	4	0.832	0.120	4	2.150	0.027
Jamón	74.4	3	0.102	0.007	3	1.024	0.042	3	1.615	0.013
Queso americano	42.6	3	0.126	0.007	3	1.091	0.049	3	1.337	0.028
Queso oaxaca	48.04	3	0.114	0.003	3	1.299	0.049	3	3.118	0.029
Chorizo	16.37	4	0.201	0.005	4	2.542	0.058	4	2.542	0.092
Carne de res	62.06	4	0.110	0.006	4	2.144	0.058	4	9.193	0.65
Longaniza	20.03	4	0.360	0.023	4	4.174	0.040	4	3.799	0.16
Atún	70.23	3	0.053	0.006	3	0.658	0.085	3	0.455	0.16
Carne puerco con hueso	42.11	3	0.104	0	3	1.465	0.072	3	4.591	0.01
Pollo	62.87	4	0.067	0.002	4	0.538	0.013	4	0.898	0.078
Huevo	74.54	3	0.084	0.014	3	1.477	0.110	3	1.169	0.13
Yogurt	83.18	3	0	0	3	0.113	0.1	3	0.547	0.035
Queso fresco de vaca	49.42	4	0.091	0.002	4	0.571	0.012	4	2.944	0.3
Leche evaporada	74.79	3	0	0	3	0.370	0.150	3	0.776	0.17
Hígado de res	63.12	3	3.371	0.130	3	7.723	0.079	3	3.725	0.53
Lisa	68.1	4	0.105	0.006	4	1.346	0.090	4	0.871	0.079
Tocino	18.31	3	0.106	0.003	3	0.809	0.020	3	1.658	0.05
Barbacoa	63.27	3	0.173	0.028	3	2.766	0.110	3	2.780	0.027
Cazón	68.14	3	0.048	0.009	3	0.433	0.066	3	0.631	0.019
Leche entera (mi leche)	2.49	3	0.136	0.005	3	1.121	0.119	3	1.589	0.026
Leche semidescremada (nido)	2.76	4	0.165	0.005	4	7.098	0.140	4	3.277	0.017
Leche descremada (baden)	4.09	3	0.173	0.001	3	3.550	0.105	3	3.280	0.062
Leche descremada (nutrileche)	4.09	5	0.480	0.004	5	3.550	0.005	5	2.122	0.053
Leche entera (alpura) polvo	2.36	5	0.166	0.002	5	0.439	0.010	5	2.724	0.05

estudio fue de 2.06 mg/100g peso seco, el cual compara muy bien el reportado por Wyatt et al. (28) que fue de 2.06-3.08 mg/100g de peso seco. Grijalva et al. (31) reportan un valor menor, 1.5 mg/100g de peso seco.

El contenido de hierro de la harina de maíz para tortilla que encontramos fue de 2.88 mg/100g de materia seca, el cual es comparable con el reportado por Wyatt et al. (28) el cual fue de 2.08 mg/100g de peso seco. De igual manera, como en el caso de la tortilla Grijalva et al. (31) reportaron valores mayores, de 7 mg/100g de peso seco. Para el zinc también han sido encontradas diferencias significativas. En este estudio determinamos que la harina para tortillas contiene 2.14 mg/100g de peso seco mientras que Wyatt et al. (28) reportaron de 0.93-2.096 mg/100g de peso seco y Grijalva et al. (31) 1.4 mg/

100g de materia seca.

Como es bien conocido existe variabilidad entre los datos de contenido de nutrimentos de los alimentos, en el caso del presente estudio la variabilidad para el frijol y la tortilla podría deberse a diferencias en el proceso de cultivo en los diferentes lugares que incluyen; diferencias en el tipo de suelo, en el uso de fertilizantes o las diferencias en el clima, también podrían deberse a las diferentes formas de preparación. En cuanto a los otros alimentos vegetales no se hacen comparaciones ya que no existe una fuente reciente del análisis de minerales en ellos.

Consideramos que es de utilidad contar con información sobre el contenido de zinc, hierro y cobre de los alimentos de mayor consumo en México. Además, estos análisis pueden ser útiles para otros países de América Latina en donde los

alimentos que se producen y consumen son similares a los de México y en donde la información del contenido de minerales en los alimentos es también escasa.

La información sobre el contenido de nutrimentos de los alimentos tiene gran importancia en estudios epidemiológicos ya que constituye una parte fundamental en la evaluación y diagnóstico de la adecuación de la dieta y el estado de nutrición. Así mismo contribuye en el desarrollo y/o mejoramiento de producción y procesamiento de alimentos, así como en programas de intervención alimentaria.

REFERENCIAS

- Rosado JL, Bourges H, Saint-Martín B. Deficiencia de vitaminas y minerales en México. Una revisión crítica del estado de la información. I. Deficiencia de minerales. *Salud Pública Mex* 1995;37(2):130-9.
- Rosado JL, Bourges H, Saint-Martín B. Deficiencia de vitaminas y minerales en México. Una revisión crítica del estado de la información. II. Deficiencia de vitaminas. *Salud Pública Mex* 1995;37(5):452-461.
- Cantó de Cetina T, Cárdenas S, Ortiz M, Polanco L, Vera L, Piña-Castro R, et al. Valores de hemoglobina y hierro sérico en mujeres de clase socioeconómica baja. Yucatán, México. *Bol Oficina Sanit Panam* 1985;98:464-472.
- Ruiz López J, Ayala-Urbina J, Cano-Castellanos R. La hemoglobina capilar como predictor de la respuesta al hierro oral en niños con deficiencia de hierro. *Rev Invest Clin* 1991;43:37-39.
- Vega Franco L, Mejía A, Robles B, Moreno L, Pérez Y. Cociente intelectual y desnutrición. La deficiencia de hierro y la concentración de plomo como variables confusoras. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1991;48:826-31.
- Peña R, Casanueva E, Valdés-Ramos, Guerra-Infante F, Gómez E, Ortiz V et al. Valor predictivo de la deficiencia de hierro sobre la flogocitosis de mujeres embarazadas. *Perinatol Reprod Hum* 1994;8:29-32.
- Hunt I, Murphy M, Martner P, Faraji B, Swendseid M, Reynolds R et al. Zinc, vitamin B6, and others nutrients in pregnant women attending prenatal clinics in México. *Am J Clin Nutr* 1987;46:563-9.
- Ponpon I, Pollit E. Reversal of development delays in iron-deficient anaemic infants treated with iron. *The Lancet* 1993;341:1-4.
- Rosado JL, López P, Muñoz E, Martínez H, Allen LH. Zinc and iron supplementation do not affect growth, but improve body composition and reduce morbidity of growth-stunted Mexican preschoolers. *Am J Clin Nutr* 1997;65:13-9.
- Stirn FE, Elvehjem CA, Hart EB. The indispensability of zinc in the nutrition of the rat. *J Biol Chem* 1935;109:347-59.
- Rosado JL. Deficiencia de zinc y sus implicaciones funcionales. *Salud Pública de México* 1998;40(2):181-188.
- Williams DM. Copper deficiency in humans. *Semin Hematol*. 1983;20:118-128.
- Solomons NW, Jacobs RA. Studies of the bioavailability of zinc in man. IV. Effects of heme and non-heme iron on absorption of zinc. *Am J Clin Nutr* 1981;34:475-482.
- Brekin MW, Worthington-Roberts BS, Knopp RH, et al. First trimester serum zinc concentration in human pregnancy. *Am J Clin Nutr* 1983;38:943-953.
- Hambidge KM, Krebs NF, Sibley L, English J. Acute effects of iron therapy on zinc status during pregnancy. *Obstet Gynecol* 1987;70:593-596.
- O'Dell BL. Bioavailability and interactions among trace elements. In: *Trace elements in nutrition of children* (R.K. Chandra, ed.), pp. 41-62, Nestlé Nutrition, Vevey/Raven Press, New York. 1985.
- Lábbe MR, Fischer PWF. The effects of dietary zinc on the activity of copper-requiring metalloenzymes in the rat. *J Nutr* 1984;114:823-828.
- Festa MD, Anderson HL, Dowdy RP, Eller-siéck MR. Effect of zinc intake on copper excretion and retention in men. *Am J Clin Nutr* 1985;41:285-292.
- Hernández M, Bourges H, Chávez A. Tablas de valor nutritivo de los alimentos mexicanos. México D.F. Instituto Nacional de la Nutrición. 1967.
- INCAP-ICNND. Food composition table for use in Latin America. Guatemala. 1961.
- Muñoz M, Chávez A, Pérez-Gil F, et al. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Instituto Nacional de la Nutrición e Instituto Nacional de Cancerología. Primera Edición. Edit. Pax México. 1996.
- Instituto Nacional de la Nutrición. Encuesta Nacional de Alimentación. 1979. Resultados de la encuesta rural analizada por ponderación, presentada por entidad federativa y desagregada según zonas nutricionales. INNSZ L-46, México. 1982.
- Instituto Nacional de la Nutrición. Encuesta Nacional de Alimentación en el Medio Rural 1989. INNSZ L-86, México. 1990.
- Secretaría de Salud. Dirección general de epidemiología. Encuesta Nacional de Epidemiología. Encuesta Nacional de Nutrición 1988. Resultados Nacionales y por regiones. México, D.F.; DGE-SSA, 1988.
- AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed.; Helrech E, Ed.; Association of Official Analytical Chemists: Washington DC, 1990.
- Schelkoph GM, Milne DB. Wet microwave digestion of diet and fecal samples for inductively coupled plasma analysis. *Anal Chem* 1988;60(19):2060-62.
- Urizar Hernández AL, Bressani R. Efecto de la nixtamalización del maíz sobre el contenido de ácido fólico, calcio y hierro total y disponible. *Arch Latinoamer Nutr* 1997;47(3):217-223.
- Wyatt CJ, Triana-Tejas A. Soluble and insoluble Fe, Zn, Ca, and phytates in foods commonly consumed in northern México. *J Agric Food Chem* 1994;42:2204-2209.
- Nabhan GP, Weber CW, Berry JW. Variation in composition of Hopi Indian beans. *Ecol Food Nutr* 1985;16:135-52.
- Koehler HH, Chung-Hsia C, Scherier G, Burke DW. Nutrient composition, protein quality and sensory properties of 36 cultivars of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *J Food Sci* 1987;52(5):1335-40.
- Grijalva MI, Caire G, Sánchez A, Valencia ME. Composición química, fibra dietética y contenido de minerales en alimentos de consumo frecuente en el noroeste de México. *Arch Latinoamer Nutr* 1995;45(2):145-150.
- García-López JS, Wyatt CJ. Effect of fiber in corn tortillas and cooked beans on iron availability. *J Agric Food Chem* 1982;30(4):724-27.
- Hernández M, Chávez A, Bourges H. Tablas de uso práctico, 10th ed.; Instituto Nacional de la Nutrición, Publicaciones de la División de Nutrición L-12, México D.F., 1987.

Recibido:07-10-1998

Aceptado:15-04-1999

Lipids and fatty acids in roasted chickens

Solange A. B. Souza, Jesuí V. Visentainer, Makoto Matsushita, Nilson E. Souza

Department of Chemistry, State University of Maringá. Maringá-Paraná - Brazil

SUMMARY. Total lipids from meat portions of breast, thigh, wing, side and back with and without skin from 10 roasted chickens were extracted with chloroform and methanol and gravimetrically determined, and their fatty acids were analysed as methyl esters by gaseous chromatography, using a flame ionization detector and capillary column. The main fatty acids found were: C16:0, C18:1 ω 9, and C18:2 ω 6. The average ratio observed between PUFA/SFA was of 0.98, mainly due to the great concentration of the C18:2 ω 6 fatty acid, with an average of 26.75%. Regarding to the lipids content, the skinless breast showed the lowest content, 0.78g/100g, while the back with skin was the one with the highest content, 12.13g/100g, except for the pure skin, with 26.54 grams of lipids by 100 grams.

Key words: Roasted chicken, lipids, fatty acids.

RESUMEN. Lípidos y ácidos grasos en pollos asados. Los lípidos totales de porciones de carne de pecho, piernas, alas, lateral y espaldas, con y sin piel, de 10 pollos asados, fueron extraídos con cloroformo y metanol, determinándolos gravimetricamente. Los ácidos grasos se determinaron como ésteres metílicos por cromatografía gaseosa, usando detector de ionización de llama y columna capilar. Los principales ácidos grasos encontrados fueron: C16:0, C18:1 ω 9 y C18:2 ω 6. La relación media observada entre P/S fue de 0,98, principalmente debido a gran concentración de C18:2 ω 6, con una media de 26,75%. Considerando la cantidad de lípidos, el pecho sin piel presentó la menor cantidad, 0,78g/100g, mientras que la espalda con piel fue la parte que mostró la mayor cantidad de lípidos, 12,13g/100g, con excepción de la piel pura, con 26,54g de lípidos por 100g.

Palabras clave: Pollo asado; lípidos, ácidos grasos.

INTRODUCTION

The increase in consumption of poultry meat during recent years has caused a growing interest among nutritionists and dietitians in the nutritional and physiological aspects of lipids and their polyunsaturated fatty acids contents.

The production of broiler poultry in Brazil has substantially increased in the past 5 years. Many different commercial strains and crosses of broilers have been developed, most of which have a fast growth rate and some have a high carcass yield (6,7,13). Consumers have become increasingly aware of the health quality of the foods they consume. Lipid composition, in particular, has been a primary area of consumer concern due to an increased awareness of the link between both the amount and composition of fat coronary heart disease and certain forms of cancer (8).

It is known that lipids in meat contain palmitic, stearic, palmitoleic and oleic acid as major components. These major fatty acids accelerate the aggregation of platelets and coagulation in blood vessels. Linoleic acid, however, inhibits thrombosis in the arterial blood vessels.

This study presents data on the investigation of fatty acid composition and amount of total lipids in roasted chickens.

MATERIAL AND METHODS

Sampling

Randomly sampling of ten commercial cut chickens, roasted in electric baker with rotating spit were acquired in several commercial establishments of the city of Maringá (PR), Brazil. The origin, strain, age, sex and how the analyzed chickens were fed was not known, nor was the time or the temperature used to bake them in the electrical baker.

Methods

Roasted chickens were submitted to the breast with sternum cut, according to Beraquet et al. (4) and deboned. All chicken portions (wings, sides, breast, back and thigh) were analyzed with and without skin.

Aliquots (30g) in triplicate, of the samples were individually homogenized in 90ml, 2 chloroform: 1 methanol (v:v) according to the method of Bligh and Dyer (5) as modified by Kinsella et al. (11). The resulting lipid fraction was weighed.

Methyl esters were prepared by transmethylation according to the procedure of the ISO (9), using KOH 2 mol.l⁻¹ in methanol and n-heptane. Fatty acids methyl esters (FAME) were analyzed using a Shimadzu 14A (Japan) gas chromatograph equipped with flame ionization detector and fused silica capillary column (50 m x 0.25 mm and 0.20 μ m of Carbowax 20M). Column temperature was programmed at 10°C.min⁻¹ from 150-240°C.

The injection port and detector were maintained at 220°C and 245°C, respectively. Carrier gas was hydrogen (1.2 ml.min⁻¹) and the make up was nitrogen (30 ml.min⁻¹). The split used was 1:100. Identification of normal fatty acids was made by comparing the relative retention times of FAME peaks from samples with standards from SIGMA (USA). The peak areas were determined by the CG-300 Computing integrator (CG Instruments, Brazil). Data were calculated as normalized area percentages of fatty acids.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 summarizes our finding of lipids, fatty acids composition and PUFA/SFA ratio on roasted chickens. The lipid concentration in some pieces, such as back and wing was much higher (=12%) than in all other analyzed pieces. Values around 4% were found for side and 2% for breast. The lipid content for the pure skin was of 26.54%. As expected (1,10), total lipid content was lowest in the white meat, followed by dark meat and skin. For the samples analyzed without skin, there was a decrease of approximately 50% in the lipid content.

TABLE 1
Total lipids (%), fatty acids (expressed as percent of total fatty acid methyl esters) composition and PUFA/SFA ratio in roasted chickens

Pieces	Lipids	C14:0	C16:0	C16:1 ω -7	C18:0	C18:1 ω -9	C18:2 ω -6	C18:3 ω -6	C20:0	PUFA/SFA
Wing*	11.13 \pm 2.33	0.39 \pm 0.09a	19.04 \pm 1.25a	5.18 \pm 0.73a	5.92 \pm 0.40a	39.22 \pm 3.18a	27.70 \pm 3.09a	1.89 \pm 0.35a	0.79 \pm 0.16a	1.13
Wing**	5.72 \pm 2.14	0.40 \pm 0.07a	19.77 \pm 1.15a	4.85 \pm 0.68a	6.63 \pm 0.64a	38.01 \pm 2.79a	27.16 \pm 2.98a	1.78 \pm 0.45a	1.32 \pm 0.24a	1.03
Thigh*	6.45 \pm 1.32	0.42 \pm 0.09a	19.43 \pm 1.13a	4.89 \pm 0.67a	6.44 \pm 0.48a	38.13 \pm 2.91a	27.60 \pm 2.71a	1.86 \pm 0.47a	1.15 \pm 0.21a	1.07
Thigh**	3.70 \pm 1.41	0.43 \pm 0.08a	19.77 \pm 1.34a	4.91 \pm 0.89a	6.86 \pm 0.37a	37.57 \pm 2.44a	27.44 \pm 2.52a	1.77 \pm 0.34a	1.38 \pm 0.25a	1.03
Back*	12.13 \pm 1.93	0.44 \pm 0.05a	19.70 \pm 1.23a	4.84 \pm 0.56a	6.73 \pm 0.89a	37.89 \pm 2.89a	27.59 \pm 2.26a	1.81 \pm 0.28a	1.18 \pm 0.17a	1.05
Back**	7.12 \pm 1.22	0.39 \pm 0.08a	19.41 \pm 1.53a	4.55 \pm 0.67a	6.67 \pm 0.41a	38.06 \pm 3.12a	27.91 \pm 2.06a	1.90 \pm 0.54a	1.10 \pm 0.19a	1.08
Side*	4.47 \pm 2.54	0.42 \pm 0.05a	19.91 \pm 1.29a	4.52 \pm 0.79a	6.39 \pm 0.85a	38.41 \pm 3.03a	27.14 \pm 2.61a	1.77 \pm 0.43a	1.08 \pm 0.31a	1.04
Side**	2.56 \pm 1.11	0.46 \pm 0.07a	20.93 \pm 1.20a	4.17 \pm 0.90a	8.10 \pm 0.55b	36.41 \pm 2.92b	25.65 \pm 2.38a	1.50 \pm 0.27a	1.96 \pm 0.19b	0.86
Breast*	1.65 \pm 0.41	0.53 \pm 0.38a	20.03 \pm 1.45a	4.33 \pm 0.73a	7.62 \pm 0.45b	35.69 \pm 3.01b	26.16 \pm 2.02a	1.62 \pm 0.30a	2.22 \pm 0.26b	0.91
Breast**	0.78 \pm 0.21	0.35 \pm 0.07b	21.46 \pm 1.78a	2.79 \pm 0.56b	11.59 \pm 0.71c	29.32 \pm 3.39c	23.15 \pm 2.41b	1.10 \pm 0.23b	2.43 \pm 0.25b	0.68
Skin	26.54 \pm 4.92	0.44 \pm 0.08a	21.94 \pm 1.32a	5.43 \pm 0.79a	5.61 \pm 0.70a	39.83 \pm 2.86a	26.69 \pm 2.15a	1.84 \pm 0.45a	0.49 \pm 0.12c	1.00

*Portion with skin; **Portion without skin; All results are means of three determinations in ten samples. PUFA=Polyunsaturated Fatty acids; SFA=Saturated fatty acids; Means value within the same column followed by different letters are significant different (P<0.05).

The fatty acids are ordered according to their chromatographic retention time, and the values are given as weight percent of total fatty acid methyl esters. The data show that the amount of constituent fatty acids did not vary among the pieces. Except for the breast meat that shows significant differences among the fatty acid concentration, showing higher saturated fatty acid concentration and lower unsaturated fatty acid concentration, in relation to the analyzed portions. Sahasrabudhe et al. (15) analyzed white and dark chicken meats and found out that dark meat has higher unsaturated fatty acids concentration. Table 1 also shows that palmitic acid (C16:0) is the predominant saturated fatty acid. The saturated fatty acids accounted for 26 to 36% of the total fatty acids. The fatty acid which had the highest concentration was the oleic acid (C18:1 ω 9) with a variation from 39.32% for the skinless breast to 39.83% for the skin. The highest polyunsaturated fatty acid was the linoleic acid (C18:2 ω 6) with a variation from 23.15% for the skinless breast to 27.91% for the skinless back.

The polyunsaturated to saturated fatty acids (PUFA/SFA) ratio is sometimes considered an important characteristic of food fats. The PUFA/SFA ratio was calculated as the sum of the percentage of all acids with two or more double bonds

divided by the sum of all saturated acids. There is not a significant difference in the PUFA/SFA ratio for the analyzed samples and the average value was of approximately 1.00, which is a very high value when compared to red meats. This value is equal or superior to the values found for freshwater fish in the South of Brazil (2). Chicken breast meat can be considered a good quality meat, because its lipid content is very low even though its value for PUFA/SFA was low.

In conclusion, considering the lipid content in bovine, suine, lambs (12) and some fish (2,3) meat and the PUFA/SFA ratio, the roasted chicken meat can be considered lean and therefore suitable for diets. However, the chicken meat must be eaten with moderation, due to its high cholesterol content, which is higher than bovine and suine meat (14).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to CNPq and CAPES for financial support.

REFERENCES

1. Alle CE & Foegeding EA. Some lipid characteristics and

- interactions in muscle foods - A review. *Food Technol.* 1981;35:253-7.
2. Andrade AD, Rubira AAF, Matsushita M & Souza NE. ω 3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. *J Am Oil Chem Soc* 1995;72:1207-10.
 3. Andrade AD, Visentainer JV, Matsushita M & Souza NE. Omega-3 fatty acids in baked marine fish from south of Brazil. *Arq Biol Tecnol* 1996;39:187-92.
 4. Beraquet NJ, Galvão MTEL, Silva RZM & Arima HK. Cortes e rendimentos de carcaças de frango encontradas no varejo. *Col ITAL* 1992;22:192-203.
 5. BLigh EG & Duer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 1959;31:911-7.
 6. Chambers JR, Gavora JS & Fortin A. Genetic changes in meat-type in the last twenty years. *Can J Anim Sci* 1981;61:555-63.
 7. Chen TC, Omar S, Schultz D, Dilwarth BC & Day EJ. Processing, parts, and water-holding properties of four ages of broilers. *Poult Sci* 1987;66:1334-40.
 8. Hargis PS & VanElswyk ME. Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *Worlds Poult Sci J* 1993;49:251-64.
 9. ISO - International Organization for Standardization. Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509. Geneva: ISO, 1978. p. 10-15.
 10. Katz MA, Dugan JR & Dawson LE. Fatty acids in neutral lipids and phospholipids from chicken tissues. *J Food Sci* 1966;31:717-20.
 11. Kinsella JE, Shimp JL, Mae J & Weihrauch J. Fatty acid composition of freshwater finfish. *J Am Chem Soc* 1977;54:424-9.
 12. Mitchell HS, Rynbergen HJ, Anderson L & Dibble M. *Nutrição*. 16.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978. p. 24-46.
 13. Orr HL, Hunt EC & Randall CJ. Yield of carcass, parts, meat, skin, and bone of eight strains of broilers. *Poultry Sci* 1984;63:2197-200.
 14. Rowe A, Souza SAB, Pereira PLP, Matsushita M & Souza NE. Colesterol em carnes bovinas, suínas, frangos e derivados de carnes comercializados em Maringá, Paraná, Brazil. *Arch Latin Nutr* 1997;47:282-4.
 15. Sahasradudhe MR, Delorme NF, Wood DF & Randall CJ. Neutral and polar lipids in chicken parts and their fatty acid composition. *Poultry Sci* 1985;64:910-6.

Recibido: 13-11-1998

Aceptado: 06-04-1999

Notas

Premio 2000 en honor de Fred L. Soper (1893-1976) para trabajos publicados en el campo de la Salud Interamericana

Por la presente se anuncia el Premio 2000 en honor de Fred L. Soper, ex-Director de la Organización Panamericana de la Salud (Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud) de 1947 a 1959, y se solicita la presentación a concurso de candidaturas.

Este premio se concede cada año al autor o autores de una contribución científica original que aporta nueva información o nuevas ideas sobre el amplio campo de la salud pública, con especial hincapié en América Latina y el Caribe. Este trabajo podrá tratarse de un informe basado en el análisis de nuevos datos, obtenidos mediante estudios experimentales o de observación, o bien un análisis novedoso de datos que ya existen. Se concede prioridad a los estudios que abarcan más de una disciplina y a los trabajos relacionados con las enfermedades infecciosas, uno de los principales campos de interés del Dr. Soper durante toda su vida.

Solo pueden participar al concurso los trabajos ya publicados en revistas científicas que figuran en el *Index Medicus* o en las revistas oficiales de la Organización Panamericana de la Salud. Además, este premio solo se concede a contribucio-

nes de autores cuya principal vinculación es a instituciones docentes, de investigación o de servicio ubicadas en países de América Latina y el Caribe (incluidos los Centros de la Organización Panamericana de la Salud).

El Fondo del Premio es administrado por la Fundación Panamericana de la Salud y Educación, la cual recibe contribuciones voluntarias asignadas con este fin y las deposita en un fondo aparte. El premio consiste en un diploma y un monto de EUA\$1000,00 dólares. Un Comité del Premio, integrado por representantes nombrados por la OPS y la PAHEF, designa al ganador o ganadores del premio; la selección final la realiza el Directorio de PAHEF.

Pueden concursar al Premio Fred L. Soper trabajos presentados por sus autores o en nombre de ellos. A efectos del Premio 2000, solamente podrán concursar trabajos publicados durante el año 1999; todos los trabajos presentados a concurso tienen que haberse recibido a más tardar el 31 de marzo del año 2000 en la siguiente dirección:

Premio Fred L. Soper
Fundación Panamericana de la Salud y Educación
525 Twenty-third Street, NW
Washington, DC 20037
Estados Unidos

WWW. *Kellogg's* -latino.com

¡Entra al mundo de la nutrición...

ahora en español y portugués!

¡En Kellogg's seguimos cumpliendo nuestro compromiso con la nutrición! Por eso ahora lanzamos al ciberespacio una página de internet www.kelloggs-latino.com en la que los profesionales de la salud y los consumidores encontrarán información actualizada de lo más relevante sobre salud y nutrición.

La revista **Dieta y Salud**, órgano informativo de Kellogg's sobre la relación entre la nutrición y la salud está ahora en línea. Todos los números anteriores donde destacados científicos han hecho completas revisiones acerca de temas de nutrición están disponibles en esta sección.

Lo invitamos a visitarnos y a suscribirse a la lista de correos en la sección **Actualizaciones de Nutrición**, para estar al día en lo que acontece en el dinámico mundo de la salud y la nutrición.

¿Quiere saber acerca de los próximos eventos científicos de salud y nutrición en América Latina y el mundo?

Visite la sección **Próximos Eventos** donde encontrará información acerca de congresos, simposios y foros nacionales e internacionales relacionados con nutrición y salud. Además usted podrá publicar su próximo evento en esta sección para ponerla al alcance de millones de visitantes de toda América Latina.

En la sección **Otros Sitios de Interés en Salud y Nutrición** encontrará enlaces a otras páginas relacionadas en América Latina, incluyendo instituciones oficiales, organizaciones profesionales y organizaciones no gubernamentales que trabajan en el área. Adicionalmente podrá acceder las páginas on-line de prestigiosas revistas científicas sobre nutrición y salud y revisar los artículos más recientes.



¡Todo esto ahora en español y portugués!
Kellogg's...Cumpliendo nuestro compromiso con la nutrición
¡Ahora en Internet!

**En Venezuela y hacia y desde todo el mundo,
en IPOSTEL le ofrecemos**

**SERVICIOS TRADICIONALES de Cartas, Impresos y
Encomiendas.**



... y además contamos con novedosos

SERVICIOS EXPRESOS



A nivel nacional ofrecemos: EEE (Entrega Especial Expresa) es un servicio que le permite enviar documentos y encomiendas a todo el Territorio del país de una forma expresa, económica y segura.



EMS, (Express Mail Service), es un servicio tipo courier que le permite enviar documentos y mercaderías a nivel internacional, respondiendo a su necesidad de entrega en tiempo breve y a los precios más económicos del mercado.

SERVICIOS ELECTRONICOS

CORREO ELECTRONICO Y KIOSCO INTERNET

Ipostel habilitó para aquellos usuarios que les gusta navegar en el mundo de la red, kioscos de internet, ubicados en Altamira, C.C.C.T y los Ruices, los cuales disponen de computadoras de fácil acceso a todas aquellas personas interesadas en explorar dentro del campo de la comunicación.



AUTOMATIZACION DE TAQUILLA

La automatización de taquillas cuenta con modernos accesorios como balanza electrónica e impresora de recibos; esta permite mejorar la atención en las taquillas postales y simultáneamente establecer un control eléctrico de los ingresos por venta de servicios.



SEGURIDAD Y RASTREO POR CODIGO DE BARRA

El Código de barra permite registrar los datos más importantes de los envíos EMS entrantes y salientes, este sistema actualmente es utilizado a nivel internacional, para envíos EMS.



Un Mundo de Servicios para Usted...

Artes Finales: Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 993.81.43

Portada: Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 285.55.29

Impresión: Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela
Teléfonos: (02) 632.97.17 - 632.74.86