

Volumen 46. N° 4. Diciembre 1.996

ALAN

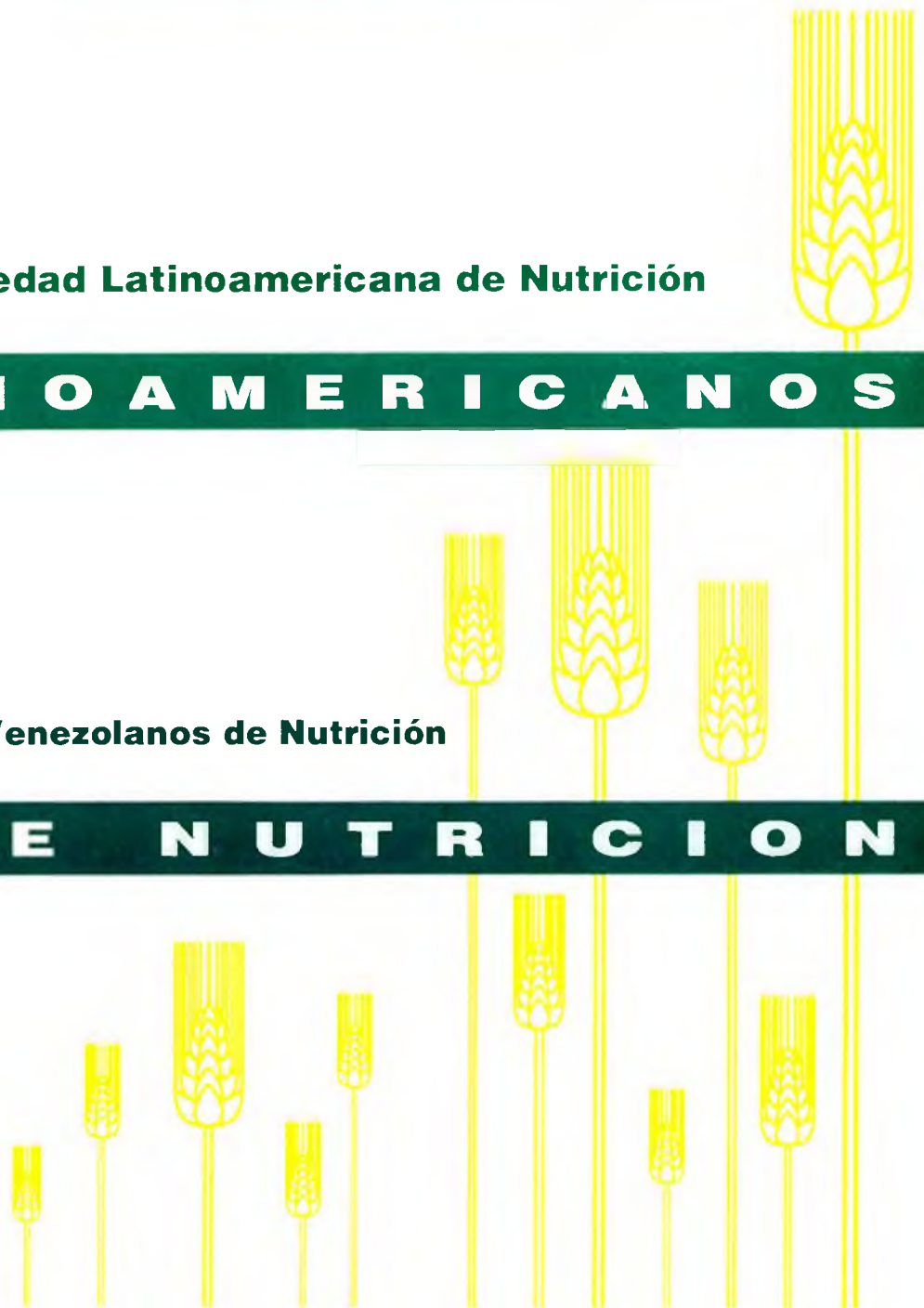
A R C H I V O S

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

L A T I N O A M E R I C A N O S

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N



Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías:


1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*).

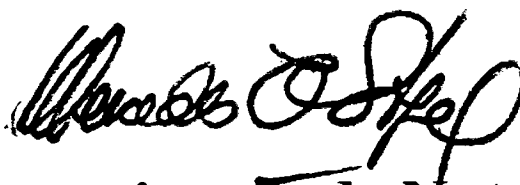
Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are accepted, both from the Society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General articles (critical scientific reviews); 2. Research articles (originals); 3. Papers in applied nutrition (analytical results from intervention programs and discussion of recommendations of practical application), and 4. Letters to the Editor (short comments of general interest or about scientific facts and concepts previously published in *Archivos*).

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Apartado 62.778. Chacao.
Avenida Francisco de Miranda
Caracas 1060. Venezuela, S.A.
Fax (58-2) 284.85.43

ENTIDADES PATROCINANTES

- **Fundación CAVENDES**
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**
Guatemala, Guatemala C.A.
- **INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. Venezuela**
- **CONICIT. Venezuela**
- **KELLOGG'S América Latina**
-  **PRODUCTOS ROCHE. América Latina**
- **Fundación POLAR**
- **Protein Technologies International**
Caracas, Venezuela
- **Centro de Atención Nutricional Infantil Antimano**
- **Alimentos LE BISCUIT C.A.**
- **PARMALAT de Venezuela**
- **BASF Venezolana S.A.**



Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 46

DICIEMBRE 1996

Nº 4

Contenido

	Páginas
ARTICULOS GENERALES	
Inmunosupresión de las emulsiones lipídicas parenterales en un modelo de inmunoestimulación definida Helmut Grimm, Ulrich Bohnet, Eva Malats Brang, Georg Friese, Georg Schmidbauer, Reinhard Schück.....	269
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Consumo de alimentos, energía y nutrientes en el desayuno de un colectivo de ancianos. Problemática más frecuente y diferencias en función del índice de masa corporal María Rosario Redondo, Rosa María Ortega, Ana María López-Sobaler, María Elena Quintas y Pedro Andrés.....	275
Nutrición Experimental	
Estudio de funciones cognitivas en escolares de nivel intelectual normal con antecedentes de desnutrición grave y precoz Carmen Gloria Perales O., Eliana Heresi M., Fernando Pizarro A. y Marta Colombo C.....	282
Bioquímica Nutricional	
Evaluación de la digestibilidad in vitro de un sustituto lácteo fabricado con harinas no precocidas Judith King y Saturnino de Pablo.....	287
Microbiología de Alimentos	
Presencia de microorganismos patógenos en hortalizas de consumo crudo en Costa Rica Rafael Monge, y María Laura Arias.....	292
Ciencia de Alimentos	
Reducción del contenido de fibra cruda en pasta de cártamo (<i>Carthamus tinctorius L.</i>) y su posible utilización en la alimentación humana Héctor Martínez Flores, Carlos Cruz Mondragón, y Alfredo Larios Saldaña.....	295

Adaptación de Nutripez a un alimento de humedad intermedia Josefina Morales de León, Margarita Santillán D. y Francisco Palomares Ch.....	299
Desarrollo de un alimento suplementario para grupos vulnerables Margarita Armada de Romano, y Patricia Liliana Jiménez de Erramouspe.....	304
Tecnología de Alimentos	
Determinación de la composición químico-proximal y de las propiedades funcionales de carne de pinzas de jaiba (<i>Homalaspis plana</i>) recién extraída Lilian Abugoch J., Javier Barrios G. y Abel Guarda M.....	309
Cambios en algunos componentes químicos y nutricionales durante la preparación de tortillas de maíz elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por extrusión continua Carlos Alberto Gómez Aldapa, Fernando Martínez Bustos, Juan de Dios Figueroa Cárdenas, César Abelino Ordorica Falomir y Jesús González Hernández.....	315
Avaliação química e biológica da casca de banana madura Marcia Regina Toledo de Camargo Ranzani, Gilma Lucazechi Sturion y Mitsue Hironaka Bicudo.....	320
Nutrición Animal	
Composición química de ensilados de lombrices terrestres (<i>Eisenia fetida</i> y <i>Lumbricus rubellus</i>) Ma. Esther Ortega Cerrilla, Amada Laura Reyes Ortigoza y Germán Mendoza Martínez.....	325
LatinFoods. Composicion de Alimentos	
Contenido de colesterol en el músculo <i>longissimus</i> de bovinos venezolanos Nelson Huerta Leidenz, Jorge L. Ruíz Ramírez, Lilia Arenas Moreno, Nancy Jerez Timaure, Enrique Márquez, y Beatriz Muñoz.....	329
Stereochemical isomers composition and vitamin A value of Brazilian palm oils Ivaldo N.S. Trigueiro, y Marilene de Vuono Camargo Penteadó.....	334
NOTAS.....	338
INFORMACION PARA LOS AUTORES.....	339
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 46, 1996.....	346
INDICE DE AUTORES.....	350
INDICE DE MATERIAS.....	356

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 46

DECEMBER 1996

Nº 4

Contents

Pages

GENERAL ARTICLES

- Immunosuppression by parenteral lipid emulsions in a model of defined immunostimulation**
Helmut Grimm, Ulrich Bohnet, Eva Malats Brang, Georg Friese, Georg Schmidbauer, Reinhard Schück..... 269

RESEARCH PAPERS

Human Nutrition

- Foods, energy and nutrients intake at breakfast in a group of elderly persons. Most common problems and differences with respect to body mass index**
María Rosario Redondo, Rosa María Ortega, Ana María López-Sobaler, María Elena Quintas y Pedro Andrés..... 275

Experimental Nutrition

- A study on the cognitive functions of school children with normal IQ and histories of severe and early malnutrition**
Carmen Gloria Perales O., Eliana Heresi M., Fernando Pizarro A. y Marta Colombo C..... 282

Biochemical Nutrition

- In vitro digestibility of a milk substitute fabricated with uncooked flours**
Judith King y Saturnino de Pablo..... 287

Food Microbiology

- Occurrence of some pathogenic microorganisms in fresh vegetables in Costa Rica**
Rafael Monge, y María Laura Arias..... 292

Food Science

- Reduction of crude fibre content in safflower meal (*Carthamus tinctorius L*) and the feasibility of using it in human food**
Héctor Martínez Flores, Carlos Cruz Mondragón, y Alfredo Larios Saldaña..... 295

Adaptation of Nutripez to an intermediate moisture food Josefina Morales de León, Margarita Santillán D. and Francisco Palomares Ch.....	299
Development of a supplementary food for vulnerable groups Margarita Armada de Romano, and Patricia Liliana Jiménez de Erramouspe.....	304
Food Technology	
Proximal chemical composition and functional properties determination on fresh meat of clam crab's (<i>Homalaspis plana</i>) Lilian Abugoch J., Javier Barrios G. and Abel Guarda M.....	309
Chemical and nutritional changes during preparation of whole corn tortilla prepared with instant flour obtained by extrusion process Carlos Alberto Gómez Aldapa, Fernando Martínez Bustos, Juan de Dios Figueroa Cárdenas, César Abelino Ordorica Falomir and Jesús González Hernández.....	315
Chemical and biological evaluation of ripe banana peel Marcia Regina Toledo de Camargo Ranzani, Gilma Lucazechi Sturion and Mitsue Hironaka Bicudo.....	320
Animal Nutrition	
Chemical composition of earthworm (<i>Eisenia fetida</i> and <i>Lumbricus rubellus</i>) silages Ma. Esther Ortega Cerrilla, Amada Laura Reyes Ortigoza and Germán Mendoza Martínez.....	325
LatinFoods. Food Composition	
Cholesterol content of <i>beef longissimus</i> from slaughter cattle of Venezuela Nelson Huerta Leidenz, Jorge L. Ruíz Ramírez, Lilia Arenas Moreno, Nancy Jerez Timaure, Enrique Márquez, and Beatriz Muñoz.....	329
Stereochemical isomers composition and vitamin A value of Brazilian palm oils Ivaldo N.S. Trigueiro, and Marilene de Vuono Camargo Penteado.....	334
NOTES.....	338
INFORMATION TO AUTHORS.....	339
GENERAL INDEX OF VOLUMEN 46, 1996.....	346
AUTHOR INDEX.....	350
SUBJECT INDEX.....	356

Inmunosupresión de las emulsiones lipídicas parenterales en un modelo de inmunoestimulación definida

Helmuth Grimm, Ulrich Bohnet, Eva Malats Brang, Georg Friese, Georg Schmidbauer, Reinhard Schüick

Departamento de Cirugía General y Torácica de la Universidad Giessen. Klinikstrasse 29. D-35392, Giessen

RESUMEN. En el modelo del alotransplante de corazón en ratas se investigó el efecto inmunosupresivo de emulsiones grasas i.v. con una combinación diferente de ácidos grasos n-3 y n-6.

Emulsiones de un 20% de aceite de cardo (n-3/n-6= 1/370), de pescado (7,6/1), de soja (1/6,5), y una mezcla 1:1 de aceite de cardo y de pescado (1/2,1; como grupo control de aceite) fueron infundidos continuamente después del trasplante hasta el rechazo (9 g de grasa/Kg peso corporal diario; n=10 por grupo). Fueron analizados el tiempo de supervivencia del trasplante, las subpoblaciones del infiltrado de células inmunocompetentes o circulantes y la secreción de interleuquina-6 de células mononucleares circulantes.

En el grupo de aceite de cardo, de pescado y de soja, el tiempo de supervivencia del trasplante fue alargado hasta 13,3; 12,3 y 10,4 días en comparación a los 6,7 días en el grupo control de aceite respectivamente y de 7,8 días en el grupo control de NaCl ($p<0,01$). En los dos grupos con la prolongación de supervivencia más alta se redujo el número de células en el infiltrado hasta un 50% y la producción de interleuquina-6 de células mononucleares hasta un 45%. Además se observó una disminución de las células-T circulantes en el grupo aceite de pescado.

Las emulsiones grasas i.v. provocan, dependiendo de la relación de ácidos grasos de n-3/n-6, diferentes reacciones inmunomodulantes. Tanto los ácidos grasos n-6 como los n-3 causan su efecto inmunosupresor mediante la reducción de la infiltración, la movilización y la producción de citoquinas de células inmunocompetentes. El aceite de soja, con la relación de ácidos grasos n-3/n-6 más ponderada que el aceite de cardo, es significativamente menos inmunosupresivo, y las emulsiones grasas con una relación n-3/n-6 1:2 son inmunológicamente neutrales.

Palabras claves: Grasa parenteral, ácidos grasos n-3, ácidos grasos n-6, relación de ácidos grasos n-3/n-6, modulación inmunológica.

INTRODUCCION

La inmunosupresión de emulsiones grasas parenterales está desde hace tiempo cuestionada (1). Los efectos potenciales se atribuyen a los ácidos grasos n-3 y n-6 poli-insaturados los cuales influyen independientemente en la función de las células inmunocompetentes in vitro (2), o después del metabolismo a eicosanoides desarrollan propiedades inmunomoduladoras como mediadores lipídicos (3,4). Hasta ahora se ha investigado sólo la influencia sobre componentes aislados del sistema inmune. Transmitimos por eso el modelo de alotransplante de corazón en ratas, -que compromete, en una reacción de rechazo aguda, al sistema inmune en su totalidad así como mecanismos de rechazo no específicos,- a la investigación del efecto inmunosupresor de emulsiones grasas parenterales. Inyectamos, continuamente, durante la fase post-trasplantante emulsiones grasas con diferentes cocientes de ácidos grasos n-3/n-6 e investigamos el efecto sobre el tiempo de supervivencia del alotransplante que es valorada como medida biológica de modulación inmune. Este

SUMMARY. Immunosuppression by parenteral lipid emulsions in a model of defined immunostimulation. The immunosuppressive effect of intravenous fat emulsions with different n-3/n-6 fatty acid ratio was studied in the heterotopic rat heart allotransplant model. Twenty percent emulsions of safflower oil (n-3/n-6= 1/370), fish oil (7.6/1), soybean oil (1/6.5) and a 1:1 mixture of safflower and fish oil (1/2,1; oil control group) were continuously infused (9 g fat/Kg b.w./day; n=10 each group) after transplantation until rejection. Graft survival time, subpopulations of infiltrating and circulating immunocompetent cells and Interleukin-6 release of circulating monocytes were analyzed.

In the safflower oil, fish oil and soybean oil groups graft survival was prolonged to 13.3, 12.3 and 10.4 days vs. 6.7 days in the oil control group and 7.8 days in the saline control group ($p<0.01$). In the two groups with the highest prolongation of graft survival the number of infiltrating cells was reduced by up to 50 percent and the peripheral blood monocyte Interleukin-6 release by up to 45 percent. Beyond that, circulating T-cells were reduced in the fish oil group.

Intravenous fat emulsions show a varying immunomodulatory effect in dependence of the n-3/n-6 fatty acid ratio. Both n-6 and n-3 fatty acids, if applied as main fatty acid source, exert immunosuppressive effects by a diminished infiltration, mobilisation and cytokine release of immunocompetent cells. Soybean oil with a more balanced n-3/n-6 fatty acid ratio than safflower is significantly less immunosuppressive than safflower oil and fat emulsions with a n-3/n-6 fatty acid ratio of 1/2 are immunologically neutral.

Key words: Parenteral fat, n-3 fatty acids, n-6 fatty acids, n-3/n-6 fatty acid ratio, immunomodulation.

parámetro clínico-fisiológico fue correlacionado con variables inmunohistológicas.

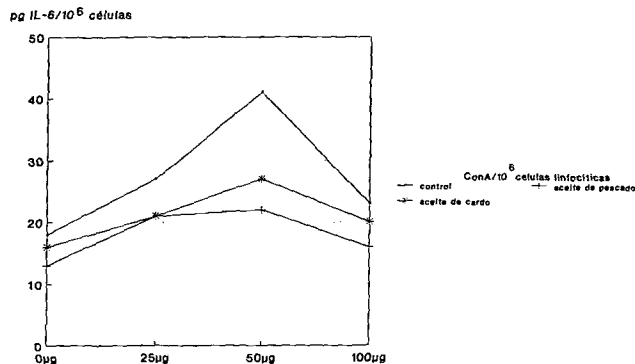
En una segunda fase experimental se confrontó el perfil de células circulantes inmunocompetentes y la secreción de citoquina de células mononucleares de sangre periférica de los animales controles con los dos grupos con el tiempo más largo de supervivencia del trasplante.

MATERIAL Y METODOS

Animales de experimentación: Los experimentos realizados con animales estaban autorizados y cumplían las exigencias de la ley de protección del animal alemana. Las ratas machos entrecruzadas sirvieron como donantes (PVG, RT 1^c, 100-150 g) y receptoras (Wistar/Kyoto, RT1^l, 200-250 g, Møllegaard Breeding Center, Skensved, Dinamarca). Los animales fueron mantenidos en jaulas de plástico con pisos enrejados de acero inoxidable con una temperatura controlada (20 °C), humedad atmosférica (50%) y un ciclo de 12

horas día/noche. Se respetó una fase de adaptación con un mínimo de una semana antes del trasplante. Los animales de experimentación tenían acceso libre al agua y a la comida de cultivo R3-EWOS-ALAB (ALAB, Sollentuna, Suecia). La composición en grasa de la comida está representada en la Figura 1.

FIGURA 1
Potencial secretorio para IL-6 de los linfocitos en la sangre periférica estimulados por Con A



Catéter venoso central: Un trozo de catéter PE 10 (polietileno) (Clay Adams, Parsippany, NJ, USA) de 5 cm de largo y forma espiral fue unido a un tubo de silicón (Silastic R 0,012 inch x 0,025 inch, N° 602-105 HH 061999, Dow Corning Corp., Midland, Mich. USA). El final del PE 10 se fundió con un trozo de catéter de PE 20 de 30 cm de largo. El trozo de silicón fue implantado directamente antes del trasplante en la vena yugular izquierda del receptor (5) y el final del PE 20 fue dirigido hacia fuera y conectado a la bomba-SAGE, para la infusión continua.

Técnica operatoria: Los receptores fueron anestesiados con 0,315 mg de citrato fentanílico/Kg peso corporal i.m. (Hypnorm R, Janssen, Bélgica). Después de la laparotomía media se extirpó el riñón izquierdo y se prepararon los vasos renales con la técnica CUFF (6). Los donantes fueron anestesiados con 60 mg pentobarbital/Kg peso corporal i.p. (Mebumal vet. R, Nord Vacc, Suecia). Se inyectaron 300 IU antes de la extracción del órgano. Los trasplantes de corazón fueron irrigados con una solución fría de Ringer lactato que fue complementada con 50 IU de heparina/ml. Justo después de la extracción se realizó una anastomosis entre los trasplantes y los vasos renales del receptor. El tiempo de isquemia fue menos de 5 minutos.

Emulsiones grasas: Se prepararon emulsiones con un 20% de aceite de cardo, de pescado, de soja o de una mezcla 1:1 de aceite de cardo y de pescado. La composición de ácidos grasos de estas emulsiones se representa en la Tabla 2. La fase isotónica acuosa contenía agua destilada, fosfolípido de huevos purificados y glicerol. Esta fue calentada hasta 60-70 °C y la fase lipídica se vació en una batidora de alta velocidad. Se hizo una emulsión fina bajo alta presión en un homogenizador. La emulsión se distribuyó en partes alícuotas en botellas de vidrio y se esterilizó calentándola.

TABLA 1
Composición de ácidos grasos del alimento de cultivo (R3-EWOS-ALAB) de ratas

Acido graso	
16:0	21
16:1	2
18:0	4
18:1	22
18:2	42
18:3	7
Otros	2

TABLA 2
Composición en ácidos grasos del aceite de cardo, de pescado, de soja y de una mezcla de 1:1 de aceite de cardo y de pescado (% de los ácidos grasos en total)

Acido graso	Acido de cardo	Aceite de pescado	Aceite de soja	Mezcla de 1:1 de aceite de cardo y de pescado
12:0		0,2		0,1
14:0	0,1	5,5	0,1	2,8
16:0	7,6	14,2	11,0	10,9
16:1	0,1	6,5	0,1	3,3
17:0			0,1	
18:0	2,9	3,2	4,4	3,05
18:1 (n-9)	13,6	10,1	23,3	11,85
18:1 (n-7)		3,1	1,55	
18:2 (n-6)	73,6	2,6	51,6	38,1
18:3 (n-6)		0,2		0,1
18:3 (n-3)	0,2	0,7	6,7	0,45
18:4 (n-3)		2,5		1,25
20:0	0,3	0,2	0,3	0,25
20:1 (n-9)	0,3	1,5	0,3	0,9
20:1 (n-7)		1,8		0,9
20:1 (n-5)		0,2		0,1
20:2 (n-6)			0,5	
20:3 (n-6)			0,04	
20:4 (n-6)	0,1	1,6	0,1	0,85
20:5 (n-3)		18,1		9,05
22:0			0,4	
22:1 (n-11)		2,0		1,0
22:1 (n-9)		0,5		0,25
22:1 (n-7)		0,1		0,05
22:5 (n-3)		2,7		1,35
22:6 (n-3)		12,9		6,45
22:6 (n-6)			0,3	

Grupos de tratamiento: Las 4 emulsiones se inyectaron en 10 animales de cada grupo. Se aplicaron 9 g de grasa/Kg p.c. diario en forma continua durante 24 horas. Los animales de experimentación que recibieron la mezcla 1:1 de aceite de cardo y pescado, sirvieron como grupo control de aceite, ya que la relación de ácidos grasos n-3/n-6 en esta mezcla de aceite según Kinsella (7), fue proporcionada en forma ideal. El grupo-control recibió un volumen apropiado de una solución de NaCl fisiológica.

Evaluación del rechazo del trasplante: Los trasplantes de corazón fueron palpados dos veces el día. El rechazo se consideró definitivo en el momento en que ya no había pulsaciones palpables y cuando el ECG documentaba el fin de la función del trasplante. Después de la explantación se pesaron los trasplantes y se verificó histológicamente el rechazo.

Análisis inmunohistológico del trasplante: Cortes congelados de 7 µm fueron secados al aire durante 12 horas, después se fijaron durante 10 minutos con acetona fría y finalmente se lavaron con TRIS-buffer. Los cortes fueron incubados con un suero normal de ratas (diluido 1/10) (Emp. Dakopatts, Hamburg, Alemania) durante 20 minutos y lavados con TRIS-buffer. Luego se incubaron con anticuerpos monoclonales ratón-anti-rata (diluido 1:100 en RPMI) contra los clones celulares MRC OX-19, W 3/25, MRC OX-8, MRC OX-1, MRC OX-33, W 3/13 (Emp. Camon, Wiesbaden Alemania) durante 30 minutos (Especificidad de anticuerpos en Tabla 3). Después del lavado con TRIS-buffer se incubó durante 30 minutos con inmunoglobulina de conejo-anti-ratón (diluido 1/20). Después de otro lavado (TRIS-buffer) se incubó durante 30 minutos con el complejo APAAP (diluido el 1/50) y se lavó de nuevo con TRIS-buffer. Se incubó luego durante 30 minutos en agitación con un sustrato de fosfatasa alcalina recién preparado, se lavó con TRIS-buffer y se coloreó para contrastar con hemalaun. Finalmente fue cubierto con glicergel (Emp. Dakopatts, Hamburg, Alemania). Las células marcadas se contaron bajo un microscopio (Emp. Leitz, Wetzlar, Alemania) con un aumento de 1000x bajo evaluación de 20 campos de visión representativos por corte con ayuda de una red calculadora (Emp. Leitz, Wetzlar, Alemania).

TABLA 3
Especificidad de los anticuerpos monoclonales utilizados para los análisis inmunohistológicos

Anticuerpos	Células marcadas
MRC OX-1	Leucocitos (CD 45+)
MRX OX-33	Células - B
W3/13	Células - T, PMN, NK, unas células plasmáticas
MRC OX-19	Células - T (CD5+)
W 3/25	Células - T - colaboradoras (CD4+), monocitos, macrófagos
MRC OX-8	Células - T - citotóxicas (CD8+), NK, monocitos, macrófagos

Análisis al 4to día del trasplante: En una segunda serie de experimentos se exsanguinaron 10 receptores de trasplante de cada grupo en un momento determinado del proceso de rechazo todavía no concluido (4º día del trasplante). La sangre extraída fue utilizada para las siguientes determinaciones:

Análisis de las subpoblaciones linfocitarias en la sangre periférica mediante FACS (fluoresceine activated cell sorter): En el 4º día p.o. se extrajo sangre (EDTA) del animal receptor. Se mezclaron 10 µl de anticuerpos monoclonales marcados de manera fluorescente (Emp. Camon, Wiesbaden, Alemania) contra CD (cluster of differentiation) 45 (panleucocitos), CD 3 (células T), CD 45R (células B), CD 4(células T4), CD 8 (células T8), CD 5(células T),

CD 25 (células T receptor de interleuquina-2 positivas) e IgG 1 ó IgG 2a (controles isotípicos), con 100 µl de sangre y se incubaron 15 minutos en oscuridad. Finalmente se añadió 1 µl de solución de lisis, se incubó 5 minutos y se centrifugó a 300 g por 5 minutos. El botón celular fue resuspendido en 0,5 ml de solución FACS-Flow y la lectura se realizó en FACS-Flow.

Análisis de la producción de interleuquina-6 de linfocitos estimulados por mitógenos: Sangre total heparinizada (10 IU de heparina/ml sangre) se diluyó con PBS. Los linfocitos fueron aislados por centrifugación en gradiente de densidad y ajustados con RPMI y suero fetal de vacuno al 5% a un número de células de 1×10^6 /ml. Se mezclaron 10^6 células con 0, 25, 50 y 100 µg Concanavalina A (Con A) respectivamente y se incubaron 24 horas a 37 °C. Después de centrifugar (2000rpm durante 10 minutos) se aspiró el sobrenadante, la secreción de interleuquina-6 se determinó mediante la medición de su concentración con ELISA-Kits de la Empresa Endogen (Boston, MA, USA).

Estadística: Después de haber comprobado la distribución normal mediante el test Kolmogorow-Smirnow, se analizaron las diferencias entre los grupos con la prueba «t». Se valoró como significativa la probabilidad <0,05. Los valores se describieron como valores medios ± desviación estandar de los valores medios.

RESULTADOS

Tiempo de sobrevida del trasplante: Los trasplantes de corazón en los animales de experimentación de ambos grupos de controles fueron rechazados después de 7 días por término medio (grupo-control de NaCl: $7,8 \pm 0,3$ días, grupo-control de aceite: $6,7 \pm 0,6$ días, ninguna diferencia significativa). En cambio se alargó significativamente el tiempo de sobrevida del trasplante mediante la infusión continua de aceite de cardo, de pescado y de soja ($p < 0,01$). Sin embargo el grupo de aceite de cardo ($13,3 \pm 1,0$ días) y el grupo de aceite de pescado ($12,3 \pm 0,4$ días) mostraron una prolongación significativa del tiempo de sobrevida del trasplante ($p < 0,01$ resp. 0,5) con respecto al grupo de aceite de soja ($10,4 \pm 0,7$ días) (Tabla 4).

Las diferencias entre el grupo de aceite de cardo y el grupo de aceite de pescado no fueron estadísticamente.

Peso de trasplante: El aumento relativo del peso del trasplante (una medida para la infiltración de células y edema intercelular durante el proceso de rechazo) (8) resultó ser de 3,01 en el grupo-control de NaCl, de 2,9 en el grupo-control de aceite, pero sólo de 2,11 ($p < 0,01$) en el grupo de aceite de cardo, de 2,34 ($p < 0,05$) en el grupo de aceite de pescado y de 2,15 ($p < 0,05$) en el grupo de aceite de soja.

Abastecimiento de energía y comportamiento del peso: Como se esperaba, el grupo-control de NaCl fue el que tomó más alimentos (un promedio de 59,8 g/Kg peso corporal diario), ya que estos animales de experimentación tenían que cubrir todas sus necesidades de energía por vía oral. Sin embargo los otros animales de experimentación que recibieron en forma parenteral 9 g de grasa/Kg p.c. diario, tomaron 40% menos de alimentos, es decir 35 g/Kg p.c. diario en el grupo de aceite de cardo, 32,3 g/Kg p.c. diario en el grupo de aceite de pescado, 37,5 g/Kg p.c. diario en el grupo de aceite de soja y 36,2 g/Kg p.c. diario en el grupo de control de aceite. Las ratas fueron inyectadas con emulsiones grasas, redujeron la ingestión de alimento

de tal manera que no se pudo constatar ninguna diferencia significativa entre la ingestión de energía diaria media (ingestión de energía oral y parenteral) y el grupo-control de NaCl (exclusivamente con una ingestión de energía por vía oral) (grupo-control de NaCl: 778 kJ/Kg p.c./día, grupo de aceite de pescado: 781 kJ/Kg p.c./día, grupo de aceite de soja: 845 kJ/Kg p.c./día, p=0,61). Después del trasplante todas las ratas perdieron peso. A pesar de que todas recibieron la misma cantidad de energía, las ratas tratadas con emulsiones grasas perdieron poco peso, pero significativamente más que las ratas del grupo-control de NaCl (p<0,05). En los grupos tratados con emulsiones grasas no se observó ninguna diferencia significativa. El peso medio en el 7° día después del trasplante fue de un 93% del peso inicial del grupo-control de NaCl y de un 85% en los grupos de aceite.

Secreción de interleuquina-6 de las células mononucleares:

La mayor secreción de interleuquina-6 de las células mononucleares en la sangre periférica de los grupos examinados se consiguió mediante la estimulación con 50 µg de Concanavalina A (Figura 1). El potencial de secreción de interleuquina-6 fue significativamente menor en el grupo de aceite de pescado (22,2±13,6 pg/10⁶ células) con respecto al grupo-control (40,7±8,3 pg/10⁶ células, p<0,002).

TABLA 4

Tiempo de supervivencia del trasplante (PVGxWistar/ ratas de Kyoto) con el tratamiento de emulsiones grasas poli-insaturadas con una relación de ácidos grasos n-3/n-6 diferente

Grupo	Tratamiento	n-3/n-6	Supervivencia del trasplante (días)	Término medio ± error standard del valor medio	P
1	NaCl		7,7,7,7,7,8,8,9,9,9	7,8 ± 0,3	
2	Mezcla-1: 1 de aceite de pescado y de cardo	1/2,1	5,5,5,5,6,7,7,9,9,9	6,7±0,56	no significativa frente 1
3	Aceite de cardo	1/360	9,11,11,12,13,13,13,15,16,20	13,3±1,0	<0,01 frente 1,2
4	Aceite de pescado	7,6/1	10,11,12,12,12,12,12,13,14,15	12,3±0,4	<0,01 frente 1,2 no significativa frente 3
5	Aceite de soja	1/6,5	8,8,8,9,10,11,12,12,13,13	10,4±0,7	<0,01 frente 1,2 <0,05 frente 3,4

TABLA 6

Distribución inmunohistológica de células infiltrantes en el trasplante rechazado (células/campo de visión, aumento: x1000)

Anticuerpos	Células marcadas	Isotransplante	Control n (1)	AP (2)	AS (3)	AC (4)	Significancia
MRC OX-1	Leucocitos (CD45 ⁺)	5,1±0,5	21,0±0,9	11,0±1,1	14,8±0,6	13,4±0,4	1 frente 2,3,4
MRC OX-33	Células-B	1,1±0,3	8,7±0,5	2,9±0,4	6,3±0,6	5,8±0,4	2 frente 1,3,4
W 3-13	Células-T, PMN,NK, unas células plasmáticas	3,2±0,4	13,1±0,7	7,8±0,6	12,0±0,4	8,6±0,3	2 frente 1,3
MRC OX-19	Células-T (CD5 ⁺)	0,9±0,3	6,3±0,6	2,4±0,3	3,6±0,2	3,0±0,2	1 frente 2,3,4
W 3/25:	Relación T4/T8	4,0	0,8±0,01	1,3±0,01	1,3±0,01	1,2±0,01	1 frente 2,3,4

AP: Aceite de pescado AS: Aceite de soja AC: Aceite de cardo

TABLA 5
Distribución porcentual de células mononucleares circulantes en la sangre periférica

Anticuerpos	Células	Control (1)	AP(2)	AC(3)	Significancia
Anti-CD45R	Células-B	25,7±1,7	34,0±1,3	25,0±2,9	2 frente 1,3
Anti-CD5	Células-T	69,0±2,8	59,8±2,6	66,7±3,3	2 frente 1,3
Anti-CD4	Células-T4	48,3±2,1	42,5±1,9	49,8±2,0	no significativa
Anti-CD8	Células-T8	29,7±2,7	35,8±5,3	31,0±2,0	no significativa
Anti-CD25	Células-T-IL2 Receptores - positivos	3,4±0,2	5,3±1,7	3,2±0,5	no significativa

AP: Aceite de pescado

AC: Aceite de cardo

Subpoblaciones linfocitarias en la sangre periférica: En el 4° días postoperatorio el número total de linfocitos-T (CD 5+) en la sangre periférica fue significativamente más bajo en el grupo de aceite de pescado (59,8±2,6 %, p<0,05) con respecto al grupo-control (69,0±2,8 %). La distribución porcentual de los subgrupos de las células-T (células-T4 (CD4+) y células-T8 (CD8+), células interleuquina-2-receptor-positivas (CD25+) no varió significativamente. También el porcentaje de linfocitos-B (CD45R+) fue en ambos grupos aproximadamente el mismo. Los linfocitos CD 45+, CD 5+, CD 4+, CD 8+, y CD 25+ entre el grupo de aceite de cardo y del grupo-control variaron significativamente.

Inmunohistología: El número total de leucocitos infiltrantes en los trasplantes de animales-control fue el más alto. Tanto el número total de leucocitos como todos los subtipos clasificados disminuyeron claramente en el resto de los grupos sin excepción (p<0,01). Las células-B estaban claramente menos representadas en los trasplantes del grupo de aceite de pescado que en el grupo de aceite de cardo y en el de soja. El número de células-T fue un poco mayor en el grupo de aceite de soja que en el grupo de aceite de cardo, y claramente mayor que en el grupo de aceite de pescado. La relación CD4/CD8 fue aproximadamente la misma en los grupos de aceite de pescado, de cardo y de soja, pero claramente mayor en comparación con los grupos-controles (Tabla 6).

DISCUSION

Ante la hipótesis de que los ácidos grasos n-3 y n-6 funcionalmente importantes se metabolizan competitivamente en componentes con características diferentes, se introdujo en el estudio la emulsión de aceite de soja de venta comercial así como también emulsiones lipídicas con una composición diferente de ácidos grasos poliinsaturados. La relación de ácidos grasos n-6/n-3 es de 370/1 en el aceite de cardo, de 6,5/1 en aceite de soja, de 2,1/1 en aceite mezclado y de 1/7,6 en aceite de pescado. El grupo de aceite mezclado sirvió, aparte del grupo de NaCl, como otro grupo-control para excluir el efecto general inmunosupresivo de grasas ya que según una hipótesis de Kinsella (7) la relación n-6/n-3 de 2:1 no debería tener ninguna influencia sobre la respuesta inmune. En efecto la infusión de aceite de mezcla en nuestro modelo no actuó inmunosupresivamente ya que el tiempo de supervivencia del trasplante en comparación con el grupo-control de NaCl no se alargó significativamente. Cambiando esta relación de ácidos grasos una vez a favor de los ácidos grasos n-3 y otra a favor de n-6 las emulsiones lipídicas resultaron inmunosupresivas. El tiempo de supervivencia del trasplante fue alargado significativamente en el grupo de aceite de cardo, soja y pescado frente al grupo-control de aceite.

En el grupo de aceite de cardo (n-6/n-3= 1/7,6) la prolongación del tiempo de supervivencia del trasplante fue aproximadamente igual, mientras que en el grupo de aceite de soja (n-6/n-3=6,5/1) el tiempo de supervivencia del trasplante se alargó significativamente con respecto a los grupos-controles, pero sin embargo menos que en los grupos de aceite de cardo y de pescado. Esto significa que el excedente n-6 en las emulsiones grasas, donde domina n-6, debe ser claramente mayor que el excedente de n-3 en las emulsiones donde domina n-3 para conseguir la misma magnitud de inmunosupresión.

La variación del tiempo de sobrevida del trasplante es la expresión biológica de la influencia en los mecanismos de rechazo tanto específicos como no específicos, la regulación de los vasos, la agregación de trombocitos y el comportamiento de células inmunocompetentes tanto específicas como no específicas que intervienen en el proceso de rechazo como un mecanismo delicadamente armonizado (9). En cuanto al rechazo celular los cambios del tiempo de sobrevida del trasplante se correlacionaron con el perfil inmunohistológico de los trasplantes rechazados. En los dos grupos con la mayor prolongación del tiempo de sobrevida (aceite de pescado y aceite de cardo respectivamente) estaban disminuidas las células infiltrantes, es decir los neutrófilos polimorfonucleares, los macrófagos, las células asesinas naturales y las células-T y -B, que son especialmente importantes en el proceso de rechazo (10,11), hasta un 50% del número de células del grupo-control.

En el grupo de aceite de soja la infiltración celular, así como el tiempo de sobrevida del trasplante, fue más alta que en los grupos de aceite de cardo y pescado pero menor que en los animales-controles. La relación CD4/CD8 sin haber intervenido en el proceso de rechazo es menor de 1 y se aumenta a un valor mayor de 1 mediante una terapia inmunosupresiva. De igual manera estaba aumentada en un 50% la relación CD4/CD8 en los grupos con efecto inmunosupresivo.

El perfil de las células circulantes en la sangre periférica representó las diferencias inmunohistológicas de los trasplantes rechazados sólo en el caso del grupo de aceite de pescado (n-6/n-3=1/7,6). Aquí estaban disminuidas las células-T circulantes en el sistema sanguíneo periférico con respecto al grupo-control. Esto se aclararía mediante la hipótesis de que añadiendo ácidos grasos n-3 en la bicapa

fosfolipídica de la superficie celular, el fluido membranal y la expresión de los receptores-citoquinas podría ser alterado de tal manera, que las células no podrían reaccionar adecuadamente a la señal de las citoquinas para emigrar del sistema linfocitario (13). La muestra de rechazo histológico, como producto de la infiltración y de la proliferación de células inmunocompetentes (células-T y -B) (14) y de la movilización de las células inflamatorias (granulocitos polimorfonucleares) (15) se modifican a través de la aplicación de emulsiones lipídicas, un fenómeno que hasta ahora no había sido descrito en ninguna bibliografía.

La infiltración y proliferación de células-T y -B se regula por citoquinas a través de la interacción celular (16). Así, investigamos la interleuquina-6 que junto con otras funciones inmunológicas participa en el rechazo agudo (16). La interleuquina-6 favorece la maduración de células-B en células plasmáticas secretoras de anticuerpos (17) y la diferenciación de células-T (16).

La producción y secreción de citoquinas se regula por la transducción de señales a través del sistema del segundo mensajero de los ácidos fosfolipídicos de araquidona (18,19,20). Es evidente que este sistema del segundo mensajero de ácidos fosfolipídicos de araquidona se modula mediante la aplicación intravenosa de emulsiones lipídicas con una variación de la relación de ácido araquidónico/eicosapentaénico de la reserva relevante de fosfolípidos de la membrana. En efecto, la secreción de interleuquina-6 estaba reducida en los animales infiltrados con aceite de pescado (acentuado n-3).

Endres sostenía ya en 1989 que las aplicaciones orales n-3 durante un espacio de 6 semanas, reducía la relación de ácidos de araquidona/eicosapentaénico de los fosfolípidos de las membranas de las células mononucleares y suprimía la secreción de citoquinas (21). A diferencia de la aplicación oral, se consiguió más rápidamente en nuestros experimentos este efecto, evidente a los 4 días de la aplicación del aceite de pescado. Pero en este círculo de regulación intervienen también las emulsiones lipídicas n-6 acentuadas, como nosotros lo hemos demostrado por primera vez.

El aceite de cardo (representante de emulsiones lipídicas n-6 acentuadas) redujo también el potencial de secreción de interleuquina-6 de las células mononucleares. La infiltración reducida de células específicas inmunocompetentes en los grupos de aceite de cardo y de pescado está aclarada por lo tanto por la producción reducida de citoquinas. La inhibición de proliferación e infiltración de células inmunocompetentes en el trasplante, causada por la reducción de citoquinas, llevó a una prolongación significativa del tiempo de supervivencia del trasplante.

Los diferentes tiempos de rechazo del trasplante, no se aclaran sólo a través de la modulación de los mecanismos de rechazo de las células mediadoras específicas T y B. Toda una serie de mecanismos no-específicos que también intervienen en el proceso de rechazo es regulada a través de mediadores lipídicos. La leucotriena B₄, sintetizada de ácidos lipídicos n-6 es una mediadora de adhesión, diapedesis (22) y quimiotaxis (23) de granulocitos polimorfonucleares neutrofilos. El tromboxano A₂ (derivado n-6) es un potente agregador de trombocitos y vasoconstrictor (24). La prostaglandina I₂ (derivado n-6) es un vasodilatador efectivo (24). La leucotriena B₄ y tromboxano A₂ se clasifican según estas características como factor estimulante del rechazo, prostaglandina I₂ como factor inhibidor del rechazo (3). Los mediadores lipídicos leucotriena B₅ y tromboxano A₃ que están sintetizados de ácidos grasos n-3 pierden las características de sus equivalentes n-6 (25), por el contrario la prostaglandina I₂ conserva el efecto vasodilatador de la prostaglandina I₂ (26).

Mediante las emulsiones lipídicas n-3 acentuadas se espera por lo tanto también una modificación de los mecanismos de rechazo no específicos y un debilitamiento del proceso de rechazo. Hace poco se comprobó en estudios clínicos y experimentales que una alimentación rica en ácidos grasos n-3 reduce la nefrotoxicidad que produce la ciclosporina y también la cuota de rechazo de trasplantes de riñón (27,28). En resumen, nuestros resultados demuestran que la infiltración celular y la proliferación de células inmunocompetentes en el lugar del proceso de rechazo inmunológico, está influida significativamente por la relación de ácidos grasos n-3/n-6 de emulsiones lipídicas intravenosas. Cuanto menos equilibrada es la relación de mezcla, más fuerte es la inhibición de la reacción de rechazo celular. Pero las emulsiones lipídicas no actúan fundamentalmente de manera inmunosupresiva. Lo que sí es decisivo es la relación de ácidos grasos n-3/n-6. Una relación equilibrada no afectó al rechazo celular. Tanto las emulsiones lipídicas acentuadas n-3 como n-6 redujeron la síntesis de citoquinas responsables de la interacción celular.

REFERENCIAS

- Nordenström J., Jarstrand L., Wismik A. Decreased chemotactic and random migration of leukocytes during intralipid (R) infusion. *Am J Clin Nutr*; 32:2426-2428. 1979.
- Calder P.C., Bevan S.J., Newsholme E.A. The inhibition of T-lymphocyte proliferation by fatty acids is via an eicosanoid-independent mechanism. *Immunology* 75:108-115. 1992.
- Foegh M.L. Eicosanoids and platelet activating factor mechanisms in organ rejection. *Transplant Proc.* 20:1260. 1988.
- Leaf A. Effects of n-3 fatty acids on reocclusion after angioplasty. *Semin Thromb Hemost*; 14:290. 1988
- Weeks J.R. Long term intravenous infusion, in Meyers R.D. (ed). *Methods in psychobiology*, New York, Academic press. Vol 2. p.155. 1972.
- Heron I. A technique for accessory cervical heart transplantation in rabbits and rats. *Acta Pathol Scand* 79:366. 1973.
- Kinsella J.E., Broughton K.S., Whelan J.W. Dietary unsaturated fatty acids. Interactions and possible needs in relation to eicosanoid synthesis. *J Nutr Biochem* 1:123-141. 1990.
- Nowygrod R., Spotnitz H.M., Dubroff J.M., Hardy M.A., Reemtsma K. Organ mass: an indicator of heart transplant rejection. *Transplant Proc.* 15:11225-1231. 1983.
- Hayry P. Intragraft events in allograft destruction. *Transplantation.* 38:1-6. 1984.
- Mason D.W., Morris P.J. Effector mechanisms in allograft rejection. *Ann Rev Immunol.* 4:119-145. 1986.
- Tilney N.L., Strom T.B., MacPherson S.G. et al. Surface properties and functional characteristics of infiltrating cells harvested from acutely rejecting cardiac allograft in inbred rats. *Transplantation.* 20:323-330. 1975.
- Rose M.L., Gracie J.A., Fraser A., Chisholm P.M., Yacoub M.H. Use of monoclonal antibodies to quantitate T. lymphocyte subpopulations in human cardiac allografts. *Transplantation* 38:230. 1984.
- Kinsella J.E. Lipids, membrane receptors, and enzymes.: effects of dietary acids. *JPEN* 14,5:200S-217s. 1990.
- Ruers T.J.M., Buurman W.A., Schutte B., van der Linden C.J., Kootstra G. Detection of cellular proliferation in rat cardiac allografts. *Transplant Proc.* 22,4:1933-1994. 1990.
- Christmas S.E., MacPherson G.G. The role of mononuclear phagocytes in cardiac allograft rejection in the rat. II. Characterization of mononuclear phagocytes extracted from rat cardiac allografts. *Cell Immunol.* 69:271. 1982.
- Halloran P., Batiuk T., Goes N. An overview of the cytokines in transplantation. *Transplantation Science* 3,2:69-76. 1993.
- Muraguchi A., Hirano T., Tang B. The essential role of B-cell stimulatory factor 2 (BSF-2/IL-6) for the terminal differentiation of B-cells. *J Exp Med.* 167:332. 1988.
- Abdel-Latif A.A. Calcium-mobilizing receptors, polyphosphoinositides and the generation of second messengers. *Pharmacol Rev* 38:227-272. 1986.
- Berridge J.M. Inositol triphosphate and diacylglycerol. Two interacting second messengers. *Ann Rev Biochem.* 56:159-193. 1987.
- Majerus P.W., Conolly T.M., Deckmyn H. et al. The metabolism of phosphoinositide-derived messenger molecules. *Science.* 234:1519-1526. 1986.
- Endres S., Ghorbani R., Kelley V.E., Georgilis K., Lonnemann G., van der Meer J.W.M., Cannon J.G., Rogers T.S., Klempner M.S., Weber P.C., Schaefer E.J., Wolff S.M., Dinarello C.A.: The effect of dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids on the synthesis of interleukin-1 and tumor necrosis factor by mononuclear cells. *The New England Journal of Medicine.* 320:255-271. 1989.
- Dahlen S.E., Bjork J., Hedquist P., Arfors K.E., Hammarström S., Lindgren J.A., Samuelson B. Leukotrienes promote plasma leakage and leukocyte adhesion in postcapillary venules: In vivo effects with relevance to the acute inflammatory response. *Proc Natl Acad Sci USA.* 78:3887-3891. 1981.
- Goetzl E.J., Pickett W.C. The human PMN leukocyte chemotactic activity of complex hydroxyeicosatetraenoic acids (HETEs). *J Immunol.* 125:1789-1791. 1980.
- Moncada S., Vane J.R. Pharmacology and endogenous roles of prostaglandin endoperoxides, thromboxane A₂, and prostacyclin. *Pharmacol Rev.* 30:293-331. 1979.
- Lee T.H. Pharmacological modulation of leukotriene and platelet activating factor biosynthesis and activities by alternative dietary fatty acids. *Clin Exp Allergy.* 19:15-23. 1989.
- Johnson R.A., Lincoln F.H., Nidy E.G., Schneider W.D., Thompson J.L., Axen U. Synthesis and characterization of prostacyclin, 6-keto-prostaglandin F_{1α}, prostaglandin I₁, and prostaglandin I₃. *J Am Chem Soc.* 100:7690-7705. 1978.
- Kelley V.E., Kirkman R.L., Bastos M., Barret L.V., Strom T.B. Enhancement of immunosuppression by substitution of fish oil for olive oil as a vehicle for cyclosporine. *Transplantation* 48:98-102. 1989.
- van der Heide H.J.J., Bilo H.J.G., Donker J.M., Wilming J.M., Tegzess A.M. Effect of dietary fish oil on renal function and rejection in cyclosporine-treated recipients of renal transplants. *The New England Journal of Medicine.* 329:769-773. 1993.

Recibido: 12-01-1995

Aceptado: 12-09-1996

Consumo de alimentos, energía y nutrientes en el desayuno de un colectivo de ancianos. Problemática más frecuente y diferencias en función del índice de masa corporal

María Rosario Redondo¹, Rosa María Ortega², Ana María López-Sobaler³, María Elena Quintas⁴ y Pedro Andrés⁵

Facultad de Farmacia Universidad Complutense, Madrid, España

RESUMEN. Se han estudiado los hábitos dietéticos e ingesta de energías y nutrientes en el desayuno de 127 ancianos (60 varones y 67 mujeres), con edades comprendidas entre 65 y 95 años. El método utilizado ha sido el registro del consumo de alimentos durante 5 días. Teniendo en cuenta los valores de índice de masa corporal (IMC) los ancianos fueron agrupados en ancianos con sobrepeso-obesos (0) (IMC \geq 25 Kg/m²) (60%) y ancianos de peso normal (PN) (IMC $<$ 25 Kg/m²) (40%).

El porcentaje de ancianos que no desayunan fue algo superior entre ancianos 0 (5,6%) respecto a los PN (3,9%), pero además los ancianos 0 tomaron desayunos menos variados, menos abundantes y que suponían un menor porcentaje de la ingesta energética diaria y del gasto energético teórico y, además, emplearon menos tiempo en desayunar que los ancianos PN. Más de la mitad (58,8%) de la población PN tenía desayunos que podríamos considerar satisfactorios puesto que aportaban más del 20% del total calórico, mientras que sólo un 29,6% de los ancianos 0 tomó en el desayuno una cantidad de energía superior a la citada cantidad.

Los ancianos PN consumieron más cantidad de azúcares y frutas en el desayuno, también su consumo de carbohidratos, fibra, vitamina E y hierro, en esta comida, fue superior respecto a ancianos 0.

Las diferencias observadas entre ancianos 0 y PN parecen indicar la existencia de unos hábitos de desayuno menos saludables entre la población con situaciones de sobrepeso y obesidad, respecto a la de peso normal. Esta diferencia podría ser el reflejo de unos hábitos alimentarios globalmente inadecuados o ser un factor condicionante de unas peores elecciones de alimentos a lo largo del día, en ancianos 0. Aunque algunas personas utilizan la supresión del desayuno como un método de adelgazamiento, probablemente esta práctica sea equivocada y sea mucho más favorable, en el control del peso corporal, el tomar un desayuno adecuado y mejorar la distribución de las calorías totales a lo largo del día, evitando su concentración en 1-2 únicas comidas.

Palabras clave: Desayuno, ancianos, Índice de masa corporal, sobrepeso, obesidad, energía, nutrientes

SUMMARY. Foods, energy and nutrients intake at breakfast in a group of elderly persons. Most common problems and differences with respect to body mass index. A study was made of the dietary habits and intake of energy and nutrients of 127 elderly people aged between 65 and 95 (60 men and 67 women). The method employed involved the recording of food consumption over a period of five days. Subjects were divided into two groups according to body mass index: those who were overweight or obese (0) (BMI \geq 25 Kg/m²), who made up 60% of the experimental population, and those with normal bodyweight (NW) (BMI $<$ 25 Kg/m²) (40%).

The percentage of subjects who took no breakfast was somewhat higher amongst members of group 0 (5.6% compared to 3.9% of NW subjects). Further, the breakfast of 0 subjects was less varied, smaller and contributed less to daily energy intake and the covering of theoretical energy expenditure than did the breakfasts of NW subjects. 0 subjects also took less time over their breakfasts. More than half (58.8%) of NW subjects took what might be considered a satisfactory breakfast, ie. this meal provided more than 20% of the total energy intake. Only 29.6% of 0 subjects took breakfasts of similar energetic value.

NW subjects consumed greater quantities of sugars and fruits at breakfasts and also more carbohydrates, fibre, vitamin E and iron than did 0 subjects.

The shorter length of time spent at breakfast by 0 subjects, their consumption of smaller and less varied breakfasts and the composition of the same, could indicate the existence of less healthy breakfast habits amongst the overweight and obese. This could be the reflection of inadequate food habits all round, or be a conditioning factor prompting 0 subjects to make poorer food choices for the rest of the day. Though some people omit breakfast in an attempt to control their weight, this is probably an inadvisable practice. The control of bodyweight might be more efficiently accomplished by taking an adequate breakfast and better distributing total calorie intake across the day, avoiding its concentration into one or two meals.

Key words: Breakfast, elderly, body mass index, overweight, obesity, energy, nutrients.

INTRODUCCION

La obesidad es un importante problema clínico y social (1) que afecta a un elevado porcentaje de la población de edad avanzada (2,3) y que se asocia con un incremento en el riesgo de padecimiento de

enfermedades como diabetes mellitus, hipertensión, enfermedad coronaria... y como consecuencia con un incremento en las tasas de mortalidad (1,4,5).

Aunque es indudable que la obesidad se produce cuando la ingesta energética supera al gasto, diversos estudios realizados en humanos demuestran que los individuos obesos no consumen más energía que los no obesos de edad y sexo similar (6-9). También han indicado diversos autores que existen diferentes hábitos alimentarios entre personas obesa y de peso normal y que los de las primeras son menos saludables (6,10).

La importancia de la distribución del consumo de alimentos a lo largo del día, y no sólo la cantidad y tipo de alimentos ingeridos, se está poniendo cada vez más de relieve (11,12). El aumento en la

1 Becario Post-Doctoral.

2 Profesor Titular de Universidad

3 Profesor Ayudante de Universidad

4 Doctorado

5 Profesor Titular de Universidad

frecuencia del consumo de alimentos y el desplazamiento de una mayor parte de la ingesta energética hacia la primera parte del día, son prácticas que han sido relacionadas en algunos estudios con la consecución de un menor peso corporal al compararse con controles que seguían pautas distintas de alimentación (13).

Diversos trabajos han observado que el consumo de un desayuno satisfactorio se asocia con el seguimiento de una dieta más correcta a lo largo del día y es de utilidad en los programas de control de peso corporal (14,15), pero la mayor parte de los estudios han sido realizados en niños. Mientras que la problemática nutricional de las personas de edad avanzada ha sido muy poco investigada.

En base a estos hechos el objetivo del presente estudio es conocer los hábitos de desayuno de ancianos de vida independiente e

institucionalizados, valorar el aporte de energía y nutrientes que supone esta primera comida del día y analizar las diferencias existentes, en este sentido, entre ancianos con sobrepeso-obesos y ancianos de peso normal.

MATERIAL Y METODOS

Se han estudiado los hábitos dietéticos e ingesta de energía y nutrientes en el desayuno de 127 ancianos (60 varones y 67 mujeres) de la Comunidad Autónoma de Madrid, con edades comprendidas entre 65 y 95 años. Las características de la muestra se resumen en la Tabla 1.

TABLA 1
Datos personales, antropométricos, de actividad e ingesta total de los ancianos estudiados

X±DS	PN Varones	PN Mujeres	0 Varones	0 Mujeres	
Edad (años)	71,6 ± 6,5	78,8 ± 8,9	72,9 ± 7,3	75,3 ± 8,0	a p<0,01 Δ
Peso (Kg)	63,3 ± 8,8	49,0 ± 6,7	75,3 ± 6,2	67,8 ± 8,5	a p<0,001 b p<0,001 Δ
Talla (m)	165,7 ± 9,3	147,6 ± 7,4	163,9 ± 8,0	149,2 ± 4,9	a p<0,001
IMC (Kg/m ²)	23,0 ± 2,3	22,3 ± 1,9	28,0 ± 2,6	30,4 ± 3,2	b p<0,001 Δ
Actividades diarias:					
Tiempo descansando (h)	9,3 ± 0,5	8,1 ± 0,3	9,5 ± 0,2	8,2 ± 0,4	a p<0,001
Actividad intensa (h)	3,1 ± 0,3	2,8 ± 1,4	2,9 ± 0,4	2,6 ± 1,3	a p<0,001
Nº comidas/día	3,22 ± 0,7	3,29 ± 0,6	3,30 ± 0,6	3,26 ± 0,7	
Gasto energético (Kcal/día)	1874,5 ± 167	1537,2 ± 128	2095,7 ± 118	1836,7 ± 126	a p10,001 b p<0,001
Ingesta energética (Kcal/día)	2138,5 ± 548	1669,9 ± 372	1918,7 ± 432	1606,9 ± 309	a p<0,001
Ingesta energética/peso (Kcal/Kg)	33,9 ± 8	35,8 ± 8,7	25,5 ± 5,4	24,0 ± 5,4	b p<0,001

IMC: Índice de masa corporal

a diferencias en función del sexo, b diferencias en función IMC, Δ interacciones entre sexo y el IMC

PN: Ancianos de peso normal, 0: Ancianos con sobrepeso y obesos

El estudio incluyó tanto ancianos institucionalizados (que vivían en una Residencia de la Tercera Edad de la Seguridad Social), como independientes (que acudían a una consulta ambulatoria de la Seguridad Social), con el objeto de comprobar que los datos de nuestro estudio no dependían del lugar de residencia del anciano. La muestra fue seleccionada por muestreo polietápico en bloques, que permitió la elección de la residencia de ancianos y de la consulta de medicina general para la realización del estudio. A todos los ancianos de la residencia y a los que acudieron a la consulta entre octubre y noviembre de 1990 se les explicó la naturaleza de la investigación que se iba a realizar y se pidió su autorización firmada para participar en la misma. La predeterminación del tamaño muestral y los criterios de inclusión y exclusión han sido detallados en una publicación previa (8). Los participantes finalmente incluidos en el estudio suponían el 80% de los institucionalizados y el 75% de los no institucionalizados seleccionados para participar.

El estudio fue aprobado por el Comité de Investigación de la Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.

Estudio antropométrico: El peso y la talla se han cuantificado con el individuo descalzo, a primera hora de la mañana, utilizando una balanza electrónica digital (SECA ALPHA) (rango: 0,1-150 Kg) y un estadiómetro digital HARPENDER (rango 70-205 cm), respectivamente, y siguiendo las normas internacionales recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (16). También se ha

calculado el índice de masa corporal (IMC, en Kg/m²).

Para la realización de este estudio los ancianos fueron divididos en dos grupos: Ancianos con sobrepeso y obesos, con IMC ≥ 25; y ancianos de peso normal con IMC <25, de acuerdo con los criterios de Garrow (17).

Actividad física: Los ancianos respondieron a un cuestionario encaminado a conocer sus pautas de actividad (18), este cuestionario que preguntaba al anciano sobre el número de horas dedicadas a dormir, leer, ver la TV, andar... permitió el cálculo del gasto energético. Para los ancianos institucionalizados se controló la veracidad de las respuestas, observando sus pautas de actividad a lo largo de los 5 días en los que se llevó a cabo el control de la ingesta. La Tabla 1 presenta datos del tiempo dedicado por los ancianos al descanso (incluyendo el tiempo dedicado a dormir) y a la realización de actividades que suponen un gasto energético similar o superior a andar.

Hábitos alimentarios durante el desayuno: Para los ancianos institucionalizados, los alimentos ingeridos fueron controlados por el método de «pesada precisa individual», llevada a cabo por personal previamente entrenado.

En los ancianos no institucionalizados se aplicó un cuestionario prospectivo de «registro de consumo de alimentos». Se proporcionaron balanzas de cocina a todos los ancianos que no disponían de ellas,

para que pudieran llevar a cabo la pesada de los alimentos y bebidas en su domicilio. Una vez complementado el cuestionario este fue devuelto en persona a uno de los miembros del equipo investigador, calificado y entrenado para inspeccionar los registros y comprobar que estaban bien complementados. En la misma entrevista y para facilitar el control de las respuestas se realizó un cuestionario de «Frecuencia de consumo de alimentos», para ampliar y complementar los datos dietéticos ya recogidos y, en los casos en los que existiese una falta de concordancia entre ambos métodos, eliminar al anciano del estudio. En ambos casos la duración del estudio fue de 5 días consecutivos (incluyendo un domingo).

El control de la dieta se realizó para el total de la misma y teniendo en cuenta la distribución horaria. En el desayuno se incluyeron los alimentos consumidos en la primera comida del día, que fueron agrupados en los apartados establecidos en las Tablas de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición (19).

Para determinar la variedad del desayuno se contabilizaron el número de alimentos y el número de grupos de alimentos incluidos en esta primera comida del día. Entre la población de la residencia se controló el tiempo invertido en el desayuno y a los ancianos que vivían en sus propios domicilios se les pidió que indicasen el tiempo empleado en desayunar.

Estudio dietético: Los alimentos fueron transformados en energía y nutrientes mediante el empleo de las Tablas de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición (19). La determinación de las Ingestas Recomendadas se hizo utilizando las Tablas de Ingestas Recomendadas de Energía y Nutrientes para la población española (20).

La ingesta energética recomendada se estableció considerando que es aquella que permite cubrir el gasto y mantener por tanto el peso estable. El cálculo del gasto energético se hizo teniendo en cuenta las ecuaciones propuestas por la OMS (21) que permiten obtener el gasto basal y multiplicando, después, este por un coeficiente de actividad de acuerdo con los criterios de varios autores y grupos de expertos (21-23). A partir de estos datos se puede establecer cual es la contribución del desayuno a la cobertura de las ingestas recomendadas de nutrientes y del gasto energético teórico.

Análisis estadístico: Se presentan valores medios y DS de los resultados. El grado de significación de las diferencias entre medias fue calculado utilizando el análisis de varianza para dos factores, en el que se analiza la influencia del IMC y el sexo sobre el parámetro objeto de estudio, cuando la distribución no fue homogénea se aplicó el test de Kruball-Wallis. También se han calculado los coeficientes de correlación lineal entre datos dietéticos y antropométricos. Se aplicó el test de chi cuadrado (con la corrección de continuidad o de Yates, dado que el número de muestras era inferior a 200) para comprobar que no existían diferencias significativas entre ancianos con sobrepeso-obesos y los de peso normal en relación con el lugar de residencia del anciano, padecimiento de enfermedades, consumo de fármacos, suplementos vitamínicos-minerales, tabaco y alcohol, tal y como se ha detallado anteriormente (8). Las diferencias fueron consideradas significativas a $p < 0,05$.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se indican las características más relevantes de nuestra población. Los ancianos con sobrepeso y obesos (0) tuvieron mayor gasto energético teórico, pero una ingesta energética similar a los ancianos de peso normal. 40% de los ancianos tuvieron $IMC < 25$ Kg/m^2 y constituyeron el grupo de ancianos PN, entre los ancianos 0 (60%) un 17% eran obesos ($IMC > 30$) (16).

Los ancianos PN incluyeron más alimentos en sus desayunos, emplearon más tiempo en desayunar y su desayuno supuso un mayor porcentaje de la ingesta energética y del gasto energético diario al comparar con los ancianos 0 (Tabla 2). Entre los ancianos 0 fue superior al porcentaje de individuos cuyos desayunos aportaron menos del 20% de la energía diaria (70,4% frente a 40,2% en ancianos PN).

Los ancianos PN consumieron más cantidad de azúcares y frutas en el desayuno (Tabla 3), también su consumo de carbohidratos, fibra, vitamina E y hierro, en esta comida, fue superior respecto a ancianos 0 (Tabla 4).

TABLA 2
Variedad del desayuno, tiempo empleado y aporte de energía en esta primera comida del día

X±DS	PN	PN	0	0	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	
Nº de alimentos (nº/5 días)	5,5 ± 2,4	5,7 ± 1,71	4,9 ± 2,0	4,6 ± 1,7	b p<0,05
Nº de grupos de alimentos (nº/5 días)	4,0 ± 1,2	4,3 ± 0,99	3,7 ± 1,2	3,7 ± 1,1	
Tiempo empleado en desayunar (min/día)	18,6 ± 6,8	20,5 ± 8,87	14,1 ± 6,8	13,9 ± 6,5	b p<0,001
Aporte de energía del desayuno:					
Ingesta (Kcal/día)	394,8 ± 150	381,9 ± 123	321,4 ± 122	300,2 ± 110	b p<0,01
% de la ingesta diaria	18,3 ± 4,4	22,6 ± 4,93	17,1 ± 5,9	18,4 ± 5,9	a p<0,01 b p<0,01
% del gasto teórico diario	20,9 ± 7,3	24,8 ± 7,72	15,3 ± 5,7	16,3 ± 5,9	b p<0,001

a diferencias en función del sexo, b diferencias en función del IMC
PN: Ancianos de peso normal, 0: Ancianos con sobrepeso y obesos

TABLA 3
Consumo de alimentos en el desayuno (g/día)

(X ± DS)	PN Varones	PN Mujeres	0 Varones	0 Mujeres	
Alimentos totales	352,0 ± 117	342,6 ± 108	297,9 ± 118	314,0 ± 140	
Cereales	51,4 ± 27,5	35,3 ± 12,3	40,7 ± 22,5	33,3 ± 17,7	a p<0,01
Productos lácteos	176,3 ± 80,4	194,8 ± 94,9	181,0 ± 70,2	193,8 ± 87,6	
Huevos	0	0,9 ± 5,0	0	0	
Azúcar	10,9 ± 13,0	13,2 ± 17,8	5,9 ± 8,1	6,3 ± 6,6	b p<0,01
Grasas y aceites	3,3 ± 5,1	8,3 ± 7,7	3,5 ± 5,2	4,4 ± 5,2	a p<0,01 Δ
Frutas	88,8 ± 105	79,4 ± 72,3	36,8 ± 68,4	68,2 ± 80,9	b p<0,05
Carnes y derivados	1,3 ± 6,4	0	2,5 ± 8,5	0	
Pescados y derivados	0,4 ± 2,1	0	0	0	
Bebidas no alcohólicas	18,3 ± 40,9	10,3 ± 37,7	25,1 ± 57,8	57,7 ± 33,0	
Varios	0,9 ± 3,4	0	2,0 ± 7,4	0,7 ± 3,0	

a diferencias en función del sexo, b diferencias en función IMC, Δ interacciones entre sexo y el IMC
PN: Ancianos de peso normal, 0: ancianos con sobrepeso y obesos

TABLA 4
Nutrientes aportados por el desayuno de los ancianos estudiados

X±DS	PN Varones	PN Mujeres	0 Varones	0 Mujeres	
Proteínas (g)	11,0 ± 3,0	9,8 ± 3,1	10,3 ± 3,4	9,4 ± 3,7	
Carbohidratos (g)	63,5 ± 25,6	55,7 ± 18,9	47,0 ± 20,1	43,7 ± 16,6	b p<0,001
Grasas (g)	12,3 ± 8,3	14,8 ± 7,2	11,4 ± 6,3	10,9 ± 6,2	
Fibra (g)	3,3 ± 2,7	2,3 ± 1,5	1,9 ± 1,9	2,3 ± 2,0	b p<0,01
Tiamina (mg)	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,05	0,1 ± 0,07	0,1 ± 0,07	
Riboflavina (mg)	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	
Piridoxina (mg)	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,04	0,1 ± 0,07	0,1 ± 0,08	a p<0,05Δ
Niacina (mg)	2,7 ± 1,0	2,3 ± 0,7	2,5 ± 1,0	2,3 ± 0,9	
Folatos (mg)	27,1 ± 23,6	19,3 ± 12,8	16,1 ± 14,3	20,2 ± 16,7	
Vitamina B ₁₂ (μg)	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,2	
Vitamina C (mg)	24,7 ± 26,2	13,4 ± 16,5	16,4 ± 22,5	14,8 ± 21,3	
Vitamina A (μg)	114,2 ± 82,0	158,7 ± 80,8	112,7 ± 80,5	122,0 ± 71,5	
Vitamina D (μg)	0,3 ± 0,4	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,2	0,1 ± 0,2	a p<0,05
Vitamina E (μg)	0,7 ± 1,7	0,9 ± 0,7	0,3 ± 0,4	0,5 ± 0,4	b p<0,05
Iodo (μg)	158,0 ± 75,4	175,7 ± 85,7	160,09 ± 68,2	174,6 ± 80,1	
Zinc (mg)	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,4	1,2 ± 0,5	1,2 ± 0,6	
Magnesio (mg)	44,6 ± 24,5	32,4 ± 11,9	36,3 ± 21,6	34,8 ± 21,5	
Hierro (mg)	1,4 ± 0,6	1,0 ± 0,3	1,0 ± 0,5	0,9 ± 0,4	a p<0,05 b p<0,01
Calcio (mg)	259,5 ± 95,3	269,2 ± 108	256,8 ± 90,5	264,3 ± 117	

a diferencias en función del sexo, b diferencias en función del IMC, Δ interacciones entre sexo y el IMC
PN: Ancianos de peso normal, 0: Ancianos con sobrepeso y obesos

DISCUSION

El porcentaje de ancianos obesos encontrados en el presente estudio es similar al observado en otros colectivos de ancianos europeos (24) y algo superior al obtenido por Gutiérrez-Fisac et al (1) en ancianos españoles de 65 a 74 años (13,5%) y de más de 75 años (11,6%), pero hemos de tener en cuenta que el estudio realizado por estos autores recogía datos declarados por los propios ancianos, que pueden tender a indicar pesos inferiores o tallas superiores a los reales.

Igual que se ha constatado en estudios previos (6-9) no hay diferencias en la ingesta energética total de ancianos O y de PN (Tabla 1), lo que pone de relieve la existencia de otros condicionantes de la obesidad en los que es necesario profundizar.

Diversos estudios indican que la supresión del desayuno se relaciona con la aparición de sobrepeso, debido a que los individuos con esta tendencia seleccionan alimentos más ricos en energía en el resto de las etapas del día (25-28). En nuestra población los **porcentajes de ancianos que no desayunan** fueron algo superiores entre ancianos O (5,6%) respecto a los PN (3,9%), pero además los ancianos con mayores valores de IMC tomaron desayunos menos variados, menos abundantes y que suponían un menor porcentaje de la ingesta energética diaria y del gasto energético teórico (Tabla 2).

La **variedad de los desayunos** juzgada por el número de alimentos incluidos en esta comida es inferior en ancianos O respecto a los PN (Tabla 2) y el IMC se asoció negativamente con la variedad del desayuno de nuestra población ($r = 0,1883$, $p < 0,05$). Esta tendencia coincide con la señalada en algunos estudios, referidos a dieta total, en los que se indica que los individuos obesos tienen dietas menos variadas que los de peso normal (29,30).

Los ancianos PN **dedicaron más tiempo a desayunar** que los O (Tabla 2). El tiempo empleado en esta comida fue bastante similar al observado por Andersson-Hassan y Hoint-Pradier (31), entre ancianos franceses. En relación con este tema, autores como Barkeling et al (32) observan que los niños obesos comen más de prisa y no enlentecen la velocidad de ingestión al final de la comida en comparación con los niños de peso normal. Estos autores sugieren que los individuos obesos tienen señales de saciedad deficientes o que su respuesta a estas señales es inadecuada. Esta teoría podría explicar las diferencias observadas en relación con el tiempo empleado a desayunar, la diferencia también puede estar condicionada por el hecho de que los ancianos O ingieren menos alimentos en esta primera comida del día.

Prestando atención a la energía proporcionada por el desayuno, Grande-Covián (11) y Thoulon-Page (33), consideran que esta primera comida del día debería aportar de un 20 a un 25% de la energía diaria. Teniendo en cuenta estas pautas observamos que únicamente un 29,6% de los ancianos O tomó en el desayuno una cantidad de energía superior a este valor, mientras que más de la mitad (58,8%) de la población PN tenía desayunos que podríamos considerar satisfactorios puesto que aportaban más del 20% del total calórico. De hecho el IMC se asoció negativamente con la contribución del desayuno a la cobertura del gasto teórico de energía ($r = 0,3281$, $p < 0,05$). Por otra parte, el desayuno de los ancianos PN, supuso un mayor porcentaje de la ingesta energética y del gasto teórico diario respecto al de ancianos O (Tabla 2).

Summerbell y Moody (12) encontraron en su estudio que la cantidad de energía consumida en el desayuno estaba inversamente relacionada con el IMC en un grupo de adolescentes, aunque estos

autores no observaron esta relación en otros grupos de edad (jóvenes, adultos, ancianos). Otros estudios han indicado que los niños obesos tienen más tendencia a suprimir el desayuno (34) o a tomar un desayuno insuficiente (14) en comparación con los de peso normal.

Concretamente en un estudio realizado por Bellisle et al (14) estudiando la dieta de 339 escolares franceses de 7-12 años, se observó que los obesos tenían un reparto energético, a lo largo del día, más desfavorable, ya que estos niños comían menos en el desayuno y más en la cena que los de peso normal. También se observó que el contenido energético del desayuno estaba inversamente relacionado con la corpulencia. Estos resultados sugieren la posibilidad de que una alteración de la conducta alimentaria pueda contribuir al desarrollo de sobrepeso y obesidad (14).

Schulundt et al (15) hicieron un estudio con 52 mujeres adultas moderadamente obesas, que fueron asignadas, al azar, a dos programas de pérdida de peso, uno de los programas suprimía el desayuno y dividía la ingesta energética en dos tomas diarias, el otro programa incluía desayuno y establecía 3 comidas/día. El contenido energético de las dietas consumidas por los dos grupos fue idéntico y los resultados fueron más favorables cuando se dividía la ingesta energética en tres tomas diarias.

En **relación con el consumo de alimentos concretos**, los ancianos PN tomaron, en el desayuno, cantidades más altas de todos los alimentos en general y en concreto tomaron más azúcares y frutas que los ancianos O (Tabla 3).

El mayor consumo de azúcar puede responder a una menor preocupación por el peso corporal o a que los ancianos O infravaloren (consciente o inconscientemente) su consumo de azúcar. De hecho, y probablemente por la preocupación por el peso, entre ancianos O era frecuente el uso de edulcorantes artificiales y se evitaba el consumo de mantequilla y margarina, por lo que el consumo de grasas y aceites también fue algo inferior al de ancianos PN (Tabla 3). Pero también hemos de tener en cuenta que varios estudios han señalado que los individuos obesos tienden a infravalorar su ingesta energética (8,35-37). Si los individuos obesos infravaloran su ingesta energética, se puede esperar que la infravaloración afecte especialmente a alimentos ricos en grasa y azúcar. De suceder esto, la ingesta real, de estos alimentos, podría ser superior a la constatada en este estudio.

Varios organismos recomiendan el consumo de 2-4 raciones de fruta al día para contribuir a la prevención de enfermedades degenerativas (38,39). Estudios realizados en diversos colectivos de ancianos españoles (30,40,41) ponen de relieve un consumo de frutas inferior al aconsejado, por lo que su inclusión en el desayuno tiene gran interés y, posiblemente, contribuya a mejorar la dieta global (42). Entre los ancianos objeto de estudio, el consumo de estos alimentos, en el desayuno, fue superior entre aquellos con menores valores de IMC respecto a los ancianos O. Esta tendencia coincide con la observada en otros estudios que encuentran consumos más bajos de frutas en adolescentes (29) y ancianos obesos (30) en comparación con los de peso normal. Por otra parte, en relación con el consumo de fruta no es probable la infravaloración por parte de ancianos O, dado que estos alimentos no suelen ser considerados peligrosos en relación con el control del peso corporal.

El desayuno ha sido identificado como un importante factor en la consecución de un estado nutritivo satisfactorio (43, 44). En **relación con los nutrientes aportados por esta primera comida del día** observamos que los ancianos PN consumieron más cantidad de carbohidratos, vitamina E y hierro, en esta comida, respecto a ancianos O (Tabla 4). Respecto a la ingesta de fibra, Miller et al (7)

indican que los individuos obesos consumen una cantidad significativamente inferior de fibra que los individuos delgados. Coincidiendo con estos datos en nuestro estudio la ingesta de fibra en el desayuno fue superior en ancianos PN y la diferencia con los ancianos O fue casi significativa ($P < 0,1$) (Tabla 4).

El menor tiempo empleado en desayunar, el consumo de dietas menos variadas y copiosas en esta etapa del día y la diferente composición de los desayunos de los ancianos O respecto a ancianos PN, podría indicarnos la existencia de unos hábitos de desayuno menos saludables entre la población con situaciones de sobrepeso y obesidad.

Un desayuno inadecuado puede ser el reflejo de unos hábitos alimentarios globalmente inadecuados o puede condicionar unas peores elecciones de alimentos a lo largo del día. En cualquier caso, es indudable que conviene vigilar el desayuno, evitando su supresión o el consumo de un desayuno insuficiente, estas medidas probablemente pueden contribuir a conseguir una mejora del estado nutritivo y como consecuencia de la salud.

Nuestros resultados coinciden con los de otros autores que sugieren que las personas con estilos de vida más saludables tienen una dieta más apropiada y cuidan más la composición de su desayuno y su estado de salud en general (25). Cada vez resulta más indudable la coexistencia de prácticas saludables (26,28,43,44) por lo que es difícil aislar la influencia exacta de cada una de ellas sobre la salud del individuo.

En relación con el desayuno, aunque algunas personas utilizan la supresión de esta comida como un método de adelgazamiento, probablemente esta práctica sea equivocada (5) y sea mucho más favorable, en el control del peso corporal, el tomar un desayuno adecuado y mejorar la distribución de las calorías totales a lo largo del día, evitando su concentración en 1-2 únicas comidas.

REFERENCIAS

- Gutiérrez-Fisca J.L., Regidor E. & Rodríguez C. Prevalencia de la obesidad en España. *Med. Clin (Barc)* 102:10-13, 1994.
- Forman M., Trowbridge F.L., Gentry E.M., Marks I.S. & Hogelin G.C. Overweight adult in the United States: the behavioral risk factor surveys. *Am J Clin Nutr* 44:410-416, 1986.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Indicadores de salud. Segunda evaluación en España del programa regional europeo Salud para todos. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. p.181-183. 1993.
- Garrison R.J. & Kannel W.N. A new approach for estimating healthy body weights. *Int J. Obes* 17:417-423. 1993.
- Sjostrom L.V. Morbidity and mortality of severely obese subjects. *Am J Clin Nutr* 55: 508S-523S. 1992.
- Miller W.C., Lindeman A.K., Wallace J.P. & Niederpruem M. Diet composition, energy intake, and exercise in relation to body fat content in men and women. *Am J Clin Nutr* 52:426-430. 1990.
- Miller W.C., Niederpruem M.G., Wallace J. & Lindeman A. Dietary fat, sugar and fibre predict body fat content. *J Am Diet Assoc.* 94:612-615. 1994.
- Ortega R.M., Redondo M.R., Zamora M.J., López-Sobaler A., Andrés P. & Encinas-Sotillos A. Balance energético y perfil calórico en ancianos obesos o con sobrepeso en comparación con los de peso normal. *Med. Clin (Barc)* 104:526-529. 1995.
- Slatery M.L., McDonald A., Bild D.E., Caan B.J., Hilner J.E., Jr. Jacobs D.R. & Liu K. Associations of body fat and its distribution with dietary intake, physical activity, alcohol, and smoking. *Am J Clin Nutr* 55:943-949. 1992.
- Hanson B.S., Mattisson I. & Steen B. Dietary intake and psychosocial factors in 68 years-old men. A population study. *Compr Gerontol B* 1:62-67. 1987.
- Grande-Covian F. El papel del desayuno en la distribución calórica de la dieta. En: *Problemática del desayuno en la nutrición de los españoles*. Publicaciones Seire Divulgación Nº 3. Madrid: Fundación Española de la Nutrición. 1984.
- Summerbell C.D. & Moody R.C. Feeding pattern in human. The relationship between feeding pattern and body weight. *Proc. Nutr. Soc* 50A. 1992.
- Adams C.E. & Morgan K.J. Periodicity of eating: implications for human food consumption. *Nutr Res* 1:525-550. 1981.
- Bellisle F., Rolland-Cachera M.F., Deheeger M. & Guillaud-Bataille M. Obesity and food intake in children: evidence for a role of metabolic and/or behavioral daily rhythms. *Appetite* 11: 111-8. 1988.
- Schlundt D.G., Hill J.O., Sbrocco T., Pope-Cordle J. & Sharp T. The role of breakfast in the treatment of obesity: a randomized clinical trial. *Am J. Clin Nutr* 55: 645-51. 1992.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Methodology of nutritional surveillance. Technic report series 53, Geneva: WHO p.20. 1976.
- Garrow J.S. Treat obesity seriously - a clinical manual. Londres. Churchill Livingstone. 1981.
- Daloso H.M., Morgan K., Bassey E.J., Ebrahim S.B.J., Fentem P.H. & Arie T.H.D. Levels of customary physical activity among the old and very old living at home. *J. Epidemiol Community Health* 42:121-127. 1988.
- Instituto de Nutrición (CSIC). Tablas de Composición de Alimentos. Madrid. Instituto de Nutrición. 1994.
- Departamento de Nutrición. Tablas de ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población española. Madrid. Departamento de Nutrición. 1994.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/ONU expert consultation. Technical report series 724. Geneva World Health Organization. p.71-80. 1985.
- National Research Council. Diet and Health. Implications for reducing chronic disease risk. Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences. National Research Council. Washington, DC. National Academy Press. 1989.
- Young V.R. Energy requirements in the elderly. *Nutr. Rev* 50:95-101. 1992.
- De Groot CPGM, Sette S, Zajkas G., Carbajal A. & Amorim-Cruz J.A. Euronut-SENECA study on nutrition and the elderly. Nutritional status: Anthropometry. *Eur J Clin Nutr.* 45:31-42. 1991.
- Ikedo J., Nagata H., Higashi A., Aoike A., Kawai K., Baba K. & Miyanaga M. Effects of food intake, dietary habits and life style on health status as determined by clinical blood tests of adult men. *Nippon Kosho Eisei Zasshi* 39:428-36. 1992.
- Kusaka Y., Kondou H. & Morimoto K. Healthy lifestyles are associated with higher natural killer cell activity. *Prev Med* 21:602-15. 1992.
- Morgan K.J., Zabik M.E. & Stampley G.L. The role of breakfast in diet adequacy of the U.S. adult population. *J Am Coll Nutr* 5:551-63. 1986.
- Revicki D., Sobal J. & DeForge B. Smoking status and the practice of other unhealthy behaviours. *Fam Med* 23:361-4. 1991.
- Ortega R.M., Requejo A.M., Andrés P., López-Sobaler A.M., Redondo M.R. & González-Fernández M. Relationship between diet composition and body mass index in a group of Spanish adolescents. *Brit J Nutr.* 74:765-773. 1995.
- Ortega R.M., Redondo M.R., Zamora M.J., López-Sobaler A.M. & Andrés P. Eating behaviour and energy and nutrient intake in overweight/obese and normal-weight spanish elderly. *Ann Nutr. Metab* 39:371-378.
- Andersson-Hassan E. & Hoint-Pradier F. Les comportements et consommations alimentaires des personnes agees. *Med et Nutr* 2:91-97. 1990.
- Barkeling B., Ekman S. & Rossner S. Eating behaviour in obese and normal weight 11-year-old children. *Int J Obes* 16:355-69, 1992.
- Thoulon-Page C.H. Alimentación de las personas sanas. En: *Cuadernos de dietética*. Barcelona. Masson SA. p.32-40. 1991.
- Wolfe W.S., Campbell C.C., Jr Frongillo E.A., Haas J.D. & Melnik

- T.A. Overweight schoolchildren in New York State: prevalence and characteristics. *Am J. Public Health* 84:807-13. 1994.
35. Goran M.I. & Poehlman E.T. Total energy expenditure and energy requirements in healthy elderly persons. *Metabolism* 41:744-53. 1992.
36. Johnson R.K., Goran M.I., Poehlman E.T. Correlates of over and underreporting of energy intake in healthy older men and women. *Am J Clin Nutr* 59:1286-90. 1994.
37. Poehlman E.T. Energy expenditure and requirements in aging humans. *J Nutr* 122:2057-65. 1992.
38. National Academy of Sciences. Report on diet and health. Diet and Health. *Nutr Rev* 47:142-149. 1989.
39. US Department of Agriculture. Dietary Guidelines for americans. Nutrition and your Health. US Department of Health and Human Services. Third Edition. Home and Garden Bulletin N° 232. 1990.
40. Ortega R.M., Andrés P., Fernández M., Encinas-Sotillos A. & Gaspar M.J. Parental death from cardiovascular disease and dietary habits in an elderly group. *British J. Nutr* 71:259-270. 1994.
41. Ortega R.M., Andrés P., Redondo M.R., Zamora M.J., López-Sobaler A.M. & Encinas-Sotillos A. Dietary assessment of a group of elderly Spanish people. *Int. J Food Sci Nutr.* 46(2):137-144, 1995.
42. Ojofeitimi E.O. Food Consumption patterns and bowel movements of final-year nursing students in Ile-Ife, Nigeria. *Eur J. Clin Nutr.* 42:611-616. 1988.
43. Sobal J., Revicki D. & DeForge B.R. Patterns of interrelations among health-promotion behaviours. *Am J. Prev Med.* 8:351-9. 1992.
44. Breslow L. & Breslow N. Health practices and disability: some evidence from Alameda County. *Prev Med* 22:86-95. 1993.

Recibido: 15-02-1996

Acceptado: 12-08-1996

Estudio de funciones cognitivas en escolares de nivel intelectual normal con antecedentes de desnutrición grave y precoz

Carmen Gloria Perales O.¹, Eliana Heresi M.², Fernando Pizarro A.³
y Marta Colombo C.⁴

Unidad de Neurofisiología del Desarrollo. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile

RESUMEN. El presente trabajo es un estudio de corte transversal, cuyo objetivo fue evaluar los efectos a largo plazo de la desnutrición calórico-proteica severa y precoz sobre el desarrollo de funciones cognitivas básicas. La atención, memoria y capacidad de resolver problemas fue comparada entre un grupo de 16 escolares, con antecedentes de desnutrición marásmica severa durante los dos primeros años de vida y 16 escolares con un crecimiento normal. Todos los sujetos presentaban un coeficiente intelectual normal, una edad entre 8-10 años y pertenecían al mismo nivel socioeconómico. Las funciones cognitivas fueron evaluadas empleando un microcomputador. La memoria se midió mediante una modificación de la subprueba de dígitos del WISC; la atención con una modificación del Continuous Performance Task y la capacidad de resolver problemas con una adaptación de la prueba de Dominó de Anstey. El grupo con antecedentes de desnutrición presentó un rendimiento menor que el grupo control, en las mediciones de memoria (N° de dígitos retenidos) y en la capacidad de resolver problemas (N° de respuestas correctas). En la prueba de atención, el grupo con antecedentes de desnutrición obtuvo un rendimiento inferior en la latencia de respuesta frente a las respuestas correctas. Se concluye que estas diferencias sugieren que la desnutrición temprana tendría efectos deletéreos sobre funciones cognitivas básicas.

SUMMARY. A study on the cognitive functions of school children with normal IQ and histories of severe and early malnutrition. This is a cross section study designed to evaluate the long lasting consequences of early and severe undernutrition on the development of basic cognitive functions. Attention, memory and problem-solving capacity were assessed in a group of 16 school children, who were severely undernourished during the first two years of age. They were compared with a group of 16 children with a normal growth. All subjects, age 8 to 10, had a normal intellectual coefficient and they belonged to the same socioeconomical level. Memory was measured with a modified version of subtest of digits from WISC; attention was evaluated with a modified version of the Continuous Performance Task and problem-solving was measured with the Anstey Domino Test. A personal computer was used to assess the cognitive functions. The children who were undernourished during infancy presented lower scores in memory (number of the digits) and in problems solving (number of correct answers). They also had a worse performance than the control group in the same response time, when attention was evaluated. These results suggest that early severe undernutrition had deleterious effects on basic cognitive functions.

INTRODUCCION

La desnutrición infantil, continúa siendo un problema que necesita de una solución urgente en los países del tercer mundo (1), puesto que afecta a quienes son el recurso más valioso de un país: los niños.

Cuando la desnutrición infantil es grave y ocurre precozmente en la vida, se afectan diversas áreas del desarrollo psicobiológico. Durante la etapa aguda de la enfermedad, junto al deterioro en el crecimiento y la salud física, la mayoría de los lactantes muestran un retraso marcado del desarrollo psicomotor (2,3) y alteraciones en la conducta (3). Luego de una rehabilitación integral se observan mejorías, aun cuando los lactantes permanecen con rendimientos disminuidos en relación a sus pares controles (4,5,6).

Entre los efectos en el largo plazo, especialmente en la etapa escolar, se ha señalado en forma consistente un menoscabo del nivel intelectual (7,8), menores logros en rendimiento escolar (9,10) y dificultades en el desarrollo socioemocional (11,12).

En el estudio de funciones cognitivas específicas, se ha descrito la presencia de dificultades en atención y memoria (13); en habilidades espaciales y de organización intersensorial (8,14) y en otros casos, se ha observado un menor desarrollo del lenguaje (3,14). Sin embargo, los estudios en ésta área han sido escasos y sus resultados no son concluyentes, principalmente debido a la falta de pruebas psicométricas apropiadas y a la dificultad para determinar el peso del nivel intelectual sobre las funciones cognitivas estudiadas.

Estas alteraciones generales y específicas observadas a edad escolar, han preocupado a los investigadores de esta área, ya que la educación formal representa una oportunidad única para el desarrollo del individuo. Un paso exitoso por la escuela posibilita una real integración del individuo a la sociedad.

El propósito de este estudio, fue evaluar en niños de edad escolar, con un nivel intelectual normal, que presentaron una desnutrición grave en los primeros dos años de vida, las funciones de atención, memoria y capacidad para resolver problemas y compararlos con escolares sin antecedentes de desnutrición previa.

SUJETOS Y METODOS

Para conformar la muestra de este estudio, se seleccionaron 2 grupos de niños, dependiendo de si presentaron o no desnutrición durante los 2 primeros años de vida. Los niños de ambos grupos

1 Psicóloga, Instructor
2 Psicóloga, Investigador Asociado
3 Tecnólogo Médico, Profesor Asistente
4 Médico, Profesor Asociado

formaban parte de una cohorte en seguimiento de 80 niños, de los cuales 40 estuvieron internados por un período de 4-5 meses en un Centro Cerrado de Recuperación Nutricional (CCRN), de la Corporación para la Nutrición Infantil (CONIN), por presentar una desnutrición calórico-proteica severa, según patrones de Sempé (15), durante los dos primeros años de vida (GD). Los 40 niños restantes formaban parte del grupo de comparación (GC) y fueron seleccionados de los mismos jardines infantiles y salas cunas a los que asistían los niños del grupo desnutrido (16). Este seguimiento que, a la fecha de evaluación de este estudio, llevaba 9 años, era realizado por un equipo de salud, con 2 controles anuales que incluían examen de salud, tratamiento de enfermedades intercurrentes, mediciones antropométricas y entrevistas sociales (17).

De los 40 niños del GD, sólo 16 cumplieron con los criterios de selección del estudio (Tabla 1). Los criterios establecidos eran tener un nivel intelectual normal (CI > 90, WISC), edad entre 8-10 años, estar entre 3° a 5° año de enseñanza básica, pertenecer al mismo nivel socioeconómico y no mostrar signos de patología genética o neurológica. De los 40 niños del GC, sólo 5 fueron descartados por presentar rendimiento intelectual inferior al criterio de selección. De los 35 escolares restantes, se seleccionaron los 16 que tuvieran las características de edad, escolaridad, coeficiente intelectual y nivel socioeconómico más semejantes a los 16 niños del GD.

TABLA 1
Características generales de los niños estudiados

		Desnutrido	Control
Edad (años) (Media ± DE)		9,0 ± 0,4	9,2 ± 0,5
Sexo	Hombres	9	7
	Mujeres	7	9
Nivel intelectual (CI)			
(Media ± DE)		97,4 ± 6,5	100,8 ± 6,2
Antropometría			
(Media ± DE)	Puntaje z P/T	-0,04 ± 0,70	0,10 ± 0,44
	Puntaje z P/E*	1,50 ± 0,63	-0,08 ± 0,45
	Puntaje z T/E*	-2,03 ± 0,89	-0,12 ± 0,60
Desarrollo			
neurológico (n):	Normal	5	8
	Inmadurez Leve	11	8
Escolaridad (n):	3° Básico	12	9
	4° Básico	4	7
Nivel socio-económico			
(Media ± DE)		46,5 ± 9,5	40,6 ± 9,4

* Prueba t Student $p < 0,001$

El nivel intelectual fue medido con la Escala para la Medición de la Inteligencia Infantil de Weschler (normas americanas) (18). Los parámetros antropométricos de peso, talla y circunferencia craneana, fueron evaluados con las tablas NCHS (19) y sus valores se transformaron en puntajes z. El desarrollo neurológico fue evaluado por un neurólogo, en base a una pauta clínica, en la que se establecieron tres categorías diagnósticas: normalidad, inmadurez (presencia de torpeza motora fina, torpeza motora gruesa, actividad motora aumentada y sincinesias) y anormalidad. A la madre se le aplicó una entrevista psicosocial, basada en una modificación de la Escala de Graffar (20).

Evaluación de funciones cognitivas: Se evaluaron las funcio-

nes de memoria, capacidad de resolver problemas y atención, ya que las tres son consideradas componentes básicos del funcionamiento cognitivo, en la medida que posibilitan la recepción y manejo de la información que se aplicará en la adaptación al medio.

Para ello, se desarrollaron tres test cognitivos específicos. Todos ellos constituyen adaptaciones de test tradicionales y fueron diseñados para ser implementados en un sistema computacional, utilizando un computador personal, adaptado con un tablero numérico («keyboard») y una barra de comando («joy stick»). Este método tiene la ventaja de permitir la cuantificación exacta de parámetros tales como, la latencia de respuesta, la cantidad de ensayos utilizados y disminuye notablemente el sesgo de la persona del examinador sobre la evaluación.

Test de memoria: Esta prueba está dirigida a medir principalmente la memoria de corto plazo. Constituye una adaptación de la subprueba de dígitos del WISC (18). La pantalla del computador muestra secuencias de números que aumentan progresivamente en dígitos, desde 2 hasta 10, y que son generales al azar por el computador, luego del cual desaparecen. El tiempo de exposición de los dígitos es proporcional a la longitud de la secuencia. El niño debe reproducir cada serie usando el tablero numérico, permitiéndose un máximo de tres ensayos por cada serie.

Prueba de dominó: Está basada en el Test de Dominó de Anstey (21), que evalúa principalmente capacidad de resolver problemas. El computador presenta una secuencia lógica de series de dominó, dentro del actual se incluye una pieza total o parcialmente vacía. El niño debe descubrir la relación entre las piezas y completar la vacía. La prueba total consiste en 8 diferentes secuencias de dificultad creciente.

Test de atención: Es una adaptación del «Continuous Performance Task» (22), para la medición de la función de atención. Se muestran 3 series consecutivas de 24 figuras geométricas que contienen figuras claves, distractoras y figuras de relleno. Cada serie contiene 1, 2 y 3 figuras claves, que aparecen 6, 8 y 12 veces respectivamente, entre los 24 estímulos totales. El niño debe apretar rápidamente una tecla de la barra de comando al reconocer la figura clave y no apretar las distractoras o de relleno.

Para cada uno de los test descritos, el computador registra automáticamente el número de respuestas correctas, el número de errores y la latencia de la respuesta frente a cada ensayo.

La evaluación de cada niño fue precedida por una explicación estandarizada, luego de lo cual se permitió un tiempo fijo (3 minutos), de adaptación tanto al computador como al tablero flotante y a la barra de comando.

La medición de funciones cognitivas fue realizada por dos psicólogas, las cuales desconocían los antecedentes nutricionales del niño.

ANÁLISIS DE DATOS

La comparación de las evaluaciones cognitivas entre los grupos se realizó a través de la aplicación de la prueba t de Student para los promedios de los aciertos y tiempos de latencia de la respuesta, además de la aplicación de la prueba de la mediana al rango de orden de cada una de las evaluaciones cognitivas. El orden de rango, en los test de memoria y de dominó, se realizó para cada test por separado, en el total de los niños, dando el primer lugar al niño que obtuvo el mejor rendimiento al considerar: primero, el mayor número de respuestas correctas, luego, el menor tiempo de la latencia de la respuesta y, posteriormente, el menor número de errores. Para el test

de atención, se realizó el mismo análisis, ponderándose las tres series en su conjunto. Para el análisis de las variables demográficas se usó la prueba de la probabilidad exacta de Fisher.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra que los sujetos de ambos grupos cumplen con los criterios de selección previamente definidos. La Tabla 2 describe algunas características sociodemográficas, observándose que no hay diferencias significativas entre los grupos en cuanto a composición familiar, ingreso per cápita y antecedentes educacionales y laborales de los padres.

TABLA 2
Características Sociodemográficas de niños estudiados

Variable sociodemográficas		Desnutrido	Control
Ingreso per cápita mensual*	>US \$ 11	10	6
	<US \$ 11	6	10
Nº Habitantes en el hogar	<4 personas	4	6
	>4 personas	12	10
Seguridad social	Si	8	11
	No	8	5
Presencia del padre	Si	12	13
	No	4	3
Tipo de vivienda	Sólida	7	11
	Emergencia	9	5
Educación del padre	Analfabeto	2	1
	Básica incompleta	9	10
	Básica completa	5	5
Educación de la madre	Analfabeta	1	2
	Básica incompleta	11	11
	Básica completa	4	3
Ocupación del padre	Estable	10	13
	No estable	6	3
Ocupación de la madre	Dueña de casa	8	12
	Trabaja	8	4

Prueba de probabilidad exacta de Fisher resultó no significativo para todas las variables sociodemográficas

* Fuente= 1 US\$ = \$ chilenos 190; Boletín Mensual Nº 705. 1986, Banco Central de Chile.

Evaluación de funciones cognitivas.

Memoria: En este test el GD obtuvo un promedio de 3,8 dígitos reproducidos correctamente versus 4,5 del GC ($p < 0,05$ t Student, Tabla 3). Ningún niño falló en reproducir 2 dígitos; 11 niños del GC lograron éxito en reproducir sobre 4 dígitos, a diferencia de sólo 5 niños en el GD. En el Gráfico 1, que muestra el análisis de acuerdo al orden de rango, se observa que 12 niños del GC se encuentran ubicados entre los 16 menores puntajes, a diferencia de sólo 4 de los del GD, ($p < 0,05$, Prueba de Fisher). La latencia de respuesta en la reproducción correcta de las distintas series de dígitos, no mostró diferencias significativas entre los grupos.

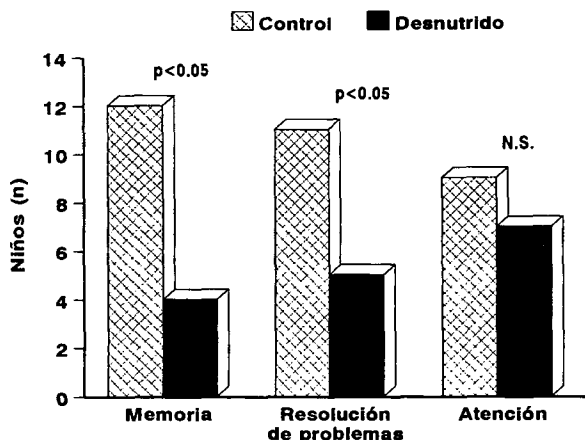
Resolución de problemas: De los 8 ejercicios presentados, sólo un niño del grupo total, falló en contestar correctamente todos los ejercicios y 2 niños lograron éxito en completar toda la serie. La gran mayoría resolvió correctamente el ejercicio Nº 1, aproximadamente la mitad logró éxito en el ejercicio Nº 4 y muy pocos en el ejercicio Nº 8 (12,5 %). En esta prueba, se encontró una tendencia estadística entre los grupos en el número de respuestas correctas (GC= 4,7+2,1 y GD= 3,4+1,4, $p < 0,055$, Prueba «t» Student, Tabla 3). Sin embargo, al considerar el ordenamiento de acuerdo al mejor rendimiento (Gráfico 1), 11 de los 16 primeros lugares fueron ocupados por niños del GC, ($p < 0,05$, Prueba de Fisher). En cuanto a la latencia de la respuesta, tampoco se observaron diferencias significativas entre los grupos.

Atención: En esta prueba los niños de ambos grupos obtuvieron un alto número de respuestas correctas, en cada una de las tres series (Tabla 3). El rango de respuestas correctas varió entre 19 y 24. En cuanto a la latencia de la respuesta, se encontró una tendencia estadística en la primera serie (GC $X = 0,73 + 0,14$; GD $X = 0,88 + 0,22$ «t» Student $p < 0,059$) y diferencias significativas en la tercera serie. En esta última serie, los niños del GD tuvieron un mayor tiempo de latencia de respuesta frente al reconocimiento de las claves (GC $X = 0,68 + 0,10$; GD $X = 0,82 + 0,17$, «t» Student $p < 0,02$, Tabla 3). Al realizar el análisis con el ordenamiento de los mejores rendimientos, no se observaron diferencias significativas, (Gráfico 1).

TABLA 3
Funciones cognitivas en escolares con antecedentes de desnutrición precoz (Media \pm DE)

	Memoria Nº Dígitos	Resolución de problemas Nº Correctas	Atención Nº Respuestas correctas			Atención latencia de respuesta		
			Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 1	Serie 2	Serie 3
Desnutrido (N=16)	3,8 \pm 0,88	3,4 \pm 1,46	21,7 \pm 1,5	22,0 \pm 1,7	21,8 \pm 1,7	0,88 \pm 0,22	0,79 \pm 0,16	0,82 \pm 0,17
Control (N=16)	4,5 \pm 0,87	4,7 \pm 2,14	21,8 \pm 1,0	22,1 \pm 1,6	22,0 \pm 1,6	0,73 \pm 0,14	0,71 \pm 0,18	0,68 \pm 0,10
t Student (p)	<0,05	<0,055	NS	NS	NS	<0,059	NS	<0,02

GRAFICO 1
Rendimiento en funciones cognitivas. Distribución de los grupos de acuerdo a la mediana. Prueba de la probabilidad exacta de Fisher



DISCUSION

Los resultados obtenidos en las pruebas cognitivas evaluadas muestran que el grupo desnutrido tiene menores rendimientos en memoria visual de corto plazo, en resolución de problemas y en el tiempo de reacción en la prueba de atención. Estas diferencias podrían estar indicando que la desnutrición temprana tendría efectos deletéreos sobre funciones cognitivas básicas.

Estos hallazgos son concordantes con la mayoría de los estudios que han incluido evaluaciones de estas funciones específicas. Así, Colombo y cols (3) han descrito que los lactantes durante la etapa aguda de la desnutrición, junto al menor desarrollo psicomotor, muestran dificultades para focalizar y mantener la atención y son más lentos en responder. En este mismo sentido, Lester (23) ha señalado que el lactante desnutrido muestra alteraciones en la capacidad de atención y en la respuesta de orientación.

En las investigaciones acerca de los efectos de la desnutrición en el largo plazo, específicamente a edad preescolar y escolar, se pueden encontrar más estudios que incluyen evaluaciones de las funciones de memoria y de atención, siendo escasas las evaluaciones de la capacidad de resolución de problemas.

Con respecto a la memoria, Hoorweg, Colombo y Richardson (8,11,13), en estudios realizados a edad escolar, han observado que esta función se encuentra consistentemente afectada. Colombo y cols (13), señalan que este déficit de memoria sería incluso permanente, ya que al introducir enriquecimiento ambiental -como es el caso de la adopción- se continúan observando rendimientos disminuidos, en los niños con antecedentes de desnutrición.

En cuanto a la función de atención, si bien en la literatura se describe que es una de las funciones más afectadas, incluso señalándose que la desnutrición provocaría un síndrome de déficit atencional en la etapa escolar (6,7,9,11), no aparece tan claramente afectada en este estudio. Los niños fueron capaces de realizar los procesos de focalización y discriminación visual; sin embargo, muestran una mayor latencia en el tiempo de reacción para realizar dichas funciones. Al respecto, es necesario hacer algunas consideraciones metodológicas previo a la interpretación de estos resultados. El

análisis de las tres series utilizadas muestra que en general ambos grupos obtienen un alto número de respuestas correctas, observándose muy poca variabilidad inter e intragrupal. El único parámetro que muestra mayor diferenciación, es la latencia de respuestas. Esto podría implicar, por una parte, que en este estudio los grupos no difieren en la función de atención propiamente tal, o que la prueba utilizada no es la más indicada para la muestra a que iba dirigida. El grado de dificultad de la prueba, representado por la cantidad de respuestas correctas del grupo total, hace pensar que la prueba corresponde a un grupo etario menor.

En cuanto a la resolución de problemas, el único estudio relacionado con esta función es el de Hoorweg y cols. (8), quienes al realizar un seguimiento de niños con antecedentes de desnutrición en la temprana infancia, mostraron disminución del desarrollo motor, de la capacidad de aprendizaje y de la capacidad de razonamiento general.

Por otra parte, se ha observado que estas funciones también se afectan negativamente en otras deficiencias nutricionales específicas, como por ejemplo, en el caso de la anemia ferropriva en la infancia. Pollitt (24), señala que los niños con deficiencia de hierro, junto a una peor ejecución en los test de inteligencia, muestran también un peor rendimiento en pruebas cognitivas que involucran a los procesos de corto plazo y de atención. Walter y cols (25) señalan que lactantes anémicos de 12 meses de edad presentan no sólo un desarrollo psicomotor disminuido, sino que también alteraciones de conducta, entre las cuales se observa una menor capacidad atencional. De Andraca y cols (26) en un estudio de seguimiento de estos mismos lactantes realizado a edad preescolar, observa que los niños con antecedentes de anemia durante el primer año de vida obtienen puntajes significativamente más bajos en memoria, concentración y en juicio - razonamiento. Soewondo y cols (27), en un estudio efectuado con pre-escolares anémicos, concluyen que la anemia produce alteraciones cognitivas relacionados con los procesos de atención visual y de conceptualización.

De acuerdo a los resultados de esta investigación y a los antecedentes de estudios similares, es posible concluir que las funciones evaluadas son muy sensibles a las variaciones nutricionales, comprometiéndose tanto frente a una carencia nutricional crónica y precoz, como también, frente a carencias más agudas o de nutrientes específicos. Estos efectos parecen ser permanentes en el tiempo.

Estos resultados orientan hacia la necesidad de diseñar e implementar otros tipos de intervención, especialmente en relación a programas específicos de estimulación y de apoyo psicopedagógico, para obtener así una mayor integración de estos niños a la educación formal y posteriormente a la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos muy sinceramente a los niños y familias del estudio de seguimiento, llevado a cabo en el INTA, que aceptaron participar en esta investigación. Nuestro agradecimiento también a la Sra. Viola Lyon por la transcripción de este manuscrito. Este estudio fue financiado por la Corporación Nacional de Investigación Científica y Tecnología de la República de Chile, (CONICYT) Proyecto N° 0534/ 1985.

REFERENCIAS

1. FAO/WHO. Conferencia Internacional sobre Nutrición. Nutrición y Desarrollo -una evaluación mundial. Capítulo 1: Alcance y dimensiones de los problemas nutricionales. Roma, 1992.

2. Grantham - McGregor, Schofield W. and Powell C. Development of severely malnourished children who received psychosocial stimulation: Six Year Follow-up. *Pediatrics* Vol 9, N° 2, February, 1987.
3. Colombo M., De Andraca I., López I. Desnutrición severa en el niño. Desarrollo psicomotor, neurológico y conducta. En: Celedón JM ed. *Nutrición e inteligencia en el niño*. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 1983.
4. Stoch, Smythe P., Moodie A. & Bradshaw D. Psychosocial outcome and CT Findings after Gross Undernourishment during Infancy: A 20 Year Developmental Study. *Develop. Med. Child Neurol.* 24, 419-436. 1982.
5. Galler, Ramsey M., Solimano G., Lowell W. y Mason E. The Influence of early malnutrition on subsequent behavioral development. I. Degree of impairment in intellectual performance. *Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, 22,1: 8-15, 1983.
6. López I., De Andraca I. y Colombo M. Relevancia de la rehabilitación psicológica en la desnutrición grave. *Annales Nestlé* 43(1):32-42, 1985.
7. López I., De Andraca I., Alvear J., Colombo M. Severe malnutrition: The effects of an early integral intervention on infant psychomotor development and preschool intellectual performance. En: *Children and families, Studies in prevention and intervention*. Ed. by Euthymia D. Hibbs. International Universities Press, Inc., 1988.
8. Hoorweg J., Stanfield J. The effects of protein energy malnutrition in early childhood on intellectual and motor abilities in later childhood and adolescence. *Develop. Med. Child. Neurology* N° 18: 330-350, 1976.
9. Galler, Ramsey F. y Solimano G. The influence of early malnutrition on subsequent behavioral development III. Learning disabilities as a sequel to malnutrition. *Pediatric Research*. Vol 18, 1984.
10. Grantham- McGregor S. A review of studies of the effect of severe malnutrition on mental development. In: *The relationship between undernutrition and behavioral development in children*. Ed Ernesto Pollit. *The Journal of Nutrition, Supplement*, Vol. 125 N° 8S. 1995.
11. Richardson S., Birch H., Grabie E., Yoder K. The Behavior of children in school who were severely malnourished in the first two years of life. *Journal of Health & Social Behavior* 13, September, 1972.
12. Galler J. and Ramsey F. The influence of early malnutrition on subsequent behavioral development: VI. The role of the microenvironment of the household. *Nutrition and Behavior* 2:161-173, 1985.
13. Colombo M., De la Parra A., López I. Intellectual and Physical Outcome of Children Undernourished in early life is influenced by later environmental conditions. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 34, 611-622, 1992.
14. Cravioto J. Malnutrición, desarrollo mental, conducta y aprendizaje. En: *Ambiente, Nutrición y Desarrollo Mental*. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Publicación Científica N° 450, 1983.
15. Sempé M. Surveillance de lacroissance de l'enfant. *Referencias practiques. Le concurs Medicales (Paris)*. Supplement N° 43, Octobre.
16. Alvear J., Vial M., Artaza B. Crecimiento después de desnutrición grave precoz. *Revista Chilena de Pediatría*, 62(4): 242-247, 1991.
17. Colombo M., López I., De Andraca I. Desnutrición grave precoz y desarrollo psicomotor. Efectos de un programa de rehabilitación. *Arch Latinoamer Nutr*, Vol. 43, N° 2, 146-150, 1993.
18. Wechsler D. *Manual for the Wechsler preschool and primary scale of intelligence*. New York. Psychological Corporation. 1967.
19. National Center for Health Statistics, Center for Disease Control: NCHS growth curves for children, birth-18 years. Washington DC:US Government Printing Office (Series 11, 165, DHEW publication, (PHS) 78 1650), 1978.
20. Álvarez MI & Wurgaft F. Mediciones del nivel socioeconómico bajo urbano en madres con lactantes desnutridos. *Arch Lat Nutr* 32:650-662, 1982.
21. Anstey E. *Test de Dominó*. Biblioteca de psicometría y psicodiagnóstico. Vol. 15. Buenos Aires. Editorial Paidós, 1971.
22. Pollitt E., Leibel R. and Greenfield D. Brief fasting, stress and cognition in children. *The American Journal of Clinical Nutrition* 34:1526-1533, 1981.
23. Lester B.M. Cardiac habituation of the orienting response in infants of varying nutrition status. *Developmental Psychology*, 11:432-442, 1975.
24. Pollitt E. Iron deficiency and cognitive function. *Ann Rev Nutr.* 13:521-537, 1993.
25. Walter T., De Andraca I., Chadud P. and Perales CG. Iron deficiency anemia: Adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics* Vol 84 N° 1. July, 1989.
26. De Andraca I., Walter T., Castillo M., Pino P., Rivera F. and Cobo C. Iron deficiency anemia in infancy and its effects upon psychological development at preschool age: a longitudinal study. *A Annual Report for the study of the problem of nutrition in the world*. Nestlé Foundation, Lausanne, Switzerland, 1991.
27. Soewondo S., Husaini M. and Pollitt E. Effects of iron deficiency on attention and learning processes in preschool children: Bandung Indonesia. *Am J Clin Nutr.* 50:667-673, 1989.

Recibido: 24-11-1995

Aceptado: 17-07-1996

Evaluación de la digestibilidad in vitro de un sustituto lácteo fabricado con harinas no precocidas

Judith King y Saturnino de Pablo

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, INTA. Universidad de Chile

RESUMEN. Los sustitutos lácteos son utilizados en el desayuno de los beneficiarios del Programa de Alimentación Escolar de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas en Chile. Los ingredientes principales de los sustitutos lácteos son leche, azúcar y harinas de cereales y las bases técnicas para fabricar estos productos estipulan además de sus proporciones que las harinas utilizadas deben estar precocidas lo que se evalúa determinando el grado de gelatinización de los almidones el cual debe ser mínimo de 92%. En la actualidad se ha presentado al Programa un nuevo tipo de sustituto lácteo de menor costo, formulado con harinas no precocidas y que contiene un preparado enzimático asegurándose por parte del fabricante que bajo las condiciones de reconstitución por él indicadas (85 °C y 5 min de reposo) se lograría la precocción de las harinas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la digestibilidad in vitro, el efecto del preparado enzimático incorporado (tamaño molecular de almidón y equivalente de dextrosa) y el grado de gelatinización en este producto (SLE) reconstituido bajo diferentes temperaturas y tiempos de reposo. Como testigo se utilizó el mismo sustituto lácteo pero sin la incorporación del preparado enzimático.

A 85 °C y 5 min. de reposo DV para SLE fue 93,8%. A temperaturas <85 °C y 5 min, DV disminuyó significativamente ($p > 0,05$) a 85% (75 °C), 82,2% (50 °C), 33,0% (40 °C) y 41,4% (20 °C). DV aumentó significativamente al aumentar el tiempo de reposo a 30 min. sólo para temperaturas >60 °C. Se observó que a 85 °C/min el preparado enzimático ha alcanzado un 92,1% de su capacidad hidrolítica potencial. El grado de gelatinización (GG) de SLE varió entre 42,6% (40 °C) y 93,8% (85 °C) para 5 min. de reposo, valores que aumentaron al dejar reposar por 30 minutos. El producto testigo mostró valores similares de DV y GG a SLE para todas las condiciones evaluadas. Se concluye que tanto SLE como el testigo presentan una buena digestibilidad in vitro y grado de gelatinización al reconstituir a 85 °C/5 min. Estos resultados indicarían que no es necesario precocer las harinas si se utilizan condiciones de preparación como las señaladas y que la incorporación de enzima cumpliría el objetivo de mejorar características físico químicas como la viscosidad del producto preparado.

INTRODUCCION

A través del Programa de Alimentación de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas, JUNAEB, los beneficiarios reciben diariamente en las escuelas un desayuno que consiste de un vaso de leche o de sustituto lácteo acompañado de pan o galletas. Los ingredientes principales del sustituto lácteo en polvo son harinas, leche y azúcar en proporciones que están estipuladas en las bases técnicas que son guías para la fabricación de los sustitutos lácteos. Estas mismas bases técnicas exigen que las harinas, que pueden provenir de cereales o leguminosas, deben estar precocidas para asegurar su digestibilidad y una reconstitución instantánea, tanto en agua fría como en agua tibia, y que el grado de gelatinización de los almidones debe ser mínimo 92%.

SUMMARY. *In vitro* digestibility of a milk substitute fabricated with uncooked flours. Milk substitutes are used for the breakfast of the recipients of the National School Feeding Programme in Chile. The major ingredients of milk substitutes are milk, sugar and cereal flours. The technical specifications to produce this type of food state, beside their proportions, that the flours must be precooked. This requisite is controlled by determining the gelatinization degree which must be 92% as a minimum. At present, a cheaper new alternative of milk substitute fabricated with uncooked flours and containing an enzymatic preparation has been presented to the Programme. It is postulated that when reconstituted in water under the manufacturer's directions (85 °C, 5 min settling time) precooking of the flours is reached. The objective of this work was to evaluate the in vitro digestibility, the effect of the enzymatic preparation (molecular size of starch and dextrose equivalent) and the degree of gelatinization of this product (MSE) when reconstituted under different temperatures and settling times.

The same milk substitute but without the enzyme preparation was used as Control. In vitro digestibility (VD) of MSE was 93,8 when reconstituted at 85 °C/5 min. settling time. VD decreased at lower temperatures ($p > 0,05$) to 85.5% (75 °C), 82,2% (50 °C), 33,0% (40 °C) and 41,4% (20 °C). VD showed a significant increase when settling time was raised to 30 minutes but only at reconstitution temperatures >60 °C. It was observed the enzyme present in MSE shows a 92,1% of the total potential activity when MSE is reconstituted at 85 °C/5 min. The degree of gelatinization, DG, ranged between 42,6% (40 °C) and 93,8% (85 °C) for 5 min settling time. These values increased after 30 min settling time. VD and DG values for Control were similar to MSE for all the conditions evaluated. It is concluded that both MSE and Control have a good in vitro digestibility and degree of gelatinization when the manufacturer's directions are followed. These results suggest that under these reconstitution conditions precooking of the flours could not be necessary and that the incorporation of enzyme in the formulation has the role of improving some physico chemical characteristics such as the viscosity of the substitute once reconstituted.

Es sabido que la digestibilidad de los almidones depende de una variedad de factores como son, la naturaleza del almidón, la posible presencia de inhibidores, o el grado de procesamiento a que se les ha sometido. En general se puede establecer que los almidones no cocidos son menos susceptibles a ser digeridos que los almidones cocidos, gelatinizados (1). La ingesta de almidones con la máxima digestibilidad es por lo tanto un factor indispensable para asegurar un completo aprovechamiento fisiológico. Esto puede ser crítico en el caso de lactantes alimentados con fórmulas o en niños cuya dieta se basa en forma importante en alimentos amiláceos (2,3,4).

Sin embargo, en la actualidad se ha presentado al Programa un nuevo tipo de sustituto lácteo en polvo formulado con harinas no precocidas y a las cuales se ha incorporado un preparado enzimático con actividad amilolítica declarando el fabricante que la precocción

de estas harinas crudas ocurre in situ al momento de prepararlo.

Considerando que esta variante de utilizar harinas crudas en conjunto con una enzima puede significar otra alternativa tecnológica para la fabricación de sustitutos lácteos y a un costo más bajo, nos planteamos como objetivo general evaluar el sustituto lácteo a través de estudios tanto in vitro como in vivo.

El presente trabajo corresponde al estudio in vitro. Se evaluó, 1) la digestibilidad in vitro del almidón presente en el sustituto lácteo simulando condiciones fisiológicas; 2) el efecto del agregado enzimático midiendo el tamaño molecular y equivalente de dextrosa; y, 3) el grado de gelatinización del sustituto lácteo; todos ellos bajo distintas condiciones de temperaturas y tiempo de reposo.

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

- Sustituto lácteo (SLE)
- Testigo (Sustituto lácteo idéntico a SLE pero sin preparado enzimático. Fue proporcionado por el fabricante).

Metodología: Para reconstituir tanto el sustituto lácteo en polvo como el testigo, se siguieron las indicaciones del fabricante: «disolver 30 g del producto en 45 ml de agua fría batiendo enérgicamente y luego añadir esta preparación sobre 135 ml de agua hirviendo. Revolver bien y apagar el fuego. Dejar reposar 5 min. antes de servir». Bajo estas condiciones la temperatura final de la suspensión es de 85 °C.

- Digestibilidad in vitro:** SLE y Testigo fueron reconstituidos a temperatura finales de 20°, 40°, 50°, 60°, 70° 75° y 85 °C y se mantuvieron en reposo por 5, 30 y 60 minutos. Completado el tiempo de reposo se tomaron alícuotas para determinar el nivel de azúcares reductores el que se expresó como porcentaje de equivalentes de maltosa (5).

Al resto de volumen se le adicionó un volumen igual de una solución de ácido clorhídrico 0,117M incubando a 37 °C por 30 min antes de neutralizar a pH 6,9 con hidróxido de sodio 0,2M. A continuación se tomaron: a) alícuotas de 1 ml para determinar la digestibilidad in vitro según el método de Bernfeld (6). Se utilizaron estándares de glucosa y maltosa. Esta determinación se realizó para detectar la posible actividad residual del preparado enzimático incorporado al sustituto lácteo (al momento que el sustituto abandona el estómago e ingresa el duodeno). Se expresó como porcentaje de equivalentes de maltosa. b) alícuotas de 1 ml a las que se les adicionaron 33,6 Unidades de α -amilasa pancreática (SIGMA) y 0,5 Unidades de amiloglucosidasa (AMG 200L, NOVO) en buffer fosfato 0,05 M pH 6,9 con incubación a 37 °C por 60 min. Después de inactivar con ácido tricloroacético 0,2M y centrifugar (3000 rpm, 15 min), se determinó glucosa en una alícuota del sobrenadante utilizando un kit enzimático (Merckotest 14365, MERCK). La digestibilidad in vitro se expresó para todos los casos como el porcentaje de glucosa generada en relación al almidón total de la muestra.

- Digestibilidad in vitro (DV)= (Glucosa generada/ Almidón total) x 100

- Grado de gelatinización:** El grado de gelatinización se determinó de acuerdo a Chiang (7) con modificaciones. Las muestras de SLE y Testigo, previamente molidas y homogenizadas fueron reconstituidas a temperaturas de 20°, 40°, 50°, 60°, 75°, 85° y 92 °C dejando reposar 5 min. En SLE se evaluó además el grado de gelatinización a los 30 min de reposo. Las determinaciones se realizaron por sextuplicado.

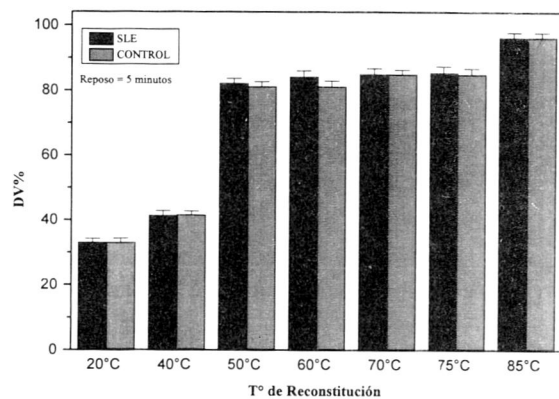
- Grado de gelatinización (G.G)=(Almidón gelatinizado/ Almidón total) x100

- Equivalente de dextrosa (DE):** Se evaluó el Equivalente de Dextrosa en SLE y Testigo para un rango de temperatura de reconstitución de 20 °C a 92° a distintos tiempos de reposo. Se determinó de acuerdo a AOAC (2). Las determinaciones se realizaron por sextuplicado en los productos reconstituidos.
- Filtración molecular de fracciones de distinto peso molecular:** Las muestras de SLE y Testigo reconstituidas según las indicaciones del fabricante (85 °C) se mantuvieron en reposo por 5 min y 60 min. Después de adicionar volúmenes iguales de HCl 0,117M, incubar 30 min a 37 °C y neutralizar con NaOH 0,2M a pH 6,9, se dializó un volumen conocido de cada muestra contra agua destilada en permanente agitación durante 24h a 3 °C en cámara fría. Para las diálisis se utilizaron 3 membranas (Spectra/ Por, SPECTRUM) con distinto corte de peso molecular: 12.000, 6.000-8.000 y 3.500. Concluida la diálisis se midió el volumen final de cada dializado y se determinó glucosa total previa hidrólisis con amiloglucosidasa.

RESULTADOS

Digestibilidad in vitro: La Figura 1 muestra la digestibilidad in vitro de SLE y Testigo reconstituidos a diferentes temperaturas y 5 min. de reposo. Ambos productos mostraron digestibilidades similares entre sí para todas las temperaturas evaluadas. La mayor digestibilidad ocurre a 85 °C (>90%), esto es a las condiciones indicadas para su reconstitución. La digestibilidad *in vitro* disminuye significativamente ($p < 0,05$) a valores entre 81,2% y 85,5% para el rango de temperatura 50 °C - 75 °C. A temperaturas inferiores a 50 °C la digestibilidad vuelve a caer en forma significativa alcanzando un valor mínimo de 33,0% (SLE y Testigo) a 20 °C.

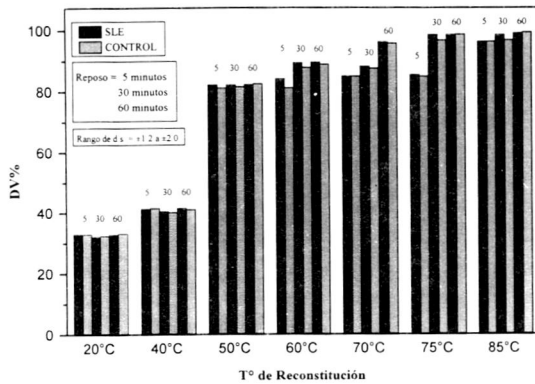
FIGURA 1
Efecto de la temperatura de reconstitución sobre la digestibilidad in vitro



El efecto de distintos tiempos de reposo (5, 30 y 60 min.) y temperaturas de reconstitución sobre la digestibilidad in vitro de SLE y Testigo se muestra en la Figura 2. Para ambos productos se observa que hasta 50 °C no hay un efecto debido al aumento del tiempo de

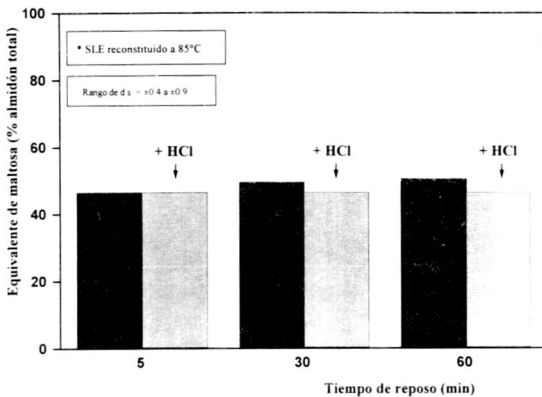
reposo. Sin embargo, en el rango de 60 °C a 85 °C, la digestibilidad in vitro aumenta para 30 y 60 min. de reposo alcanzando a 85 °C un valor máximo de 98,6% y 99,4% para SLE a 30 min. y 60 min. respectivamente.

FIGURA 2
Efecto de la temperatura de reconstitución y el tiempo de reposo sobre la digestibilidad in vitro



En la Figura 3 se observa la generación de maltosa por la acción del complejo enzimático de SLE al reconstituirlo a 85 °C y dejar en reposo durante 5, 30 y 60 minutos. El equivalente de maltosa encontrado a los 5 minutos de reposo (46,1%) aumenta a 49,6% y 50,6% para 30 minutos y 60 minutos de reposo, respectivamente. Estos valores indican que al reconstituir el sustituto lácteo a 85 °C, el preparado enzimático alcanza un 92,1% de eficiencia al cabo de 5 min. de reposo. En el caso que el almidón estuviera completamente hidrolizado a maltosa (100% de eficiencia del preparado enzimático), el valor de equivalente de maltosa sería 50.

FIGURA 3
Efecto del preparado enzimático en el incremento de maltosa antes/durante digestibilidad*



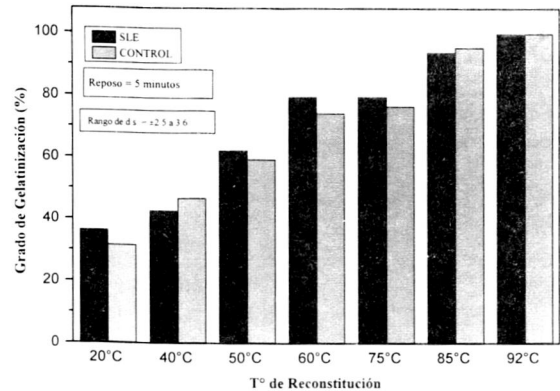
Los resultados de la evaluación de actividad residual del preparado también se muestran en la Fig. 3. El propósito de esto era evaluar la actividad de la enzima al momento que el sustituto ingerido abandona el estómago e ingresa al duodeno. No se encontró una

generación adicional de equivalentes de maltosa bajo estas condiciones.

Grado de gelatinización: Un factor importante en la digestibilidad del almidón lo es el procesamiento a que son sometidos los alimentos que contienen almidón. Aquellos procesos que aumentan la gelatinización de los almidones influirán positivamente en favorecer el ataque de las enzimas digestivas y por ende esos almidones gelatinizados tendrían una «digestibilidad» mayor. Sin embargo, esto no implica que si el grado de gelatinización de algún almidón es bajo, dicho almidón no es digerible ya que, la gelatinización es sólo un factor de contribución y no el único. Se decidió evaluar esta variable debido a que se utiliza normalmente para evaluar el grado de precocción en alimentos y de esta forma poder relacionarlo con digestibilidad in vitro.

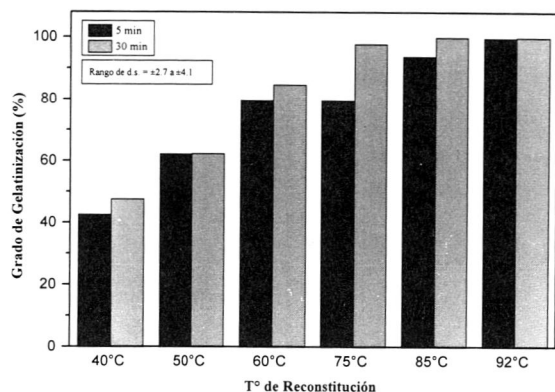
En la Figura 4 se presentan los resultados del grado de gelatinización de SLE y Testigo reconstituídos a diferentes temperaturas y que se mantuvieron en reposo por 5 minutos tal como lo indica el fabricante. En ambos productos el porcentaje de gelatinización se incrementa a medida que aumenta la temperatura de reconstitución no se observaron diferencias mayores de 5% para esta variable entre SLE y Testigo a través de todo el rango de temperatura evaluado. A temperatura ambiente (20 °C) y a 40 °C el grado de gelatinización para SLE fue 36,4% ± 5,6 y 42,6% ± 3,4, mientras que sólo a partir de 50 °C el porcentaje de gelatinización es mayor de 60,0%.

FIGURA 4
Efecto de la temperatura de reconstitución sobre el grado de gelatinización



Al evaluar el efecto del tiempo de reposo sobre el grado de gelatinización de SLE reconstituido a distintas temperaturas, se encontró que a 30 min. en comparación a 5 min. el grado de gelatinización empieza a aumentar a 60 °C, siendo este aumento significativo (p<0,05) a 75 °C y a 85 °C (Figura 5). A 85 °C, SLE alcanza un 100% de gelatinización a 30 min (93,8% a 5 min). El efecto más notorio del tiempo de reposo sobre el grado de gelatinización de SLE, se encontró a 75 °C. A esta temperatura, el grado de gelatinización aumentó en 22,0% (79,5%/5 min vs. 97,0%/30 min). Si consideramos que el almidón presente es de trigo éste inicia su gelatinización a 53 °C (8). Por lo tanto el mayor grado de gelatinización observado a los 30 min. de reposo en relación a 5 min. cuando la temperatura de reconstitución es superior a 50 °C, obedece a una mayor exposición del almidón a temperaturas que favorecen su gelatinización.

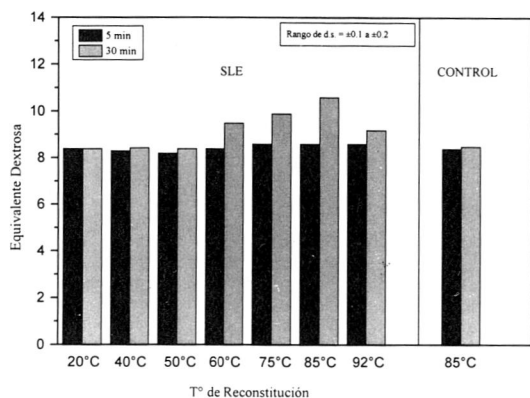
FIGURA 5
Grado de gelatinización de SLE preparado a distintas temperaturas y tiempos de reposo



Las bases técnicas del producto exigen un mínimo de 92% de grado de gelatinización y de acuerdo a los resultados obtenidos se encuentra que esta condición se cumple al preparar SLE a 85 °C o mayor con 5 minutos de reposo e incluso se podría reconstituir a 75 °C pero con 30 min de tiempo de reposo.

Equivalente de Dextrosa: El DE obtenido en ambos productos reconstituidos a 85 °C y a otras temperaturas con 5 y 30 min. de reposo, se muestra en la Figura 6. El objetivo de determinar el DE en el producto SLE reconstituido fue disponer de un índice que permitiera visualizar el grado de actividad del complejo enzimático presente en SLE. Sin embargo se encontró que no existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en el valor de DE para SLE y Testigo reconstituidos a 85 °C y 5 min. de reposo ($8,6 \pm 0,18$ y $8,4 \pm 0,20$ respectivamente). Bajo estas condiciones sólo se apreció una diferencia evidente en la viscosidad siendo la viscosidad de SLE notoriamente menor a la de Testigo cuya viscosidad no era adecuada.

FIGURA 6
Equivalente de dextrosa de SLE reconstituido a distintas temperaturas y tiempos de reposo



Los resultados de la Figura 6 muestran además que tampoco hubo variación significativa en el DE de SLE y Testigo a las otras

temperaturas. Esto permite concluir que la temperatura de reconstitución o la presencia del complejo enzimático no influyen en el DE al cabo de 5 minutos de reposo y que bajo estas condiciones la medición de DE no sería un índice adecuado para evaluar la actividad enzimática. El valor de DE encontrado tanto para SLE y Testigo es independiente de la temperatura de reconstitución y se debe al poder reductor de la lactosa presente en la leche, ingrediente del sustituto.

Filtración molecular: La Tabla 1 muestra el porcentaje de almidón retenido por las distintas membranas al dializar SLE y Testigo reconstituidos. Al cabo de 5 min. de reposo, el 49% del almidón de SLE preparado a 85 °C corresponde a fracciones cuyo peso molecular es mayor de 12000 D (66 unidades de glucosa) mientras que el 37% del almidón corresponde a fracciones de almidón con peso molecular inferior a 3500 Daltons (19 unidades de glucosa).

TABLA 1
Distribución de Pesos Moleculares de SLE y Testigo*

Reposo	Porcentaje de almidón retenido	Corte molecular de membrana		
		Peso Molecular (Daltons)	12000	8000
5 min*	SLE	49,0a	61,0 ^c	63,0 ^c
	Testigo	>90,0b	>90,0b	>90,0b
60 min	SLE	41,0 ^a	63,0 ^c	66,0 ^c
	Testigo	>90,0 ^b	>90,0 ^b	>90,0 ^b

* reconstituidos a 85 °C

a,b,c: diferentes superíndices indican diferencia significativa ($p > 0,05$)

Al aumentar el tiempo de reposo a 60 minutos el porcentaje de fracciones con peso molecular mayor a 12000 D disminuye a 41% mientras que el porcentaje de almidón con peso molecular <3500 daltons aumenta a 40%.

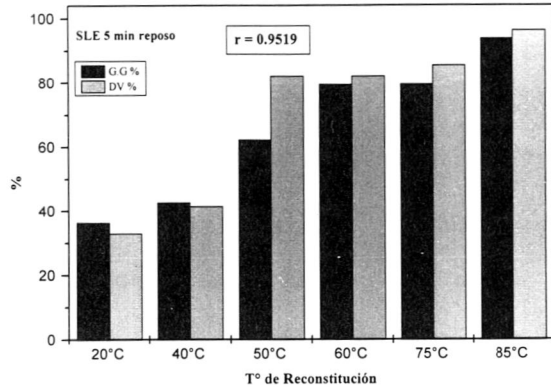
Estos resultados muestran que al momento de consumir SLE reconstituido bajo las condiciones indicadas (85 °C) ya ha ocurrido una predigestión del almidón que no aumenta significativamente si se deja reposar hasta 60 minutos.

Si comparamos los datos de la Tabla 1 con los resultados de índice de dextrosa podemos concluir que el DE no sería un índice adecuado para medir actividad enzimática.

La Figura 7 muestra en forma conjunta la digestibilidad in vitro y el grado de gelatinización de SLE reconstituido a distintas temperaturas. Se observa que existe una buena correlación entre ambas variables para todo el rango de temperatura excepto a 50 °C en que la digestibilidad in vitro es marcadamente mayor al grado de gelatinización. Este hecho podría indicar que existe un grado de gelatinización mínimo a partir del cual el almidón queda en una condición tal que la respuesta enzimática digestiva es comparativamente mayor a lo esperado. Esta situación ocurriría en la proximidad de la temperatura descrita como de iniciación de la gelatinización de almidón de trigo, 53 °C.

FIGURA 7

Relación entre digestibilidad in vitro y grado de gelatinización



CONCLUSIONES

Este es un estudio in vitro para obtener conclusiones acerca del comportamiento que existiría in vivo. De los resultados obtenidos de digestibilidad in vitro se puede concluir que el producto formulado con harinas crudas adicionado de una enzima amilolítica tendría un buen aprovechamiento fisiológico. Además presenta un alto grado de gelatinización y predigestión.

Sin embargo el testigo, el cual no contiene enzima, también sería apto para el consumo puesto que presenta prácticamente la misma digestibilidad in vitro y grado de gelatinización que SLE. Esto implica que no sería necesario precocer las harinas para formular el producto siempre y cuando se reconstituyera a 85 °C con 5 minutos o a 95 °C con 30 minutos de reposo.

El efecto más importante que cumple la incorporación de enzima en el sustituto es con relación a su carácter hidrolítico lo que se manifiesta en que el producto reconstituido presenta una adecuada viscosidad en comparación al testigo.

La exigencia de utilizar harinas precocidas en que los almidones están pregelatinizados ofrece la ventaja de disponer de un producto de reconstitución instantánea en que no se depende de la temperatura de reconstitución para obtener un producto adecuado tanto desde el punto de vista organoléptico como nutricional. Este no es el caso del producto en estudio, SLE, el cual al no tener el almidón pregelatinizado, la gelatinización debe lograrse durante su reconstitución lo que requiere de un cuidadoso control de temperaturas y reposo.

REFERENCIAS

1. Dreher L., Dreher C. & Berry J. Starch digestibility in foods: a nutritional perspective. CRC in Food Science and Nutrition 20, Issue 1, 1984.
2. Auricchio S., Pietra D & Vegnente A. Studies on intestine digestion of starch in man. II Intestinal Hydrolysis of amylopectin in infants and children. Pediatrics 39(6), 853. 1967.
3. Rao C. & Rao B. Influence of starches from different sources on protein utilization in rats. British Journal of Nutrition 40,1. 1978.
4. Graham G., Morales E., Placko R. & MacLean W. Nutritive value of brown and black beans for infants and small children. American Journal of Clinical Nutrition 32, 2362, 1979.
5. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC, Washington DC. 1990.
6. Bernfeld P. Amylases. En: Methods in Enzymology 1, Academic Press, New York. p.149. 1954.
7. Chiang B.Y & Johnson J. Measurement of total and gelatinized starch by glucoamylase and o-toluidine reagent. Cereal Chemistry 51(3):429. 1977.
8. Whistler R. & Daniel J. Carbohydrates. En: Food Chemistry. OR Gennema (Ed.). Marcel Dekker Inc. p.70-137. 1985.

Recibido: 30-10-1995

Aceptado: 11-11-1996

Presencia de microorganismos patógenos en hortalizas de consumo crudo en Costa Rica

Rafael Monge¹, y María Laura Arias²

RESUMEN. Se informa sobre la presencia de seis microorganismos patógenos en hortalizas que habitualmente se consumen crudos en Costa Rica. La presencia de ooquistes de *Cryptosporidium* sp. se evidenciaron en el 5,2% (4/80) de las muestras de hojas de culantro, 8,7% (7/80) de las muestras de la raíz de ese vegetal y en el 2,5% (2/80) de las muestras de lechuga. En el 1,2% de las otras hortalizas estudiadas (zanahoria, pepino, rábano y tomate) se hallaron las formas de resistencia de ese coccidio. *Cryptosporidium* sp. no se encontró en repollo. Los quistes de *Giardia intestinalis* se encontraron en el 5,2% (4/80) y 2,5% (2/80) de las muestras de hojas y raíz de culantro, respectivamente. Las formas quísticas de *Entamoeba histolytica*, se observaron en el 6,2% (5/80) y 2,5% (2/80) de las muestras de hojas y raíz de culantro respectivamente. Asimismo, este protozoario se encontró en el 3,8% (3/80) y 2,5% (2/80) de las muestras de lechuga y rábano. En las otras hortalizas (zanahoria, pepino, repollo y tomate), estas amebas se evidenciaron en menos del 2% de las muestras. *Listeria monocytogenes* fue aislada en el 20% (10/50) de las muestras de ensalada de repollo. Virus de Hepatitis A y Rotavirus se evidenciaron en tres de los 10 grupos de lechuga analizados, sugiriendo esto, que al menos, tres muestras estaban contaminadas con tales partículas virales.

SUMMARY. Occurrence of some pathogenic microorganisms in fresh vegetables in Costa Rica. This study reports the occurrence of some pathogenic microorganisms in vegetables consumed on a daily basis by Costa Ricans. *Cryptosporidium* sp. oocysts were found in 5,2% (4/80) of cilantro leaves, in 8,7% (7/80) of cilantro roots and 2,5% of lettuce samples. A 1,2% (1/80) incidence was found in other vegetables samples (carrot, cucumber, radish and tomatoe). Oocysts of this parasite were absent in cabbage. *Giardia intestinalis* was only detected in 5,2% (4/80) of cilantro leaves and in 2,5% (2/80) of cilantro roots. *Entamoeba histolytica* cysts were found in 6,2% (5/80) of cilantro leaves, in 2,5% (2/80) cilantro roots, in 3,8% (3/80) lettuce and in 2,5% (2/80) radish samples. At least a 2% incidence of this amoeba was found in other vegetable samples (carrot, cucumber, cabbage and tomatoe). *Listeria monocytogenes* was isolated in 20% (10/50) of the samples of cabbage salad. Hepatitis A virus and Rotavirus were evidenced in three of the lettuce pools, suggesting that at least three of the samples were contaminated with these viruses.

INTRODUCCION

Costa Rica, durante los últimos años ha experimentado un cambio importante en el perfil epidemiológico, resaltando el incremento en las tasas de mortalidad por enfermedad cardiovascular y cáncer (1). Como estrategia para la prevención de estas enfermedades crónicas, se ha promovido el consumo de hortalizas, a fin de mejorar la ingestión de fibra y agentes antioxidantes como vitamina C y β-carotenos.

No obstante hortalizas como apio, lechuga, repollo y otras que habitualmente se consumen crudas, han sido identificadas en diversos brotes de diarrea y listeriosis como vehículos de *Vibrio cholerae*, *Shigella* sp. *Listeria monocytogenes*, virus de Hepatitis A, Rotavirus, Norwalk y otros microorganismos patógenos (2-6).

Asimismo, en esos alimentos se ha evidenciado la presencia de huevecillos de *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichuria*, así como quistes de *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis* (8), confirmando el importante papel que las hortalizas desempeñan en la epidemiología de las parasitosis.

En Costa Rica, para 1995 la tasa de enfermedad diarreica fue de 20 por 1000 habitantes (9). Sin embargo, el número de casos asociados a microorganismos propagados por alimentos se descono-

ce, pues en el país no existe un programa de vigilancia de enfermedades transmitidas por alimentos.

Considerando lo anterior y dado que el tiempo de sobrevivencia de los microorganismos patógenos puede ser tan prolongado como para alcanzar en forma viable al consumidor (10), este estudio se propuso determinar la presencia de *Cryptosporidium*, *Giardia intestinalis*, *Entamoeba histolytica*, *Listeria monocytogenes*, Rotavirus y Virus de Hepatitis A en hortalizas que habitualmente se consumen crudas en Costa Rica.

MATERIAL Y METODOS

Muestras: La determinación de *Cryptosporidium*, *Giardia intestinalis* y *Entamoeba histolytica* se realizó en 80 muestras de cada una de las hortalizas que más frecuentemente se consumen crudas en Costa Rica: repollo (*Brassica oleracea*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), lechuga (*Lactuca sativa*), pepino (*Cucumis sativus*), zanahoria (*Daucus carota*), rábano (*Raphanus sativus*) y culantro (*Coleandrum sativum*). Las muestras fueron obtenidas durante un año, en ocho mercados abiertos (ferias del agricultor) del área metropolitana de San José. Posteriormente en esos mismos sitios se obtuvo 80 muestras de lechuga para la determinación de virus de hepatitis A y Rotavirus.

La presencia de *Listeria monocytogenes* se estudió en 50 muestras de repollo picado preempacado y expandido en supermercados de la capital costarricense. El muestreo se efectuó durante cuatro meses consecutivos.

1 Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud

2 Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica

Análisis microbiológico:

a. Identificación de protozoarios: Las muestras se procesaron por la técnica de lavado (11), con un volumen de solución salina (NaCl 0,85%) equivalente al doble del peso de cada hortaliza. El líquido de lavado se centrifugó a 500 G por 30 min y se observó el sedimento en lugol para evidenciar las formas quísticas de *Entamoeba histolytica*. Así mismo, una porción del sedimento se utilizó para la identificación, mediante inmunofluorescencia, de *Giardia intestinalis*. Para esto se usó un anticuerpo monoclonal marcado con fluoresceína (Biovar, Lote # 901). El diagnóstico de *Cryptosporidium* sp. se efectuó aplicando la tinción de Koster modificada (12) a una alícuota del sedimento.

b. Determinación de partículas virales: Se formaron dieciséis grupos compuestos por cinco unidades de lechuga cada uno y se procesaron por la técnica de lavado. El líquido se centrifugó a 2000 G por 20 minutos y el sobrenadante se ultracentrifugó a 100000 G por una hora. El sedimento obtenido fue resuspendido en agua destilada hasta obtener un volumen final cercano a los 250 0l.

Para evidenciar la presencia de rotavirus cada sedimento fue analizado por pruebas inmunoabsorbentes de enzimas conjugadas (ELISA) (13) y para la determinación de virus de Hepatitis A se utilizó radio inmunoensayo (RIA) (14) y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) (15).

c. Aislamiento de *Listeria monocytogenes*: Luego de

homogeneizar la muestra, 25 gramos de esta se agregaron a 225 ml del caldo de enriquecimiento UVM (University of Vermont Modified Medium) modificado y se incubó a 30 °C por 24 ± 2 horas. Transcurrido este tiempo, 0,1 ml del caldo UVM se transfirió a 10 ml de caldo Fraser y se incubó a 37 °C por 26 ± 2 horas. Posteriormente, de los tubos que mostraran oxidación de la esculina, se tomó una asada y se sembró por rayado en placas de agar Oxford. Estas se incubaron por 24-48 horas a 37 °C, después de lo cual fueron evaluadas para la determinación de las colonias típicas de *Listeria*.

El aislamiento de *Listeria monocytogenes*, se confirmó por luz de Henry, morfología, tinción de Gram, movilidad, propiedades β hemolíticas, CAMP-*Staphylococcus aureus* y utilización de Xilosa y Rhamnosa.

RESULTADOS

El porcentaje de positividad de las hortalizas según tipo de microorganismo evidenciado se presenta en la Tabla 1. Las formas quísticas de *Entamoeba histolytica*, fueron evidenciadas en el 6,2% (5/8) y 5,2% (4/80) de las muestras de hojas y raíz de culantro respectivamente. Así mismo, este protozoario se encontró en el 3,8% (3/80) y 2,4% (2/80) de las muestras de lechuga y rábano. En las otras hortalizas (zanahoria, pepino, repollo y tomate), estas amebas se evidenciaron en menos del 2% (2/80) de las muestras.

TABLA 1
Porcentaje de positividad de las hortalizas según microorganismos evidenciado

Microorganismo	Culantro hojas	Culantro raíz	Lechuga	Tomate	Pepino	Rábano	Repollo entero ^a	Repollo picado ^b	Zanahoria
<i>Cryptosporidium</i> ^a	5,2	8,7	2,3	1,2	1,2	1,2	0	NI	1,2
<i>G. intestinalis</i> ^a	2,5	5,2	0	0	0	0	0	NI	0
<i>E. histolytica</i> ^a	6,2	5,2	3,8	0	0	2,4	1,3	NI	0
<i>L. monocytogenes</i> ^b	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	20	NI
Hepatitis A ^c	NI	NI	2	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Rotavirus ^c	NI	NI	2	NI	NI	NI	NI	NI	NI

^a n= 80, ^b n=50, ^c n=80

NI = No investigado

Los quistes de *G. intestinalis* se observaron en el 2,5% (2/80) y 5,2% (4/80) de las muestras de hojas y raíz de culantro, respectivamente y los ooquistes de *Cryptosporidium* sp en el 5,2% (4/80) y 8,7% (7/80) de las muestras de hojas y raíz de ese mismo vegetal. En menos del 3% (2/80) de las otras hortalizas estudiadas se hallaron las formas de resistencia de ese coccidio. *Cryptosporidium* sp no se encontró en repollo.

La presencia de rotavirus y virus de Hepatitis A se demostró en tres de los grupos de lechuga, sugiriendo esto que al menos un 2% (3/80) de las muestras estaban contaminadas con esas partículas virales.

Listeria monocytogenes se aisló del 20% (10/50) de las muestras repollo picado preempacado.

DISCUSION

Varios investigadores han concluido que el uso de materia fecal como fertilizante, así como la utilización de aguas residuales para la irrigación constituyen las principales fuentes de contaminación de hortalizas (10,16).

En Costa Rica, un alto porcentaje de las aguas utilizadas para irrigación, no satisface la recomendación sanitaria dictada por la FAO/OMS (17), que establece como aceptable un nivel máximo de 10³ coliformes fecales/ 100 ml (2). Esta situación podría ser la causa más importante de contaminación en los productos hortícolas evaluados, pues el uso de materia fecal como fertilizante no es una práctica común en el país.

Aun cuando el origen de los microorganismos patógenos hallados, es sumamente difícil de definir, la presencia de estos pone en evidencia el peligro potencial que las hortalizas representan para la salud pública, pues se ha demostrado que las formas quísticas de *Cryptosporidium* sp, provenientes de animales domésticos como perros, gatos, ganado bovino y caprino y de animales silvestres como castores, ratones y ratas almizcleras, pueden causar diarreas importantes en humanos, principalmente en aquellos inmunosupresos (18-20). Una situación similar ocurre con las formas quísticas de *E. histolytica* provenientes de gatos y perros (21) y con los quistes de *G. intestinalis* derivados de perros, castores y ganado vacuno y caprino (22,23).

La presencia de *Listeria monocytogenes* podría explicarse en torno a su amplia distribución en la naturaleza (24) o bien a su presencia en las aguas de irrigación, pues esta bacteria ha sido aislada de las heces de diferentes animales domésticos y silvestres (25). No obstante, independientemente de su origen, cada cepa de *L. monocytogenes* es considerada capaz de causar, meningoencefalitis, sepsis, granulomatosis infantiséptica e infecciones durante el embarazo (26).

Considerando que los patógenos mencionados han sido aislados de diversos mamíferos, se podría asumir que la contaminación hallada obedece a la presencia de materia fecal animal en las aguas de irrigación; sin embargo la presencia de rotavirus y virus de Hepatitis A en lechuga, sugiere una importante asociación con excretas humanas, ya que solamente los primates son reservorios de estas partículas virales (26).

Ante nuestros resultados y dada la alta resistencia de *L. monocytogenes*, así como de las formas quísticas de *G. intestinales*, *E. histolytica* y *Cryptosporidium* sp al cloro (26-29), agente químico usualmente utilizado en la desinfección de vegetales, es necesario considerar la omisión de hortalizas de consumo crudo en los planes de alimentación de pacientes con cáncer, síndrome de inmunodeficiencia adquirida u otras patologías o tratamientos farmacológicos que conlleven a una depresión del sistema inmunológico.

Por otro lado, es necesario promover en mujeres embarazadas el consumo de vegetales hervidos, al menos hasta que esté claramente definida la dosis infectante y la ruta de infección de *L. monocytogenes*, pues el tratamiento térmico elimina al microorganismo (26), sin afectar radicalmente el valor nutritivo del alimento, debido a que la aplicación de calor aumenta la biodisponibilidad del β caroteno, así como el contenido de fibra dietética (30,31). Esta recomendación también es válida para la eliminación de las formas quísticas de *G. intestinales*, *E. histolytica* y *Cryptosporidium* sp (26).

Además, es necesario fomentar la adecuada manipulación de las hortalizas, para evitar la contaminación cruzada con las superficies y utensilios de trabajo, así con alimentos que se consumen crudos o cocidos.

REFERENCIAS

- Ministerio de Salud. Mortalidad por enfermedades del aparato circulatorio y cánceres. Departamento de estadística. Ministerio de Salud, Costa Rica, p.15. 1995.
- Shuval H. Recommendation for the control of cholera in Chile through wastewater and water sanitation. Mission Report June 7-15, World Bank. Nueva York 45 p. 1991.
- Geldreich E. & Bordner R. Fecal contamination of fruits and vegetables during cultivation and processing for market: a review. J Milk Food Tech 34:184-195. 1971.
- Farber J.M & Peterkin P.I. *Listeria monocytogenes*, a foodborne pathogen. Microbiol Rev. 3:476-511, 1991.
- Greffin M., Surouviec J. & Mc Closkey D. Foodborne norwalk virus. Am J Epidemiol 115:178-184. 1992.
- Roseblum L., Mirkin I., Allen D., Safford S. & Hadler S. A multifocal outbreak of hepatitis A traced to commercially distributed lettuce. Am J Publ Health 80:1075-1080. 1990.
- World Health Organization. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical Report Series 778. Ginebra, Ed. WHO, p.74. 1989.
- Marzochi M. Estudio de factores involucrados na disseminação dos eneroparasitas. II Estudio do contaminação de verduras e dolo de hortas na cidade de Ribeirao Preto, Sao Paulo, Brasil. Rev. Inst. Trop. S. Paulo. 19:148-155. 1977.
- Ministerio de Salud. Memoria 1995. San José, Costa Rica, 1996.
- Shuval H., Adien A., Fattal B., Rawitz E. & Yekutiail P. Wastewater irrigation in developing countries. World Bank Technical Paper Number 51, Washington, Ed WB p.322. 1986.
- Vanderzant C. & Splittstoesser D. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, Ed APHA p.140-155. 1992.
- Kageruka P., Brand J., Taelman H. & Jonas C. Modified Koster stainign method for the diagnosis of cryptosporidiosis. Am Soc Belge Med Tro. 64:171-175. 1984.
- Johnson G.D., Holborrow J. & Dorling J. Immunofluorescence and immunoenzyme techniques. In: Weir DM DE. Handbook of experimental immunology. Vol 1. Immunochemistry. Blackwell Scientific Publications, 14.1-14.40. 1978.
- Hunter W. Radioimmunoassay. In: Weir DM DE. Handbook of experimental immunology. Vol 1. Immunochemistry. Blackwell Scientific Publication 15.1-14.30. 1978.
- Persing D., Smith T., Tenver F. & White T. Eds. Diagnostic molecular microbiology: principles and applications. American Society for Microbiology, Washington p.641. 1993.
- Castro M.L. & Florez A. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de las aguas residuales en agricultura: aspectos microbiológicos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), p.32. Lima 1990.
- Fernández M. Calidad sanitaria de aguas utilizadas en irrigación de hortalizas de la provincia de Cartago, Costa Rica. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), San José, Costa Rica, p.60. 1993.
- Fayer R. & Ungar L. *Cryptosporidium* sp and cryptosporidiosis. Microbiol Rev 25:967-975, 1986.
- Trissi D. Immunology of *Entamoeba histolytica* in human and animal hosts. Rev Inf Dis 4:1154-1184. 1982.
- Casemore D. Epidemiological aspects of human cryptosporidiosis. Epidemiol Infect 104:1-28. 1990.
- Casemore D. The epidemiology of human cryptosporidiosis and the water route of infection. Wat Sci Tech 24:157-164. 1991.
- Pacha R., Oark G., Williams E., Coartes A., Scherffelmaiers J. & Debusschere P. Small rodents and other mammals associated with mountains meadows as resevoirs of *Giardia* ssp. and *Campylobacter* spp. Appl Environ Microbiol 53:1574-1579. 1987.
- Erlandsen S., Sherlock S., Januschka M., Schupp D.G., Schaefer F.W., Jakubowski W. & Bemrick W.J. Crossspecies transmission of *Giardia* spp: inoculation of beavers and muskrats with cyst of human, beaver, mouse and muskrats origin. Appl Environ Microbiol 54:2777-2785. 1988.
- Weis J. & Seeliger K.P.R. Incidence of *Listeria monocytogenes* in nature. J Appl Bacteriol 50:1-9. 1975.
- Beuchal L.R. Berrang H.E. & Brackett R.E. Presence and public health implications of *Listeria monocytogenes* on vegetables. En: Foodborne listeriosis. AL Miller; Smith J.L. & Somkuti G.A. (Ed.) New York, Elviesier Science., p175-181. 1990.
- Clover D.O. (Ed). Foodborne diseases. New York. Academy Press p. 395. 1990.
- Jarro E., Bingham A. & Mayer E. *Giardia* cyst destruction: effectiveness of six small quantity water desinfection methods. Am J Tro Hyg 29:8-11. 1980.
- Jarro E., Bingham A. & Mayer E. Effect of chlorine on *Giardia lamblia* cyst viability. Appl. Env. Microb. 41:483-487. 1981.
- Campbell I., Tzipori S. & Hulchinson G. The effect of desinfectants on survival of *Cryptosporidium* oocysts. Vet. Rec. 111:414-415. 1982.
- Olson J. Recomendaciones de vitamina A. Memorias I Simposio de Micronutrientes. San José, Costa Rica, p.51. 1995.
- Asp N.G., Schweizer T.F., Southgate D.A.T. & Theandrs O. Dietary fiber analysis. En: Dietary fiber-A component of food: Nutritional function in health and disease. Schweizer T.F. & Edwards C.A. (Ed.). London, Springer Verlag. p176-184. 1992.

Recibido: 29-01-1996

Aceptado: 09-07-1996.

Reducción del contenido de fibra cruda en pasta de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) y su posible utilización en la alimentación humana

Héctor Martínez Flores¹, Carlos Cruz Mondragón², y Alfredo Larios Saldaña²

Dpto. de Biotecnología y Bioingeniería. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México.

RESUMEN. El objetivo del trabajo fue reducir el contenido de fibra cruda (FC) y cuantificar el contenido de compuestos fenólicos (CF) e inhibidores de tripsina (IT) en pasta de cártamo (PC) para plantear su posible utilización en la alimentación humana. A la PC se le efectuó una molienda en licuadora y en molino de martillos, posteriormente se clasificó por tamaño de partícula y se comparó con la SM (23,3% de FC, 22,4% de proteína y 1,75% de CF) y sus respectivas fracciones. La molienda en molino de martillos resultó más efectiva ya que en la fracción de finos (60,5%) el contenido de FC se redujo en un 36,3%, la proteína y los CF se concentraron en 39,3 y 50,3%, respectivamente. La prueba de IR resultó negativa. La molienda y tamizado resultó ser un método sencillo y económico de separación de fibra en la PC, que permite concentrar proteína y obtener un adecuado rendimiento de material, características por las cuales es posible plantear su utilización en la alimentación humana, en niveles de incorporación no elevados.

SUMMARY. Reduction of crude fibre content in safflower meal (*Carthamus tinctorius* L.) and the feasibility of using it in human food. The purpose of this work was to reduce the content of crude fibre (CF) and to determine the content of phenolics compounds (PC) and trypsin inhibitors (TI) in safflower meal (SM), in order to recommend the possibility of utilization it in human food. The SM (23.3% of CF, 22.4% of protein and 1.75% of PC) was grinded in a blender and in a hammer mill respectively, after that, they were classified in particle size by sieving and compared with the SM and their fractions. Grinding in hammer mill was more effective; in this process the yield of the fine fractions was 60.5% and the contents of protein and PC were concentrated by 46.7% and 50%, respectively. The test of TI in SM resulted negative. Grinding and sieving showed to be an easy and cheap mechanical size separation process to reduce CF, which also increase the protein content with a good yield of material. It should be possible the utilization of the fine fractions in human food, provided that the level of incorporation in a food product will be low.

INTRODUCCION

Las semillas de oleaginosas presentan amplias perspectivas para ser usadas en alimentación humana. De su industrialización se derivan los aceites crudos y las pastas; los primeros son destinados a consumo humano; el producto residual, las pastas, son utilizadas como fertilizantes o combustibles (1) o bien en la producción de alimentos balanceados para consumo animal, debido a su alto contenido en proteínas (2).

Cuando a las pastas se les destina para alimentación animal, se subutiliza un amplio potencial nutritivo para el hombre, ya que los animales son altamente ineficientes para producir proteína. Para que un animal produzca 1 Kg de proteína necesita consumir de 2,7 a 17 Kg de proteína vegetal (3).

Las pastas poseen un alto contenido en proteínas, son fuente de algunos aminoácidos esenciales y son materiales de bajo costo, por lo que su utilización en la elaboración de productos alimenticios, puede ser factible.

El factor limitante de las pastas de oleaginosas para ser usadas en alimentación humana es que contienen por lo menos un compuesto antinutricional, como son los inhibidores de tripsina (IT), compuestos fenólicos (CF), aflatoxinas, fitatos o hemaglutininas (4,5), los

cuales influyen en una baja palatabilidad y disminuyen el valor biológico de la proteína, así como el valor nutritivo de las pastas.

La PC presenta un elevado contenido de fibra y posee CF (6,7) e IT. La fibra estimula la digestión, previene enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de colon, aterosclerosis, hipertensión y cálculos (8,9); sin embargo, cuando la fibra es consumida en niveles elevados, influye disminuyendo el aporte energético, baja la digestibilidad, reduce la absorción de minerales y vitaminas e irrita la mucosa intestinal (10). Altas concentraciones de fibra influyen también en las propiedades funcionales del producto. Alternativas para reducir fibra en la PC son la obtención de concentrados y aislados proteicos (11), o la separación física de la fibra con ciclones o tamizado. Los CF bajan la digestibilidad de las proteínas e interfieren con la absorción de vitaminas (12). Entre los CF de la PC destacan la 2-hidroxiarctina que produce un efecto laxante, y el monoglucósido matairesinol que le imparte un sabor amargo a la pasta (13,14). Tal problema se puede minimizar por la extracción química de los CF con agua o solución alcohólica (11,14,15) o incorporando la pasta en bajas proporciones a alimentos tradicionales. Los IT reducen la digestibilidad de las proteínas y provocan hipertrofia pancreática (4,16). Los daños causados por los IT son minimizados cuando su actividad se ve reducida en un 80% (17,18), lo cual se logra con un tratamiento térmico de 100 °C durante 10 min.

El objetivo del presente trabajo fue reducir el contenido de fibra, concentrando a la vez proteína en PC, así como detectar el contenido de CF e IT y con base en ello plantear su utilización en la alimentación humana.

1 Estudiante de Postgrado
2 Profesores Investigadores

MATERIALES Y METODOS

La PC fue adquirida en la fábrica extractora de aceites «La Corona, S.A. de C.V.» Xalostoc, Edo. de México. La semilla de cártamo durante su industrialización para extracción del aceite fue sometida a un tratamiento combinado de prensa y solvente.

Molienda y tamizado de la pasta de cártamo: La PC fue tamizada en mallas USA Standard del N° 14, 18, 40, 60, 80 y 100; alternativamente la PC fue sometida a 2 tipos de moliendas y posteriormente tamizada en mallas N° 40, 50, 60, 80, 100 y 120; el tipo y las condiciones de molienda fueron: 1) licuadora de aspas (ML). A 100 g de muestra se le dio un tiempo de molienda de 2 min, con un intervalo de reposo de 3 min. entre molienda y molienda; 2) molino de martillos, marca Holmes, modelo 150, utilizando malla con abertura 40 (MM40). Se molieron 200 g de material en un tiempo aproximado de 5 min, con reposo de 30 min entre molienda y molienda; 3) molino de martillos, con malla de abertura 60 (MM60), bajo las mismas condiciones de operación que en la MM40.

A la materia prima y a las fracciones obtenidas del tamizado de la PC se les realizó un análisis químico proximal de acuerdo a los métodos referidos por la A.O.A.C. (19), para humedad (7-003/70), cenizas (7-010/70) y lípidos (7-048/70); la proteína se realizó por el método micro-Kjeldhal y FC de acuerdo a Van de Kamer y Van Ginkel (20); el extracto libre de nitrógeno se calculó restando a 100 la suma del resto de los componentes del análisis proximal, los CF se determinaron de acuerdo a Arntfield y col. (21), y los IT por la técnica de Kakade y col. (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presenta la composición química proximal de la materia prima y de las fracciones obtenidas del tamizado. Se observan altos contenidos de proteína (22,51%) y de FC (22,63%). Asimismo, en las fracciones existió variación de todos los componentes químicos en mayor o menor medida, sin embargo, para fines del presente trabajo, sólo se consideraron la FC, proteína y gramos de material recuperados. En las mallas 14, 18 y 40 (retenidos) se distribuyó la mayor parte del material (77,5%), es decir los gruesos, que tienen un elevado contenido de cascarilla. La FC, componente esencial de la cascarilla, se concentró en esas mismas fracciones (27,0%) y la cantidad de proteína fue menor (18,2%), ya que tiende a concentrarse en las fracciones de menor tamaño, es decir, en los finos.

TABLA 1
Composición química proximal en base seca de la pasta de cártamo (PC) y sus fracciones (g/100 g)

N° de malla	Material	Fibra cruda	Proteína (Nx6,25)	Lípidos	Cenizas	E.L.N. ¹
PC	100,0	22,63	22,51	1,10	5,39	48,37
14	25,0	28,10	14,96	1,36	4,10	34,06
18	20,4	29,30	18,23	1,16	4,38	31,43
40	32,0	23,70	21,47	1,50	3,52	49,75
60	9,4	14,47	33,90	1,97	6,74	40,03
80	3,0	5,00	35,30	1,98	7,14	49,66
100	10,1	4,85	35,50	2,01	8,52	48,49

1 E.L.N. Extracto libre de nitrógeno

Con base en los resultados obtenidos se realizaron cálculos para

decidir si era factible obtener una o varias fracciones del tamizado con adecuados porcentajes de reducción de FC, concentración de proteína y rendimiento del material. En la Tabla 2 se presentan 2 fracciones, la primera que es todo el material que pasó la malla 18 (F18), cuyo contenido de FC fue alto (17,4%), es decir, sólo se disminuyó en un 23,1% en relación a la PC; esta fracción tuvo 27,0% de proteína, concentrando un 19,9% respecto a la PC, con un rendimiento de material de 54,5%. La segunda fue el material acumulado que pasó la malla 40 (F40). Esta fracción tuvo 8,3% de FC y 34,8% de proteína, reduciéndose un 63,3% de FC y concentrando un 54,78% de proteína en relación a la PC; no obstante, su rendimiento de material fue bajo (22,5%).

TABLA 2
Rendimiento en base seca de material, fibra cruda y proteína en las fracciones (cribados de la pasta de cártamo PC) (g/100 g)

N° de malla	Material	Fibra cruda	Proteína
PC	100,00	22,63	22,51
18	54,50	17,36	26,99
40	22,50	8,31	34,84

Las partículas de cascarilla se concentraron en las fracciones gruesas, ya que su tamaño es mayor que las partículas del endospermo, lo que permitió asumir que la disminución en el tamaño de partícula de la PC, lograría una mejor separación de las partículas de cascarilla de las del endospermo, reduciendo más eficientemente la FC y concentrando proteína, como se discute adelante.

La distribución de CF en las fracciones de la PC y los resultados obtenidos de la determinación de IT son mostrados en la Tabla 3. El contenido inicial de CF en la PC fue de 1,75%, dato ligeramente inferior a lo reportado por Lyon y col (14), quienes obtuvieron valores de 2,0% para una pasta comercial, y de 2,3 y 2,5% en pastas procesadas en laboratorio. Se observó que los CF se concentraron en las fracciones finas (mayores al 2,0%). Es importante señalar que dichos componentes se localizan fundamentalmente en el endospermo como lo reportan en su estudio Lyon y col. (14) y que la PC al ser cribada para eliminar cascarilla (FC), concentró tanto endospermo como los CF. La determinación de IT fue negativa, por lo que se asume que el tratamiento térmico durante la desolventización de la PC, posterior a la extracción del aceite en la semilla de cártamo fue suficiente para inactivar a estos compuestos.

TABLA 3
Contenido de compuestos fenólicos (base seca) e inhibidores de tripsina en la pasta de cártamo (PC) y su distribución en las fracciones

N° de malla	Compuestos fenólicos (g/100 g)	Inhibidores de tripsina de tripsina UTI/mg M
PC	1,75	negativo
14	1,69	nd
18	1,55	nd
40	1,68	nd
60	2,13	nd
80	2,11	nd
100	2,09	nd

UTI/mg M. Unidades de tripsina inhibida por mg de muestra.
nd. - no determinado.

En la Tabla 4 se muestra el efecto que tuvieron las moliendas y posterior tamizado en la PC. Se observan diferencias entre la ML y las moliendas en MM40 y MM60. En general, la recuperación de finos fue mayor en la molienda con martillos, particularmente la MM60; además, se observó que a medida que el tamaño de partícula se redujo, el contenido de proteína aumentó en cualquier molienda, llegando hasta el 39,4% para la ML y a 29,6% y 31,9% para el MM40 y MM60, respectivamente.

TABLA 4

Rendimiento en base seca de material, fibra cruda y proteína en las fracciones de pasta de cártamo con diferentes moliendas

Nº de malla	ML		MM40			MM60		
	Mat (g)	Prot (g/100 g)	Mat (g)	FC (g/100 g)	Prot (g)	Mat (g)	FC (g/100 g)	Prot (g)
40	59,4	32,6	19,3	36,6	2,6	10,7	31,6	3,4
50	8,4	17,0	16,4	33,8	4,2	13,4	33,8	7,4
60	5,7	14,6	8,6	27,8	8,9	9,1	28,5	15,9
80	5,0	12,7	9,1	21,3	15,6	7,5	17,7	23,1
100	0,3	14,2	7,3	16,8	23,7	9,6	17,4	30,0
120	21,2	10,2	39,4	39,3	15,7	29,6	50,7	31,9

Mat. Material
FC. Fibra cruda
Prot. Proteína
ML. Molienda en licuadora.

MM40. Molienda en molino de martillos utilizando malla 40

MM60. Molienda en molino de martillos utilizando malla 60

Los rendimientos en material, contenidos de FC y proteína para las fracciones seleccionadas de cada una de las moliendas son mostrados en la Tabla 5. La fracción ML40, que es todo el material acumulado que pasó la malla Nº 40, presentó el menor porcentaje de FC (11,2%) y el mayor contenido de proteína (36,2%); sin embargo, de esta fracción sólo se tuvo un rendimiento de material del 40,6%.

TABLA 5

Rendimiento en base seca de material, fibra cruda y proteína en las fracciones seleccionadas de la pasta de cártamo

Tipo de molienda	Fracción cribada	Material (g/100 g)	Fibra cruda (g/100 g)	Proteína (g/100 g)
ML	M40	40,60	11,16	36,20
MM40	M80	46,62	15,79	28,69
MM60	M80	60,45	14,41	31,35

ML. Molienda en licuadora.

MM40. Molienda en molino de martillos utilizando malla 40

MM60. Molienda en molino de martillos utilizando malla 60

M40. Material acumulado que pasó la malla 40

M80. Material acumulado que pasó la malla 80

Con respecto a la FMM60, a pesar de que no redujo una cantidad tan elevada de FC como la observada en la ML40, si fue considerable, ya que tuvo 14,4% (reduciéndose en un 36,3%, respecto a la PC), y 31,4% de proteína, es decir, un incremento del 39,2% respecto a la PC, además fue la que rindió mayor cantidad de material (60,5%). La fracción FMM40 redujo FC a la vez que concentró proteína en forma

parecida a la fracción FMM60. No obstante, su rendimiento de material fue menor (46,6%). Es importante señalar que cualquiera de las fracciones obtenidas al tamizar la PC, previas moliendas, presentaron mejor separación de FC y proteína y mayor rendimiento que las fracciones obtenidas del tamizado de la PC sin moler.

La fracción de la pasta de cártamo seleccionada (14,4% de FC, 31,4% de proteína y 60,5% de material) fue caracterizada químicamente y se le cuantificó su contenido de CF (Tabla 6). Los componentes químicos de la fracción diferentes de la FC y proteína, no mostraron variaciones notables respecto de la PC y su contenido de CF fue de 2,63% teniendo un incremento del 50,3%.

Tabla 6

Composición química proximal y compuestos fenólicos (base seca) en la fracción de pasta de cártamo

Componentes químicos	Fracción de pasta de cártamo (g/100 g)	Pasta de cártamo (g/100 g)
Fibra cruda	14,41 (36,32) ¹	22,63
Proteína (N x 6,25)	31,35 (39,27) ²	22,51
Lípidos	0,97	1,10
Cenizas	6,43	5,39
E.L.N. ³	43,87	48,37
Compuestos fenólicos	1,175	2,63

1 % de reducción de fibra respecto a la pasta de cártamo

2 % de concentración respecto de la pasta de cártamo

3 E.L.N. Extracto libre de nitrógeno

CONCLUSIONES

La molienda en molino de martillos fue más eficaz que la molienda en licuadora, explicándose este hecho en que en el primer tipo de molienda, los martillos impactan el material, pulverizándolo, lo que hace que el endospermo se desintegre más fácilmente que la cascarilla, y se logre una mayor separación de FC de la proteína, no así el material molido en licuadora con cuchillas, en donde el corte es homogéneo y permite reducir el tamaño de partícula de la cascarilla, pero sin llegar a una pulverización, por lo que se limita a una menor separación de cascarilla del endospermo.

Por otra parte, se plantea el aprovechamiento íntegro de la PC, ya que mientras la fracción fina obtenida de la molienda y tamizado se puede utilizar en la alimentación humana, en proporciones no elevadas, o bien en mayor porcentaje empleándose como ingrediente en alimentos altos en fibra, la fracción de gruesos, por su alto contenido en FC y bajo en CF, se puede utilizar como forraje en alimentación animal.

REFERENCIAS

- Shamantaka S.M. & Subramanian N. Preliminary studies on processing of sunflower seed to obtain edible protein concentrates. J. Am Oil Chem Soc 61(6): 1039-1042. 1984.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Abasto y Comercialización de Productos Básicos. Oleaginosas, México. 1988.

3. Ordorica Falomir C.A. «Obtención de aislados proteicos por micelización y precipitación isoelectrónica a partir de pastas de cártamo». Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Irapuato. México 1988.
4. Badui D.S. Soya. En: Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. p.404. México, 1986.
5. Anu J. & Madhurima D. Effect of irradiation on the proteinase inhibitor activity and digestibility (in vitro) of safflower oilcake. J. Am Oil Chem Soc. 70(9): 935-937. 1993.
6. Betschart A.A. Factors influencing the extractability of safflower protein (*Carthamus tinctorius* L.). J. Food Sci. (40):1010-1013. 1975.
7. Latha T.S. & Prakash V. Studies on the proteins from safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.) J. Agric Food Chem 32(6): 1412-1416. 1984.
8. Grace S.L. Nutritional and physical properties of dietary fiber from soybeans. Cereal Foods World 34(7): 530-534. 1989.
9. Christensen H.E. Characteristics of sugarbeet fiber allow many food uses. Cereal Foods World 34(7): 541-544. 1989.
10. Harper J.H. Formulación de productos, ventajas nutricias y control de calidad de mezclas extruidas de cereales con soya. Soya Noticias. Asociación Americana de la Soya, 225: 1-11. 1991.
11. Paredes López O. & Ordorica Falomir C.A. Production of safflower protein isolates: Composition, yield, and protein quality. J Sci Food Agric. 37(11): 1097-1103. 1986.
12. Sosulski F. Organoleptic and nutritional effects of phenolics compounds on oilseed protein products: A review. J. Am Oil Chem Soc 56(8): 711-715. 1979.
13. Palter R., Lundin R.E. & Haddon F.W. A cathartic lignan glycosides isolated from *Carthamus tinctorius* L. Phytochemistry, 11:2871-2874. 1972.
14. Lyon K.C., Gunbamann R.M., Betschart A.A., Robbins J.D., & Saunders M.R. Removal of deleterious glucosides from safflower meal. J. Am Oil Chem Soc 56(5): 560-564. 1979.
15. Tasneem R. & Prakash V. Effect of aqueous ethanol washing on the physicochemical and functional properties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed proteins. J. Sci Food Agric 59(2): 237-244. 1992.
16. Rackis J.J. Significance of soya trypsin inhibitors in nutrition. J. Am Oil Chem Soc 3:495-501. 1981.
17. Erdman W. Oilseeds phytates: Nutritional implications. J. Am Oil Chem Soc. 56:736-741. 1979.
18. Tosi A.E., Di Paolo O. y Cazzoli A. Determinación espectrofotométrica del índice de ureasa como medida de la destrucción del inhibidor de Kunitz en soja. Alimentaria, Mayo 15-19, 1989.
19. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 11th Ed. Washington, D.C. USA. 1970.
20. Van de Kamer S.H. & Van Ginkel. Rapid determination of crude fiber in cereal. Cereal Chem. (29):239-243. 1952.
21. Amtfield S.D., Ismond M.A.H. & Murray E.D. The fate of antinutritional factors during the preparation of a fababean protein isolate using a micellization technique. Can Ins Food Sci. Technol J. 18:137-143. 1985.
22. Kakade M.L., Simmons N. & Liener I.E. An evaluation of natural versus synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. Cereal Chem 46:518-526. 1969.

Recibido: 25-09-1995

Aceptado: 21-08-1996

Adaptación de Nutripez* a un alimento de humedad intermedia

Josefina Morales de León¹, Margarita Santillán D.² y Francisco Palomares Ch.³

Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ) México, D.F.

RESUMEN. El objetivo del trabajo fue adaptar el Nutripez a un producto de humedad intermedia mediante las técnicas de infusión seca y mezclado. En el primer caso, el producto seco salado se sumergió en diferentes soluciones de humectantes en las que se varió la concentración de los solutos, el tiempo y la temperatura de la solución; en el segundo los humectantes se adicionaron directamente a la pulpa de sardina previamente cocida. Los productos obtenidos por ambos métodos se empacaron individualmente en sobres de celopolial y se almacenaron durante un mes a 25 ± 2 °C y $34 \pm 3\%$ HR. Con ambos métodos se obtuvieron productos estables a la rancidez y microbiológicamente aptos para consumo humano, con una actividad de agua (a_w) entre 0,76 y 0,84, un contenido de humedad entre 38 y 42% y un pH entre 5,5 y 6,0. En la evaluación sensorial de ambos productos se observó preferencia por el producto elaborado por el método de mezclado.

SUMMARY. Adaptation of Nutripez to an intermediate moisture food. The objective of this work was to adapt Nutripez to an intermediate moisture food (IMF) using the dry infusion and blending techniques. In the first case, the dry salted product was immersed in a solution of humectants. Time, temperature and concentration of the solution were controlled. In the blending method the humectants were directly mixed with cooked sardine pulp. Product obtained from both methods were packed individually in cellopolyal bags and stored during one month at 25 ± 2 °C and $34 \pm 3\%$ RH. Products did not exhibit rancidity and were microbiologically stable with water activities (a_w) between 0,76 and 0,84, water content between 38 and 42% and pH between 5,5 and 6,0. Sensory evaluation of both products showed a preference for the product obtained by the blending technique.

INTRODUCCION

La dieta de la población rural y suburbana en México es de bajo contenido en proteínas de origen animal debido entre otras causas al elevado costo de los alimentos que las contienen (1). Dentro de estas es importante señalar a las proteínas del pescado cuyo valor biológico es comparable al de las provenientes de otras especies animales, y algunos autores sugieren que es aún mejor (2). En México el consumo de pescado es bajo, en virtud de que los métodos de conservación que se aplican, dada la naturaleza perecedera del recurso, resultan en productos de alto precio para el consumidor.

Los primeros métodos que se aplicaron para la conservación de alimentos (entre otros el pescado) fueron el secado al sol, la salazón y el ahumado. Los métodos actuales de mayor uso industrial y doméstico para la conservación de productos pesqueros son: el enlatado, la congelación y la refrigeración pero resultan costosos y poco prácticos en países con economías pobres como el nuestro.

La tecnología de alimentos ofrece una alternativa más para la conservación de los alimentos; la técnica consiste en reducir la actividad acuosa del alimento mediante la adición de solutos, los cuales al interactuar con el agua presente en dicho alimento, dismi-

nuyen su disponibilidad para las reacciones enzimáticas, oxidativas y microbiológicas que deterioran el producto (3,4) y por ende se logra prolongar su vida útil.

El presente trabajo tuvo como objetivo adaptar un producto seco-salado desarrollado en el INNSZ a un producto de humedad intermedia, mediante las técnicas de infusión seca y mezclado, a fin de incrementar las alternativas de comercialización de este producto.

MATERIAL Y METODOS

Materias primas: Se seleccionó como materia prima la torta seco-salada elaborada con base en sardina (*Sardinops sagax*) maíz y soya de acuerdo al procedimiento establecido por Bourges et al (5) y Morales et al (6). La composición de esta torta (NUTRIPEZ) se presenta en la Tabla 1. Para la elaboración del producto de humedad intermedia se utilizaron dos técnicas denominadas infusión seca y mezclado (Figura 1) (7 a 12). En ambos casos se utilizaron los modelos matemáticos para la predicción de actividad de agua propuestos por Favetto y Chirife (13) y Favetto y Kitic (14).

a) Infusión seca: Las tortas seco-saladas obtenidas de acuerdo al procedimiento de la Figura 1, tienen forma circular (11-5 cm de diámetro, 1 cm de grosor y un peso de 125 g por unidad. Presentan una a_w de 0,15 y una humedad de aproximadamente 3%. Estas tortas se sumergieron en 3 diferentes soluciones de humectantes (Tabla 2); posteriormente se drenaron durante 5 minutos y se empacaron en sobres de celopolial ¹. Con base en un diseño multivariable, para cada solución se probaron 3 tiempos fijos de inmersión (5, 10 y 15 minutos) y 3 temperaturas de la solución de inmersión (55, 65 y 75 °C); en total se realizaron 27 tratamientos experimentales. A los

* Marca registrada para un producto seco de sardina, maíz y soya desarrollado en el I.N.N.S.Z. (Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, México)

1 Maestra en Ciencias y Tecnología de Alimentos Investigador. Dpto. Ciencia y Tecnología de los Alimentos I.N.N.S.Z.

2 Ingeniero Bioquímico. Dpto. Fisiología de la Nutrición. INNSZ.

3 Pasante de Química Farmacéutico Biólogo. Universidad Nacional Autónoma de México D.F.

(Proyecto financiado parcialmente por CONACYT dentro del Programa Iberoamericano de Alimentos CYTED-D).

¹ Nombre comercial de un laminado de celofán, politerileno y aluminio

productos obtenidos de todas las pruebas se les determinó actividad acuosa a_w y humedad. Los resultados de las determinaciones de los 27 tratamientos se analizaron estadísticamente mediante una prueba de significancia de Schiffe ($\alpha = 0,05$) (15). Con base en este análisis se seleccionaron los cuatro tratamientos que permitieron obtener valores de a_w y humedad dentro de los límites correspondientes para ser considerados alimentos de humedad intermedia (Tabla 3).

FIGURA 1
Obtención de Nutripez de humedad intermedia mediante técnicas de infusión seca y mezclado

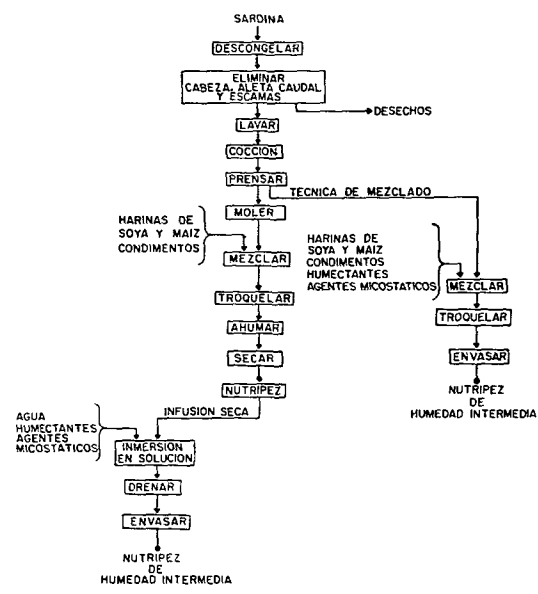


TABLA 1
Formulación de la torta de sardina (Nutripez)¹

Ingredientes	g/100 g
Sardina	60,3
Harina de maíz	20,4
Harina de soya	10,9
Sal	4,6
Chile guajillo**	1,6
Chile ancho ***	1,4
Cebolla	0,3
Pimienta	0,2
Ajo	0,1
Comino	0,007
Clavo	0,05

¹ Nombre registrado

** *Capsicum annum* var. *longum*

*** *Capsicum annum* var. *grossum*

TABLA 2

Formulaciones utilizadas en la preparación de las soluciones de humectantes

Componentes	Formulaciones g/100g de solución		
	1	2	3
Agua	71,25	71,25	71,25
Glicerol	25,00	20,00	15,00
Sorbitol	0,00	5,00	10,00
Sal	3,00	3,00	3,00
Acido fosfórico	0,50	0,50	0,50
Sorbato de potasio	0,25	0,25	0,25

TABLA 3

Tratamientos seleccionados para elaborar un producto de humedad intermedia por la técnica de infusión seca

Producto/ Tratamiento	T(° C)	t(min)	Condiciones Experimentales	
			Concentración de humectantes (Formulación N°) ²	
S1	55	5	1	
S2	55	5	2	
S3	65	10	2	
S4	75	10	3	

² 2 Formulaciones descritas en Tabla 2

TABLA 4

Formulaciones para elaborar los AHI mediante la técnica de mezclado

Ingredientes	M1	M2	M3
	(g/100g)		
Sardina	60,3	60,3	60,3
Harina de maíz	20,5	20,5	20,5
Harina de soya	10,9	10,9	10,9
Condimentos	3,7	3,7	3,7
Sal (NaCl)	3,0	3,0	3,0
Glicerol	1,0	0,0	0,5
Sorbitol	0,0	1,0	0,5
Ac. fosfórico	0,3	0,3	0,3
Sorbato de potasio	0,3	0,3	0,3

TABLE 5
Resultados del análisis químico de las materias primas
(g/100 g de muestra)

Determinación	Pulpa de Sardina	Harina de Maíz	Harina de Soya	Condimentos
Humedad	68,60	10,60	6,40	11,02
Cenizas	2,86	1,65	6,56	5,72
Proteína bruta*	21,30	9,12	47,79	—
Extracto etéreo	4,81	4,20	2,05	9,78
Fibra cruda	—	2,84	5,18	26,73
Hidratos de carbono**	2,43	71,59	32,02	—

* Nitrógeno x 6,25 para pescado y harina de maíz
Nitrógeno x 5,71 para harina de soya desgrasada

** Por diferencia

b) Mezclado: Con base en el modelo de predicción de la actividad acuosa propuesta por Favetto y Chirife (13) se seleccionaron tres formulaciones, Tabla 4, para la obtención del alimento de humedad intermedia. Durante la elaboración de la torta de sardina (NUTRIPEZ) (Figura 1) en la etapa de mezclado, se adicionaron las harinas de maíz, soya y condimentos (cebolla, pimienta, ajo, comino, clavo, sal, chile), los humectantes y los aditivos utilizados para modificar la a_w . El mezclado se realizó durante 10 minutos en una mezcladora Hobart; posteriormente la mezcla se prensó en un equipo Christensen aplicando una fuerza de 3 ton/cm² durante 3 minutos. Los productos obtenidos se empaclaron en sobres de celopolial de 16x16,5 cm.

Las materias primas y los productos terminados se evaluaron mediante análisis químico proximal y análisis microbiológico; además los productos de humedad intermedia obtenidos tanto por la técnica de infusión seca como por mezclado se sometieron a un estudio de vida útil almacenándolos un mes a 25 ± 2 °C y 34 ± 3 % HR, durante el cual, semanalmente, se les determinó a_w , pH y se realizó el análisis químico proximal, microbiológico e índice de rancidez. Al término de este período se evaluaron sensorialmente. Las técnicas analíticas utilizadas en cada determinación fueron las siguientes:

Actividad de agua: Se determinó con un higrómetro electrónico marca NOVASINA model DAL 20 a una temperatura de $25 \pm 0,2$; pH mediante un potenciómetro marca Beckman siguiendo las recomendaciones del instructivo correspondiente; análisis químico proximal de acuerdo a las técnicas de AOAC (16); extracción de lípidos por el método de Bligh y Dyer (17); rancidez por el método de índice de peróxidos (18); análisis microbiológico según las técnicas oficiales de la Secretaría de Salubridad (19) y evaluación sensorial (20). Para realizar esta prueba se seleccionó un platillo en el cual fuera evidente el sabor a pescado, resultando como más aceptado un «releno para tacos». Se aplicó una prueba de aceptación y preferencia con una escala hedónica de 7 puntos (1=gusta mucho, 7=disgusta mucho, en la que participaron 25 jueces no entrenados. Para la interpretación estadística se aplicó un análisis de varianza de dos vías, con un nivel de confianza del 95% (15).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis químico de la pulpa de sardina, de las harinas de maíz y soya y de la mezcla de condimentos utilizados en la elaboración del Nutripez de humedad intermedia, se presenta en la Tabla 5. Las

fuentes prioritarias de aporte proteínico son la sardina y la harina de soya cuyo contenido es de 21,3% y 47,8% respectivamente. En cuanto a los lípidos, la sardina presenta un contenido de 4,8% por lo que se clasifica como una especie grasa, mientras que las harinas aportan principalmente hidratos de carbono que complementan la deficiencia de estos en el pescado. La mezcla de condimentos presentó también un alto contenido de lípidos (9,8%) lo que presupone una mayor complejidad en lograr la estabilidad del producto. Sin embargo, la adición de estos condimentos se hace necesaria para mejorar el sabor del producto final.

Con respecto al análisis microbiológico de las materias primas los resultados se presentan en la Tabla 6. Para la pulpa de sardina la cantidad de bacterias aerobias mesófilas fue menor (1.400 ufc/g) al valor máximo aceptado para pescado fresco congelado destinado al consumo humano que es de 10.000.000 ufc/g (21). Los coliformes totales y fecales aunque en un número muy bajo estuvieron presentes en la pulpa de pescado. Para la harina de maíz la cuenta de bacterias aerobias mesófilas supera el límite establecido por la DGN (22) de 50.000 fc/g. En cuanto a la cuenta de hongos y levaduras se obtuvo una cifra menor a la permitida que es de 1.000 fc/g. También en esta materia prima se detectó la presencia de organismos coliformes fecales y totales. Los resultados obtenidos para la harina de soya, indicaron que la cuenta de bacterias aerobias mesófilas está abajo del límite señalado por el proveedor (Industrial de Alimentos S.A.), que es de 175.000 ufc/g. La cuenta de hongos y levaduras, resultó menor a los límites permitidos para esta materia prima que es de 500 ufc/g para cada una de las determinaciones mencionados.

TABLE 6
Resultados de análisis microbiológico de las materias primas

Determinación	Pulpa de sardina	Harina de maíz	Harina de soya	Condimentos
Cuenta de bacterias mesófilas aerobias (ufc/g)	1.400	69.000	22.300	3.380.000
Coliformes totales (NMP/g)	menos de 3	menos de 3	21	75
Coliformes fecales (NMP/g)	menos de	menos de 3	menos de 3	3
Cuenta de hongos (ufc/g)	20	986	10	9.000
Cuenta de levaduras (ufc/g)	menos de 10	menos de 10	menos de 10	menos de 10

Para la mezcla de condimentos sólo existen especificaciones generales que indican: no debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas o inhibidores microbianos que puedan afectar la salud del consumidor o provocar el deterioro del producto. En este caso la mezcla de condimentos cumplió con estas especificaciones.

Dado que el proceso de elaboración de las tortas incluye dos tratamientos térmicos que resultan suficientes para disminuir las cargas bacterianas y en algunos casos eliminar ciertos grupos microbianos según lo muestran las evaluaciones realizadas en el producto final, no se consideró necesario un tratamiento térmico preliminar de las materias primas.

Producto elaborado por la técnica de infusión seca: En la Figura 2, se presentan los resultados de las determinaciones de a_w durante la vida de anaquel para los 4 productos elaborados por la técnica de infusión seca y en la Figura 3 se presenta el comportamiento con respecto al contenido de humedad. Los valores de pH fueron de 5,5 y 5,6 los que resultaron más adecuados para lograr una mayor efectividad de los agentes antimicóticos. Los valores del índice de peróxido se mantuvieron entre 1,62 a 2,01 valores, que de acuerdo a Jacobs (18), no indican desarrollo de rancidez en los productos.

FIGURA 2

a_w de los productos obtenidos por infusión seca durante el almacenamiento

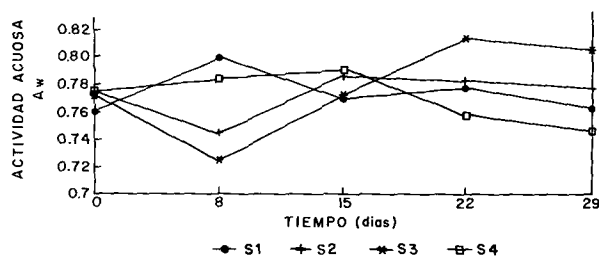
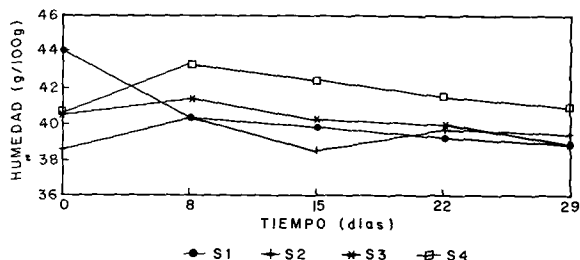


FIGURA 3

Humedad del producto obtenido por infusión seca durante el almacenamiento



El análisis microbiológico de los cuatro productos, Figura 4, mostró que la cuenta total fue alta en la primera semana, posteriormente se observó una disminución manteniéndose el resto del período de almacenamiento por debajo de la norma establecida para harinas, en la que el límite máximo permitido es de 50,000 ufc/g. La determinación de coliformes, hongos y levaduras, resultó negativa. Por lo anterior, es posible concluir que los productos de humedad intermedia elaborados por la técnica infusión seca, presentaron una calidad sanitaria aceptable para consumo humano.

De acuerdo a los resultados de la evaluación sensorial informaron que los productos S1, S2, S3 y S4 obtuvieron calificaciones de 3,5; 2,8; 4,3; y 3,7; respectivamente, observándose una diferencia significativa entre las medias a un nivel del 95%. Estos valores corresponden a «Gusta ligeramente», siendo el mejor el producto S2 cuya media indica que el producto «Gusta moderadamente». No obstante estos resultados y de acuerdo a lo indicado por los jueces, en todos los productos se percibe un resabio entre dulce y amargo que recuerda el sabor de los humectantes utilizados.

FIGURA 4

Cuenta de BMA en los productos obtenidos por infusión seca durante el almacenamiento

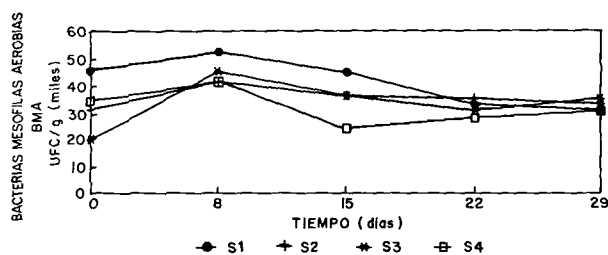


TABLA 7

Resultados de la evaluación sensorial entre los productos más aceptados elaborados por ambas técnicas

Producto	Técnica	Media de sabor*
S2	Infusión seca	4,5
H3	Mezclado	2,2

* Existe diferencia significativa entre sus medias de sabor (95%)

Productos elaborados por la técnica de mezclado: Los productos elaborados por esta técnica mostraron un comportamiento similar al de los productos obtenidos por la técnica de infusión seca. En la Figura 5 se observa que los valores de a_w se mantuvieron entre 0,82 y 0,84, desde el inicio hasta el final del almacenamiento, lo que permite concluir que las concentraciones de humectantes utilizadas fueron suficientes para reducir la a_w . El contenido de humedad, Figura 6, se encontró entre 41 y 42% y el pH entre 5,6 y 6,0, lo que asegura una mayor efectividad del sorbato de potasio utilizado como agente microstático en este caso. Los resultados del índice de peróxidos mostraron como valor más alto, el último día de almacenamiento, una cifra de 3,95 que corresponde a ligeramente rancio. En cuanto al análisis microbiológico, Figura 7, las cuentas bacterianas fueron menores al valor máximo aceptado y no se detectó presencia de organismos coliformes, hongos ni levaduras. Con base en estos resultados se estima que los productos obtenidos por la técnica de mezclado tienen una calidad sanitaria aceptable para su consumo.

FIGURA 5

a_w de los productos obtenidos por mezclado durante el almacenamiento

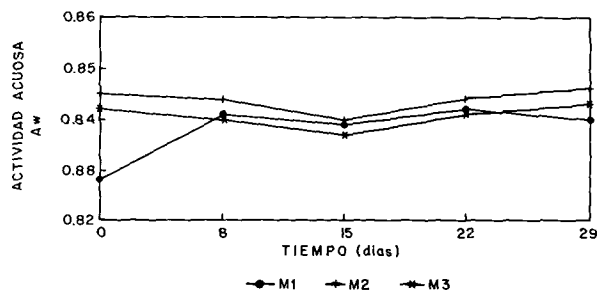


FIGURA 6

Humedad de los productos obtenidos por mezclado durante el almacenamiento

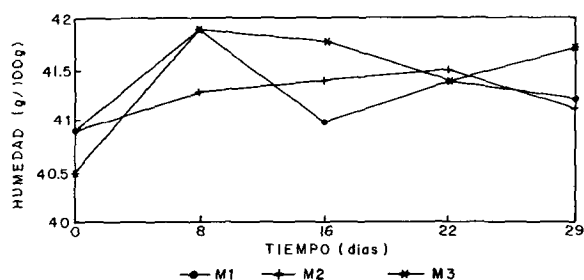
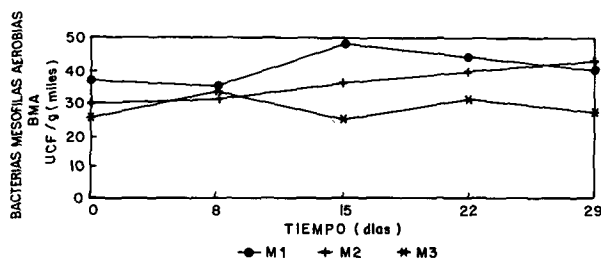


FIGURA 7

Cuenta de BMA en los productos obtenidos por mezclado durante el almacenamiento



La evaluación sensorial de estos productos mostró que son aceptados entre «gusta ligeramente» y «gusta moderadamente» y que entre los productos marcados como M2 y M3 no hay diferencia significativa teniendo como medias 2,6 y 2,4, respectivamente. Con base en esta calificación se seleccionó al producto M3 para continuar el estudio.

Evaluación del producto final: Los productos finales S2 y M3, se sometieron a un análisis químico y a una evaluación sensorial, para seleccionar el más aceptado.

Del análisis químico proximal se observó que el contenido de proteína en ambos productos fue ligeramente mayor en comparación al de la pulpa de sardina (21, 30), lo que se explica por la adición de las harinas de maíz y soya, obteniéndose contenidos de 24,16% y 22,78% para los productos S2 y M3, respectivamente. El contenido de lípidos de S2 y M3 resultó menor al de la pulpa de sardina, lo que era de esperarse ya que durante el proceso de elaboración de Nutripez, la mezcla se sometió a un prensado en el cual se elimina agua y grasa. El contenido de fibra, aportado principalmente por las harinas y por los condimentos, fue de 3,25% para S2 y de 2,08% para M3. La humedad (38 a 40%) se encontró dentro de los límites establecidos para considerarse como alimentos de humedad intermedia.

Del análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial se encontró que existe una diferencia significativa (95%) entre las medias de sabor de 4,5 para S2 y 2,2 para M3 por lo que se seleccionó al producto M3 como el más aceptado por los jueces, con una media de sabor que corresponde a «Gusta moderadamente». Lo anterior nos indica que aparentemente se tiene un menor impacto en el sabor al adicionar los humectantes en forma directa por la técnica de mezclado, que al adicionarlos en solución como en la técnica de infusión seca. Por otra parte la técnica de mezclado resulta más sencilla en su aplicación en comparación con la técnica de infusión seca (Fig. 1).

CONCLUSION

El desarrollo del presente trabajo permitió establecer una metodología para la obtención de un alimento de humedad intermedia con base en sardina mediante las técnicas de infusión seca y de mezclado. Los productos obtenidos fueron estables física, química y microbiológicamente durante un mes en las condiciones de almacenamiento estudiadas. Los resultados de la evaluación sensorial indicaron que los productos más aceptados, fueron los preparados mediante la técnica de mezclado. Actualmente se están desarrollando nuevas fórmulas para mejorar la aceptación sensorial de estos productos y se estudia el escalamiento de la técnica de mezclado a nivel piloto para su posible aplicación a nivel industrial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Q.B.P. María de la Luz Colón Herrera, por su apoyo en la realización de los análisis microbiológicos de los productos desarrollados.

REFERENCIAS

- Avila A. Encuesta nutricional de alimentos en el medio rural. Publicación de la División de Nutrición de Comunidad INNSZ L'86, México, D.F. 1990.
- Lowie R.A. Protein as human foods. Butterworth, London, 1970.
- Collins J.L. & Yu A.K. Stability and acceptance of intermediate moisture deepfried catfish. *J. Food Sci* 40(4): 858-863. 1975.
- Daniel R., Birch G. & Parker K.J. Intermediate Moisture Foods. LTD, London, Applied Science Publishers. 1976.
- Bourges H., Morales L.J. y Sierra H. Development of a compressed product made from sardine. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 35(3): 438-446. 1985.
- Morales L.J., Cassins L. y Pascual M. Elaboración de un producto seco salado y ahumado utilizando especies de acuacultivo. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 41(3): 428-440. 1991.
- Bone D. Water activity in intermediate moisture foods. *Food Technol* 24(8): 889. 1970.
- Collins J.L., Chen C.C., Park J.R., Mundt J.O., Carty E.M. & Johnston M.R. Preliminary studies on some properties of intermediate moisture deep-fried fish flesh. *J. Food Sci* 37(2): 189-190. 1972.
- Dymza H.A. & Silverman G. Improving the acceptability of intermediate moisture fish. *Food Technol* 33(10): 52-53. 1979.
- Kaplow M. Commercial development of intermediate moisture foods. *Food Technol* 24(8): 889-892. 1970.
- Labuza T.P. Water activity determination: A collaborative study of different methods. *J. Foods Sci* 41(4): 910. 1976.
- Díaz G.J.A. & Castro E.D. Métodos y Tecnologías para la producción de productos de humedad intermedia. Programa de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. V Centenario CYTED. *Información Técnica Pub.* N° 1. p38-51. 1987.
- Favetto G.J. & Chirife J. Simplified methods for the prediction of water activity in binary aqueous solutions. *J Food Technol* 20(5): 631-636. 1985.
- Favetto G.J. & Kitić D. Memorias del curso multinacional de cálculo y determinación experimental de aw en alimentos. CYTED-D. Universidad de las Américas, Cholula, Puebla, México. 1988.
- Daniel W.W. Bioestadística. México, D.F. Ed. Limusa, 2ª reimpresión. 1980.
- Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of AOAC. 15th ed. Washington, DC. 1990.
- Bligh E.G. & Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canada J. Biochem and Physiol* 37(8):911. 1959.
- Jacobs M. Chemical Analysis of Food and Products. USA. 3ª Ed. Van Nostrand Company, Inc. p675-843. 1958.
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. Subsecretaría de Salud. Técnicas Generales para el análisis microbiológico de los alimentos. Dirección General de Laboratorios de Salud Pública, México D.F. 1979.
- Hirsh N. Sensory panel test designs with data evaluation procedures. Texas, USA. The Coca Cola Co. Food Division. 1977.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in Foods, 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications Univ. Toronto Press. 1974.
- Dirección General de Normas (DGN) Norma Oficial Mexicana para Harina de Maíz Nixtamalizado NOM 16, México D.F. 1988.

Recibido: 13-11-1995

Aceptado: 23-08-1996

Desarrollo de un alimento suplementario para grupos vulnerables

Margarita Armada de Romano¹, y Patricia Liliana Jiménez de Erramouspe²

Instituto de Investigaciones para la Industria Química - INIQUI. Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de un alimento suplementario, en base a cereales y leguminosas de producción regional. La fórmula desarrollada en base a extrudido maíz: soja (70:30) modificado enzimáticamente, aceite de maíz, azúcar, aislado proteico de soja y aditivos, tuvo características de alimento de humedad intermedia. Por su contenido de agua (35,00%) es plástico y se consume como alimento húmedo, en tanto que por su actividad de agua (0,82) es estable sin requerimientos especiales de envasado y almacenamiento. El alimento consumido como tal, aporta alta densidad calórica (3,21 Kcal/g), en una buena relación calorías: nitrógeno (234). Se evaluó la calidad proteica mediante el método de razón proteica neta relativa (RPNR) siendo el valor obtenido para este alimento de un 83,50%. Evaluadas sus características de calidad, nutricionales, estabilidad y aceptabilidad el mismo resulta adecuado para ser utilizado en programas de asistencia alimentaria y comedores escolares.

SUMMARY. Development of a supplementary food for vulnerable groups. A supplementary meal based on locally produced (North West, Argentina) cereals and legumes was developed. The meal composition was as follows: extruded corn/soy (70:30) enzymatically modified; sugar; soy protein concentrate and additives. This preparation was characterized as an intermediate moisture content meal. Its adequate water content (35%) provides some plastic behaviour. Due to its low water activity (0.823) the formulation does not demand special requirements either for packing or storage. This meal provides high caloric density (3.06 Kcal/g) with a proper calories:nitrogen ratio (234). The protein quality was evaluated through the Relative Net Protein Ratio Method (R.N.P.R.) giving a result of 83,5%. The evaluation of its nutritional properties, as well as its stability and acceptability features, suggest that this product is appropriate for being included in food assistance programs.

INTRODUCCION

Los alimentos suplementarios son mezclas, formuladas para ser utilizadas conjuntamente con alimentos locales disponibles, de manera de suministrar dietas que cubran las necesidades nutricionales al ser utilizados como parte del total de la dieta, o como único alimento bajo circunstancias inusuales, incluyendo condiciones de emergencia (1). Los productos lácteos son buenos alimentos, especialmente para niños sanos, pero las fórmulas que contiene una alta proporción de leche son generalmente inaccesibles para la mayoría de los grupos poblacionales de bajos recursos; por lo tanto producir alimentos suplementarios, especialmente los formulados a partir de fuentes vegetales, presentan como ventajas, además de proporcionar una mejor cobertura de necesidades nutricionales específicas, el tener menores costos.

En países con economías en desarrollo es predecible el incremento en la demanda de alimentos suplementarios de bajo costo, los cuales deben cumplir con características nutricionales, sensoriales y funcionales recomendadas a nivel internacional (1,18).

La composición de los alimentos formulados debe ser adaptada a las necesidades locales, ya que los mismos servirán para suministrar los nutrientes deficitarios, así las adiciones o deleciones de nutrientes deberán encontrarse dentro de los límites de seguridad de ingesta.

También los factores de aceptabilidad (económicos, culturales y sociales) determinan la formulación, es así que los materiales crudos

utilizados en los alimentos formulados, deben provenir de ingredientes disponibles localmente, en lo posible.

En la selección de los materiales crudos, la atención debe ser colocada en las características sensoriales, ya que los sabores tradicionales añadidos a los alimentos suplementarios aumentan su aceptabilidad.

El proceso elegido debe asegurar en el producto final características especiales, tales como mejor digestibilidad, palatabilidad y facilidad en la preparación. El uso de mezclas cereal: soja extrudida, ha sido demostrada como una opción práctica y satisfactoria en fórmulas para infantes (2). Estas mezclas tienen proteínas de mayor valor nutricional que las materias primas originales; además de mejorada la funcionalidad de la fracción amilácea, la cual modificada por el tratamiento de extrusión (3,4,5) y acción enzimática (6) reducen la actividad de agua en el producto final; confiriéndole al producto así formulado, características de alimento de humedad intermedia, es decir plástico, húmedo y más estable a alteraciones químicas y microbiológicas (7,8,9).

Dado que el contenido energético de los principales componentes de los alimentos suplementarios es relativamente bajo, la densidad energética del producto será baja, resultando un alimento voluminoso y difícil de manejar, sobre todo en infantes y niños cuya capacidad gástrica es limitada.

Sin embargo, la densidad energética puede ser aumentada con grasa y/o azúcar, reduciendo también el volumen por procesamiento de los ingredientes principales, lo cual mejora el sabor, el gusto y la digestibilidad.

La sacarosa agregada en una cantidad de 20 g/100 g de producto, aumenta la densidad energética del mismo, sin ocasionar trastornos de tipo gastrointestinal, le da un sabor agradable y no le eleva el costo (1).

1 Ingeniera Química. Profesor Titular en la Cátedra Industria de los Alimentos
2 Licenciada en Nutrición. Auxiliar de Investigación del Consejo de Investigación de la Universidad.

Una manera de evaluar la adecuación de los nutrientes es la relación calorías/nitrógeno (C/N) que indica una relación cuantitativa en donde los términos se expresan:

$$\frac{\text{Calorías no proteicas} + \text{Calorías proteicas}}{\text{g de Nitrógeno}} \text{ por g de alimento}$$

referidas a una ración determinada (el contenido proteico de una ración se divide entre el factor de cálculo de la proteína utilizada para así obtener la cantidad de nitrógeno).

La relación C/N para un sujeto normal, activo de 70 Kg de peso es aproximadamente 300; dietas con una relación C/N de 200 pueden aportar una cantidad inadecuada de proteínas, mientras que dietas con coeficientes C/N por debajo de 100 aportarían proteínas en exceso, las que serán utilizadas como fuente de energía (Blackburn y Bistran, citados en el trabajo del Laboratorio Abbot acerca del trabajo Ensure).

Es objetivo de este trabajo, el diseño y desarrollo de un alimento suplementario, del tipo alimento de humedad intermedia, en base a cereales y leguminosas de producción regional, con características nutricionales, funcionales y sensoriales mejoradas y adecuadas para su uso, entre otros, en programas de asistencia alimentaria.

MATERIAL Y METODOS

Ingredientes:

- Extrudido maíz:soja (70:30) (Ext. M:S): Obtenido en un extrusor Brady 2160 Croop Cooker bajo las siguientes condiciones de trabajo: velocidad de tornillo, 1000 rpm; caudal de alimentación entre 450 y 500 Kg/h; temperatura en la descarga 195-200 °C, relación L/D= 7,5/1; humedad de la mezcla de alimentación 12,00%. El Ext. M:S fue molido y tamizado por malla 80 serie ATSM.
- Sacarosa (azúcar comercial de caña) (Az).
- Aceite de maíz (comercial) (Ac).
- Aislado proteico de soja (a.p.s) (obtenido en laboratorio, por vía húmeda sobre grano desgrasado, solubilización de la proteína en medio alcalino, precipitación a pH isoelectrico y secado por liofilización).
- Alfa-amilasa (Biocon Fungal 5000).

Alimento Suplementario: En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo de la obtención del alimento suplementario base a nivel de laboratorio, donde el extrudido maíz:soja humectado (1:1; P/V), es incubado con alfa amilasa a 60 °C durante 30 minutos, luego se inactiva la enzima en Baño María a 96 °C durante 15 minutos.

Por otro lado se homogeneiza en Virtis a 3000 r.p.m. durante 5 minutos aceite, azúcar, NaCl y aislado de soja.

Por último se homogeneizan ambas preparaciones. El producto final es envasado en vasos termosellables, a una temperatura aproximada a los 60 °C.

El alimento suplementario se consume como tal, o en suspensión en agua en una proporción 1:1.

Métodos analíticos:

- El análisis proximal de la materia prima y del producto final fue determinado según técnicas de A.O.A.C. (10).
- El índice de absorción de agua (WAI), según lo descrito por Anderson y cols. (11), definiéndose el WAI, como los gramos de gel por gramo de muestra seca.

- La susceptibilidad enzimática (S.E.), según el método descrito por Gómez y Aguilera (12), expresando el resultado en gramos de maltosa/100 g de muestra seca.
- Índice de peróxidos (I.P.) expresado en miliequivalentes de peróxidos/Kg de grasa, según métodos oficiales de A.O.A.C. (10), sobre lípidos extraídos según la técnica de Johnson y Ollay modificada (13).
- Color, evaluado en un colorímetro Hunter Lab Model D 25-2, utilizando la escala L (calibrado 100 %= 93,1).
- Actividad antritríptica, expresada en U.T.I./mg según la técnica de Kakade et al (4).
- Lisina disponible por el método de Carpenter (15).
- Valor biológico, se determinó por el método del R.P.N.R. (16)
- Relación calorías/nitrógeno (C/N), calculada a partir de la fórmula:

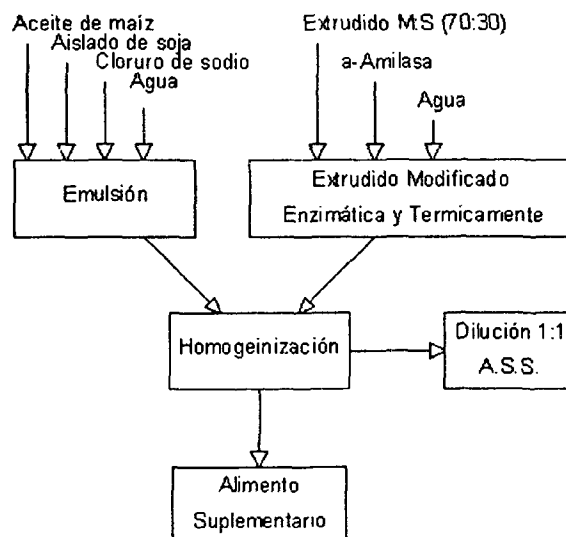
$$\frac{\text{Cals (no proteicas} + \text{proteicas)}}{\text{Nitrógeno}} \text{ por g de alimento}$$

Cálculo de nitrógeno: Proteínas divididas entre el factor de cálculo

- Viscosidad, determinada en un viscosímetro Brookfield Factor Finder.
- La actividad de agua (aw) fue determinada por el método de Mc Cune y cols (17).
- Aceptabilidad. Utilización de una escala hedónica de 9 puntos por un panel no entrenado (19)
- Perfil de textura, utilizando como patrón leche condensada azucarada (comercial), por una panel de 8 jueces entrenados específicamente en las características texturales sobresalientes del producto evaluado (19).
- La estabilidad del alimento suplementario suspendido en agua, en una relación 1:1 (A.S.S.), se evaluó en las porciones superiores, midiéndose en los mismos color y cantidad de sólidos (por extracto seco).

FIGURA 1

Diagrama de flujo de un alimento de humedad intermedia



RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1, se presentan los porcentajes finales de los distintos componentes del producto formulado base, sin aditivos como saborizantes y antioxidantes.

TABLA 1
Porcentajes finales de los distintos componentes utilizados en la formulación del alimento suplementario base

Componentes	%
Extrudido Maíz:Soja	34,31
Aceite de maíz	9,80
Sacarosa	19,62
Aislado proteico de soja	1,47
NaCl	0,49
Agua	34,31
Total	100,00

El extrudido M:S con un Cómputo Químico de 93,62 y 82,33 para lisina y aminoácidos azufrados respectivamente (determinados utilizando el programa Max Ami y Maxpro (20) y como Patrón el elaborado por FAO del año 1973, tiene propiedades nutricionales y funcionales mejoradas, respecto a la mezcla cruda maíz:soja según se observa en Tabla 2, donde los mayores valores de WAI y SE del extrudido, respecto a la cruda muestran la modificación del almidón, el cual se vuelve más susceptible a degradación enzimática, incrementando por consiguiente la cantidad de productos hidrolizados que contienen una fracción considerable de carbohidratos de fácil digestión, de bajo poder edulcorante y solubles (7), que actúan como humectantes en el producto final. Por otro lado el proceso de extrusión afecta poco la estabilidad de lípidos y disponibilidad de lisina con un incremento bajo de peróxidos, y una escasa disminución de lisina disponible, a la vez que inactiva factores antitripticos (1,13 U.T.I/mg).

TABLA 2
Efectos de la extrusión sobre propiedades funcionales y nutricionales de una mezcla maíz:soja (70:30)

Indicadores	M : S (70:30)	Ext. M : S (70:30)
Indice de absorción de agua ^a	1,67	3,94
Susceptibilidad enzimática ^b	4,67	9,36
Indice de peróxidos ^c	2,12	5,37
Lisina disponible ^d	5,4	4,86
Actividad antitriptica ^e	16,80	1,13
Cómputo Químico ^f	82,33	82,33
Valor Biológico ^g	72,00	86,00

Expresados como:

a g/g

b g de maltosa/ 100 g de muestra

c miliequivalentes de peróxidos/ Kg de grasa

d g de lisina/ 16 g de nitrógeno

e UTI (Unidades de tripsina inhibida) /mg de muestra

f Patrón de FAO/73 (20)

g Método de razón proteica neta relativa (16)

En la Tabla 3 se presenta la fórmula desarrollada del alimento suplementario base. Se observa que la sacarosa se encuentra en una proporción del 45% respecto del total de hidratos de carbono de la mezcla, mientras que el resto es aportado por hidratos de carbono del extrudido maíz:soja, especialmente almidones modificados, lo que aumenta el grado de uso del producto y la digestibilidad del mismo.

TABLA 3
Fórmula desarrollada del alimento suplementario base

Componentes	Cant. (g)	H.C. (g)	Prot. (g)	Grasa (g)
Ext. M:S 70:30	35,00	24,60	7,28	2,67
Ac. de maíz	10,00	0,00	0,00	10,00
Sacarosa	20,00	20,00	0,00	0,00
Aislado de soja	1,50	0,00	1,31	0,00
NaCl	0,50	0,00	0,00	0,00
Agua	35,00	0,00	0,00	0,00
Alimento suplementario (g)	102,00	44,60	8,59	12,67
Valor calórico total (Kcal)	326,79	178,40	34,36	114,00
Distribución porcentual (%)	100,00	54,59	10,51	34,89

En tanto los lípidos de la fórmula son en su totalidad de origen vegetal, lo que asegura una excelente ingesta de ácidos grasos poliinsaturados y provee una cantidad de esteroles vegetal aproximada de 4,6 mg/ 100 g de producto; y representando un 34,89% del valor calórico total, el que se encuentra dentro de las recomendaciones sobre distribución calórica y actúa como ahorrador de proteínas.

En la Tabla 4 se presentan características nutricionales y funcionales del alimento suplementario; el mismo tiene una densidad calórica de 3,20 Kcal/g lo que lo presenta como particularmente útil en aquellas personas que no toleran grandes volúmenes de ingesta, ya que aporta casi el doble de lo aconsejable como óptimo para alimentos concentrados en energía.

TABLA 4
Características nutricionales y funcionales del alimento suplementario

Densidad Calórica ^a	3,21
Relación calorías/nitrógeno	234,00
Lisina disponible ^b	4,35
Actividad de agua	0,84
Indice de peróxidos ^c	3,35
Color ^d	63,40

Expresado como:

a Kcal/g

b g de lisina/ 16 g de nitrógeno

c miliequivalentes de peróxidos/Kg de grasa

d Utilizando escala L (calibrado 100%= 93,1)

La relación calorías/nitrógeno= 234 del producto también se encuentra dentro de valores óptimos.

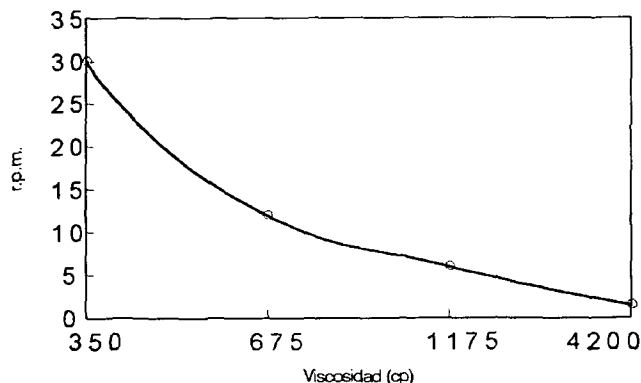
El valor de lisina disponible de 4,3 g/16 g de N frente al del extrudido de 4,86 g/16 g N muestra poco deterioro del valor nutricional de la proteína por efecto del proceso de obtención del Alimento Suplementario, de igual manera que para los lípidos, los cuales presentan bajos valores en contenido de peróxidos 3,35 miliequivalentes de peróxidos/ Kg de grasa.

El color, característico de productos elaborados en base a maíz, medido en escala L es de 63,4 en tanto que la actividad de agua de 0,84 le confiere al A.S. características de alimento de humedad intermedia.

En la Figura 2 observamos que la viscosidad del alimento suplementario suspendido en agua (1:1) disminuye a medida que aumenta el valor de r.p.m. lo cual muestra un comportamiento pseudoplástico en el A.S.S.

FIGURA 2

Viscosidad del alimento suplementario suspendido en agua (1:1)



La evaluación biológica del alimento suplementario, fue llevada a cabo en ratas macho y hembras, cepa Wistar, utilizando 6 animales por grupo (18 en total por vez, realizando el estudio por duplicado) y aplicando el método de Razón Proteica Neta Relativa (R.P.N.R.), cuyo resultado fue de 83,50% evidenciando que la calidad proteica de dicho alimento es cercana a la de la caseína, por consiguiente con una alta utilización de la proteína del mismo.

Evaluaciones sensoriales del alimento suplementario base (sin aditivos saborizantes) lo muestran como aceptable, en tanto que en su perfil de textura (Figura 3) se lo observa con respecto al patrón de comparación como de mayor pastocidad, aspereza y granulosidad, y parámetros de sensación residual, como recubrimiento y presencia de partículas esparcidas alrededor de la boca, también superiores respecto a la del patrón, en tanto que prácticamente no difieren en cuanto a viscosidad, humedad y sensación de grasa.

Los efectos que la temperatura y el oxígeno ocasionan sobre la estabilidad a la rancidez y al pardeamiento no enzimático, nos interesó para prevenir deterioros a nivel sensorial y nutricional del alimento estacionado.

Para observar la estabilidad del alimento suplementario a deterioros oxidativos, se lo sometió a condiciones forzadas de estacionamiento por exposición directa a temperatura de 100 °C y corriente de aire durante distintos períodos de tiempo, el comportamiento según se observa en Tabla 5, es de mucha variación en el color, probablemente por efectos de concentración y reacciones de pardeamiento químico, en tanto que los lípidos presentaron un período de inducción de 1 hora en su autooxidación, para alcanzar valores límites de IP (21).

El A.S. estacionado varios días a temperatura de 10 °C (la cual fue seleccionada para dar condiciones de estante, utilizando la temperatura ambiente promedio, en la cual trabajan los supermercados en el área de productos refrigerados) presentó, según se observa en Tabla 6, poca variación de color hasta los 62 días de estacionamiento y un período de inducción en el deterioro de lípidos a los 50 días, dando valores similares a los observados en la Tabla 5 luego de

un período de inducción de 1 hora (9,88 y 9,37 meq de peróxidos por kg de grasa, respectivamente) los que se encuentran en el límite de IP permitidos (10 meq/Kg de Gr) (21), y a partir del cual se considera que los lípidos presentes en el alimento comienzan un proceso de enranciamiento, lo que es verificado por el IP obtenido a los 62 días en donde la descomposición de los peróxidos ocasiona la disminución en el IP del alimento suplementario.

FIGURA 3

Perfil de textura del alimento de humedad intermedia

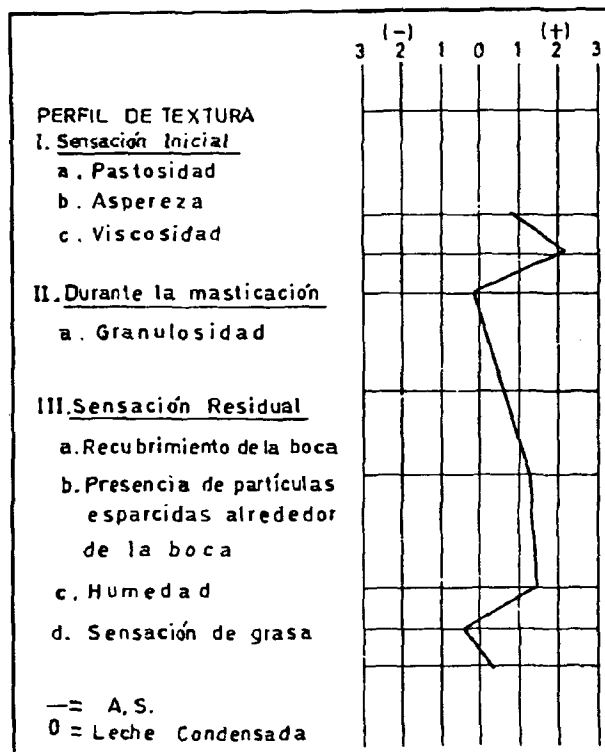


TABLA 5

Estabilidad del alimento suplementario sometido a oxidaciones forzadas a 100 °C y corriente de aire

Horas de Tratamiento	0	1	2	3	5
Color ^a	63,40	53,50	47,90	43,00	38,90
Indice de peróxidos ^b	3,35	9,37	4,22	4,22	2,78

a Escala L (calibrado 100% = 93,1)

b miliequivalentes de peróxidos/ Kg de grasa

TABLA 6

Estabilidad del alimento suplementario estacionado

Días	0	50	62
Color ^a	63,40	57,40	55,90
Indice de peróxidos ^b	3,35	9,88	5,65

a Escala L (calibrado 100% = 93,1)

b miliequivalentes de peróxidos/ Kg de grasa

El A.S.S. en agua se comportó estable durante varias horas y según se observa en Tabla 7, la máxima velocidad de desestabilización se presentó en la primera hora desde su preparación, (aproximadamente un 20% de diferencia en extracto seco del sobrenadante) a partir de la cual tanto el extracto seco total como el color (por concentración de sólidos) variaron levemente.

TABLA 7

Estabilidad del alimento suplementario suspendido en agua (1:1)

Horas	0	1/2	1	2	4	5	24
Extracto seco ^a	39,5	30,8	30,7	30,7	30,8	30,1	30,1
Color ^b	74,8	71,3	69,5	69,4	68,7	69,1	73,6

a g 100 g

b Escala L (calibrado 100% = 93,1)

CONCLUSIONES

Evaluadas las características nutricionales, funcionales, de estabilidad y aceptabilidad del alimento suplementario base el mismo se presenta como vehículo conveniente para llegar a distintos usuarios, ya que el mismo se puede adecuar a requerimientos específicos, por ejemplo de vitaminas y minerales a través de la adición de los mismos en fase acuosa o lipídica, según corresponda durante la obtención del A.S., como así también el agregado de determinados aromas y/o sabores de mayor aceptabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Evaluación Sensorial de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Salta, por colaboración en este trabajo.

REFERENCIAS

- Hofvander Y. & Underwood B.A. Processed Supplementary Foods for older infants and young children, with special reference to developing countries. *Food and Nutrition Bulletin*, Vol 9(1): 1-7. 1987.
- Del Valle R.F., Villanueva H. Reyes Gorea J., Escobeda M., Bourges H., Ponce J. & Muñoz M.J. Development, evaluation and Industrial products of a powdered Soy-Oats Infant Formula using a Low-Cost Extruder *Journal of Food Science*, Vol 46:192-197. 1981.
- Pham C.B. & Del Rosario R.R. Studies on the development of texturized vegetable products by the extrusion process II. Effects of processing variables on protein properties. *Journal of Food Technology* Vol. 19:533-547. 1984.
- Pham C.B. & Del Rosario R.R. Studies on the development of texturized vegetable products by the extrusion process II. Effects of extrusion variables on the available lysine, total anal reducing sugar. *Journal of Food Technology*. Vol 19:549-559. 1984.
- Mercier C. & Feillet P. Modification of carbohydrates components by extrusion cooking of cereal products. *Cereal Chemistry*, 52:283. 1975.
- Gómez M.H. Desarrollo de un alimento de humedad intermedia a partir de estrudidos de maíz y soja. *Arch Latin Nut*. Vol 35(2):306-314. 1985.
- Kreisman L.N. & Labuza T.P. Storage stability of intermediate moisture food process cheese food products. *Journal of Food Science*. Vol 43:341-344. 1978.
- Rockland L.B. & Nishi S.K. Influence of water activity on food product quality and stability. *Food Technology* 43-51. April 1980.
- Gómez M.H. & Aguilera J.M. A physicochemical model for extrusion of corn starch. *Journal of Food Science*, 49(1): 40-43. 1984.
- Association of Official Agricultural Chemist Official Methods of Analysis of the A.O.C. 12° ed; Washington D.C. The Association pp489. 1975.
- Anderson R.A., Conway H.F., Pfeifer V.F. & Griffin E.L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*. Vol. 14(1):4. 1969.
- Gómez M.H. & Aguilera J.M. Changes in the starch fraction during extrusion-cooking of corn *Journal of Food Science*, 48:378. 1983.
- Hanson S.N. & Jolley. *Biochem* 1(89):101. 1963.
- Kakade M.L., Rockis J.J., Mc Ghee J.E. and Puski G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products. *Cereal Chemistry* Vol 51(3):376. 1974.
- Carpenter K.J. The estimation of the available lysine in animal protein foods. *Biochemistry Journal* Vol 77:604-610. 1960.
- Sarwar G. & Mc Laughlan J.M. Relative net protein ration method for evaluating protein quality. *Nutritional Reports International* 6(23):1107-1166. 1981.
- McCune T.D., Lang K.W. & Steinberg M.P. Water activity determination with the proximity equilibration cell. *Journal of Food Science*. Vol 46:1978-79. 1981.
- Araya H., Alviña M., Vera G. y Pak N. Valores recomendables de densidad energética en preparaciones de consistencia tipo sopa o crema espesa destinados a la alimentación pre-escolar. *Arch Latin Nut* Vol 41(1):54-61. Marzo 1991.
- Larmond E. Laboratory Methods for sensory evaluation of Food. Research Branch Department of Agriculture Publication pp 1637. 1967.
- Lescano G.R., Armada M. y Corimayo J. Optimización en mezclas cereal-leguminosas. Congreso Académico Tecnológico, organizado por IBM. Universidad Argentina de la Empresa pp 87. 30-31 de octubre de 1990.
- Código Alimentario Argentino (Actualizado), Juan José de la Canal pp80. Buenos Aires 1993.

Recibido: 22-12-1994

Aceptado: 28-12-1995

Determinación de la composición químico-proximal y de las propiedades funcionales de carne de pinzas de jaiba (*Homalaspis plana*) recién extraída

Lilian Abugoch J.¹, Javier Barrios G.² y Abel Guarda M.¹

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile

RESUMEN. Cada vez es más necesaria la búsqueda de alternativas de proceso para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos y obtener productos alimenticios con mayor interés económico para el país. La jaiba (*Homalaspis plana*) es un recurso que se encuentra a lo largo de la costa chilena y se destina preferentemente a exportación como producto congelado. La jaiba es un recurso poco estudiado en Chile y podría transformarse en una excelente materia prima para la elaboración de productos de mayor valor agregado tales como «delicatessen».

En este trabajo se realizó una determinación de la composición química proximal de la carne de pinzas de jaiba extraída y se estudiaron sus propiedades funcionales con la carne de pinzas de jaiba en su estado nativo; las determinaciones realizadas fueron: contenido de proteínas, grasas, humedad, cenizas y extracto no nitrogenado (E.N.N.) por diferencia; capacidad emulsionante, capacidad de retención de agua y fuerza de gel.

Los resultados obtenidos para la composición química proximal fueron para la carne de pinzas de jaiba recién extraída: 79,34 ± 1,12% de humedad; 16,75 ± 1,29% proteínas, 1,86 ± 0,11% cenizas, 0,11 ± 0,01% grasa y por diferencia 1,93 ± 1,07% de E.N.N.

Los resultados de las tres propiedades funcionales estudiadas fueron: Capacidad emulsionante, donde se encontró que la carne de pinzas de jaiba recién extraída es capaz de emulsionar 2259,03 ± 73,04 g de aceite vegetal/g proteína. Capacidad de retención de agua, se encontró que era capaz de retener 3,26 ± 0,35 g agua/g proteína. Capacidad de gelificación, la fuerza del gel formado fue de 195,3 ± 17,16 g-fuerza x cm.

Del estudio realizado se deduce que la carne de jaiba posee un alto contenido en proteínas y bajo contenido de grasa, lo que lo hace un alimento atractivo. Además la carne de jaiba posee una buena capacidad de emulsionar y retener agua, por lo que se puede considerar como una muy buena materia prima para el desarrollo de productos para untar. En el caso de productos tipo gel se requieren estudios más profundos que permitan definir las condiciones en que se lograría obtener un gel más firme.

INTRODUCCION

La carne de jaiba es un alimento marino chileno de gran importancia, dado que provee trabajo al sector artesanal de Chile y es un producto, demostrado por este estudio, de alto valor nutritivo, además el estudio de las propiedades funcionales de las proteínas, tienen particular importancia en la textura y en las propiedades físicas de un

SUMMARY. Proximal chemical composition and functional properties determination on fresh meat of clam crab's (*Homalaspis plana*). The research of alternative technological processes is being necessary in order to obtain a better utilization of hydrobiologic resources and food products, with higher added value. Crab (*Homalaspis plana*) is a crustacean found along the Chilean coast, whose flesh is exported as a frozen product. The resource crab is scantily studied in Chile and could become an excellent raw material for «delicatessen» products, with a high market value.

The proximal composition, through the protein, fat, moisture and ashes content was determined. The non nitrogen extract was calculated by difference. The functional properties (water retention, emulsifying and gel-forming capacities) of fresh crab claws meat without additives were measured.

The proximal composition for the claw meat was: 79,34 ± 1,12% moisture, 16,75 ± 1,29% protein, 1,86 ± 0,11% ashes, 0,11 ± 0,01 fat % and 1,93 ± 1,07% N.N.E.

In relation with the emulsifying capacity, claw meat was able to emulsify 2,259.03 ± 73,04 g vegetal oil/g protein. The water retention was 154,49 ± 6,85% representing the increase in mass percent; and the force of the gel formed in claw meat was 195.3 ± 17.16 g-force x cm.

According to these results, the claw crab is an attractive food, with a high protein and low fat content. Crab meat showed an excellent emulsifying capacity and water retention, so it can be used as a good raw material for the development of smearing products. In the case of gel-like products, further studies will be required, in order to optimize the conditions in which a stronger gel could be obtained.

determinado producto durante su elaboración y como producto terminado, constituyendo un tema actual de gran interés tecnológico.

Uno de los aspectos más importantes que un consumidor considera en un alimento es su calidad sensorial, posteriormente su calidad tecnológica y finalmente su calidad fisiológico-nutricional (1). Para entregar un producto con las propiedades deseables por el consumidor, se deben combinar adecuadamente los componentes de un alimento. Es por ello que las investigaciones tendientes a aclarar las características y propiedades funcionales de las proteínas, antes y después de su procesamiento, son fundamentales tanto para el desarrollo de un producto nuevo, como para resguardar la calidad nutricional y tecnológica.

Las propiedades funcionales de las proteínas alimenticias pueden clasificarse de acuerdo a Chefel y cols (2) y Bourgeois y Le

1 Académico del Dpto. de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. U. de Chile

2 Ingeniero en Alimentos. U. de Chile.

Roux (3) principalmente en tres grupos: El primer grupo considera propiedades tales como la solubilidad, dispersabilidad, humectabilidad, retención de agua, floculación y viscosidad. En el segundo grupo se incluyen propiedades que intervienen en fenómenos tales como precipitación, gelificación y formación de otras estructuras. El tercer grupo se refiere a la tensión superficial de emulsificación y características espumantes de las proteínas.

Las formas actuales de procesamiento aplicado a la jaiba consisten básicamente en congelado o en conserva, siendo el congelado la principal forma de comercialización (4,5,6).

En la literatura existen pocos antecedentes acerca de las características y propiedades de las proteínas de estos crustáceos (7) y mucho menos sobre su comportamiento con los diferentes procesos tecnológicos, por lo que constituyen un tema interesante para ser desarrollado.

En base a todo lo planteado anteriormente es interesante el estudio del recurso jaiba para un uso industrial alternativo, para lo cual es muy importante realizar una previa caracterización de este recurso desde diferentes puntos de vista. En este trabajo se han investigado la composición química-proximal y la funcionalidad de la carne de pinzas de jaiba (*Homalaspis plana*) recién extraída. Se seleccionó carne de pinzas de jaiba dado que es la sección anatómica de este crustáceo, donde se encuentra alrededor del 70% de la parte comestible (8).

Los objetivos específicos de este trabajo fueron determinar la composición química proximal y las propiedades funcionales de la carne de pinzas de jaiba recién extraída y sin aditivos para caracterizarla en su estado nativo. Se determinaron: contenido de proteínas, grasas, humedad, cenizas y extracto no nitrogenado (E.N.N.) por diferencia y las propiedades funcionales medidas fueron: capacidad emulsionante, retención de agua y fuerza de gel.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima: Se trabajó con jaibas «mora» y machos (*Homalaspis plana*) adquiridas en el Mercado Central de Santiago, provenientes de la V Región. Para este estudio fue necesario la adquisición de jaibas vivas, de peso entre 500 y 700 g aproximadamente y ancho cefalotorácico entre 10 y 15 cm.

Preparación de la materia prima: Extracción de la carne: La extracción de carne de pinzas de jaiba se realizó manualmente en jaibas recién muertas, utilizando cuchillos, martillo y tijeras. Todo el proceso se realizó en frío manteniendo la carne recién extraída en hielo.

Análisis químico proximal:

- Determinación del contenido de proteínas:** La técnica utilizada se basó en el método Kjeldahl para la determinación del contenido de nitrógeno total presente en la carne de jaibas (9). Para la expresión de los resultados se utilizó como factor de conversión de nitrógeno el valor 6,25, recomendado para carnes, pescados y otros (10).
- Determinación del contenido de humedad:** Se determinó la humedad en estufa a 103 ± 2 °C hasta llegar a peso constante (11).
- Determinación del contenido de cenizas:** Se determinó el contenido de cenizas calcinando directamente las muestras en mufla a 550 °C por 6 a 8 horas, hasta la obtención de cenizas blancas, de acuerdo a la norma chilena (12).

d. Determinación del contenido de grasa: El método utilizado corresponde al descrito en la norma chilena (13), que determina el contenido de grasa total en carnes, liberando la grasa ocluida mediante hidrólisis con ácido clorhídrico. El solvente utilizado fue éter de petróleo y el aparato extractor utilizado fue el extractor de grasa tipo Goldfish.

e. Determinación del contenido de hidratos de carbono: El porcentaje de hidratos de carbono presente en el tejido de jaiba se calculó por diferencia entre 100 menos el resto de los valores obtenidos para proteínas, grasas, cenizas y humedad, expresándolo como extracto no nitrogenado (E.N.N.).

Capacidad de emulsificación: Para medir la capacidad emulsionante de la carne de jaiba, se siguió la técnica descrita por Webb y cols. (14). Se homogeneizaron 7,5 g (peso húmedo) de carne, previamente molida en frío de pinzas de jaiba, más 217,5 ml de solución de NaCl 0,5 M fría, en un homogeneizador tipo «Waring blender» a 13.000 rpm por 20 a 30 segundos. Se procedió a emulsificar 10 ± 1 g de la muestra preparada, adicionándole aceite vegetal comestible, a flujo constante de 1 ml/seg y con una agitación constante de 1.400 rpm. (Agitador «Heidolph»), a 15 °C en un baño termostático. El punto de ruptura de la emulsión se registró cuando se produjo una disminución repentina de la intensidad de corriente, que circula a través de la muestra de ensayo.

Capacidad de retención de agua: La metodología aplicada fue la descrita por Swift y Ellis (15). Se utilizó carne de pinzas de jaiba recién extraída, mantenidas a 4 °C hasta el momento de su medición. En un tubo de centrifuga de 50 ml se pesaron aproximadamente $15 \pm 0,02$ g de agua destilada a 4 °C. El agua y la muestra se mezclaron y homogeneizaron con una varilla de vidrio y se almacenaron en refrigeración (4 °C) durante 20 a 24 h. Al cabo de dicho período se procedió a centrifugar a $1,319 \times g$ por 15 minutos a 4 °C, eliminando el líquido sobrenadante mediante drenado, para lo cual se colocó el tubo boca abajo por aproximadamente 2 minutos sobre papel absorbente. Posteriormente se pesó la muestra en estudio y el resultado se expresó en términos de % aumento de masa y de g agua retenida/g proteína de la muestra sometida a ensayo.

Fuerza de gel: La metodología que se utilizó para medir la capacidad de gelificación de la carne de pinzas de jaiba está descrita por Suzuki (16). Se molió una cantidad determinada de la muestra, manteniendo condiciones de baja temperatura (4 °C), se le añadió un 3% (p/p) de sal (NaCl comercial) y se continuó moliendo por 10 a 20 segundos, llegando entre 8-10 °C en el centro de la pasta. En seguida se embutió en una tripa artificial (250 mm de diámetro) y después de cerrar los extremos se calentó durante 30 minutos a aproximadamente, 90 y 100 °C. Hay que destacar la dificultad en el llenado de la tripa, dado que era necesario para esta medición evitar las burbujas de aire. Luego la tripa se enfrió en agua y se mantuvo a temperatura de refrigeración durante 12 a 24h antes del análisis. Al momento del análisis, la muestra se cortó en rodajas de 50 mm de espesor, se separó la tripa, y se sometieron a análisis en un reómetro del tipo «RHEO-TEX modelo SD-305», comprimiendo la muestra con un vástago terminado en una esfera de 5 mm de diámetro, que se desplaza verticalmente desde la superficie de la muestra y penetrando en el interior; en este experimento se obtuvieron dos medidas:

- Carga o fuerza aplicada por el vástago sobre la superficie hasta que ésta se rompe (W), expresada en gramos.

Profundidad de penetración del vástago hasta que la superficie se rompe (L), expresada en cm.

La fuerza de gel (F) (corresponde al producto de la fuerza (W) en gramos, por la profundidad de penetración (L) en cm., expresada como : $F=W \times L$ (g x cm).

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de la extracción de la carne de pinzas de jaiba:

El rendimiento promedio encontrado al extraer la carne de pinzas de jaiba fue de 11,5% y con respecto al de la carne total de este crustáceo, considerando la carne de pinzas, patas y cefalotórax es de un 16,5% (8).

Análisis químico proximal: El análisis proximal se realizó sobre la carne obtenida de pinzas de la jaiba. En la Tabla 1 se presentan los valores promedios correspondientes a 3 muestras y 3 contramuestras analizadas.

TABLA 1
Composición químico proximal de la carne de pinzas de jaiba

Componente	Carne de pinzas de jaiba	
	g/100 g	Error exp. promedio (%)
Humedad	79,34 ± 1,12	0,22
Proteínas	16,75 ± 1,29	3,88
Cenizas	1,86 ± 0,11	5,59
Grasas	0,11 ± 0,01	8,53
E.N.N.	1,93	—

De la Tabla 2 se puede observar que este recurso marino posee un alto contenido proteico y bajo en lípidos. Es necesario destacar que en la composición química de un recurso marino influyen ciertas variables propias de la especie como son el sexo, estado de madurez de las especies marinas y estacionalidad (16,17,18).

TABLA 2
Comparación de la composición química de carne de las distintas secciones anatómicas que posee la jaiba

Procedencia	Proteína %	Humedad %	Lípidos %	Cenizas %	E.N.N. %	Referencia
Carne cruda pinzas <i>Homalaspis plana</i>	16,75±1,29	79,34±1,12	0,11±0,01	1,86±0,11	1,93	Este trabajo
Carne cruda patas <i>Homalaspis plana</i>	16,54±0,32	80,03±0,08	0,21±0,03	1,94±0,03	1,29	Este trabajo
Carne cruda cefalotórax <i>Homalaspis plana</i>	16,80±0,10	79,54±1,86	0,19±0,4	2,16±0,10	2,31	Este trabajo
Jaiba cruda porción comestible <i>Cáncer magister</i>	17,41±0,33	79,18±0,28	0,97±0,05	1,70±0,05	0,74	19
Jaiba cruda porción comestible <i>Paralithodes camtschatica</i>	18,29±0,38	79,57±0,47	0,60±0,05	1,80±0,042	0,00	28
Jaiba cocida (<i>Cancer edwardsii</i>)	18,9	78,6	0,8	1,39	0,31	29
Carne cocida patas jaiba mormona	17,9	75,2	0,3	3,6	3	28
Carne cocida carapacho jaiba mormona	17,3	70,4	6,6	4,2	1,5	28
Carne cocida patas, jaiba reina	20,3	74,3	0,7	2,7	2	28

En la literatura existen datos de composición proximal de carne de jaiba cocida, la que no difiere mucho a la obtenida en este trabajo. En la Tabla 2 se presentan datos de literatura encontrados para la jaiba, y se pueden apreciar diferencias con los resultados obtenidos

en el presente trabajo, en el contenido de agua que es menor cuando se trata de carne cocida, como era de esperar. Con respecto al contenido de lípidos se puede decir que varía debido a la especie, sexo y estado de madurez de la jaiba y al método de determinación. El

contenido de proteínas no varía mayormente, entre los valores encontrados en literatura y los obtenidos en el presente estudio. Finalmente, se puede concluir que la carne de pinzas de jaiba tiene un alto contenido en proteínas y sumado a referencias de su composición aminoacídica obtenidas de otros crustáceos (19), se puede afirmar que es una buena fuente de proteína, para el desarrollo de diversos productos alimenticios.

Determinación de propiedades funcionales de carne de pinzas de jaiba recién extraída

Capacidad emulsionante: La medición de la capacidad emulsionante se realizó sobre carne de pinzas de jaiba recién extraída y sobre la pasta obtenida en el tercer lavado. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Webb, que junto a otros investigadores (14) desarrollaron el método de resistencia eléctrica para determinar capacidad emulsionante, obtuvo coeficientes de variación del orden del 4 al 8%. En el presente trabajo, la variabilidad obtenida fue del orden de 4 a 10%.

La Tabla 3 contiene datos de capacidad emulsionante de la carne de pinzas de jaiba recién extraída. Se puede observar que la carne de jaiba presenta una alta capacidad emulsionante 2.259,03 g aceite/g carne. En la Tabla 4 se incluyen valores obtenidos de la bibliografía, donde se observa que la capacidad emulsionante de la jaiba es excelente con respecto a otro tipo de carnes.

Existe un gran número de factores que influyen en la capacidad de emulsionante y en los resultados de estos ensayos, entre ellos se destacan: tipo y diseño del equipo, intensidad del aporte energético, velocidad de adición de aceite, volumen de fase lipídica, temperatura, pH, fuerza iónica, presencia de azúcares, características del aceite, concentración en proteína soluble y propiedades emulsionantes de la proteína que están relacionadas con la hidrofobicidad de las proteínas (2).

TABLA 3
Capacidad emulsionante de carne de pinzas de jaiba

Repetición	Carne g aceite/g carne	Pinzas g aceite/g proteína
1	362,65 345,14 400,10 375,73	2.133,24 2.030,24 2.353,53 2.210,18
X ± σ CV %	370,91 ± 23,14 6,24	2.181,79 ± 136,1 7
2	361,10 393,00 410,47 417,30	2.124,12 2.311,76 2.414,53 2.454,71
X ± σ CV %	395,47 ± 25,09 6,35	2.326,28 ± 147,6
3	375,00 428,90 366,63 372,42	2.205,88 2.522,94 2.156,65 2.190,65
X ± σ CV %	385,74 ± 28,99 7,51	2.269,03 ± 169
Promedio General	X=383,93 σ=12,35 CV = 3,22 %	2.259,03 ± 73,04

TABLA 4
Capacidad emulsionante de proteínas alimentarias

Tipo de proteína	g aceite emulsionado/g proteína	Referencia
Carne de jaiba	2259,03	Este trabajo
Carne de bovino	1575	30
Aislado de soya	755	31
Pulpa de pollo	1102	31
Carne de vacuno	1061	31

Capacidad de retención de agua: La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos para la capacidad de retención de agua de carne de pinzas de jaiba.

TABLA 5
Capacidad de retención de agua de carne de pinzas de jaiba

Repetición	Carne % Aumento de masa	Pinzas g Agua/g proteína
1	153,86 156,99 173,47	3,22 3,41 4,39
X ± σ CV %	161,44 ± 0,54 6,53	3,67
2	142,44 155,03 153,50	2,54 3,29 3,20
X ± σ CV %	150,32 ± 6,87 4,57	3,01
3	139,65 144,47 157,27	2,37 2,66 3,42
X ± σ CV %	147,12 ± 9,11 6,19	2,82
4	159,73 156,78 160,72 159,08	3,57 3,39 3,63 3,53
X ± σ CV %	159,08 ± 1,67 1,05	3,53
Promedio General	X=154,49 ± 6,85 CV = 4,44 %	X=3,26

Según Hamm (20), el término «capacidad de retención de agua» debe ser definido en términos del método de medición utilizado. En este caso los resultados se han expresado como porcentaje de aumento de masa, y también pueden ser expresados como porcentaje de aumento de volumen para referirse al hinchamiento que ha sufrido la carne al hidratarse o absorber espontáneamente el agua o líquido que le rodea (20,21,2,3).

Los resultados obtenidos en estos experimentos son comparables solamente con datos obtenidos con el mismo método utilizado (21).

Los resultados obtenidos en este trabajo, se compararon con datos publicados por otros autores que utilizaron la misma metodología: Swift y Ellis (15) y Bendall (21). Ellos estudiaron la acción de aditivos (fosfatos), combinados con otras variables (pH,

fuerza iónica, tiempo de almacenaje) sobre la capacidad de hidratación de carne de vacuno y conejo, y llegaron a encontrar un porcentaje de aumento de volumen o masa del orden del 107 al 164% para carne fresca de conejo (20) y 103 a 179% para carne fresca de vacuno (15).

Como es sabido, los fosfatos son ampliamente utilizados como aditivos, en la industria cecinera, para retener mayor cantidad de agua y aumentar el peso del producto, lo que trae un beneficio técnico y económico. Si se toma en cuenta esto, se puede afirmar con certeza que la capacidad de retención de agua que posee la carne de jaiba, aproximadamente 154%, es bastante mayor que la de otras especies animales (vacuno y conejo), que sólo alcanzan valores similares y a veces un poco mayores a 154% mediante la adición de aditivos como fosfatos y ciertas condiciones favorables de pH y fuerza iónica.

Capacidad de gelificación: La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos para la capacidad de gelificación para carne de pinzas de jaiba. Muchas de las experiencias realizadas debieron ser repetidas ya que no hubo una formación de gel propiamente tal, sino más bien la formación de un agregado proteico, que no pudo ser medido por el reómetro, por no detectarse rotura de gel. Los resultados que aquí se presentan, corresponden a las mediciones realizadas con geles de fuerza muy baja. Existen estudios que señalan que cuando se trata de formar gel calentando músculo de pescado, las proteínas sarcoplasmáticas coagulan y se adhieren a las miofibrillas lo que impide la formación de un buen gel (2,16,22). Por lo que se sugeriría el estudio sólo con proteínas miofibrilares de jaiba.

TABLA 6
Capacidad de gelificación de carne de pinzas de jaiba

Repetición	Carne 79,5 % Humedad
1	148,8 150,9 182,6 167,0
X ± σ CV %	162,3 ± 15,8 9,7
2	163,4 176,2 175,9 200,6
X ± σ CV %	179,1 ± 5,5 8,68
3	196,6 197,6 174,9 175,2
X ± σ CV %	186,1 ± 12,74 6,84
4	182,3 183,9 202,8 200,8
X ± σ CV %	192,5 ± 10,9 5,6
Promedio General X ± σ CV %	180,0 ± 13,0 7,2

La Tabla 7 muestra algunos valores de fuerza de gel para «surimi» obtenido a partir de diferentes especies de pescado (23). Según experiencias realizadas por IFOP (23), el surimi obtenido a partir de jurel recién capturado alcanza una capacidad de formación de gel del orden de 500 a 600 g x cm, lo que es considerada como buena y dentro de los límites de comercialización. Este valor, al igual que los valores mostrados en la Tabla 7, es muy superior al obtenido por la carne de jaiba.

TABLA 7
Fuerza de gel para surimi de diferentes especies de pescado

Especie	g x cm
Barracuda	1560
Merluza	1090
Sardina	447
Alaska pollock	555
Flying fish	1470
Pacific mackerel	543
Dog-shark	1143
Common carp	423
Dolphin-fish	1431

Existen muchas variables que intervienen en la formación de un buen gel como son pH, fuerza iónica, temperatura a la que es tratado el sistema proteico (22,24,25), además de la composición y distribución de aminoácidos de la carne misma para que favorezcan interacciones del tipo proteína - proteína, proteína agua y fuerzas atractivas y repulsivas entre cadenas polipeptídicas próximas, como también uniones covalentes del tipo S-S (2,3,26). Para formar buenos geles de proteínas de jaiba, se requeriría un estudio más profundo para determinar en qué condiciones se favorece la formación de un buen gel o en algunos casos se puede aumentar la fuerza de gel usando otro tipo de proteínas como clara de huevo (27) y/o el uso de hidratos de carbono (almidones, gomas).

De las tres propiedades funcionales medida en proteínas nativas de jaiba y en la pasta de jaiba, se ha podido observar que en las condiciones ensayadas en este trabajo, las propiedades funcionales de la pasta fue superior la capacidad emulsionante, y la capacidad de retención de agua. En lo que respecta de la fuerza de gel, se requieren estudios complementarios para definir más específicamente esta propiedad. Cabe destacar que, dependiendo del tipo de producto que se quiera obtener es necesario estudiar el uso de aditivos adecuados para cada producto en particular, además sería conveniente estudiar el comportamiento de las propiedades funcionales de las proteínas con el uso de aditivos, crioprotectores y almacenamiento bajo distintas condiciones de refrigeración y congelación.

De este estudio es posible deducir que la jaiba es un recurso con alto contenido de proteínas, bajo contenido en grasa, lo cual lo convierte en un alimento nutricionalmente atractivo. De acuerdo a los resultados de las propiedades funcionales se sugiere el desarrollo de productos para untar (pasta), mouse, o como ingrediente congelado para la elaboración posterior de comidas finas.

REFERENCIAS

1. Paulus K. Quality of dietetic food: significance for human nutrition. Lebensm Wiss Technol. 19:147-155. 1986.

2. Cheftel J., Cuq J. & Lorient D. Proteínas alimentarias. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. 1989.
3. Bourgeois C. & Le Roux P. «Proteínas animales». Editorial El Manual Moderno. México. 1986.
4. García C. Revisión de las tecnologías de procesamiento de crustáceos de importancia comercial. Tesis Ingeniero en Alimentos, U. Católica de Valparaíso 1989.
5. Zamora S. Elaboración de jaibas en conserva. Información Técnicas IFOP. Circular N° 78. 1972.
6. Pizardi C. y Sánchez A. Elaboración de conservas de carne de cangrejo peludo (*Cancer polydon*) en salmuera y en aceite. Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste. Viña del Mar 9-13 de Mayo 1988.
7. Abugoch L., Guarda A. y Ching M. Caracterización bioquímica de las proteínas de jaiba mora (*Homalaspis plana*). Arch. Latinoamer Nutr Vol. 45 N° 3. 1995.
8. Abugoch L. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias de Los Alimentos. Universidad de Chile. 1994.
9. NCh1370/V-1978. «Carne y productos cárneos - Métodos de ensayo Parte V, Determinación del contenido de Nitrógeno». 1978.
10. Schimdt - Hebbel. Avances en ciencia y Tecnología de los Alimentos. Alafabeta Impresoras Santiago de Chile. 1981.
11. NCh1370/II.Of77. «Carne y productos cárneos - Métodos de ensayo - Parte II, Determinación del contenido de humedad». 1977.
12. NCh1370/I.Of 77. Carne y productos cárneos. Métodos de ensayo. Parte I, Determinación de cenizas. 1977.
13. NCh1370/I.Of 77. Carne y productos cárneos. Métodos de ensayo. Parte III, Determinación de grasa total». 1977.
14. Webb N., Ivey F., Craig H., Jones V. & Monroe. The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. J. Food Sci 35:501. 1970.
15. Swift C. & Ellis R. The action of Phosphates in sausage products. I. Factors affecting the water retention of phosphate treated ground meat. Food Technology. 10:546-552. 1956.
16. Suzuki T. Tecnología de las proteínas de pescado y krill. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. Zuzuki T. 1987.
17. Whittle K., Robertson Y. & McDonald I. Advances in fish Science and Technology, J.J. Connel. Gran Bretaña. 1979.
18. Andrade M. & Almeida Lima U. The effects of season and processing on the lipids of mandi (*Pimelodus clarias*, Bloch) a Brazilian freshwater fish. Advances in Fish Science and Tecnology, J.J. Connel. Gran Bretaña. 1979.
19. Handbook U.S. Dp. Agriculture. Composition of food finfish and shellfish products. N° 8-115. 1987.
20. Ham R. Biochemistry of meat hydration. Adv. in Food Research. 10:356-376. 1960.
21. Bendall J.R. The swelling effect of polyphosphates on lean meat. Journal of the Science of Food and Agriculture. 5:468-475. 1954.
22. Kudo G., Okada M. & Miyachi D. Gel-forming capacity of washed and unwashed flesh of some Pacific Coast species of fish. Marine Fisheries Review 35(12):10-15. 1973.
23. IFOP. Investigación sobre especies pelágicas para uso en consumo humano directo. Tecnología de Surimi para Jurel. pp 39, 109-110. 1989.
24. Hemansson A., Harbitz O. & Langton M. Formation of two types of gels from bovine myosin. J. Sci. Agric. 37:69-84. 1986.
25. Autio K., Kiesvaara M. & Polvinen K. Heat-induced gelation of minced rainbow trout (*Salmo girdheri*): effect of pH, sodium chloride and setting. J. Food Sci. 54:805-823. 1989.
26. Chem J., Lee C. & Crapo C. Linear programming and response surface methodology to optimize surimi gel texture. J. of Food Science 58: 3 pp. 535-538. 1993.
27. Foegeding E., Dayton W. & Allen C. Interaction of myosin-albumin and myosin- fibrinogen to form protein gels. J. Food Sci. 51:109-112. 1986.
28. Schmidt-Hebbel H., Pennacchiotti I., Masson L. y Mella M. Tabla de composición química de alimentos chilenos. 8ª Edición. U. de Chile pp15. 1990.
29. IFOP. Catálogo tecnológico de las principales materias primas pesqueras de Chile. pp 106-111. 1983.
30. Liliensfeld C. Sustitución parcial de carne de vacuno por pulpa de pollo deshuesada mecánicamente y/o aislado proteico de soya en mortadela lisa. Estudio de algunas propiedades funcionales. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. 1982.
31. Swift C., Lockett C. & Fryar A. Comminuted meat emulsions. The capacity of meats for emulsifying fat. Food Tech. 15:468-473. 1961.

Recibido: 22-02-1995

Aceptado: 23-10-1996

Cambios en algunos componentes químicos y nutricionales durante la preparación de tortillas de maíz elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por extrusión continua

Carlos Alberto Gómez Aldapa¹, Fernando Martínez Bustos², Juan de Dios Figueroa Cárdenas², César Abelino Ordorica Falomir³ y Jesús González Hernández.²

RESUMEN. Se evaluaron los cambios ocurridos en algunos componentes químicos de carácter nutricional (proteína, fibra dietaria total, vitaminas hidrosolubles, lisina, triptófano extracto etéreo y ácidos grasos), de tortillas preparadas con harina integral obtenidas por un proceso experimental de extrusión continua (proceso CINVESTAV) comparadas con tortillas obtenidas por el proceso tradicional de nixtamalización y maíz crudo. El contenido de proteína de las tortillas obtenidas por los procesos de extrusión y tradicional, fue similar al de maíz crudo; sin embargo, en las tortillas de nixtamal se observó el menor valor de este componente. Los contenidos de fibra dietaria total y lisina disponible de las tortillas experimentales obtenidas por extrusión mostraron mayores valores ($p < 0,05$) en relación a las tortillas del proceso tradicional. Las tortillas de ambos procesos presentaron pérdidas de vitaminas hidrosolubles, con respecto a sus respectivos maíces sin procesar. La disminución de los niveles de proteína, triptófano y vitaminas en las tortillas tradicionales de nixtamal con respecto al maíz crudo, es atribuida a la pérdida de pericarpio, capas de aleurona y otras partículas solubles durante el proceso. El tratamiento térmico en ambos procesos (tradicional y CINVESTAV) disminuyó el contenido de extracto etéreo y ácidos grasos. Las tortillas obtenidas por el proceso de extrusión CINVESTAV, presentaron mejores características nutricionales en los componentes evaluados que las obtenidas por el proceso tradicional de nixtamalización.

SUMMARY. Chemical and nutritional changes during preparation of whole corn tortilla prepared with instant flour obtained by extrusion process. Chemical changes of some nutritional components (protein, total dietary fiber, vitamins, lysine, tryptophan, ether extract and fatty acids) of tortillas made from instant whole corn flour prepared by extrusion process (CINVESTAV process) were evaluated. The tortillas prepared by extrusion process were compared with tortillas made by traditional process and raw corn. The protein content of tortillas from both processes were statically similar to those of the raw corn, although the traditional tortillas showed the lowest actual values. Tortillas from traditional process contained the lowest amount of total dietary fiber and available lysine. The loss of protein, crude fiber, total dietary fiber, available lysine, tryptophan, and vitamin contents during traditional tortillas process, was attributable to the partial loss of pericarp, aleurone and germ tissue during the process. Tortillas prepared by both processes showed loss of vitamins. The thermal treatment in both processes (traditional and extrusion) decreased the ether extract and fatty acids contents. Tortillas prepared by extrusion process showed better nutritional characteristics than traditional tortillas prepared by nixtamalization process.

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) y su principal forma de consumo la tortilla, son los productos básicos de la alimentación en México y en algunos países de América Central y el sur de los Estados Unidos de Norteamérica (1). En México, la producción anual de tortillas es de aproximadamente 10 millones de toneladas (2). Este producto forma parte de la dieta diaria de todos los estratos sociales del país con un consumo diario «per capita» de 325 g (3), y su consumo cobra mucha importancia en las zonas rurales más pobres y marginadas del país, donde provee aproximadamente el 70% de las calorías totales y el 50% de las proteínas ingeridas. Este alimento forma parte esencial de la denominada «dieta indígena» (constituida fundamen-

talmente por maíz y su complemento más accesible, el frijol) y constituye la principal fuente de proteínas y calorías para sectores de escasos recursos económicos del campo y la ciudad. Desde el nixtamal, el metate y el comal, hasta nuestros días un logro en la industria de la tortilla de maíz ha sido la fabricación a nivel industrial de harinas instantáneas de maíz (proceso tradicional sistematizado a gran escala) que han adquirido popularidad entre la población urbana debido a que elimina las labores intensivas y tediosas del proceso de fabricación, el producto es homogéneo y existe un mejor control higiénico durante su elaboración, lo que permite que pueda ser almacenado durante cierto período de tiempo. Las principales desventajas son atribuidas a un mayor costo y una menor calidad de los productos elaborados respecto al sabor y la textura comparados con los productos tradicionales (4). No obstante, la harina integral ofrece propiedades uniformes para su procesamiento, lo que la hace deseable y segura en su utilización (5). Durante el proceso tradicional de nixtamalización se presenta un aumento del valor biológico de la tortilla, se incrementa la disponibilidad de niacina y calcio. No obstante, por otro lado, aunado a una baja calidad nutricional de las proteínas del maíz, (6), durante el proceso térmico-alcalino se producen pérdidas importantes de nutrientes que varían de 9,21 a 14,4%, y que incluyen fibra, almidón, proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas y ácidos grasos (7,8,9,10,11,12). Una de las tecnologías

1 Estudiante de Postgrado. Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad Autónoma de Sinaloa.

2 Profesor Investigador, Laboratorio de Materiales Avanzados, CINVESTAV-IPN.

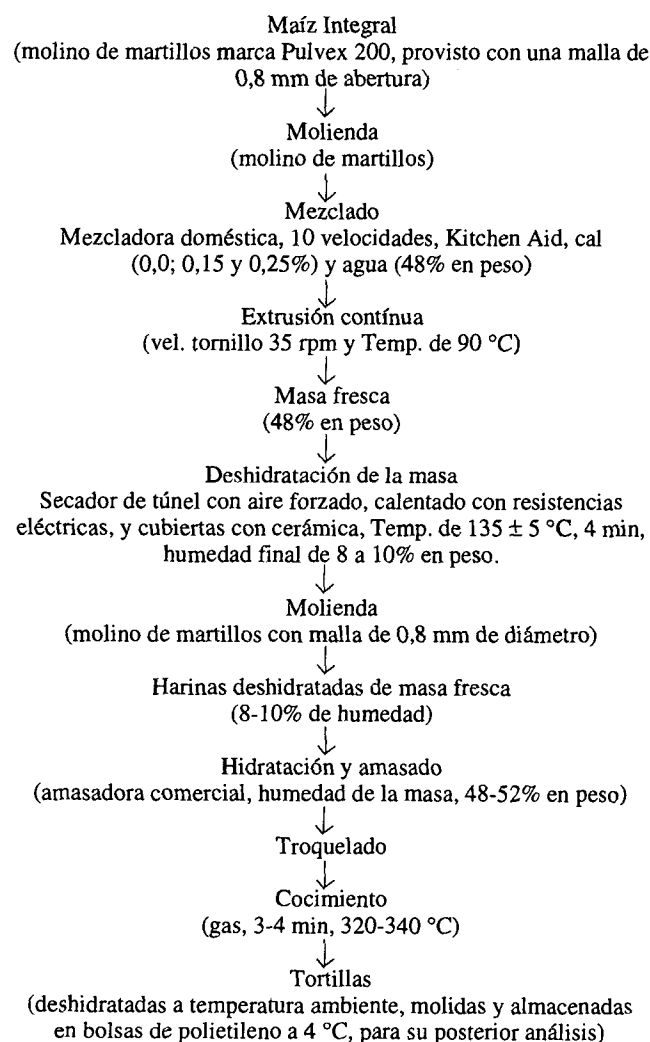
3 Profesor Investigador. Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad Autónoma de Sinaloa.

propuestas para aumentar el valor nutricional de las tortillas preparadas con masa fresca y harina instantánea, así como también eliminar las desventajas presentadas en el proceso tradicional ha sido desarrollada por investigadores del CINVESTAV (13,14) por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar cambios en algunos componentes químicos (de carácter nutricional) durante la preparación de tortillas de maíz elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por el proceso previamente mencionado.

MATERIALES Y METODOS

Materiales: Se utilizó maíz de tipo cristalino, comercial. Tortillas de harinas de masa de maíz integral deshidratada obtenidas por extrusión continua. Las tortillas de harina instantánea fueron elaboradas en equipo comercial siguiendo las condiciones de procesamiento descritas en el diagrama presentado en la Figura 1, de acuerdo a las patentes de Figueroa et al (13), Martínez et al (14) y evaluadas por Arámbula-Villa (15).

FIGURA 1
Diagrama de proceso CINVESTAV para obtención de harinas instantáneas y preparación de tortillas



Tortillas elaboradas por el proceso tradicional. Maíz tipo cristalino integral (10 kg) fue cocido con agua (30 L) y cal (2% en relación al peso del maíz) a temperatura de ebullición, durante 55 minutos, el grano cocido (nixtamal) fue dejado en reposo en el agua de cocimiento durante 12 h. Posteriormente lavado y separado el líquido de cocimiento (nejayote), molido en molino de piedras, troquelada la masa y finalmente cocidas las tortillas a una temperatura de 320-340 °C durante aproximadamente 3 minutos, todas estas etapas fueron realizadas en una máquina tortilladora comercial. Las tortillas elaboradas fueron deshidratadas, molidas y almacenadas de acuerdo a la metodología descrita para las tortillas experimentales obtenidas por extrusión.

Métodos: Para la determinación del análisis químico proximal de maíz integral y tortillas se utilizó la metodología descrita por la A.A.C.C. (16). Proteína (46-26), empleando un factor de conversión de nitrógeno a proteína de 5.7. Humedad (44-19). Cenizas (08-12). Extracto etéreo (30-20). El extracto libre de nitrógeno se calculó restando de 100 la suma del resto de los componentes del análisis proximal. La determinación de ácido fólico se realizó de acuerdo al método descrito por Tangendjaja (17), mediante el uso de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC). Para el análisis de vitaminas (ácido nicotínico, niacina, tiamina, piridoxina, riboflavina y ácido fólico) las muestras se prepararon de acuerdo a la metodología descrita por Fellman y col. (18) y se cuantificaron utilizando un cromatógrafo de líquidos (19). La fibra dietaria total se determinó siguiendo la metodología descrita por Prosky y col (2). Para el análisis de lisina disponible se utilizó el método descrito por Hurrell y col (21) modificado por Mejía y Correa (22). La determinación de triptófano fue realizada de acuerdo con el método de Lombard y De Lange (23). La composición relativa de ácidos grasos fue determinada de acuerdo con el método N° 28.060 de la AOAC (24).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis proximal de maíz y tortillas: En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en el análisis químico proximal de los materiales experimentales. En general, el contenido de proteína de las tortillas elaboradas por el proceso de extrusión CINVESTAV fue mayor en relación al de las tortillas tradicionales. Bresani y col (7) reportaron que durante el proceso tradicional de transformación de grano a masa se pierde alrededor del 10% de nitrógeno. El empleo de maíz integral en el proceso de extrusión mantiene los niveles de proteína en la tortilla, con valores similares al maíz integral. Las tortillas elaboradas con harinas integrales obtenidas por el proceso CINVESTAV presentaron mayores valores de fibra dietaria, significativamente diferentes a las tortillas tradicionales. El maíz crudo presentó un valor de fibra dietaria total de 11.14%, este valor es significativamente menor ($p < 0,05$), al de las diferentes tortillas elaboradas por el proceso de extrusión. No obstante significativamente mayor ($p < 0,05$) al de las tortillas tradicionales. El valor más alto de fibra dietaria total correspondió a la muestra de tortilla experimental con 0,25% de cal, el cual fue significativamente diferente ($p < 0,05$) al resto de los materiales evaluados. En general, el contenido de fibra dietaria total se incrementó al incrementar la concentración de cal utilizada en la elaboración de las tortillas obtenidas por extrusión. El incremento en este componente es atribuido a la formación de productos insolubles, resultantes de la reacción de Maillard y desnaturalización y formación de enlaces cruzados entre proteínas (35). También la presencia del pericarpio incrementa el contenido de

fibra. Recientes investigaciones acerca de la fibra dietaria y sus implicaciones en la reducción de ciertas enfermedades, han cambiado la manera tradicional de enfocar la importancia de las paredes celulares y sus componentes. Los beneficios sobre la salud, asociados al incremento en el consumo de fibra, son muy importantes y han sido tema de muchas investigaciones en los últimos años. Diversos estudios revelan que dietas particularmente altas en grasa total y bajas en fibra dietaria se asocian con riesgos de desarrollo de cáncer del colon, hipertensión arterial, elevación de colesterol en sangre. Por lo tanto grasa dietaria puede ser un factor de riesgo en la ausencia de factores que son protectores, como el consumo de fibra dietaria y alimentos fibrosos (27,28). Las tortillas elaboradas por ambos procesos presentaron reducción en el contenido de lípidos de entre 40 y 45% con respecto a sus respectivos maíces sin procesar. Efectos similares fueron reportados por Serna-Saldivar y col (29). Esta reducción puede ser debida a la formación de complejos de los triglicéridos con los diferentes componentes del gránulo de almidón y a las reacciones de saponificación de estos mismos componentes durante el tratamiento térmico-alcálico. La reducción de extracto etéreo durante el proceso tradicional de grano a masa se sitúa entre 20 y 33%, dependiendo del fenotipo de maíz y del proceso utilizado (7,11) y es atribuido principalmente a la pérdida del germen. Con respecto al contenido de cenizas, se observó un incremento en los tratamientos de extrusión con 0,15 y 0,25% de cal y proceso tradicional, en relación al maíz sin procesar y tortilla sin cal (proceso CINVESTAV) con 1,18 y 1,14% respectivamente, los cuales mostraron diferencias significativas con los materiales restantes. El porcentaje más alto correspondió a la tortilla elaborada por el proceso CINVESTAV con 0,25% de cal. Con excepción de las tortillas elaboradas a partir de harinas instantáneas obtenidas sin cal por el proceso de CINVESTAV, el contenido de carbohidratos de las tortillas fue significativamente ($p < 0,05$) mayor que el del maíz crudo. Durante este proceso los carbohidratos son retenidos, mientras que en el proceso tradicional un porcentaje de carbohidratos es perdido en el líquido de cocimiento. El máximo incremento relativo (2,4%) en el contenido de carbohidratos se presentó en las tortillas tradicionales. Serna-Saldivar y col. (30,31) reportaron un incremento relativo en el contenido de almidón del orden de 9% en la tortilla, con respecto al contenido de almidón en el grano, cuando se utilizó el proceso tradicional. Este incremento fue explicado con base a la reducción de fibra, proteínas y extracto etéreo que se produce durante el proceso de elaboración de la masa. En la Tabla 1 se puede apreciar el contenido de ácido fólico en maíz integral, en las diferentes tortillas experimentales (0,0; 0,15 y 0,25% de cal) y en las tortillas tradicionales. Las tortillas experimentales con 0,15% de cal presentaron el valor más bajo (0,72%) de ácido fólico, seguidas por las tortillas experimentales con 0,25% de cal (0,81%) y sin cal (0,82%), lo cual correspondió a una reducción de entre 31 y 36% de ácido fólico, con respecto al maíz integral. Las tortillas tradicionales mostraron el valor más alto (0,84%), con una reducción aproximada de 29% de ácido fólico. Dado que este compuesto es un agente quelante que tiene preferencia por metales bivalentes, dispone en el momento de la absorción cantidades considerables de Zn, Ca y Fe, causando a largo plazo deficiencias en el «status» de estos minerales en el organismo humano, es necesario que las cantidades de este compuesto sean lo más bajas posible. Esto indica que el proceso CINVESTAV utilizado, presenta la capacidad de reducir considerablemente este compuesto, el cual tiene un efecto inverso en la asimilación de algunos minerales, haciéndolos indisponibles para animales monogástricos (32,33,34).

TABLA 1
Análisis proximal y de fibra dietaria total de maíz y tortillas¹

Muestra	Proteína (%) ²	Fibra dietaria total ²	Extracto etéreo (%) ²	Cenizas (%) ²	Carbohidratos (%) ^{2,3}	Acido fólico (%)
Maíz (grano)	8,41abc	11,14c	6,25a	1,18d	82,2b	1,19a
Tortilla sin cal	8,61ab	12,54b	3,89b	1,14d	82,8b	0,82b
Tortilla cal 0,15%	8,65a	13,05b	3,44c	1,35c	83,49a	0,76c
Tortilla cal 0,25%	8,35bc	13,70a	3,31c	1,50a	83,74a	0,81b
Tortilla nixtamal	8,14c	8,90d	3,94b	1,43b	84,13a	0,84b

n= 3

1 Medias en la misma columna, con la misma letra no son diferentes significativamente ($p < 0,05$)

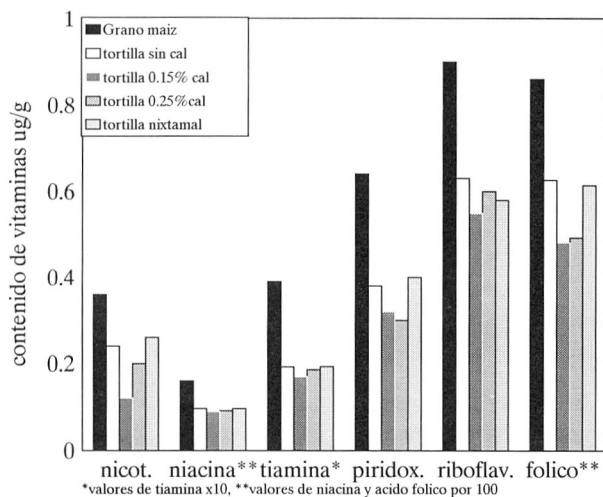
2 Datos reportados en base seca

3 Calculados por diferencia

Análisis de vitaminas hidrosolubles en maíz y tortillas: En la Figura 2 se presentan los resultados del análisis de vitaminas realizados en las tortillas obtenidas por el proceso CINVESTAV y proceso tradicional, así como también del maíz integral crudo. Las tortillas obtenidas por el proceso CINVESTAV con 0,15% de cal, presentaron pérdidas de ácido nicotínico del orden de 66,67%, seguidas por las tortillas con 0,25% de cal con pérdidas de 44,44%. En tortillas sin cal las pérdidas fueron del orden de 33,33% y las tradicionales presentaron una disminución del 27,72% con respecto al contenido de esta vitamina en la muestra de maíz crudo. En el mismo orden, las pérdidas de niacina de las tortillas evaluadas fueron del 45,4; 43,7; 41,0 y 40,7% para las tortillas experimentales con 0,25; 0,15 y 0,0% de cal y tortillas tradicionales, respectivamente. En general las pérdidas de tiamina y piridoxina en tortillas se situaron alrededor de 53 y 45% respectivamente, con una ligera tendencia a disminuir en los valores de piridoxina en la muestra de tortilla experimental con 0,25% de cal, con un valor de 53,13%. Las pérdidas de riboflavina en tortillas se presentaron en un rango de 30 a 39%, obteniéndose las mayores pérdidas en tortillas experimentales con 0,15% de cal, y sin cal respectivamente. El ácido fólico mostró pérdidas de alrededor del 43% para las tortillas experimentales con cal y de 28% aproximadamente para las sin cal y las tradicionales. En general, estas últimas tortillas presentaron menores pérdidas de vitaminas (ácido nicotínico, niacina, piridoxina, riboflavina y ácido fólico) en relación a las tortillas preparadas con cal por el proceso CINVESTAV. Bressani y col (7) reportaron que durante el proceso tradicional de cocimiento alcalino del grano de maíz hasta la obtención de masa se pierden de 60-65% de tiamina, de 32-52% de riboflavina y de 31-32% de niacina, principalmente atribuido a la pérdida física de los componentes del grano durante el proceso usado. El proceso evaluado para obtención de harinas instantáneas y tortillas de maíz integral permite una menor retención de las vitaminas analizadas, atribuido principalmente a que durante el proceso de extrusión las vitaminas contenidas en las capas externas del grano fueron sometidas a una combinación de efectos térmico-mecánico-alcálico que redujeron sensiblemente su contenido, lo que ocasiona que estos componentes se encuentren en contacto más directo con la superficie caliente del equipo utilizado para su preparación. Condiciones menos drásticas del proceso o una

concentración menor de cal podría conducir a una menor pérdida de estas vitaminas en el producto final.

FIGURA 2
Contenido de vitaminas en maíz y tortillas



Análisis de lisina y triptófano en maíz y tortillas: El contenido y disponibilidad de lisina, aminoácido limitante en maíz, fue mayor en tortillas preparadas por el proceso CINVESTAV en relación a las tortillas tradicionales (Tabla 2). Diversos autores reportan que durante el elaboración de tortillas tradicionales, el contenido de lisina disponible se reduce ligeramente en un porcentaje de alrededor de 5% (35,30). El hecho de que las tortillas elaboradas por el proceso CINVESTAV presenten mayores contenidos de lisina disponibles que las tradicionales, puede ser debida al corto tiempo del efecto de la combinación del tratamiento térmico-alcalino y a la lisina presente en las proteínas del germen y pericarpio que son aprovechables en éste proceso. Con excepción de las tortillas elaboradas con harinas integrales obtenidas por extrusión con 0,15% de cal, el contenido de triptófano de todas las tortillas experimentales fue significativamente menor ($p < 0,05$), comparado con el maíz crudo (Tabla 2). El valor más

bajo correspondió al de las tortillas elaboradas con harina integral sin cal. Algunos autores han reportado una ligera disminución en el contenido de este aminoácido esencial durante el tratamiento térmico alcalino (35,36).

TABLA 2
Variación en el contenido de aminoácidos esenciales en relación a los diferentes tratamientos^{1,2,3}

Muestra	Lisina disponible	Triptófano
Maíz (grano)	2,44bc	0,65a
Tortilla sin cal	2,41c	0,57c
Tortilla cal 0,15%	2,49ab	0,67a
Tortilla cal 0,25%	2,53a	0,6b
Tortilla nixtamal	1,92d	0,6b

n= 3

1 Medias en la misma columna, con la misma letra no son diferentes significativamente ($p < 0,05$)

2 Datos reportados en base seca

3 g de AA/100 g de proteína

Análisis de ácidos grasos de maíz y tortillas: En general, el contenido de los diferentes ácidos grasos de las muestras analizadas experimentaron una reducción, con respecto al maíz crudo, por efecto del procesamiento aplicado en la elaboración de tortillas, excepto en el caso de los ácidos mirístico y palmítico; el contenido de estos ácidos grasos no fue afectado por el proceso referido (Tabla 3). Las tortillas experimentales con 0,25% de cal presentaron los menores valores ($p < 0,05$) en el contenido de los ácidos palmítico, esteárico, oléico, linoléico y linolénico. El proceso de extrusión parece disminuir el contenido de ácidos grasos, de manera más considerable en comparación al proceso tradicional, esto puede ser debido a las reacciones de complejamiento por las presiones y temperaturas de procesamiento, las cuales pueden ser incrementadas debido a que el ion Ca^{++} interacciona de una manera más directa con los ácidos grasos y con el almidón presentes durante el proceso de elaboración de tortillas.

Tabla 3
Concentración de ácidos grasos de maíz y tortillas¹

Muestra	Acido Mirístico	Acido Palmítico	Acido Palmítico	Acido Esteárico	Acido Oléico	Acido Linoléico	Acido Liolénico
Maíz (grano)	0,40a	880,14a	8,27a	176,87a	2286,88a	2832,15a	42,1a
Tortilla sin cal	0,26a	516,3bc	4,4a	115,44b	1457,75b	1755,03b	21,65bc
Tortilla cal 0,15%	6,7a	504,24bc	6,31a	99,55cd	1268,3cd	1515,1c	18,74c
Tortilla cal 0,25%	1,77a	454,06c	4,36a	95,43d	1230,3d	1484,53c	20,46c
Tortilla nixtamal	0,73a	539,26b	4,0a	108,75bc	1407,9bc	1849,88b	27,44b

n= 3

1 Medias en la misma columna, con la misma letra no son diferentes significativamente ($p < 0,05$)

2 Datos reportados en base seca

3 mg de ácido graso/100 g de muestra

CONCLUSIONES

Las tortillas elaboradas por el proceso CINVESTAV, presentaron menor reducción de proteína, fibra dietaria total, lisina disponibles y ácido fólico, en relación a las tortillas tradicionales. La combinación de efectos térmico- mecánico- alcalino del proceso CINVESTAV, afectó la retención de vitaminas, ácidos grasos oléico, linoléico y esteárico de las tortillas elaboradas, las cuales presentaron valores ligeramente menores en relación a las tortillas tradicionales. En base a lo anteriormente señalado se puede concluir de manera general, que las tortillas obtenidas por el proceso de extrusión CINVESTAV, presentaron mejores características nutricionales en los componentes evaluados que las obtenidas por el proceso tradicional de nixtamalización.

REFERENCIAS

1. Trejo-González A., Feria Morales A. & Altamirando Wild C. The role of lime in the alkaline treatment of corn for tortilla preparation. En: Modification of Proteins: Foods, Nutritional and Pharmacological Aspects. Feeney R.E. & Whitaker J.R. (Eds). Adv. Chem Ser N° 198. American Chemical Society, Washington D.C. p.245-262. 1982.
2. Girald B.A. Comercialización de un desarrollo tecnológico. CINVESTAV, México, D.F. 1994.
3. Paredes López O. & Saharópulos Paredes M.E. A review of tortilla production technology. Bakers Digest. 16-25. Sept. 13. 1983.
4. Robles R.R., Murray E.D. & Paredes López O. Physicochemical changes of maize starch during the lime-heat treatment for tortilla making. International J. of Food Sci. and Technol. 23:91-98. 1988.
5. Gómez M.H., Rooney L.W., Waniska R.D. & Pflugfelder R.L. Dry corn masa flours for tortilla and snack food products. Cereal Foods World 32(5): 372-377. 1987.
6. Mertz E.T. Nutritive value of corn and its products. Cap. 18. In: Corn: Culture, Processing products. Mayor feed and food crops in agriculture and food series. Inglet G.E. (ed). The AVI publishing, Co. Inc. Westport Connecticut, USA. 1970.
7. Bressani R., Paz R.P. & Scrimshaw N.S. Chemical changes in corn during preparation of tortillas. J. Agri Food Chem 6:770-774. 1958.
8. Bressani R., Gómez Brenes R., Scrimshaw N.S. Effect of processing on distribution and in vitro availability of niacin of corn (*Zea mays*). Food Technol 15:450-454. 1961.
9. Bressani R. Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas. Food Rev. Int. 6:225-264. 1990.
10. Bedolla S. & Rooney L.W. Characteristics of U.S. and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. Cereal Foods World 29(11): 732-735. 1984.
11. Pflugfelder R.L., Rooney L.W. & Waniska R.D. Dry matter losses in commercial corn masa production. Cereal Chem. 65:127-132. 1988.
12. Jackson D.S., Rooney L.W., Kunze O.R. & Waniska R.D. Alkaline processing properties of stress-cracked and broken corn (*Zea mays* L.) Cereal Chem 65:133-137. 1988.
13. Figueroa J.D.C., Martínez Bustos F., González Hernández J., Sánchez Sinencio F., Martínez J.L. y Ruíz M.T. Extrusor y proceso continuo para formación de masa fresca de maíz, para la elaboración de tortillas, harinas instantáneas y sus derivados. Patente en trámite. Registro SECOFI N° 936544. México D.F. 1993.
14. Martínez B.F., Figueroa J.D.C., González Hernández J., Sánchez Sinencio F., Martínez J.L. & Ruíz M.T. An extruder and continuous process to make corn masa, instant masa flours for the preparation of tortillas and derivatives. Patente en trámite USA. 1993.
15. Arambula Villa G. Evaluación de un proceso continuo de extrusión para obtención de harinas instantáneas de maíz para elaboración de tortillas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sin. México. 1994.
16. AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. St. 9th ed. Paul MN. 1983.
17. Tangendjaja B. Analysis of phytic acid by high performance liquid chromatography. J. Chromatog. 197(2): 274-277. 1980.
18. Fellman J.K., Artz W.E., Tassinari P.D., Cole C.L. & Augustin J. Simultaneous determination of thiamin and riboflavin in selected foods by high-performance liquid chromatography. J. Food Sci. 47:2048. 1982.
19. Ríos Leal E. Métodos para determinación de vitaminas. Comunicación personal. Laboratorio de cromatografía del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería. CINVESTAV, Unidad Zacatenco, México D.F. 1995.
20. Prosky L., Asp N.G., Furda I., Devries J.W., Schweizer T.F. & Harland B.F. Determination of total dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. J. Assoc Off Anal Chem 68:677. 1985.
21. Hurrell R.F., Lerman P. & Carpenter K.J. Reactive lysine in foodstuffs as measured by a rapid dye-binding procedure. J of Food Sci. 44:1221-1227. 1979.
22. Mejía de C. M.I. y Correa N. Estandarización de métodos analíticos sencillos para la determinación de lisina, triptófano y metionina. Rev. del Inst. de Investigaciones Tecnológicas. Bogotá, Colombia. 1980.
23. Lombard J.H. & De Lange D.J. The chemical of tryptophan in food and mixed. Analytical Biochemistry. 10:260-265. 1965.
24. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 14th. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA. 1984.
25. Bandrau S.R. Nutritional factors and colon cancer. Critical Reviews in Food Sci. and Nutr. 35(3): 175-1190. 1995.
26. Jenkins D. & Jenkins A. La dieta y la prevención de la enfermedad cardiovascular. Dieta y salud. Organo informativo de Kelloggs Vol 3 N° 2, 2do. Semestre. 1994.
27. Serna Saldívar S.O., Rooney L.W. & Greene L.W. Effect of Lime Treatment on the Availivility of Calcium in Diets of Tortillas and Beans: Rat Growth and Balance Studies. Cereal Chem 68:565-570. 1991.
28. Serna Saldívar S.O., Cannet R., Vargas J., González M., Bedolla S. & Medina C. Effect of soybean and sesame addition on the nutritional value of maize and decorticated sorghum tortillas produced by extrusion cooking. Cereal Chem 64:44-48. 1988.
29. Serna Saldívar S.O., Knabe D.A., Rooney L.W., Tanksley T.D. Jr. & Sproule A.M. Nutritional value of sorghum and maize tortillas. J. Cereal Sci. 7:83-94. 1988.
30. Weber F.E. & Chaudhary V.K. Recovery and nutritional evaluation of dietary fiber ingredients from a barley by-products. Cereal Foods World 32(8): 548-550. 1987.
31. Fretzdorff B. & Brümmer J.M. Reduction of phytic acid during bread making of whole-meal breads. Cereal Chem 69(3): 266-270. 1992.
32. Medina D.C. Elaboración de un pan de caja tipo integral empleando pulidura de arroz desengrasada (PAD). Tesis de maestría. CINVESTAV, México, D.F. 1993.
33. Reinhold J.G. & García J.S. Fiber of maize tortilla. Am J Clin Nutr 32:1326-1328. 1979.
34. Bressani R. & Scrimshaw N.S. Effect of lime treatment on in vitro availability of essential amino acids and solubility of protein fractions in corn. Agri. Food Chem 6:774-778. 1958.
35. Sproule A.M., Saldívar S.O., Bockholt A.J., Rooney L.W. & Knabe D.A. Nutritional evaluation of tortillas and tortilla chips from quality protein maize. Cereal Foods World 33(2): 233-236. 1988.
36. Ortega E.I., Villegas E. & Vasal S.K. A comparative study of protein changes in normal and quality protein maize during tortilla making. Cereal Chem 63:446-451. 1986.

Recibido: 23-10-1995

Aceptado: 06-09-1996

Avaliação química e biológica da casca de banana madura

Marcia Regina Toledo de Camargo Ranzani¹, Gilma Lucazechi Sturion² y Mitsue Hironaka Bicudo³

Universidade de São Paulo, Brasil.

RESUMO. Avaliação química e biológica da casca de banana madura foi realizada visando seu emprego potencial como fonte de fibra dietética na alimentação humana. Dois tipos de farinhas foram preparadas da casca de banana: a) sem tratamento (ST), usando casca lavada e seca; e b) tratada (MBS), empregando casca tratada com metabissulfito de sódio e ácido cítrico, com o objetivo de minimizar o escurecimento da farinha. Como o esperado, a farinha de casca de banana revelou ser uma fonte de fibra importante (FDN), correspondendo a cerca de 32% do seu peso seco. A adição dessa farinha a uma dieta basal de caseína diminuiu a digestibilidade de sua proteína e aumentou o bolo fecal dos ratos, os quais são efeitos conhecidos da fibra dietética. Entretanto, não alterou a qualidade da proteína, pois não houve diferença nos valores do PER nas dietas estudadas; além disso, o crescimento dos ratos alimentados com dietas contendo a casca de banana, não diferiu daqueles alimentados com a dieta controle. Esses resultados sugerem a viabilização de estudos tecnológicos visando o desenvolvimento de produtos alimentares com casca de banana. Também, ensaios biológicos devem ser realizados na elucidação de seus efeitos na ingestão alimentar e parâmetros bioquímicos.

Palavras-chave: casca de banana, ensaio biológico, fibra dietética

SUMMARY. Chemical and biological evaluation of ripe banana peel. Chemical and biological evaluation of ripe banana peel was conducted, aiming its potential use as a source of dietary fiber in human nutrition. Two types of flour were prepared from banana peel: a) untreated (UT), using washed and dried peel; b) treated (SMB), using peel treated with sodium metabisulfite and citric acid, in attempt to minimize the darkening of the flour. As expected, banana peel flour revealed to be an important source of fiber (NDF), corresponding about 32% of its dried weight. The addition of this flour to a basal casein diet lowered its protein digestibility and increased the fecal bulk of the rats, which are the known effects of dietary fiber. However, it did not alter the protein quality, since there was no difference in the PER values of the diets studied; in addition, the growth of the rats fed diets containing banana peel did not differ from those fed control diet. These results suggest the feasibility of technological studies aiming the development of food products with banana peel. Besides, biological assays should be realized in the elucidation of its effects in food intake and biochemical parameters. Key words: banana peel, biological evaluation, dietary fiber.

INTRODUÇÃO

O teor de fibra bruta na casca de banana varia de 5,0 a 12,0% dependendo da variedade e estágio de maturação (1,2,3). No entanto, como este teor subestima a quantidade real e não qualifica a fibra presente, atualmente outros métodos vêm sendo empregados. Esses métodos variam de acordo com o interesse da fração a ser estudada. No caso da casca de banana, um tecido parenquimatoso, recomendase a determinação da fração fibrosa insolúvel (celulose, hemicelulose e lignina) pelo método Fibra Detergente Neutro (4,5).

A esta fração alimentar, não digerível, atribuiu-se, inicialmente, apenas o favorecimento ao peristaltismo e ao aumento do bolo fecal, contudo sem valor nutritivo. Seu valor biológico foi aceito quando constatou-se, clinicamente, em países subdesenvolvidos, a escassez de doenças comuns em países industrializados, tais como a hipertensão arterial, perturbações cérebro-vasculares, obesidade, hemorróidas,

diverticulites, câncer do intestino grosso, síndromes isquêmicas do miocárdio, colesteromia e artrite reumatóide. Nos países subdesenvolvidos, o consumo de fibra é alto, comparado aos países adiantados e industrializados (6).

A «American Dietetic Association» recomenda que adultos consumam dietas com alto teor de carboidratos complexos e de baixo teor de lipídeos; 20 a 35g/dia de várias fontes, (7).

Também, dado o crescente interesse dos consumidores pela ingestão de fibras, a luz do conhecimento de seus efeitos benéficos, pesquisas têm sido conduzidas visando a incorporação de fontes à alimentos largamente consumidos como pães, bolos, biscoitos, misturas de cereais elaboradas na forma de «pellets» ou flocos e material fibroso de frutas processados para consumo imediato (6).

Novas fontes de fibra têm sido estudadas também para a incorporação a estas formulações, incluindo resíduos da agroindústria, que visam ainda minimizar os altos custos de sua remoção bem como diminuir a geração de poluentes ambientais.

Entre estas incluem-se o resíduo de beterraba (8) resultante da produção de açúcar, a casca de amendoim em pó (9) e sabugo de milho (10). Entre os resíduos da agroindústria, destaca-se o aproveitamento de material fibroso de frutas. O processo de desidratação com xarope de milho e glicerol adicionado a frutas fibrosas e cascas de cítricos, maçã e abacaxi, permite o aproveitamento do produto resultante no preparo e na adição de sabor e aroma de sorvetes, bolos, marmeladas, enchimentos de doces, etc (11).

O Brasil, produziu em 1989, 550 milhões de cachos de bananas (12). O Estado de São Paulo é o segundo maior produtor do país onde a região do Vale do Ribeira destaca-se como o principal centro de

1 Pesquisadora da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Departamento de Economia Doméstica - ESALQ/USP.

2 Pesquisadora da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Departamento de Economia Doméstica - ESALQ/USP.

3 Professor Assistente Doutor da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina de Botucatu, Departamento de Medicina Legal e Medicina e Saúde Pública - UNESP.

produção de bananas in natura e industrializadas. Na industrialização da banana madura, a problemática na geração de resíduos e o seu destino, que podem alcançar cerca de 50% do volume da fruta utilizada, é comum na região causando sérios problemas ambientais.

Na tentativa de minimizar os problemas causados pelos resíduos, o aproveitamento da casca de banana vem sendo estudado, visando sua utilização quer como alimento ou constituintes do mesmo. Nem sempre esses estudos lograram êxito devido às características desfavoráveis do produto, à legislação vigente na época que não permitia o uso desse tipo de material em alimentos destinados ao consumo humano, ou ainda, porque em alguns casos a extração de uma determinada fração da casca não eliminava o problema do resíduo.

A obtenção da pectina a partir da casca resultou em produto impuro com alto teor de cinzas e ácidos. O doce de banana concebido para substituir a uva passa em que se utilizaram a polpa e a casca de banana esbarrou na legislação vigente na época, nos Estados Unidos. Não pôde ser comercializado porque era semelhante a uva passa e continha «resíduos não convencionalmente comestíveis», ou sejam, a casca e o resíduo de copra (13).

A elaboração de produtos fermentados consiste na obtenção de vinagre e de biomassa. O vinagre obtido de banana, incluindo a casca, rende 48 a 53% do peso. Contudo, apresenta um aroma similar ao da banana fresca (13).

A utilização da casca de banana como substrato para a fermentação de *Picchia spartinae* produz uma biomassa com 47% de proteína (14). Apesar desse teor protéico elevado, esse produto possui deficiência de metionina e concentração alta de ácidos nucléicos (12-15%), limitando o seu uso na alimentação humana. Tais ácidos são metabolizados, e seu produto final, o ácido úrico, por ser pouco solúvel nos fluidos biológicos, pode acumular-se no organismo causando problemas fisiológicos (15).

Estudos recentes sobre a utilização do extrato de casca de banana para a fabricação de geléia mostrou que este produto apresenta qualidade compatível com o padrão estabelecido pela legislação brasileira para tais alimentos. Além disso, foi melhor avaliada sensorialmente do que a preparada com a polpa (16). Entretanto, como pontos negativos, citam-se a necessidade de adicionar a pectina para sua obtenção e a formação do resíduo de material fibroso.

Considerando que a casca de banana contém concentração elevada de fibra, sua utilização em produtos alimentícios tais como pães, bolos, doces poderá favorecer a ingestão de fibra. Além disso, essa forma de utilização da casca não resulta em produção de novos resíduos como o que tem acontecido com outros procedimentos.

Estudos sobre o emprego da casca para alimentação humana devem inicialmente dirigir-se à sua composição química, incluindo a quantificação de taninos e lignina, uma vez que há poucos dados disponíveis na literatura.

A lignina, fração menos digerível da casca, pode reduzir a digestibilidade de outros nutrientes componentes do alimento ou da dieta. Um outro aspecto importante com relação a sua presença é a formação de complexo lignina-hemicelulose-proteína pelo aquecimento acima de 55 °C que pode elevar o teor de lignina aparente (4).

Os taninos são responsáveis pelo escurecimento e sabor adstringente da casca. Entre os compostos fenólicos presentes a dopamina, principal substrato para ação das polifenoloxidasas no escurecimento enzimático, é o componente mais abundante. Entre outros estão a serotonina, que aumenta na casca com o amadurecimento, as leucoantocianidinas, leucodelfinidinas, o eugenol

(empregado pela indústria de alimentos para conferir sabor pungente e amargo a bebidas alcoólicas, aroma e sabor a frutas e doces) e a elemecina, sendo estes últimos voláteis. Contudo, têm sido demonstrado que em animais de laboratório, os taninos podem causar atraso de crescimento, diminuição na concentração de vitamina A no fígado, interferência com a vitamina E e K, estrógeno e na absorção de minerais divalentes (17).

Os humanos tem mecanismos de detoxificação para a maioria dos fenóis presentes em alimentos comumente consumidos. Contudo, os efeitos, que são dependentes da quantidade ingerida, não são conhecidos, embora sejam feitas considerações epidemiológicas, sugerindo que existe correlação entre tanino condensado e câncer esofágico (17).

No controle do escurecimento enzimático e não enzimático de frutas e hortaliças a sulfitação é um tratamento recomendado e largamente empregado na obtenção de produtos da banana. O método prevê a aplicação de dióxido de enxofre e ácidos orgânicos, sendo o cítrico o mais utilizado (18).

Com base nessas considerações, o presente estudo teve como objetivo: a) determinar a composição química da casca de banana madura tratada e não tratada; b) avaliar, biologicamente, o efeito de sua adição em dieta contendo proteína de boa qualidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Casca de banana: Utilizou-se a casca de banana nanica, da espécie *Musa cavendishii*, cultivar triplóide do grupo AAA, estando o fruto no estágio de desenvolvimento «3/4 gordo» (19). Este estágio de maturação escolhido foi considerado próximo àquele utilizado na industrialização da polpa.

Para a determinação química e incorporação da casca de banana nas dietas utilizadas no ensaio biológico, o resíduo foi transformado em «farinha».

Dois «farinhas» foram elaboradas, em quantidade suficiente para o preparo das dietas, a saber: casca de banana madura sem tratamento (ST) e, tratada com metabissulfito de sódio e ácido cítrico (MBS) com o objetivo de minimizar o escurecimento do material, dado à presença de taninos (18).

Preparo das farinhas de casca de banana madura: As bananas foram lavadas em água corrente e descascadas manualmente. As cascas foram cortadas em 4 a 6 tiras longitudinalmente.

No preparo da casca ST, após lavagem e corte, estas foram colocadas em água clorada (10 ppm) por 20 minutos na proporção de 10 litros de água para cada 5 kg de cascas; o pH foi de 6,0. Após esse período a água clorada foi escorrida e as cascas foram lavadas com água (1:2). Um total de 15 kg de cascas foi preparado. A secagem do material assim preparado foi feita em estufa de circulação de ar forçado a 55 °C - 60 °C por 72 horas.

No preparo da casca MBS, o restante das cascas lavadas e cortadas, foi colocado em solução de metabissulfito de sódio (0,5%) e ácido cítrico (1%) por 20 minutos, na proporção de 10 litros de solução para cada 5 kg de casca de banana. O pH final da solução foi de aproximadamente 4,0. Um total de 13,5 kg de casca foi preparada. Após esse período a solução foi escorrida e as cascas foram secas de modo similar à casca ST.

Para obtenção das «farinhas», as cascas secas foram trituradas em processador doméstico e moídas em liquidificador. O total de farinha ST obtido foi de 1.420 g e de farinha MBS foi de 1.120 g.

Análises químicas: As análises químicas efetuadas, nas dietas experimentais e padrão, foram:

- **Umidade:** calculada pela perda da matéria depois de seca, segundo o método da A.O.A.C. (1970), (4);
- **Nitrogênio:** determinado pelo método semi-micro-Kjeldahl (4). A proteína bruta foi calculada através do teor de nitrogênio usando-se o fator de conversão $N \times 6,25$;
- **Potencial hidrogeniônico (pH):** medido por potenciômetro após preparo da amostra (20);
- **Cinza:** calculada pelo peso da amostra após incineração até peso constante a 550 - 600 °C segundo o método da A.O.A.C. 942.05 (21);
- **Extrato etéreo:** estimado por gravimetria depois de extração contínua em éter no equipamento tipo «Goldfish» e, evaporação até secagem, segundo o método da A.O.A.C. 962.09 (21);
- **Fibra bruta:** estimada como o peso do resíduo seco que permanece após digestão ácida e alcalina, segundo método da A.O.A.C. 962.09/978.10 (21);
- **Fibra em Detergente Neutro (FDN):** determinação dos constituintes da parede celular (celulose, hemicelulose e proteína lignificada) (4);
- **Fibra em Detergente Acido (FDA):** determinação da fração lignocelulósica segundo método da A.O.A.C. 973.18 (21). Pela determinação do percentual dos constituintes da parede celular dados em FDN e FDA do material calcula-se o percentual de hemicelulose pela diferença das frações;
- **Celulose e Lignina:** determinação da lignina pelo emprego de permanganato de potássio na fração FDA e, determinação da celulose após incineração em mufla a 500 °C (4);
- **Taninos:** por método que identifica e quantifica por absorvância fenóis totais, leucoantocianinas, flavonóis e antocianinas (22);
- **Acúcares redutores e totais:** determinado pelo método Nelson e Somogyi (23, 24). A hidrólise dos açúcares não redutores foi feita pelo emprego do ácido clorídrico descrito por Falange & Caruso (25).

Ensaio biológico

- **Coefficiente de Eficácia Protéica (PER):** A determinação do PER (26), incluiu uma modificação (27) que consiste no esvaziamento do intestino para o cálculo do peso final.
- **Animais:** Utilizaram-se 50 ratos da linhagem Wistar, recém-desmamados, provenientes do Biotério Central da UNESP-Botucatu. Foram divididos em 5 grupos, cada um constituído por 10 animais, e mantidos em laboratório com controle de temperatura (22 °C - 24 °C) e de luminosidade (ciclo de 12 h). O peso médio inicial foi de 49 g, sendo a variação dentro do grupo de 8,0 g e entre os grupos de 2,8 g. Durante os 28 dias de experimento, receberam água e alimento ad libitum. Ao final do período, foram sacrificados com overdose de éter e após o esvaziamento do conteúdo intestinal, pesados novamente. Calculou-se o PER deduzindo o peso do conteúdo intestinal do ganho de peso e dividindo pela proteína consumida.
- **Dietas:** Formulou-se a dieta padrão de caseína (28), conforme consta na Tabela 1. A partir desta dieta foram formuladas quatro experimentais por método de diluição (27), ou seja, acrescentado à casca de banana na dieta padrão. Em duas, adicionaram-se 5 e 10 g de «farinha» de casca de banana ST e foram identificadas respectivamente, como ST5 e ST10. Outras duas foram preparadas de maneira semelhante a estas, utilizando a «farinha» de casca MBS e identificadas como MBS5 e MBS10.

TABELA 1
Composição química da dieta padrão

Ingredientes	%
Caseína ¹	11,6
Amido ²	70,9
Mistura Vitamínica ³	1,0
Mistura de sais minerais ⁴	3,5
Oleo de milho ⁵	8,0
Água destilada	5,0

- 1 Caseína Reagen
2 Amido de milho, Maizena
3,4 Formuladas segundo AIN - (28).
5 Oleo de milho, Mazola

- **Digestibilidade Aparente:** A digestibilidade aparente foi determinada colhendo-se as fezes na última semana de estudo (29).
- **Análise estatística:** O tratamento estatístico utilizado para verificar as diferenças observadas pela análise de variância e teste F, entre as médias de ganho de peso, ingestão de alimentos, PER e digestibilidade foi o Teste de Tukey, segundo Gomes (30).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química das «farinhas» de casca de banana madura: Os resultados da composição química das «farinhas» estão presentes na Tabela 2.

O teor elevado de fibra (FDN), respectivamente de 31,95% e 32,43% para as «farinhas» de casca de banana MBS e ST, mostra a possibilidade de seu emprego como fonte desta fração nos produtos alimentícios.

Não houve diferença na composição química entre as «farinhas» MBS e ST, exceto para compostos fenólicos e açúcares totais que podem ser decorrentes do efeito dos tratamentos e não somente da heterogeneidade do material.

O maior teor de compostos fenólicos na «farinha» de casca MBS pode ter sido decorrente do efeito do ácido cítrico que causa uma redução do pH do meio bem como da presença de metabissulfito de sódio, agente antioxidante.

TABELA 2
Composição química (%) das farinhas de casca de banana maduras sem tratamento (ST) e tratada (MBS).

Contituíntes ¹	Farinha ST ²	Farinha MBS ³
Proteína	7,92	7,76
Cinza	13,69	14,69
Extrato etéreo	4,70	5,35
Fibra bruta	12,13	12,39
FDN	32,43	31,95
FDA	24,37	23,93
Lignina	8,88	9,70
Celulose	14,60	14,95
Hemicelulose	8,06	8,02
Açúcares totais (carboidratos solúveis)	43,58	35,75
Taninos (compostos fenólicos)	1,71	2,73
Umidade	7,84	9,77

- 1 Média de duas repetições
2 ST = sem tratamento

3 MBS = tratado com metabissulfito de sÓdio (0,5%) e Ácido cítrico (1%).

A solubilidade dos compostos fenÓlicos em Água depende da presença de proporções suficientes de grupos polares ou hidrofílicos. Portanto, o pH é um dos fatores controladores da liberação destes sítios. As antocianidinas, um grupo de compostos fenÓlicos, presentes na casca de banana, são estáveis em pH ácido (17).

Um outro fator é a presença de antioxidantes, como o metabissulfito, que não permitem o desencadeamento da reação enzimática, onde o O₂ é fator necessário à reação. De fato, observou-se que durante a obtenção da «farinha» de casca ST, a Água de maceração das cascas apresentou-se escura enquanto na maceração em solução de Ácido cítrico e metabissulfito de sÓdio a Água permaneceu límpida. Essa observação mostra que houve perdas daqueles taninos livres ativos que são solúveis em Água e responsáveis pelo sabor adstringente (31).

Após a secagem das cascas, tanto a «farinha» ST como a MBS, apresentaram uma coloração marrom escura. É possível que a quantidade de metabissulfito de sÓdio utilizada não tenha sido suficiente para manter a coloração amarela obtida durante a maceração pois, essa substância é volátil e uma parte pode ter sido perdida durante o processo de secagem.

Os açúcares predominantes na casca de banana madura são os redutores glicose e frutose (18). Embora neste estudo os açúcares presentes não tenham sido identificados, a diferença observada de 8,0% a menos, aproximadamente, para a «farinha» de casca MBS, pode também ter sido consequente do tratamento. A solubilidade de alguns açúcares aumenta em meio ácido, além de ter sido constatado que por ação de Ácidos concentrados à temperatura de laboratório, a frutose decompõem-se rapidamente com a formação dos derivados do furfural (32).

TABELA 3
Efeito da casca de banana adicionada por diluição à dieta padrão sobre o crescimento de ratos, ingestão de alimento, PER e digestibilidade¹

Dietas	Peso inicial g	Ganho de peso g	Alimento consumido g	Teor de proteína g	PER ² g	Fezes secas g	Digestibilidade ³ g
Padrão (P)	51,00 ^{a4} (±2,16)*	103,40 ^a (±15,17)	350,80 ^b (±43,08)	10,04	2,90 ^a (±0,24)	3,17 ^d (±0,50)	91,72 ^a (±1,76)
P+MBS 5%	48,20 ^a (±1,99)	108,50 ^a (±16,24)	341,80 ^b (±37,52)	10,33	3,00 ^a (±0,20)	5,66 ^c (±0,73)	87,46 ^b (±1,18)
P+MBS 10%	48,20 ^a (±1,99)	109,20 ^a (±13,48)	350,80 ^b (±37,52)	9,97	3,02 ^a (±0,17)	7,47 ^b (±0,61)	83,20 ^c (±2,18)
P+ST 5%	48,20 ^a (±1,99)	119,60 ^a (±21,35)	372,60 ^{ab} (±41,62)	9,92	3,17 ^a (±0,29)	6,12 ^{bc} (±1,32)	87,23 ^b (±1,70)
P+ST 10%	48,20 ^a (±1,99)	125,40 ^a (±33,11)	405,20 ^a (±76,74)	9,90	3,30 ^a (±0,30)	9,30 ^a (±2,18)	83,57 ^c (±2,37)

1 Resultados expressos em valores médios ± desvio padrão* (10 ratos/grupo/28dias);

2 Calculado como ganho de peso menos o conteúdo intestinal/consumo de proteína

3 Calculado por determinação do: (N ingerido - N fezes/nitrogênio ingerido) x100

4 Os valores assinalados com letras diferentes, dentro de uma mesma coluna, diferem significativamente entre si (p< 0,05) segundo o Teste de Tukey.

Ensaio BiolÓgico

Os resultados do ensaio biológico estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que não houve diferença no ganho de peso entre os animais submetidos a diferentes dietas, mostrando que a incorporação da «farinha» de casca de banana, até ao nível de 10%, não altera o crescimento.

Com relação ao alimento consumido, os ratos tratados com a dieta contendo «farinha» ST, ao nível de 10%, ingeriram uma quantidade maior do que os tratados com as dietas padrão e com a «farinha» MBS, porém, similar aos tratados com «farinha» ST5 (Tabela 3). Essa diferença no consumo é difícil de ser explicada. A análise química da casca revela que não há diferença no conteúdo de fibra entre os dois tipos de «farinha» de casca, ST e MBS. Portanto, exclue-se a possibilidade de se tratarem de dietas com densidades calóricas diferentes que resulte em efeito compensatório de consumo.

A concentração de taninos, menor na «farinha» de casca ST, poderia ser um dos fatores do seu maior consumo, uma vez que os compostos fenÓlicos responsáveis pela adstringência devem ter sido parcialmente eliminados durante o processo de maceração. Portanto, esse aspecto necessita ser explorado em estudos futuros com delineamento apropriado para tal investigação.

A qualidade da proteína não foi afetada com a adição de casca, conforme pode-se verificar pela semelhança do PER dos grupos estudados. Entretanto, como era de se esperar, em dietas com concentração alta de fibra, o peso fecal aumentou e a digestibilidade da proteína decresceu progressivamente com o aumento do nível de casca adicionada, independente do método utilizado para preparo e da concentração de tanino. Esses dados corroboram os resultados de outro estudo (27), em que a adição de fibra à dieta padrão reduz a digestibilidade da proteína, sem alterar o PER. Tal condição aparen-

temente contraditória é explicada pela redução na excreção urinária de nitrogênio (33) que compensa a perda fecal, não interferindo, portanto, na relação entre o ganho de peso e a proteína consumida expressa pelo PER.

Esses dados sugerem a necessidade de se incluir, nos estudos futuros, aqueles de balanço nitrogenado de forma que possa avaliar se o efeito compensatório de excreção urinária de nitrogênio, observado em ratos alimentados com a dieta contendo casca de banana, é suficiente para manter a retenção de nitrogênio similar a do grupo controle.

Pelos resultados obtidos com o ensaio biológico observa-se que a casca nos níveis testados, com ou sem tratamento prévio, parece não causar problemas de ordem tóxica e/ou alterar o desenvolvimento de ratos dada à presença de taninos e lignina.

CONCLUSÕES

- A composição química sugere que a casca de banana madura pode ser utilizada como aporte de fibras na dieta humana;
- O estudo com animais mostrou que a casca não interferiu (nos níveis acrescentados à dieta padrão) com o crescimento dos mesmos; aumentou o bolo fecal e diminuiu a digestibilidade aparente da proteína;
- Os resultados sugerem a viabilização de estudos tecnológicos visando o desenvolvimento de produtos alimentícios com a casca da banana, contudo ensaios biológicos paralelos devem ser realizados na elucidação de seu efeito no controle de ingestão alimentar e nos parâmetros bioquímicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Saúde Pública da Faculdade de Medicina de Botucatu, Campus-UNESP pelo apoio técnico-científico e à Secretaria de Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo pela ajuda financeira.

REFERENCIAS

1. Ketiky A.O. Chemical Composition of unripe (green) and ripe plantain (*Musa paradisiaca*). *Journal of the Science Food and Agriculture*, London, 24(1):703-7, jan., 1973.
2. Ankrah E.K. Chemical studies of some plant wastes from Ghana *J Science Food and Agriculture*, Washington, 25:1229-32, 1974.
3. Izonfuo W.A.L. & Omuaru V.O.T. Effect of ripening on chemical composition of plantain peels and pulps (*Musa paradisiaca*). *Journal of the Science Food and Agriculture*, Washington, 45:333-36, 1988.
4. Silva O. J. Análise de alimentos; métodos químicos e biológicos. Viçosa, Imprensa Universitária Federal de Viçosa, 166p. 1981.
5. Lajolo, F.M., Menezes E.W., Filisetti-Cozzi J.M.C.C. Considerações sobre carboidratos e fibra. *Arch Latinoamer Nutr. Guatemala*. 38(3):519-42. 1988.
6. Pourchet- Campos M.A. Fibra: a fração alimentar que desafia os estudiosos. *Alimentação nutrição*, São Paulo, 2: 53-63, 1990.
7. Slavin J. Nutritional benefits of soy protein and soy fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, Baltimore, 51(7): 816-19. 1991.
8. Christensen E.H. Characteristics of sugarbeet fiber allow many food uses. *Cereal Foods World*, Saint Paul, 34(7):541-44. 1989.
9. Collins J.L., Kalantari S.M., Post A.R. Peanut hull flour as dietary fiber in wheat bread. *Journal of Food Science*. Chicago, 47(6): 1889-920. 1982.
10. Madeira M.S. & Sabaa Srur A.O. Aproveitamento do sabugo de milho na elaboração de produtos ricos em fibras da dieta para alimentação humana. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 13., São Paulo, 1992. Programas e Resumos. São Paulo, SBCTA, p. 2-28. 1992.
11. Torrey M. Fruits. In: Torrey M. ed. Dehydration of fruits and vegetables. Park Ridge, Noyes, p. 110-44. (*Food Technology Review*, 13). 1974.
12. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 43: 503, 1991.
13. Von Loesecke H.W. Bananas. 2TM ed., New York, Interscience Publ. 189p. 1950.
14. Chung S.L. & Meyers S.P. Bioprotein from banana wastes. In: General Meeting of Society for Industrial Microbiology, 35., Houston, 1978. Proceedings. Arlington, Society for Industrial Microbiology. p. 723-32. 1979.
15. Moura E.C.V. Fontes protéicas não-convencionais; perspectivas de seu emprego na alimentação. In: Nóbrega F.J. Desnutrição intra-uterina e pós-natal. São Paulo, Panamed, p. 35-56. 1981.
16. Masson M.L., Costa Neto P.R., Cahauana L.A., Travisani H.M., Travisani E.J. Geléia elaborada a partir de casca da banana. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 13., São Paulo, 1992. Programa e Resumos. São Paulo, Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 193. 1992.
17. Rranzani M.R.T.C. & Prado Filho L.G. Substâncias fenólicas em alimentos. Piracicaba, Departamento de Ciência e tecnologia Agroindustrial/Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», 91p. 1991.
18. Bleinroth E.W. Matéria-prima. In: Banana. 2 ed. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 133-96. (Série Frutas Tropicais, 3). 1990.
19. Medina J.C. Cultura. In: Banana. 2 ed. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 133-96. (Série Frutas Tropicais, 3). 1990.
20. Lara A.B.W.H.(Cood.). Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. In: Rebocho D.D.E., ed. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 2.ed. São Paulo, Vol.1, 371p. 1976.
21. Helrich K. (Ed.) Official methods of analysis. 15 ed. Washington, Association of Official Analytical Chemists, 1v. 1990.
22. Swain T. & Hillis W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of Science Food and Agricultural*, London, 10: 63-8, 1959.
23. Nelson N. A photometric adaptation of SOMOGYI method for the determination of glucose. *The Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, 153: 375-80. 1944.
24. Somogyi M. A new reagent for the determination of sugars. *The Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, 160: 61-8. 1945.
25. Falanghe H. & Caruso J.G.B. D-Arabitol production by *Endomycopsis burtonii* in sugarcane juice media. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, 18(7): 1099-102. 1972.
26. Horwitz W. (ed). Official methods of analysis. 12 ed. Washington, Association of Official Analytical Chemists. 1975.
27. Delorme C.B., Wojcik J., Gordon C. Method of addition of cellulose to experimental diets and its effect on rat growth and protein utilization. *Journal of Nutrition*, Bethesda, 111(9): 15522-27, 1981.
28. Report of the American Institute of Nutrition (AIN) Ad Hoc. Committee on Standards for Nutritional Studies. *Journal of Nutrition*, 107:1340-1348. 1977.
29. Pellet P.L. & Young V.R. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo, The United Nations University, 154p. 1980.
30. Gomes F. P. Curso de estatística experimental. 12 ed. Piracicaba, Nobel, 467 p. 1987.
31. Barnell H.R. & Barnell E. Studies in tropical fruits. In: Blackman V.A. (Ed.). *Annals of Botany*. Oxford, The Clarendon Press, v. 9, p. 77-90. 1945.
32. Honig P. Principios de tecnologia azucarera. 1. México, Editorial Continental, 645p. 1982.
33. Sundaravalli O.E., Shurpalekar K.S.; Rao M.N. Inclusion of cellulose in calorie-restricted diets. *Journal of American Dietary Association*, 62:41-43, 1973.

Recibido: 25-07-1996

Accepted: 09-09-1996

Composición química de ensilados de lombrices terrestres (*Eisenia fetida* y *Lumbricus rubellus*)

Ma. Esther Ortega Cerrilla¹, Amada Laura Reyes Ortigoza² y Germán Mendoza Martínez¹

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue evaluar la posibilidad de conservar lombrices terrestres (*Eisenia fetida* y *Lumbricus rubellus*) mediante el ensilaje bajo diferentes condiciones y determinar la composición de los productos obtenidos. Las lombrices fueron ensiladas con dos fuentes de carbohidratos (sorgo molido y melaza), teniendo los siguientes tratamientos: 1) 60% lombriz, 40% sorgo; 2) 60% lombriz, 40% sorgo ajustando el pH a 4.0 con HCl; 3) 60% lombriz, 20% sorgo, 20% melaza; 4) 60% lombriz, 20% sorgo, 20% melaza, ajustando el pH a 4.0 con HCl, manteniéndolos a 18 °C por 15 días. En los ensilados se determinó: pH, análisis químico proximal, proteína digestible en pepsina, proteína verdadera, nitrógeno amoniacal, ácidos acético, propiónico, butírico, ácido láctico y energía bruta. Los resultados se analizaron por análisis de varianza y las medias por contrastes ortogonales: 1) tratamientos con sorgo vs. tratamientos con sorgo y melaza; 2) tratamiento con sorgo vs. tratamiento con sorgo y HCl; 3) tratamiento con sorgo y melaza vs. tratamiento de sorgo y HCl; 3) tratamiento con sorgo y melaza vs. tratamiento con sorgo, melaza y HCl. No se observaron diferencias ($P > 0,0001$) en el porcentaje de humedad, extracto etéreo, fibra bruta y proteína bruta (52,22, 2,96, 1,115, 22,00, 51,76, 3,48, 1,28, 20,17; 53,89, 3,23, 0,95, 20,63; 54,87, 2,99, 1,03, 21,14, para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente), tampoco ($P < 0,0001$) en proteína verdadera y energía bruta (7,57, 4,37; 6,92, 4,41; 5,45, 4,37; 6,38, 4,30, para 1, 2, 3 y 4, respectivamente). Los tratamientos con sorgo fueron diferentes a los que contenían sorgo y melaza en el contenido de cenizas ($P < 0,0001$) y de extracto libre de nitrógeno ($P < 0,02$) (3,80, 70,09; 3,60, 71,47; 6,08, 69,11; 6,63, 68,21, para 1, 2, 3 y 4, respectivamente). El porcentaje de proteína digestible fue diferente ($P < 0,01$) entre el tratamiento 1 (96,78) y 2 (94,34). El pH fue menor en los tratamientos 2 (3,80) y 4 (3,76), que en los que no se adicionó 1 (4,06) y 3 (4,16). El nitrógeno amoniacal fue muy bajo en todos los tratamientos (0,29, 0,30, 0,26, 0,16 g/Kg^{-1} MS, para 1, 2, 3 y 4, respectivamente). Se observó una amplia relación ácido láctico: acético en los tratamientos 1 (7,55), 2 (14,83), 3 (8,30) y 4 (7,63). Se concluye que es posible obtener ensilados de buena calidad utilizando las lombrices *E. fetida* y *L. rubellus*, agregando sorgo o melaza como fuentes de carbohidratos, sin que se requiera agregar ácidos para lograr una fermentación adecuada. Por las características de estos ensilados, es posible usarlos para la alimentación animal, especialmente de no rumiantes. Palabras claves: Ensilaje, lombrices terrestres, *Eisenia fetida*, *Lumbricus rubellus*, composición química

SUMMARY. Chemical composition of earthworm (*Eisenia fetida* and *Lumbricus rubellus*) silages. Earthworms (*Eisenia fetida* and *Lumbricus rubellus*) were ensiled with ground sorghum and molasses in the following proportions: 1) 60% earthworms, 40% sorghum; 2) 60% earthworms, 40% sorghum, adjusting pH to 4.0 with HCl; 3) 60% earthworms, 20% sorghum, 20% molasses; 4) 60% earthworms, 20% sorghum, 20% molasses, adjusting pH to 4.0 with HCl. These mixtures were allowed to ferment for 15 days at 18 °C. pH, proximate chemical analyses, digestible protein, true protein, ammonia nitrogen, acetic, propionic and butyric acid, lactic acid and gross energy were analyzed in the ensiled mixtures. Data were analyzed by ANOVA and orthogonal contrasts. No differences ($P > 0,0001$) were found in the percentage of moisture, ether extract, crude fiber and crude protein (52,22, 2,96, 1,15, 22,00, 51,76, 3,48, 1,28, 20,17; 53,89, 3,23, 0,95, 20,63; 54,87, 2,99, 1,03, 21,14, for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively). Neither there was any difference ($P > 0,0001$) for true protein and gross energy (7,57, 4,37; 6,92, 4,41; 5,45, 4,37; 6,38, 4,30, for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively). Ash content ($P < 0,0001$) and nitrogen free extract ($p < 0,02$) were different between treatments with sorghum and treatments with sorghum and molasses (3,80, 70,09; 3,60, 71,47; 6,08, 69,11; 6,63, 68,21, for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively). Digestible protein was also different ($P < 0,01$) for treatment 1 (96,78) than 2 (94,34). pH values were lower ($P < 0,03$) for treatment 2 (3,80) and 4 (3,76), where HCl was added than for 1 (4,06) and 3 (4,16). Ammonia nitrogen values were very low for all treatments. Lactic:acetic acid ratio was large for all treatments (7,55, 14,83, 8,30, 7,63 for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively). It is concluded that it is possible to preserve the earthworms *E. fetida* and *L. rubellus* by ensiling, adding a source of carbohydrates, such as sorghum or molasses. Not being necessary the addition of acids to have an adequate fermentation.

Key Words: Silage, earthworms, *Eisenia fetida*, *Lumbricus rubellus*, chemical composition.

INTRODUCCION

Debido a la creciente demanda de alimentos y a que cada vez es más difícil satisfacerla empleando métodos tradicionales, es necesario buscar nuevas fuentes, que sean de bajo costo y que a la vez tengan un alto valor nutritivo.

Existen algunas lombrices terrestres, como son *Eisenia fetida* y

Lumbricus rubellus, capaces de convertir desechos orgánicos en biomasa con un alto contenido proteínico, sin que presenten problemas de toxicidad (1,2).

Aunque el consumo de lombrices como tales no sería aceptado por la población, es posible emplear éstas en dietas para animales no rumiantes, con lo que se podrían reducir los costos de alimentación de estos animales y a la vez la contaminación que producen los desechos orgánicos.

La harina de lombrices, de los géneros *Eisenia fetida* y *Lumbricus rubellus*, se ha empleado en dietas para pollos, cerdos, conejos, ratas y ratones, permitiendo obtener conversiones alimenticias similares a las observadas con alimentos comerciales (3,4,5,6,7).

1 Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería, Montecillo, Edo. de México, México

2 Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, México

La calidad proteínica de la harina de lombriz es comparable a la de la harina de pescado y carne deshidratada (8). Sin embargo, el principal inconveniente del empleo de la harina de lombriz en alimentación animal es el bajo contenido de materia seca, debido al elevado contenido de agua que contienen estos organismos (5). Una alternativa para su empleo en la alimentación animal puede ser el ensilaje, que ha probado ser un proceso adecuado para la conservación de productos con un alto contenido proteínico, como el pescado (9).

Hasta ahora no existe información publicada en relación al ensilaje de lombrices, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad de ensilar las lombrices *Eisenia fetida* y *Lumbricus rubellus*, con la finalidad de obtener un producto de calidad adecuada para ser utilizado en la alimentación animal, así como también evaluar la adición de diferentes fuentes de carbohidratos, requeridos para obtener una fermentación adecuada de productos con un alto contenido proteínico, como las lombrices (10).

MATERIAL Y METODOS

Las lombrices *Eisenia fetida* y *Lumbricus rubellus* se obtuvieron de una granja comercial productora de conejos, siendo identificadas y determinada la proporción en que se encontraba cada una de ellas en el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, para lo cual se tomaron al azar 20 de 10 lombrices cada uno.

Las lombrices fueron separadas del material de la cama de cultivo y estiércol de conejo, para lo cual se colocaron en una superficie expuesta al sol (11). Posteriormente se lavaron con una solución salina al .05% durante 6 h, para remover el contenido del tracto digestivo y una parte de las lombrices se secaron a 60 °C por 24 h, y molieron para realizar el análisis químico proximal (humedad, proteína bruta, cenizas, extracto etéreo, fibra bruta y extracto libre de nitrógeno) (12).

El resto de las lombrices ya lavadas, se utilizó para la preparación de microsilos, con los siguientes tratamientos (p/p):

1. 60% lombriz 40% sorgo molido (60L + 40S)
2. 60% lombriz, 40% sorgo molido, ajustando el pH a 4 con HCl (60L + 40S + HCl)
3. 60% lombriz, 20% sorgo molido, 20% melaza (60L+20S+20M)
4. 60% lombriz, 20% sorgo molido, 20% melaza, ajustando el pH a 4 con HCl (60L + 20S + 20M + HCl)

Se utilizaron sorgo y melaza como fuentes de carbohidratos, por ser de bajo costo y fácil adquisición y ácido clorhídrico (HCl), por su menor costo en relación con otros ácidos, además de que ha demostrado ser adecuado para la conservación de pescado mediante el ensilaje (13).

Los diferentes tratamientos se ensilaron en frascos de vidrio color ámbar con capacidad de 960 ml, ensilándose 300 g de lombrices (60%) y el resto con sorgo o sorgo y melaza, para tener 500 g en cada frasco; asignándose por cada tratamiento tres repeticiones.

Las mezclas se prepararon manualmente, comprimiendo el contenido de cada uno de los frascos. Para lograr un ambiente de anaerobiosis se introdujo en cada frasco una vela encendida. Los frascos se taparon y sellaron, quedando herméticamente cerrados, manteniéndose a una temperatura ambiente promedio de 18 °C por 15 días.

Transcurrido este tiempo, los frascos se abrieron y se realizaron las siguientes determinaciones: pH, análisis químico proximal (12); proteína digestible en pepsina, nitrógeno amoniacal, ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico) y ácido láctico por

cromatografía de gases, según las técnicas propuestas por Tejada (14); proteína verdadera (15) y energía bruta (15).

Los resultados se analizaron por análisis de varianza para un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones, las medias por contrastes ortogonales (16), con los siguientes contrastes: 1. tratamientos con sorgo molido vs. tratamientos con melaza; 2. tratamiento con sorgo molido vs. tratamiento con sorgo y HCl; 3. tratamiento con sorgo molido y melaza vs. tratamiento con sorgo, melaza y HCl.

RESULTADOS Y DISCUSION

La proporción de *Eisenia fetida* y *Lumbricus rubellus*, fue de 70 y 30% respectivamente. La composición química de la mezcla de lombrices se muestra en la Tabla 1, el porcentaje de proteína cruda, grasa y fibra cruda puede compararse al de la harina de carne (57,1, 10,6 y 2,5% respectivamente). Sin embargo, el de cenizas fue menor y mayor el extracto libre de nitrógeno en la harina de lombriz que en la de carne (27,0 y 2,8%) (17).

TABLA 1
Composición química de las lombrices (*Eisenia fetida* y *Lumbricus rubellus*), sorgo y melaza

Componente	Lombrices	Sorgo	Melaza
Humedad (%)	79,81	12,42	18,82
Proteína bruta (%)*	50,32	7,72	1,52
(N x 6,25)			
Cenizas (%)*	13,76	1,45	7,71
Extracto etéreo (%)*	9,69	2,72	—
Fibra bruta (%)*	2,67	3,28	—
Extracto libre de nitrógeno (%)*	23,56	84,83	90,77

* Datos expresados en base seca

El contenido de humedad, extracto etéreo, fibra cruda, proteína cruda, proteína verdadera, proteína digestible en pepsina y energía bruta fue similar en todos los ensilados (Tabla 2). El de cenizas fue menor ($P < 0,0001$) para los ensilados con sorgo y con sorgo y melaza, debido a que la melaza contiene un mayor porcentaje de estas que el sorgo (17). También se observaron diferencias ($P < 0,02$) entre estos mismos tratamientos en el porcentaje de extracto libre de nitrógeno, siendo mayor en los que sólo contenían sorgo que en los que contenían sorgo y melaza, ya que la melaza es una fuente de carbohidratos fácilmente solubles, que las bacterias pueden utilizar rápidamente (18,19).

Los porcentajes de proteína cruda y verdadera fueron similares a los observados en trabajos realizados con pescado ensilado con carbohidratos, como la yuca (20). Se encontraron diferencias ($P < 0,01$) entre el tratamiento con sorgo y con sorgo y HCl, en el porcentaje de proteína digestible en pepsina, siendo mayor en el tratamiento sin HCl. Sin embargo, en todos los tratamientos fue mayor al 90%, similar al porcentaje de proteína digestible en pepsina, observada en el calostro bovino fermentado (21), lo cual indica que es proteína altamente digestible.

El contenido de nitrógeno amoniacal en todos los tratamientos se encontró por debajo del 2% con respecto al nitrógeno total (Tabla 3), lo que indica una buena calidad de la fermentación y mínima utilización de las proteínas (22).

TABLE 2
Análisis químico proximal, proteína verdadera, proteína digestible y energía bruta en los ensilados de lombrices

Componentes	ENSILADOS ¹				ESM*
	60L+40S	60L+40S+HCl	60L+20S+20M	60L+20S+20M+HCl	
			%		
Humedad	52,22	51,76	53,89	54,97	3,50
Cenizas ^a	3,80	3,60	6,08	6,63	0,38
Extracto etéreo	2,96	3,48	3,23	2,99	0,42
Fibra bruta	1,15	1,28	0,95	1,03	0,10
Proteína bruta (N x 6,25)	22,00	20,17	20,63	21,14	0,87
Extracto libre de nitrógeno ^b	70,09	71,47	69,11	68,21	0,79
Proteína verdadera	7,57	6,92	5,45	6,38	0,65
Proteína digestible en pepsina ^c	96,78	94,34	96,04	95,54	0,59
Energía bruta (Kcal/g)	4,37	4,41	4,37	4,30	0,09

* Error estandar de la media

a Contraste tratamientos con sorgo vs. tratamientos con sorgo y melaza (P<0,0001)

b Contraste tratamientos con sorgo vs. tratamientos con sorgo y melaza (P<0,02)

c Contraste tratamiento con sorgo vs. tratamiento con sorgo y HCl(P<0,01)

1 L: lombrices; S: sorgo molido; M: melaza de caña

TABLE 3
Valores de pH, N-Amoniacal y ácidos láctico, acético, propiónico y butírico en los ensilados de lombrices

Componentes	ENSILADOS ¹				ESM*
	60L+40S	60L+40S+HCl	60L+20S+20M	60L+20S+20M+HCl	
pH ^a	4,06	3,80	4,16	3,76	0,11
	g Kg-1, base seca				
N-amoniaco	0,29	0,30	0,26	0,16	0,04
Acido láctico	0,68	0,89	0,83	0,84	0,09
Acido acético ^b	0,09	0,06	0,10	0,11	0,01
Acido propiónico	0,006	0,006	0,01	0,01	0,003
Acido butírico	0,001	0,003	0,005	**	0,001

* Error estandar de la media

** No se encontró

a Contraste tratamientos con sorgo y melaza vs. tratamientos con sorgo, melaza y HCl (P<0,03)

b Contraste tratamientos con sorgo vs. tratamientos con sorgo y melaza (P<0,04)

c Contraste tratamiento con sorgo vs. tratamiento con sorgo, melaza y HCl(P<0,04)

1 L: lombrices; S: sorgo molido; M: melaza de caña

Los valores de pH en todos los tratamientos se encontraron dentro del rango que se considera óptimo para un ensilado, de 3,8 a 4,3, coincidiendo con los valores observados en trabajos realizados con ensilados de pescado (19).

Los niveles de ácido láctico fueron menores a los observados en otros trabajos en que se han ensilado productos con un contenido elevado de proteína, sin embargo la proporción en relación con la producción de ácido acético, propiónico y butírico fue mayor, por lo que puede considerarse que hubo una fermentación adecuada en todos los tratamientos (23,24,25,26). La relación ácido láctico:acético fue de 7,55. 14,83. 8,3 y 7,63 para 60L + 40S; 60L + 40S + HCl; 60L + 20S + 20M y 60L + 20S + 20M + HCl, respectivamente; por lo que en este caso, el tratamiento 60L + 40S + HCl, fue el que tuvo una fermentación más eficiente. Sin embargo, en todos los casos, se tuvo una amplia relación ácido láctico:acético.

El contenido de energía bruta en los ensilados es comparable con el de la alfalfa, maíz y trigo (17), por lo cual además de proporcionar proteína, pueden suministrar energía a los animales que se proporcionen.

Los resultados obtenidos, indican que es posible conservar las lombrices *Eisenia fetida* y *Lumbricus rubellus* mediante el ensilaje, utilizando sorgo o melaza como fuente de carbohidratos, sin que se requiera agregar ácidos para obtener un ensilaje de buena calidad.

REFERENCIAS

- Neuhauser E.F., Kaplan D.L., Malecki M.R. and Hartenstein R. Materials supporting weight gain by the earthworm *Eisenia fetida* in waste conversion systems. *Agric. Wastes* 2:43-60, 1980.
- Ibañez I.A., Herrera A.C., Velásquez L.A. and Hebel P. Nutritional and toxicological evaluation on rats of earthworm (*Eisenia fetida*) meal as protein source for animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 42:165-172, 1993.
- Harwood M. Recovery of protein from poultry waste by earthworms. *Proc. 1st. Austr. Poultry Stockfeed. Conv. Melbourne, Australia* p.138-143. 1976.
- Harwood M. and Sabine J.R. The nutritive value of worm meal. *Proc. 3rd Austr. Poultry Stockfeed. Conv. Sydney, Australia.* p.164-171, 1978.
- Orozco A.S., Ortega M.E. y Pérez Gil F. Uso de la lombriz de tierra como suplemento proteínico en dietas para conejos. *Arch. Latinoamer Nutr.* 38:946-955, 1988.
- Tanaka K., Youn B.S., Ohtani S. and Sakaida M. Effects of fermented products from the chub mackerel on growth and lipogenesis and contents of various lipids in the liver of growing chicks. *Jap. J Zootech Sci.* 61:1102-1106, 1990.
- Sabine J.R. Earthworms as source of food and drugs. In: *Earthworm Ecology.* Satchell, I. ed. Chapman and Hall, London. p.285-296, 1983.
- Sabine J.R. The nutritive value of earthworm meal. In: *Utilization of soil organisms in sludge management.* Hartenstein R. ed. Syracuse State University, Syracuse, N.Y. p.112-130. 1978.
- Van Wyk H. and Heydenrych C.M.S. The production of naturally fermented fish silage using various lactobacilli and different carbohydrate sources. *J. Sci. Food Agric.* 36:1093-1103, 1985.
- Reyes G., Martínez R., Rodríguez L.M., Bello R.A. y Cruz Pascual M. Efecto de la adición de desechos de frutas tropicales sobre la velocidad de producción de ensilado microbiano de pescado. *Alimentaria* 28:99-108, 1991.
- Edwards C.A. y Lofty J.R. *Biology of earthworms.* 2nd ed. Chapman and Hall, London. 335 pp. 1977.
- Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC.* 14th ed. Washington, DC. The Association 1141 pp. 1984.
- Aguilera B.A. y Pérez Gil F. Parámetros de fermentación y conservación del ensilaje de desechos de pescado. *Tecnol. Alimen. (México)*, 18:22-26, 1983.
- Tejada I. *Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal.* INIP-SARH, México, 386 pp. 1983.
- Bateman J.J. *Manual de Métodos Analíticos.* Herrero Hnos. México, DF. 468 pp. 1979.
- Steel R.C.D. and S.H. Torrie. *Bioestadística. Principios y procedimientos.* 2a ed. McGraw-Hill/ Interamericana de México, S.A. de C.V., México. 622 pp. 1988.
- Ensminger M.E. and Olentine C.G. *Feeds and Nutrition Complete.* The Ensminger Publishing Co., USA 1419pp. 1980.
- Twiddy D.R., Cross S.J. and Cooke R.D. Parameters involved in the production of lactic acid preserved fish-starchy substrate combinations. *Int. J. Food Sci. Technol.* 22:115-121, 1987.
- Fagbenro O.A. and Jauncey K. Chemical and nutritional quality of dried fermented fish silages and their nutritive value for tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Anim. Feed Sci. Technol.* 45:167-176, 1994.
- Disney J.G., Hoffman A., Olley J., Clucas I.J., Barranco A. and Francis B.J. Development of a fish silage carbohydrate animal feed for use in the tropics. *Trop. Sci.* 20:129-144, 1978.
- Díaz C.A. y Ortega M.E. Cambios químicos en el calostro fermentado con sorgo. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 44:270-273, 1994.
- Woolford M.K. *The silage fermentation.* Marcel Dekker, Inc. New York p.190-211. 1984.
- McCullough M.E. Silage and silage fermentation. *Feedstuffs*, March 28, 49-52, 1977.
- Hinds M.A., Bolsen K.K., Ilg H.J., Milliken G.A. and Brethou J. Effects of silo types and NPN and inoculant additives on quality of sorghum silages. *J Anim Sci* 57 (Suppl. 1): 286(Abstrc), 1983.
- Umaña R., Staples C.R., Bates D.B., Wilcox C.J. and Mahanna W.C. Effects of microbial inoculation and (or) sugarcane molasses on the fermentation aerobic stability and digestibility of bermudagrass ensiled at two moisture contents. *J. Anim Sic* 69:4588-4601, 1991.
- McDonald P., Henderson N. and Heron S. *The biochemistry of silage.* 2nd ed. Chalcome Publications. Marlow, UK. p.250-303. 1991.

Recibido: 13-05-1996

Aceptado: 12-11-1996

Contenido de colesterol en el músculo *longissimus* de bovinos venezolanos

Nelson Huerta Leidenz¹, Jorge L. Ruíz Ramírez², Lilia Arenas Moreno¹, Nancy Jerez Timaure¹, Enrique Márquez², y Beatriz Muñoz²

Universidad del Zulia. Maracaibo, Edo. Zulia

RESUMEN. Se seleccionó una muestra de 149 bovinos sacrificados en un matadero venezolano. Después de la evaluación y clasificación de las canales, se tomaron bistés del solomo, con el objeto de estudiar el efecto de la clase de animal, por su condición sexual (62 toros, 67 novillos, 20 novillas), la edad dentaria (2.5, 3.0, 3.5, 4.0 años), el tipo racial (17 mestizos lecheros y 132 mestizos Cebú), madurez fisiológica (A o B), categoría oficial en canal (Optima, Excelente, Selecta o Superior), marmoleo (cuatro niveles desde «Nada» hasta «Pequeña cantidad»), grado de acabado («Uniforme», «Desuniforme», «En parches» y «Desprovisto») y el espesor de grasa de cobertura del solomo (1=0,1 - 0,2 cm; 2=0,3-0,4 cm; 3=0,5-0,9 cm and 4=>1,0 cm) sobre la concentración (mg/100 g de tejido fresco) de colesterol, determinada colorimétricamente, del músculo *longissimus dorsi*. La edad o madurez, la condición sexual, la clasificación de la canal, el nivel de marmoleo, el grado de acabado o el espesor de la grasa de cobertura sobre el solomo no tuvieron efecto significativo sobre el contenido de colesterol del *longissimus*. Sin embargo, los mestizos lecheros superaron a los mestizos Cebú en 12,2 mg/100 g de colesterol muscular (P=0,08). La media general de la muestra y su dispersión (66,6 ± 16 mg/100 g) no muestran valores distintos a los obtenidos con ganado igual o mejor cebado en otras latitudes.

SUMMARY. Cholesterol content of beef *longissimus* from slaughter cattle of Venezuela. An observational study was conducted with 149 cattle, raised under tropical conditions of Venezuela (mostly grassfed), to study the relationships of sex class (62 bulls, 67 steers, 20 heifers), age by dentition (2.5; 3.0; 3.5 and 4.0 yr), physiological maturity (A or B), cattle type (17 Dairy or 132 Zebu type crossbreds), Venezuelan carcass grade (Optima, Excelente, Selecta or Superior), marbling level (four levels from «None» to «Small quantity»), carcass fat cover (four level: «Even», «Uneven», «patch-like» and «Devoid») and subcutaneous fat thickness (SFT) over the ribeye (1= 0.1-0.2 cm; 2= 0.3-0.4 cm; 3= 0.5-0.9 cm and 4=>1.0 cm) on cholesterol content (mg/100 g wet weight) of *longissimus* muscle. Cholesterol content, as determined colorimetrically, did not vary in response to the differences in sex class, age, maturity level, carcass grade, marbling level or SFT represented in the present survey. However, cattle type affected (P=0.08) cholesterol content. Least square means analysis showed that dairy type contained 12.2 mg more of cholesterol/100 g of muscle than Zebu type. The overall mean (±SD) muscle cholesterol for the kind of cattle sampled herein (66.6 ± 16 mg/100 g) was not considered to be different from those of cattle fed in other latitudes.

INTRODUCCION

Desde una cuarta parte hasta un tercio del total diario de colesterol disponible por habitante en Venezuela, lo han venido aportando, en conjunto, las carnes de bovino, pollo y porcino en el período 1970-1992 (1). Para 1990, se estimó que el aporte diario de colesterol a los usuarios venezolanos de la carne de bovino sin procesar (molida y en cortes) fue de 40 mg (2). A las carnes rojas, especialmente del bovino, se les atribuye un contenido importante de colesterol, cuya ingestión se vincula a los niveles elevados de colesterol sérico y por ende, con las enfermedades cardiovasculares; cuestión de mucha controversia (3). Mucho de lo que se sabe acerca del contenido de colesterol en carnes de bovino, se basa, principalmente, en datos obtenidos con ganado gordo de países no tropicales, predominando como patrón, el músculo *longissimus* (4-13). La literatura latinoamericana y en especial, la venezolana, es deficiente en estudios relacionados con este tópic y se ha recomendado abordarlos (14).

Labrador et al (15) reportaron el contenido de colesterol en algunos cortes de carne bovina sin conocer factores intrínsecos del animal que los derivaba, tales como edad o madurez, condición sexual, tipo racial, estado de gordura o, en su defecto, la clasificación

oficial en canal. Hasta su versión 1991 (16), la Tabla de Composición de Alimentos para Venezuela, clasifica la carne de acuerdo a un grado ambiguo de gordura («Magra», «Semigorda», etc.) y reporta su perfil nutritivo sin el colesterol. Ante la falta de información, muchos profesionales de la salud recomiendan la selección de cortes magros, por suponer un contenido bajo de colesterol (Gotera-Prado, Z., comunicación personal).

En el presente trabajo, a partir de ganado comercial venezolano, se analizan las posibles variaciones en el contenido de colesterol del músculo *longissimus*, debidas a factores intrínsecos y a la clasificación de la canal, examinando el estado de gordura corporal y engrasamiento muscular visible. De esta forma, se pretende conocer mejor el producto autóctono, compararlo con el producido en otras latitudes y actualizar la información de las tablas de composición de alimentos existentes.

MATERIALES Y METODOS

Caracterización y manejo de muestras: El grupo seleccionado para éste estudio estuvo constituido por 149 animales sacrificados en el Matadero Industrial Centro-Occidental ubicado en Barquisimeto, Estado Lara. Para estudiar el efecto de la condición sexual se utilizaron 62 toros (machos no castrados), 67 novillos (machos castrados), y 20 hembras, clasificadas como novillas. Los tipos raciales considerados fueron 17 mestizos Lecheros (predominio de Holstein, Pardo Suizo o animales de Doble Propósito sin

1 Facultad de Agronomía.

2 Facultad de Ciencias Veterinarias.

predominancia genética definida) y 132 mestizos Cebú (Predominio fenotípico de razas cebuinas) clasificados en los corrales del matadero, antes del sacrificio, por un médico veterinario adiestrado.

Después de la decapitación, se estimó la edad por la erupción y rasamiento de incisivos (17). Las edades dentarias fluctuaron entre 2,0 y 4,5 años y fueron agrupadas en 2,5; 3,0.; 3,5 y 4,0 años, pasando a formar los animales de 2 años el grupo de 2,5 años y los de 4,5 el grupo de 4 años.

A las 48 horas postmortem se procedió al cuarteto y evaluación de la canal para evidenciar la madurez fisiológica y el estado de gordura corporal. Las canales fueron clasificadas por el sistema de categorización de canales bovinas del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) (18). La madurez fisiológica fue determinada por el grado de osificación del esqueleto, el color y la textura muscular siguiendo las normas y procedimientos pertinentes (18-20). La gordura o engrasamiento corporal se efectuó por dos métodos. El primer método de carácter objetivo, consistió en la medición del espesor de la grasa de cobertura, es decir, el tejido adiposo subcutáneo, a nivel del 12° espacio intercostal sobre el área del músculo *longissimus*, como ha sido descrito por otros (19), utilizando una regla metálica milimetrada. El segundo método de carácter más subjetivo, consistió en la apreciación por técnicos entrenados, de la distribución o acabado de grasa de cobertura general de la canal, utilizando una escala descriptiva a tres niveles: 1= Uniforme; 2= Desuniforme; 3= En parches y 4= Desprovisto. También se observó el nivel de engrasamiento muscular por el grado de veteado o cantidad visible de grasa en el músculo, conocida en la industria como marmoleo, por su semejanza a las vetas del mármol (18,19). El marmoleo fue calificado con la ayuda de patrones fotográficos a color (19), utilizando la siguiente escala de puntuaciones: 1= Nada, 2= Prácticamente desprovisto, 3= Trazas y 4= Pequeña cantidad.

Después de las mediciones en canal, se procedió al desposte de la canal y al retiro de dos bistés de 2,5 cm de espesor, a partir del corte conocido como Solomo de Cuerito Delgado (21) en su porción caudal. Los bistés se empacaron al vacío para congelarlos en un túnel a -30 °C. Congelados fueron transferidos a una recipiente con hielo seco y enviados a la ciudad de Maracaibo (distante 4 h) donde fueron almacenados inmediatamente en cámaras de un frigorífico comercial (-20 °C). De allí fueron trasladados con hielo seco al laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de La Universidad del Zulia (LUZ).

Previo al análisis, los bistés se colocaron en una refrigeradora durante 18 horas para su descongelación y al músculo crudo se le retiró totalmente la grasa de cobertura, es decir, el tejido adiposo subcutáneo. La idea era similar la porción de carne verdaderamente comestible, ya que se ha indicado que la mayoría de los consumidores retiran esta grasa de cobertura del músculo, antes o después de la cocción (2).

Análisis de colesterol: El contenido de colesterol fue determinado por triplicado para cada muestra. Para obtener el extracto lipídico, las muestras de carne magra fueron molidas en un procesador de alimentos (Picatodo marca Moulinex®). Se pesaron 10,0 g de muestra y ésta se mezcló en un homogeneizador (Virtis® Modelo 27625) por tres minutos con 250 ml de una solución de cloroformo metanol (2:1 V/V) siguiendo el procedimiento de Folch et al (22). El extracto de cloroformo se transfirió a tubos de ensayo de 50 ml con sobretapa de teflón que se almacenaron en un congelador a -20 °C.

Después de una semana, como máximo de almacenamiento, 3,0 ml (equivalente a 0,15 g de tejido) del extracto lipídico fueron

utilizados para la determinación de colesterol siguiendo la metodología descrita por Rhee et al (6,7). con las siguientes modificaciones (Smith S.B. comunicación personal) para la saponificación: el extracto fue colocado en un tubo de ensayo con tapa y se evaporó el solvente bajo una corriente de nitrógeno en un baño de agua a 55-60 °C, luego se le agregó 8 ml de KOH al 15 % (en etanol al 90 %) y 2 ml de pirogallool al 15 %. La mezcla se agitó en un Vortex®. Seguidamente, se llevó el tubo a un baño de agua con agitación y se saponificó durante 20 minutos a 80 °C. La muestra se dejó enfriar a temperatura ambiente y se le añadieron 5 ml de agua destilada. Los materiales insaponificables fueron extraídos dos veces con porciones de 10,0 ml de hexano, complementándose 20,0 ml de extracto a partir de la fase orgánica. A partir de este extracto se tomó una alícuota de 40,0 ml y se evaporó el hexano bajo una corriente de nitrógeno en baño de agua a 80 °C.

Para el ensayo colorimétrico de colesterol se siguió la metodología descrita por Searcy y Bergquist (23) usando ácido acético saturado con sulfato ferroso y ácido sulfúrico como reactivos para desarrollar el color. La curva estandar de colesterol fue construida utilizando soluciones de 0 a 80 µg de colesterol purificado (Cholesterol S.C.W. Nutritional Biochemicals Corporation, Cleveland-Ohio), la cual fue lineal en este rango. La absorbancia se midió utilizando un espectrofotómetro Shimadzu® UV-2101PC a una longitud de onda de 490 nm. Con los valores de absorbancia se determinó la concentración de colesterol para la alícuota y con los respectivos factores de dilución se calculó la concentración en 100 g de tejido fresco (carne cruda).

Análisis estadístico: Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con desigual número de observaciones en las subclases. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el paquete estadístico S.A.S. (24), usando Análisis de Varianza por el Modelo Lineal General (GLM).

Un primer modelo de cuadrados mínimos incluyó los efectos fijos de condición sexual, tipo racial y edad dentaria y la interacción condición sexual x edad sobre las variables respuestas espesor de grasa, grado de acabado, puntuación de marmoleo y contenido de colesterol.

En un segundo modelo, la variación en contenido de colesterol fue analizada por los efectos fijos de el espesor de la grasa de cobertura de la canal, agrupado en cuatro niveles (1=0,1-0,2 cm; 2= 0,3-0,4 cm; 3= 0,5-0,9 cm and 4= >1,0 cm), el grado de acabado agrupado en tres niveles («Uniforme», «Desuniforme» y «En parches»), el marmoleo, la madurez fisiológica y la clasificación de la canal.

Las medias cuadráticas del contenido muscular de colesterol (mg/100 g de tejido fresco) fueron separadas según el método de diferentes predichas (opción PDIFF) del S.A.S. (24), cuando los efectos del Análisis de Varianza fueron detectados a un nivel $P < 0,10$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de gordura corporal de la muestra: En la Tabla 1 se presentan los niveles de espesor de grasa a nivel del solomo y la distribución de la grasa de cobertura de la canal (grado de acabado), por la condición sexual y/o la edad. Ambas medidas de engrasamiento demostraron un mayor grado de gordura corporal en novillos y novillas, comparados con los toros ($P < 0,01$). La edad, estimada por la dentición, tuvo influencia en la gordura, pero no hubo diferencias significativas entre los más viejos (4 años o más) y los más jóvenes (2,5 años), que fueron los grupos más gordos. La

comparación entre tipos raciales no arrojó diferencias significativas en espesor de grasa ($0,48 \pm 0,1$ vs. $0,42 \pm 0,1$ cm) o puntuación de acabado ($1,6 \pm 0,1$ vs. $1,8 \pm 0,1$) para Cebú vs. Lechero, respectivamente (datos no tabulados). En general, los niveles de gordura aquí presentados variaron poco y corresponden a reses relativamente

magras, si estas se comparan, por ejemplo, con las norteamericanas: En novillos Angus X Hereford, el espesor de grasa subcutánea a este mismo nivel, puede fluctuar de 0,3 a más de 2,0 cm según el tiempo de ceba (0 a 196 días) con altos niveles de concentrados (13).

TABLA 1
Niveles de espesor de grasa y acabado de la canal para diferentes combinaciones de condición sexual con edad

Edad (años)	Condición Sexual								
	Toro	Espesor de grasa ⁽¹⁾			Total	Toro	Acabado ⁽²⁾		
		Novilla	Novillo	Total			Novilla	Novillo	Total
2,5	$0,14 \pm 0,1$	$0,71 \pm 0,1$	$0,51 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1^{ab}$	$2,3 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,3$	$1,6 \pm 0,2$	
3,0	$0,04 \pm 0,2$	$0,59 \pm 0,2$	$0,41 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1^b$	$2,4 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,3$	
3,5	$0,24 \pm 0,2$	$0,20 \pm 0,2$	$0,59 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,1^b$	$2,2 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	
4,0	$0,30 \pm 0,1$	$0,96 \pm 0,3$	$0,73 \pm 0,2$	$0,7 \pm 0,1^a$	$1,9 \pm 0,3$	$1,1 \pm 0,8$	$1,5 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,3$	
Total	$0,20 \pm 0,1^c$	$0,60 \pm 0,1^d$	$0,60 \pm 0,1^d$		$2,2 \pm 0,2^e$	$1,4 \pm 0,2^f$	$1,4 \pm 0,2^f$		

- (1) Niveles de espesor de grasa de la canal en cm.
- (2) Niveles de acabado de la canal, donde 1=Uniforme, 2=Desuniforme, 3=En parches, 4= Desprovisto.
- a,b Medias con letras diferentes para espesor de grasa de distintas edades son diferentes ($P < 0,10$).
- c,d Medias con letras diferentes para espesor de grasa de distinta condición sexual son diferentes ($P < 0,01$).
- e,f Medias con letras diferentes para acabado de canales de distinta condición sexual son diferentes ($P < 0,01$).

Efecto de condición sexual, tipo racial, edad o madurez fisiológica: En la Tabla 2 se presentan los promedios y las medias cuadráticas de colesterol para los diferentes tipos raciales, edades y condiciones sexuales con sus respectivos niveles de marmoleo. Los valores de colesterol muscular para los estados de madurez fisiológica considerados en la muestra (A vs. B) se detallan en la Tabla 3.

TABLA 2

Medias \pm Desviación Estándar (DE) y Medias ajustadas por mínimos cuadrados \pm Error Estandar (MMC \pm ES) para contenido de colesterol, de acuerdo a la condición sexual, tipo racial y edad

Variable	N	Contenido de colesterol*		Nivel de marmoleo ⁽¹⁾ MMC \pm ES
		Medias \pm DE	MMC \pm ES	
Condición Sexual				
Novillo	67	$66,7 \pm 17,3$	$74,4 \pm 5,3^a$	$2,45 \pm 0,94^a$
Hembra	20	$69,1 \pm 17,3$	$63,0 \pm 7,2^a$	$2,45 \pm 0,60^a$
Toro	62	$64,5 \pm 15,4$	$59,4 \pm 6,5^a$	$1,50 \pm 0,79^b$
Tipo Racial				
Mestizos Lecheros	17	$68,4 \pm 21,4$	$71,7 \pm 6,3^a$	$2,18 \pm 1,19^a$
Mestizos Zebú	132	$65,8 \pm 15,1$	$59,5 \pm 4,5^b$	$2,05 \pm 0,94^a$
Edad (Años)				
2,5	34	$63,8 \pm 12,8$	$69,8 \pm 6,1^a$	$1,71 \pm 0,84^a$
3,0	44	$67,8 \pm 18,3$	$62,5 \pm 7,7^a$	$2,07 \pm 0,83^a$
3,5	48	$65,0 \pm 16,2$	$65,4 \pm 5,7^a$	$2,12 \pm 1,08^a$
4,0	23	$68,6 \pm 15,0$	$67,6 \pm 7,5^a$	$2,43 \pm 0,99$
Total de Muestra	149	$66,6 \pm 16,0$		

- * Colesterol expresado en mg/100 g de tejido muscular fresco.
- (1) Niveles de marmoleo determinado por una escala del 1 al 5 donde 1=Nada; 2: Prácticamente desprovisto; 3= Trazas y 4= Pequeña cantidad.
- a,b Medias de cuadrados mínimos con letras diferentes en una misma variable difieren ($P < 0,10$).

El análisis de varianza del primero modelo no reveló efectos de la condición sexual o edad, ni de la interacción condición sexual x edad sobre el contenido de colesterol. Tampoco la madurez (A vs. B), en el segundo modelo (Tabla 3) tuvo influencia sobre éste, todo lo cual coincide con los resultados obtenidos por otros investigadores (4, 10). A pesar de eso, algunos (4) reportan diferencias entre grupos más contrastantes en madurez (A= 15-18 meses v.s F= > 6 años) teniendo una mayor cantidad de colesterol los lípidos intramusculares de los animales más inmaduros, mientras otros (10, 13) muestran un incremento cúbico del colesterol en el músculo con el tiempo que pasen en ceba las reses.

TABLA 3

Medias ajustadas por mínimos cuadrados \pm Error Estándar para el contenido de colesterol del músculo *longissimus* según la madurez y categoría venezolana en canal(1)

Variable	N	Contenido de colesterol*
Madurez		
A	83	$67,4 \pm 5,3^a$
B	66	$76,3 \pm 5,5^a$
Categoría Venezolana		
Optima	28	$74,7 \pm 6,3^a$
Excelente	41	$72,8 \pm 6,7^a$
Selecta	70	$68,7 \pm 6,0^a$
Superior	9	$71,3 \pm 7,0^a$

- * Colesterol expresado en mg/100 g de tejido muscular fresco
- (1) Decreto 181 (18)
- a Medias de cuadrados mínimos \pm error estándar con letras iguales en una misma columna no difieren ($P > 0,10$).

Se ha advertido (8) además, la posibilidad de conseguir diferencias en colesterol muscular entre toros y novillos ya que los novillos pueden contener un mayor contenido de grasa corporal y muscular que los toros, al ser criados bajo condiciones similares, un hecho bien sustentado por la literatura mundial (25). Estas diferencias en engorde entre clases sexuales también se evidenciaron en este estudio, a pesar de tratar con animales producidos en diversas circunstancias y lugares. El análisis de varianza en el primer modelo reveló que los solomos de toros presentaron un nivel de marmoleo más bajo (1.50 puntos, que describen algo más que «Nada»), diferente ($P < 0,10$) de aquellos de novillas y novillos (2,45 puntos) cuya media cuadrática superó el nivel descrito como «Prácticamente Desprovisto» (Tabla 2). Una mayor visibilidad de lípidos a través de la evaluación del marmoleo supone para muchos una mayor acumulación de colesterol en el músculo y sin embargo, esto no fue constatado en la comparación de las condiciones sexuales.

Aproximadamente el 60-80 % del colesterol total en el tejido muscular está ubicado en el componente de membrana, mientras que el resto se ubica en el componente de almacenamiento (12). Sea toro o novillo(a), es obvio que cualquiera de sus niveles medios de marmoleo, indica carnes de alta magrez. En este tipo de carnes se presume la predominancia de lípidos (i.e. colesterol) componentes de membrana, que en cantidad constante e invisible, ayudaría a explicar la ausencia de diferencias en colesterol muscular entre Toros y Novillo(a)s, de marmorización estadísticamente distinta, pero sumamente escasa. Sin embargo, este argumento pierde fuerza con la diferencia hallada entre tipos raciales.

En la Tabla 2 puede verse que, a pesar que el nivel de marmoleo no varió ($P > 0,10$) en función del tipo racial, el músculo *longissimus* de animales mestizos lecheros mostró niveles de colesterol más altos ($P = 0,08$) que los mestizos Cebú, con una diferencia absoluta de 12,2 mg/100 g. Dado que fue imposible detectar la inferioridad en tenor graso de los mestizos Cebú a través de la estimación visual (marmoleo), mucho más difícil sería sospechar sus diferencias con los Lecheros en colesterol muscular.

Por lo anteriormente discutido, unos le restan importancia (6) y otros descartan (4) al marmoleo, aun presente en cantidades manifiestas, como indicativo del contenido de colesterol muscular. Si bien es cierto que han encontrado alguna diferencia significativa en el contenido de colesterol entre bistés crudos con diferentes niveles de marmoleo (6), estas diferencias sólo se presentaron al comparar el nivel de «Prácticamente Desprovisto» (PD) con los niveles superiores de la escala de abundancia utilizada en gradación estadounidense (USDA). La escala del USDA (19) es de un espectro más amplio que la nuestra (i.e. PD, «Trazas», «Ligero», «Pequeño», «Modesto», «Moderado», «Ligeramente abundante» y «Moderadamente abundante») por tratar con animales más gordos. Es de resaltar que, nuestro nivel máximo de marmoleo, «Pequeña cantidad», equivalente a cantidades que van de «Ligero» a «Pequeño» en la del USDA (19), tan solo fue observado en tres animales de la muestra, y los otros niveles superiores de la escala USDA (19), no estuvieron presentes.

Se ha reportado la dificultad de la especie *Bos indicus* (al cual pertenecen las razas cebuínas) y sus cruces para acumular lípidos intramusculares y alcanzar niveles elevados de marmoleo, aun en sistemas de ceba con raciones altas en energía (26) y sin embargo, no se habían detectado diferencias en contenido de colesterol muscular entre razas del *B. indicus* y aquellas del *B. taurus* más propensas al marmoleo, como la Hereford (11). Tampoco se han detectado diferencias en colesterol muscular entre diferentes tipos del *B. taurus* (9,10). Se necesitan de estudios más controlados para corroborar y

dilucidar el efecto genético aquí detectado. Se advierte que si bien la tesis del marmoleo queda en entredicho hasta esta parte de la discusión, no se contó con un número de abundante de muestras del mestizo Lechero que pudiera constatar estadísticamente la tendencia a un marmoleo ligeramente mayor frente a los mestizos Cebú (Tabla 2).

Efecto de la gordura corporal o muscular (marmoleo) o clasificación de la canal sobre el contenido de colesterol: Esta parte del estudio aclara el efecto de la gordura del animal, especialmente el marmoleo, sobre el contenido de colesterol muscular. El análisis de la varianza (modelo 2) no alcanzó a detectar ningún efecto ($P > 0,10$) del espesor de la grasa de cobertura del solomo, el grado de acabado de la canal o la puntuación de marmoleo en el músculo, sobre el contenido de colesterol en la carne despojada de su grasa de cobertura (Tabla 4). Tampoco se observaron diferencias de significación estadística entre las diferentes categorías en canal alcanzadas por la clasificación del MAC (Tabla 3). Este hallazgo va en contra de la viabilidad de seleccionar animales, canales o cortes de solomo con poca o ninguna grasa en el interior o en el exterior de la carne cruda, o de determinada categoría MAC, en el entendido de poder controlar el contenido de colesterol. Coincide plenamente con autores de otros países que infructuosamente han pretendido buscar una relación entre los indicadores del engrasamiento de la canal o sus cortes y la concentración de colesterol en la carne magra (4,5,10).

TABLA 4

Medias ajustadas por mínimos cuadrados \pm Error Estándar para el contenido de colesterol del músculo *longissimus*, de acuerdo al nivel de marmoleo, espesor de grasa y acabado de canal

Variable	N	Contenido colesterol*
Nivel de marmoleo		
Nada	55	64.3 \pm 4.2 ^a
Prácticamente desprovisto	35	63.1 \pm 4.6 ^a
Trazas	55	67.7 \pm 3.9 ^a
Pequeña cantidad	3	67.2 \pm 10.4 ^a
Espesor de grasa (1)		
1	53	62.8 \pm 4.3 ^a
2	42	66.4 \pm 4.9 ^a
3	42	67.5 \pm 5.3 ^a
4	12	65.7 \pm 6.9 ^a
Acabado		
Uniforme	71	69.5 \pm 2.8 ^a
Desuniforme	59	67.4 \pm 2.8 ^a
En parches	17	65.5 \pm 4.8 ^a

* Colesterol expresado en mg/100 g de tejido muscular fresco

(1) Niveles de espesor de grasa agrupados en una escala del 1 al 4, donde: 1: canales con espesor de grasa de 0.1 a 0.2 cm, 2: de 0.3 a 0.4 cm, 3: de 0.5 a 0.9 cm y 4: mayor espesor de grasa de 0.1 a 0.2 cm, 2: de 0.3 a 0.4 cm, 3: de 0.5 a 0.9 cm y 4: mayor de 1.0 cm.

^a Medias de cuadrados mínimos \pm error estándar con letras iguales en una misma columna no difieren ($P > 0,10$).

El contenido de colesterol intramuscular en la muestra tuvo una media de 66,6 mg/100 g con una desviación estándar de 16 mg. En general, este valor promedio fue relativamente menor a los datos

presentados en Venezuela (15) para el mismo Solomo entero ($85,4 \pm 1,6$ mg/100 g) o molido con su grasa ($79,5 \pm 1,8$ mg/100 g). Con referencia a estos datos (15), luce incongruente un menor valor para el corte molido con grasa, ya que se ha reportado que la fracción grasa, en base húmeda, contiene más colesterol que la fracción muscular (7-9).

Los valores de un reporte estadounidense del contenido de colesterol, determinado colorimétricamente (6) para el mismo músculo, con niveles de marmoleo comparables a los nuestros como «Pequeño» (64,0 mg/100 g), «Ligero» (59,95 mg/100 g), «Trazas» (60,06 mg/100 g) o «Prácticamente Desprovisto» (51,77 mg/100 g), se incluyen en el rango de nuestra muestra. Los valores de colesterol para el marmoleo observado en nuestros animales, tampoco lucen diferentes de los reportados con niveles más altos de marmoleo en Estados Unidos (6,10,13). Se ha sugerido que el análisis colorimétrico puede sobrestimar el contenido de colesterol (27) y que esto pudiera explicar la diferencia entre el promedio de un grupo de trabajo (13) que, utilizando cromatografía en fase gas-líquido, obtuvo una media de 52,10 mg/100 g y otro (10) que obtuvo un valor superior (63-32 mg/100 g) con colorimetría. Aun así, cualquiera de estos dos reportes, con reses cebadas de Norteamérica, se encuentra en nuestro marco de valores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) el financiamiento parcial de esta investigación y al Matadero Industrial Centro Occidental C.A., el apoyo logístico y financiero, especialmente, la invaluable cooperación de su personal veterinario, empleados y obreros. A los Drs. Ki Soon Rhee y Stephen Smith, de la Sección de Carnes y Biología Muscular (Animal Science Department) de la Universidad de Texas A & M por suplir la descripción, paso a paso, de sus técnicas. A la Lic. Soján Uzcátegui, nuestra gratitud por la colaboración prestada en la extracción lipídica de las muestras.

REFERENCIAS

1. Abreu Olivo E. & Ablan de Flores E. Evolución de la disponibilidad lipídica en Venezuela 1970-1992. Arch Latinoamer Nutr. 44:207-22. 1994.
2. Huerta Leidenz N. Perspectiva de la carne de res y sus lípidos en 1990. Un modelo descriptivo de producción, uso, componentes e ingestión en Venezuela. Rev. Fac. Agron (LUZ). 10 (Sup 1): 9-28. 1993.
3. Smith D.R. Lipid composition of red meat & factors that influence risk for coronary heart disease. Rev. Fac. Agron (LUZ), 10 (Sup 1):35-41. 1993.
4. Stromer M.H., Goll D.E. & Roberts J.H. Cholesterol in subcutaneous and intramuscular lipid depots from bovine carcasses of different maturity and fatness. J. Anim Sci 25:1145-1147. 1966.
5. Feeley R.M., Criner P.E. & Watt B.K. Cholesterol content of Foods. J. Am Dietet Assoc. 61:134-149. 1972.
6. Rhee K.S., Dutson T.R., Smith G.C., Hostleter R.L. & Reiser R. Cholesterol content of raw and cooked beef longissimus muscles with different degrees of marbling. J. Food Sci 47:716-719. 1982.
7. Rhee K.S., Dutson T.R. & Smith G.C. Effect of changes in intermuscular and subcutaneous fat levels on cholesterol content of raw and cooked beef steaks. J. Food Sci 47:1638-1642. 1982.
8. Eichhorn J.M., Wakayama E.J., Blomquist G.J. & Bailey C.M. Cholesterol content of muscle and adipose tissue from crossbred bulls and steers. Meat Sic 16:71-78. 1986.
9. Eichhorn J.M., Coleman L.J., Wakayama E.J., Blomquist G.J., Bailey C.M. & Jenkins T.G. Effects of breed type and restricted versus ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature bovine females. J. Anim Sci 63:781-794. 1986.
10. Wheeler T.L., Davis G.W., Stoecker B.J. & Harmon C.J. Cholesterol concentration of longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. J. Anim Sci 65:1531-1537. 1987.
11. Koch R.M., Crouse J.D. & Seideman S.C. Bison, Brahman and Hereford carcass characteristics. Abstracts: Mid Sect. Am Soc. Anim Sci. paper N° 94 p.124. 1987.
12. Hoelscher L., Savell J.W. & Cross H.R. Subcellular distribution of cholesterol within muscle and adipose tissues of beef loin steaks. J. Foods Sci. 53:718-722. 1988.
13. Duckett S.K., Wagner D.G., Yates L.D., Dolezal H.G. & May S.G. Effects of time on feed on beef nutrient composition. J. Anim Sic 71:2079-2088. 1993.
14. Grasas, Aceites y Oleaginosas en Venezuela. Serie Eventos Técnicos N° 3. Ed. CIEPE San Felipe, Venezuela. 1985.
15. Labrador O.L., Sangronis E. & Brito O. Determinación del contenido de colesterol de algunos alimentos de amplio consumo en Venezuela. Act Cient. Venez. 38:262-265. 1987.
16. INN. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Instituto Nacional de Nutrición. Pub. N° 47 (Serie Cuadernos Azules). Revisión 1991.
17. Sissons S. & Grossman J.D. Anatomía de los Animales Domésticos. Caracas, Ed. Salvat. 1966.
18. Decreto Presidencial N° 181. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 35-486. 1994.
19. USDA. Official United States Standards for Grades of Beef Carcass. United States Department of Agriculture. Agr. Marketing Service. Washington, D.C. 1989.
20. Jerez-Timaure N.N., Huerta Leidenz E., Rincón Urdaneta E. & Arispe M. Estudio preliminar sobre las características que afectan las propiedades organolépticas de solomos de res en Venezuela. Rev. Fac Agron (LUZ) 11:283-295. 1994
21. COVENIN. Carne de Bovino. Definición e Identificación de Piezas de un Canal. Norma Venezolana COVENIN 435-82 C.D.U. 637. 51:636. 2:0014. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 1982.
22. Folch J., Lees M. & Sloane Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J. Biol Chem 226: 497-509. 1957.
23. Searcy R.L. & Bergquist L.M. A new color reaction for the quantitation of serum cholesterol. Clin Chim Acta 5:102. 1960.
24. S.A.S. S.A.S. User's Guide: Statistics. Statistical Analysis System Institute, Inc. Cary, NC. 1985.
25. Huerta Leidenz N. y Ríos G. La castración del bovino a diferentes estadios de su crecimiento. II. Las características de la canal. Una revisión. Rev. Fac. Agron (LUZ) 10:163-187. 1993.
26. Crouse J.D., Cundiff L.V., Koch R.M., Koohmarie M. & Seideman S.C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. J. Anim Sic. 67:2661. 1989.
27. Marshall M.W., Clevidence B.A., Thompson R.H. & Judd J.T. Problems in estimating amounts of food cholesterol 2: Three methods for self-selected diets. J. Food Comp Anal. 2:228. 1989.

Recibido: 19-10-1995

Aceptado: 11-06-1996

Stereochemical isomers composition and vitamin A value of Brazilian palm oils

Ivaldo N.S. Trigueiro¹, y Marilene de Vuono Camargo Penteado²

RESUMEN. Composición de isómeros estereoquímicos y de vitamina A en aceite de palma de Brasil. Se analizaron los carotenoides en aceites crudos y refinados de palma brasileña. El beta-caroteno fue la fracción principal detectada en todas las muestras, variando de 142,60 µg/g a 314,25 µg/g en aceites crudos de palma, de 132,55 µg/g a 612,16 µg/g en frutos de palma brasileña y de 139,4 a 168,90 µg/g en aceites refinados de palma. Los niveles de alfa-caroteno fueron de 44,67 µg/g a 125,32 µg/g en frutos de palma brasileña y de 52,22 µg/g a 63,91 µg/g en aceites refinados de palma. El beta-caroteno todo trans fue el isómero más importante; también se encontraron 9-cis y 13-cis alfa y beta-caroteno. El contenido de vitamina A tuvo valores de 2065 a 10255 Equivalentes de Retinol por 100 g de muestra.

Palabras Claves: Aceite de palma, estereoisómeros, alfa-caroteno, beta-caroteno.

SUMMARY. Carotenoids pigments in crude and refined oils from Brazilian palm were analyzed. Beta-carotene was the principal fraction detected in all samples, varying from 142.6 µg/g to 314.25 µg/g in crude palm oils; from 132.55 µg/g to 612.16 µg/g in Brazilian palm kernels; and from 139.4 to 168.90 µg/g in refined palm oils. Alfa-carotene levels were 44.67 µg/g and 125.32 µg/g in the crude palm oil; 85.99 µg/g to 240.99 in palm kernel and 52.22 to 63.91 µg/g in refined palm oils. All-trans beta-carotene was the most important isomer; 9-cis and 13-cis alfa and beta-carotenes were also found. Vitamin A values were 2,065 and 10,255 RE in 100 g sample.

INTRODUCTION

Carotenoids are widely distributed in nature. They are founded in photosynthetic and non photosynthetic tissues, roots, seeds, fruits and bacteria. The orange-yellow colour of some birds, lobsters and carps are due to carotenoids (1,2). As in most developing countries, vitamin A deficiency has been considered a serious nutritional problem in Brazil, especially in Northeast region (3,4,5), were mega doses of vitamin A are administrated sistematically to children to minimize this problem (6,7,8,9).

Palm oil is obtained from the mesocarp of oil palm trees (*Elaeis guineensis*), and it is known in Brazil as «óleo ou azeite de dendê». It's orange-red colour, is due to a large amount of carotenoids. In Brazil three varieties of palm oil trees are cultivated: dura, tenera and psifera. Among them Tenera is the most important commercial variety (10,11,12,13).

Determination of the real provitamin A content available in foods, requires separation of different pigments and identification of each fraction with provitamin A activity. Data on the provitamin A content of some Brazilian leafy vegetables, roots and fruits were reported by many workers (14,15,16,17,18).

Very little data are available on the beta and alfa carotene content of palm oils. Generally data on carotenoids are expressed as total carotenoids and most of them are not complete, they do not refer stereochemical studies. The majority of data available on palm oils, are based on determination of total beta carotene wave length, thus overestimation of the contribution of some inactive carotenoids (19,11,20,21,22,13).

In palm oil beta carotene is the most important pigment with provitamin A activity amounting between 60 and 80 % of total carotenoids. Large amounts of alfa carotene are also found. Fractions like gama and zeta carotenoids, criptoxanthyn, lycopene and a large amount of xantophylls are also reported (19,23,20,22,13).

The objective of this study was to determine the composition of alfa and beta carotene and their stereochemical isomers and accurate vitamin A values of differents palm oils.

Identification of the carotenoids: To identify the carotenoids parameters as Uv/vis absorption spectra, position of the fraction in the column. TLC values, iodine catalyzed cis-trans isomerization and identification of the epoxide group were made. TLC plates of silica gel, were developed with 3 % of methanol in benzene. The possible occurrence of epoxide groups was tested by exposition of the chromatograms to HCl gas for a few seconds. Iodine catalyzed cis-trans isomerization was undertaken by dissolving crystals of iodine in petroleum ether and adding 3 drops of this solution to the pigment dissolved in petroleum ether and recording the absorption spectrum after 3 minutes.

Quantitative determination: The pigment of each concentration was calculated using its absorption coefficient and the maximum absorbance (24).

Vitamin A calculation: Vitamin A values, were calculated in Retinol Equivalent % considering biopotency of each isomers (5).

Experimental: All solvents were of analytical grade and purchased from Merck, except acetone redistilled in laboratory. The adsorbents MgO and Ca(OH)₂ were purchased from Riedel and Malinkrodt, respectively. Hyflo-supercel was obtained from Carlo Erba.

1 Dpto. de Nutrición de la Universidad Federal de Paraíba-João Pessoa, Brasil.

2 Dpto. de Alimentos e Nutrición Experimental de la Universidad de São Paulo. Brasil.

UV/Vis absorption spectra was recorded with spectrophotometer Beckman Model DU70, between wavelengths 320 to 510 nm. The MgO and (OH)₂ columns, were dry packed using glass columns diameter depending on carotenoids concentration of the samples.

Samples description: Crude palm oils (four samples) were obtained from different, regions of Brazil, while refined palm oils (two samples), were obtained on the market in São Paulo, Brazil. Besides these, three samples of Brazilian Palm fruits (*Elaeis guineensis*, *Elaeis guineensis* X *Elaeis oleifera* and *Elaeis melanococa*), were collected in the Experimental Station of EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) in Manaus-Amazon. These fruits were washed and blanched in hot water (75 °C for 45 minutes), and the oil was extracted from fruits by treating with hot water (95 °C) for one hour. The oil suspended in the supernatant was collected and the aqueous solution removed by centrifugation at 3000 rpm in a heated centrifuge (45 °C).

Spectra of carotenoids: The separation of carotenoids was done according to the method of Rodríguez et al (925), modified for oily fruits (28,23,20,22). Each oil was placed in a warm water bath (ca 45 °C) until become a homogeneous liquid. A 1,0 g aliquot was drawn and mixed with 200 ml of 50 % KOH. The saponification reaction was allowed to proceed for 12 hours in the dark under nitrogen, before stirring in a magnetic stirrer for 2 hours. The saponification mixture was extracted with successively five times with 30 ml portions of petroleum ether until the organic layer became colourless. The pooled pigment was washed several times with distilled water dried over anhydrous sodium sulfate. The pigment extract was filtered with common paper and saponified for 2 hours. The pigment extract was evaporated to a volume of 5 ml at 35-40 °C and stored at 15 °C, under nitrogen atmosphere until analysis.

Preparative chromatography was accomplished in a MgO: Hyflosupercel (1:1 and 1:2), and developed with acetone in petroleum ether (1-10 %). Alfa and beta-carotene isomers, were separated on Ca(OH)₂ columns, using pure petroleum ether. All stages of analysis were carried out with protection of the pigment against direct sun light using an aluminium foil.

RESULTS AND DISCUSSION

In crude, Brazilian palm fruits and refined palm oils, alfa and beta carotene as vitamin A precursors were identified. Three beta and alfa-carotene isomers were also identified. Three isomers from alfa and one beta-carotene were no unidentified. The main UV/Vis absorption peaks are shown in Tables 1 and 2.

TABLE 1

Characteristics of alfa and beta-carotene of Brazilian palm oils

Fraction 1		Alfa-Carotene	
Wave length in petroleum ether (nm)	(418-420)	439-441	469-475
Rf in TLC silica gel		0,99	
Fraction 2		Beta-Carotene	
Wave length in petroleum ether (nm)	(423-426)	443-46	470-473
Rf in TLC silica gel		0,99	

() means inflection in place of the peak

TABLE 2
Characteristics of alfa and beta-carotene isomers

Isomers	Identification	Absorption in petroleum ether (nm)	Iodine Reaction
Alfa-Carotene			
1.1	13-cis-alfa carotene	466-440-417	Cis+
1.2	Alfa- carotene t- trans	472-443-420	Trans+
1.3	9-cis-alfa carotene	465-438-418	Cis+
1.4	Isomer 1	463-435-413	Cis+
1.5	Isomer 2	464-437-414	Cis+
Beta-Carotene			
2.1	13-cis- beta- carotene	466-443 (412)	Cis+
2.2	Beta-carotene t-trans	475-447 (423)	Trans+
2.3	9-cis-beta-carotene	466-441 (420)	Cis+
2.4	Unidentified isomer	470-445 —	Cis+

() means inflection in place of the peak

Identification of cis-isomers were carried out comparing absorption spectra before and after iodine catalysed isomerization. Trans isomers showed a decrease in absorbance maxima of about 2 nm while, cis form showed an increase or no change (26,27). There weren't presence of substitutes in carotene, confirmed by TLC on silica gel plates.

Tables 3,4,5,6,7 and 8, show the quantitative composition of alfa and beta-carotene and their stereochemical isomers. Beta carotene was the principal (132,55 to 612,16 µg/g), followed by alfa-carotene 44,67 µg/g to 240,99 µg/g. In crude palm oil, ratio between alfa and beta-carotene was 1/2,5 and 1/3,94; oils from Brazilian palm fruits showed ratio varyng from 1,47 to 1/1,54 and in refined oils this ratio was 1/2,26. Higher amounts of alfa and beta-carotene were determined in caiaué oil (Brazilian palm fruit 7) (240,99 to 612,16 µg/g), respectively.

TABLE 3

Alfa-carotene isomers content² of Brazilian crude palm oils (µg/g)

Isomer	13 cis	Alfa-carotene t-trans	9-cis	Unidentified isomer	Total
Crude Oil					
Oil 1	10.24	37.97*	*6.66	1.79*	56.60
DP	0.89	2.41	1.12	0.50	4.06
Oil 2	15.67	89.18	16.44	4.03	125.32
DP	3.18	6.33	2.31	0.50	5.54
Oil 3	5.78	36.20	1.56	-	44.67
DP	1.28	3.40	0.41	-	3.46
Oil 4	9.82	43.46	3.38	-	56.66
DP	2.60	2.43	1.42	-	5.16

1 DP standard deviation p<0,05

- undetected

2 Average represents means of four determinations

TABLE 4
Beta-carotene isomers content² of Brazilian crude palm oils
(µg/g)

Isomer Crude Oil	13 cis	β-carotene t-trans	9-cis	Unidentified isomer	Total
Oil 1	37.48*	70.66*	27.66*	6.55*	142.60*
DP	3.52	2.32	2.51	1.42	6.90
Oil 2	69.90	168.42	61.97	13.85	314.15
DP	4.26	6.00	3.89	1.31	4.90
Oil 3	35.79	82.42	30.52	4.12	152.82
DP	3.92	2.90	5.54	1.91	11.53
Oil 4	39.98	138.26	39.27	5.86	223.36
DP	4.00	15.89	3.80	1.60	13.38

1 DP standard deviation p<0,05

- undetected

2 Average represents means of four determinations

TABLE 5
Alfa-carotene isomers content² of Brazilian palm fruits (µg/g)

Isomer Crude Oil	13 cis	α-carotene t-trans	9-cis	Isomer 1	Isomer 2	Total
Oil 5	—	77.95*	8.07	2.87*	3.15	88.99*
DP ¹		11.62	4.42	1.40	0.66	12.73
Oil 6	9.66	59.15	12.98	3.54	—	85.82
DP	1.11	11.54	4.49	1.63		15.17
Oil 7	11.04	193.77	30.64	11.52	—	240.99
DP	1.27	22.46	3.22	2.35	—	24.19

P<0,005

1 DP standard deviation

- undetected

2 Average represents means of four determinations

TABLE 6
Beta-carotene isomers content² of Brazilian crude palm fruits
(µg/g)

Isomer Crude Oil	13 cis	β-carotene t-trans	9-cis	Unidentified isomer	Total
Oil 5	20.48*	92.00	20.08	—	132.55*
DP	3.38	23.61	8.58		28.35
Oil 6	27.24	140.38	45.71	14.97*	224.21
DP	3.42	17.68	16.83	0.98	28.20
Oil 8	41.05	409.46	137.58	28.89	612.16
DP	3.66	38.09	40.40	6.44	65.42

P<0,05

1 DP standard deviation

- undetected

2 Average represents means of four determinations

TABLE 7
Alfa-carotene isomers content² of Brazilian refined palm oils
(µg/g)

Oil Isomer	13 cis	α-carotene t-trans	9-cis	Isomer 1 and 2	Total
Oil 8	12.45*	46.29	5.08	—	63.91
DP	1.82	2.94	2.72		3.23
Oil 9	3.38	43.05	6.55	4,24	57.22
DP	0.78	8.05	0.81	1,07	7.70

P<0,05

1 DP standard deviation

- undetected

2 Average represents means of four determinations

TABLE 8
Beta-carotene isomers content² of Brazilian refined palm oils
(µg/g)

Isomer Refined Oil	13 cis	β-carotene t-trans	9-cis	Unidentified isomer	Total
Oil 8	34.20*	102.34	27.34*	4.92*	168.80
DP	1.88	5.72	2.50	0.79	5.41
Oil 9	23.59	106.09	8.22	2.04	139.94
DP	2.35	2.39	1.48	0.88	6.72

P<0,05

1 DP standard deviation

- undetected

2 Average represents means of four determinations

In spite of the fact that the fractions 1,4 and 1,5 from alfa 2,4 from beta-carotene (Table 2) were unidentified were included in the quantification of vitamin A because its cis-structure. There was pronounced statistically difference among all samples studied (p<0,005). In relation to stereochemical isomers, the results are showed in Table 3 to 8. Trans-beta-carotene was the main active form detected in all samples reaching up to 75,87% of the total beta-carotene. Alfa-trans carotene amounted 86,67 % of total alfa-carotene.

Vitamin A values (Table 9), were calculated considering isomer studied (8,9) and the result varied between 2,065 to 10,225 RE % and 20,650 UI to 102,250 UI, confirming palm oil as an excellent source of vitamin A (14,15,1,23,7,12,2).

TABLE 9
Retinol Equivalent (RE/100 g) and International Units
(IU/100 g) of Brazilian crude palm oils

Palm Oil	Vitamin A IU	Value* ER
Crude 1	20,650	2,065
Crude 2	27,380	2,738
Crude 3	42,380	4,238
Crude 4	33,470	3,347
Brazilian Palm fruit 5	24,290	2,493
Brazilian Palm fruit 6	36,060	3,606
Brazilian Palm fruit 7	102,250	10,225
Refined 8	26,330	2,633
Refined 9	24,030	2,403

* Quantification of Vitamin A value included alfa, beta carotene and its stereochemical isomers

CONCLUSIONS

- Alfa and beta-carotene were the main vitamin A precursor found in palm oils studied.
- Alfa and beta-carotene were isomeric mixtures, and trans form was predominant.
- 13-cis and 9-cis alfa and beta-carotene were isolated.
- Pronounced quantitation differences were seen among stereochemical isomers in all oils studied.
- Palm oils are very rich sources of carotenes with high provitamin A values; mainly *caicaúé oil* (Brazilian palm fruit 7).

REFERENCES

1. Bauernfeind J.C. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in foods and feeds. *J. Agric. Food Chem* 20(3): 456-473. 1972.
2. Simpson K.L., Chichester C.O. Metabolism and nutritional significance of carotenoids. *Ann Rev. Nutr* 1:351-347. 1981.
3. Lala V.R., Reddy V. Absorption of beta carotene from green leafy vegetable in undernourished children. *The Amer Jour Clin Nutr.* 23(1): 110-113. 1970.
4. Pirie A. Vitamin A deficiency and child blindness in the developing World. *Proc. Nutr. Soc.* 42:53-63. 1983.
5. Simpson K.L. Relative value of carotenoids as precursors of vitamin A. *Proc. Nutr Soc* 42:53-63. 1983.
6. Dricot D' an C.H., Mariath J.G.R., Santos L.M.P., Dricot J.M. Eficácia do projeto de combate à hipovitaminose A, anemia nutricional em bolsões de pobreza do Estado de Paraíba. En: Congreso Latinoamericano de Nutrición, 7, Brasília, Resumos p.61. 1984.
7. Lima M.S.S., Calado A.C., Silva F.L. Estudo da hipovitaminose A em Natal em menores de 6 anos. In: Congreso Latinoamericano de Nutrición 7, Brasília, p.132. 1984.
8. Santos L.M.P., Mariath J.G.R., Dricot D' Ans C.H., Dricot J. Diagnóstico da carência de vitamina A na Paraíba En: Congreso Latinoamericano de Nutrición, 7, Brasília. Resumos p.82. 1984.
9. Simmons W.K. Xerofthalmia and blindness in Northeast Brazil. *The Amer Jour of Clin Nutr.* 29(1):116-122. 1976.
10. Hunter R.F., Krackenberg R.M. Palm oil carotenoids. Examination of Sese palm oil. *Biochemical Jour* 40:492-493. 1946.
11. Muller-Mulot W. Carotinanalysen in rohem palmol. *Fette Seifen Anstr.* 1:18-21. 1976.
12. Rodrigues E. Informações gerais sobre o dendezeiro. *Alimentos e Tecnologia* 1(10):46. 1986.
13. Trujillo J.A.Q. Rodriguez Amaya D., Esteves W., Plonis G. Carotenoid composition and vitamin A values of oils from four Brazilian Palm Fruits. *Fat Sci. Technol* 6:222-226. 1990.
14. Almeida L.B., Penteado M.V.C. Carotenoides com atividade provitamínica A de cenoura (*Daucus carota* L.) comercializadas em São Paulo, Brasil. *Rev. Farm Bioquim Univ. São Paulo*; 23(2): 133-141. 1987.
15. Almeida L.B., Penteado M.V.C. Carotenoids and provitamin A value of white fleshed Brazilian sweet potatoes (*Ipomea batatas* Lam). *Jour of Food Comp. and Anal* 1:0000-0012. 1988.
16. Godoy H.T. Mudanças na composição de carotenóides durante o processamento térmico da manga (*Mangifera indica*) e mamão (*Carica papaya*). Campinas 111p. Dissertação de Mestrado- Faculdade de Engenharia de Alimento USP. 1985.
17. Penteado M.V.C., Minazzi R.S., Almeida L.B. Carotenóides e atividade pró-vitamínica A de folhas de hortaliças consumidas no Norte do Brasil. *Rev Far Bioquim. Unive São Paulo*; 22(2): 97-102. 1986.
18. Ramos D.M.R., Rodríguez Amaya D.B. Determination of the vitamin A value of common Brazilian leaf vegetables. *Jour. Micronutr Anal*; 3:147-155. 1987.
19. Clegg A.J. Composition and related nutritional and organoleptic aspect of palm oil. *J Amer. Oil Chem Soc.* 50(8): 321-324. 1973.
20. Ng J.H., Tan B. Analysis of palm oil carotenoids by HPLC with diode-array detection. *J. Chrom Sci*; 6:463-469. 1988.
21. Palm Oil Carotenoids, Tocopherols and Tocotrienols. *J. Amer Chem Soc*; 66(6):770-776. 1989.
22. Tan B., Grady C.M., Gawienowski A.M. Hydrocarbon carotenoid profiles of palm oil processed fractions. *J. Amer Oil Chem Soc.*; 63(9): 1175-1179. 1983.
23. Ikemefuna J., Adamson I. Chlorophyll and carotenoid changes in ripening palm fruit. *Phytochem*; 23(7): 1413-1415. 1984.
24. Davies B.H. Carotenoids. En: Goodwin T.W. 2da. Edición London, Academic Press. 1976.
25. Rodríguez D.B., Raymundo L.C., Lee T.C., Simpson K.L., Chichester C.O. Carotenoid pigments changes in ripening *Momordica charantia* fruits. *Ann Bot*; 40:615-624. 1976.
26. Deuel J.H., Johnston C., Summer E., Polgár A.R.R., Zechmeister L. Stereochemical configuration and provitamin A activity. I. All- trans-beta- carotene and neo- beta- carotene U. *Arch. Biochem* 5:107-114. 1944.
27. Deuel J.H., Johnston C., Meserve E.R., Polgar A., Zechmeister L. Stereochemical configuration and provitamin A activity. IV. Neo- alfa-carotene B and Neo- beta- carotene B. *Arch. Biochem*; 7:247-55. 1954.
28. Britton G. General carotenoids methods. *Methods Enzimology*, 111:113-149. 1985.

Recibido: 20-01-1995

Aceptado: 09-09-1996

Notas

CONGRESO DE LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

Entre el 9 y el 15 de Noviembre de 1997 se realizará en ciudad de Guatemala, Guatemala, C.A., el XI Congreso Latinoamericano de Nutrición.

Los temas centrales son:

- SAN a Nivel Local
- Economía Alimentaria
- Protección de Alimentos
- Alimentos Nutrifcados
- Educación Alimentaria y Nutricional
- Formación de Recursos Humanos
- Micronutrientes
- Nutrición de la Mujer y la Niñez
- Dieta y Salud en Adultos
- Vigilancia, Monitoreo y Evaluación

Información sobre cursillos pre-congreso será ofrecida próximamente.
Para mayor información dirigirse a:

Dr. Hernán L. Delgado, Presidente de SLAN
Attn: SLAN 97
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Apartado Postal 1188
01901 Guatemala, Guatemala, C.A.
Teléfonos PBX (502)472.3762 - 471.5655
Fax: (502) 473.6529
E-Mail: hdelgado@incap.org.gt
Web: <http://www.incap.org.gt>

Información para los autores

Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas ¹

Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas ²

En enero de 1978, un pequeño grupo de directores de revistas médicas generales se reunieron en Vancouver, Canadá, para fijar pautas con respecto a la presentación de los manuscritos enviados a ellas. El grupo, que se ha ampliado y actualmente es conocido como el Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (o también como el Grupo de Vancouver), se ha venido reuniendo cada año desde entonces y sus inquietudes se han hecho más generales. El comité ha elaborado cuatro ediciones de los *Requisitos uniformes para preparar los manuscritos enviados a revistas biomédicas*; la presente edición, que es la cuarta, fue ligeramente enmendada en enero de 1993³.

RESUMEN DE LOS REQUISITOS

El manuscrito se mecanografiará a doble espacio, incluidos la página del título (página inicial, portada), el resumen, el texto, los agradecimientos, las referencias, los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones.

Cada componente del manuscrito empezará en página aparte,

siguiendo esta secuencia: página del título; resumen y palabras clave; texto; agradecimientos; referencias; cuadros (cada uno, junto con el título y las notas al pie, en página aparte); y pies o epígrafes de las ilustraciones.

Las ilustraciones se presentarán en forma de impresiones fotográficas de buena calidad, en papel satinado, sin montar y generalmente de 127 x 173 mm, sin exceder de 203 x 254 mm.

Las copias del manuscrito y de las ilustraciones en el número requerido (véanse las instrucciones de la revista) se remitirán en un sobre de papel resistente. El manuscrito irá acompañado de una carta explicatoria, según se describe más adelante en "Presentación del manuscrito a la revista", y de los permisos necesarios para reproducir material ya publicado o para usar ilustraciones en las que se pueda identificar a alguna persona.

Síganse las instrucciones de la revista con respecto a la cesión de los derechos de autor. Los autores conservarán copia de todo lo enviado.

PUBLICACION PREVIA Y DUPLICADA

La mayoría de los directores de revista no desean considerar para publicación un manuscrito acerca de un trabajo que ya se ha dado a conocer en un artículo publicado o que se ha descrito en un artículo propuesto o aceptado para publicación en otra parte, ya sea un medio impreso o electrónico. Por lo general, esta norma no impide considerar un artículo rechazado por otra revista o una comunicación completa que sigue a la publicación, por lo común bajo la forma de un resumen, de un informe preliminar. Tampoco impide considerar un artículo presentado en una reunión científica si éste no aparece íntegramente en las actas de la reunión o una publicación semejante. Las informaciones periódicas acerca de la reunión no se considerarán en general como infracciones de esta regla, pero no habrán de ampliarse mediante datos suplementarios o copias de los cuadros o las ilustraciones. Cuando se propone un artículo para publicación, el autor está obligado a informar plenamente al director de la revista acerca de cualquier presentación del documento a otras revistas o cualquier informe anterior que pudiera considerarse publicación previa o duplicada de un mismo trabajo o de uno muy semejante. Junto con el manuscrito se incluirán copias de los documentos pertinentes para ayudar al director a decidir la manera de hacer frente a este asunto.

Rara vez se justifica la publicación múltiple, que se define como el acto de publicar más de una vez los mismos resultados

¹ Versión española basada en: *International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals.* JAMA 1993;269:2282-6.

Este documento no está protegido por derechos de autor. Puede copiarse o reimprimirse sin autorización, siempre y cuando se haga sin fines de lucro.

Las consultas y observaciones deben dirigirse a Kethleen Case, Secretariat Office, Annals of Internal Medicine, Independence Mall West, Sixth Street at Race, Philadelphia, PA 19106-1572.

Traducción: Dr. Gustavo A. Silva, traductor y redactor médico, miembro de la American Medical Writers Association, el Council of Biology Editors y la European Association of Science Editors. Dirección postal: 5313 King Charles Way, Bethesda, MD 20814, Estados Unidos de América.

² Actualmente se hallan representadas en el comité las siguientes revistas y publicaciones: *Annals of Internal Medicine, British Medical Journal, Canadian Medical Association Journal, The Journal of the American Medical Association, The Lancet, The Medical Journal of Australia, The New England Journal of Medicine, New Zealand Medical Journal, Tidsskrift for den Lageforeing, The Western Journal of Medicine e Index Medicus.*

³ Artículo original publicado en el *Bol of Sanit Panam* 116(2):146-59, 1994.

de un estudio, aunque la redacción se cambie. Una posible justificación es la publicación secundaria en otro idioma, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1. Se informará cabalmente a los directores de las dos revistas involucradas; el director de la publicación secundaria tendrá en su poder una fotocopia, reimpreso o manuscrito de la versión primaria.
2. Se respetará la precedencia de la publicación primaria dejando transcurrir un intervalo de por lo menos dos semanas antes de sacar a la luz la versión secundaria.
3. El artículo secundario estará dirigido a un grupo diferente de lectores y no será simplemente una traducción del primario; incluso, a menudo basta con una versión resumida.
4. La versión secundaria reflejará fielmente los datos y las interpretaciones de la primaria.
5. Mediante una nota colocada al pie de la primera página de la versión secundaria, se informará a los lectores, los colegas de los autores y los organismos de documentación que el artículo se ha editado y se destina a un público nacional en paralelo con la versión primaria, basada en los mismos datos e interpretaciones. Este podría ser un texto apropiado para dicha nota: "El presente artículo está basado en un estudio que se dio a conocer primero en (título de la revista y referencia completa)".

Los directores no aceptarán la publicación múltiple que discrepe de la definición anterior. Si los autores transgreden esta regla, tendrán que atenerse a las medidas editoriales del caso.

La divulgación preliminar, generalmente por conducto de los medios de comunicación de masas, de la información científica contenida en un artículo ya aceptado pero aún sin publicar representa una infracción de las normas de muchas revistas. En contadas ocasiones, y sólo mediante previo acuerdo con el director, puede aceptarse la diseminación preliminar de datos; por ejemplo, cuando se trata de precaver a la gente contra ciertos riesgos para la salud pública.

PREPARACION DEL MANUSCRITO

Mecanografíese o imprímase el manuscrito en papel bond blanco de 216 x 279 mm o de la medida estándar ISO A4 (212 x 297 mm), con márgenes de por lo menos 25 mm. Escríbase solamente sobre una cara del papel. Utilícese doble espacio a lo largo de todo el manuscrito o impreso de computadora, incluidos la página del título, el resumen, el texto, los agradecimientos, las referencias, cada uno de los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones. Cada uno de los siguientes componentes comenzará en hoja aparte: página del título, resumen y palabras clave, texto, agradecimientos, referencias, cada uno de los cuadros y los pies o epígrafes de las ilustraciones. Numérense las páginas en forma consecutiva, empezando por la del título. Sobre el ángulo superior o inferior derecho de cada página anótese el número correspondiente.

PAGINA DEL TITULO

La primera página contendrá: a) el título del artículo, que será conciso pero informativo; b) nombre y apellido(s) de cada autor, acompañados de sus grados académicos más importantes y su

afiliación institucional; c) nombre del departamento o departamentos y la institución o instituciones a los que se debe atribuir el trabajo; d) declaraciones de descargo de responsabilidad, si las hay; e) nombre y dirección del autor que se ocupará de la correspondencia relativa al manuscrito; f) nombre y dirección del autor a quien se dirigirán las solicitudes de separatas, o nota informativa de que los autores no las proporcionarán; g) origen del apoyo recibido en forma de subvenciones, equipo o medicamentos; y h) título abreviado (titulillo) que no pase de 40 pulsaciones (contando caracteres y espacios), el cual se colocará, debidamente rotulado, en la última línea de la página inicial.

AUTORIA

Todas las personas designadas como autores habrán de cumplir con ciertos requisitos para tener derecho a la autoría. Cada autor debe haber participado en el trabajo en grado suficiente para asumir responsabilidad pública por su contenido.

Para concederle a alguien el crédito de autor, hay que basarse únicamente en su contribución esencial por lo que se refiere a: a) la concepción y el diseño del estudio, o el análisis y la interpretación de los datos; b) la redacción del artículo o la revisión crítica de una parte importante de su contenido intelectual; y c) la aprobación final de la versión que será publicada. Los requisitos a, b y c tendrán que cumplirse siempre. La participación que consiste meramente en conseguir financiamiento o recoger datos no justifica que se le conceda a nadie el crédito de autor. Tampoco basta con ejercer la supervisión general del grupo de investigación. Toda parte del artículo que sea decisiva con respecto a las conclusiones principales deberá ser responsabilidad de por lo menos uno de los autores.

En un artículo de autor corporativo (colectivo) se especificará quiénes son las personas principales que responden del documento; a los demás individuos que colaboraron en el trabajo se les concederá un reconocimiento por separado (véase "Agradecimientos").

Los directores de revista podrán solicitar a los autores que justifiquen la asignación de la autoría.

Cada vez con más frecuencia, los ensayos multicéntricos se atribuyen a un autor corporativo. Todos los miembros del grupo que sean nombrados como autores, bien sea en la línea a continuación del título o en una nota a pie de página, deben satisfacer plenamente los criterios de autoría definidos en los *Requisitos uniformes*. Los miembros del grupo que no los satisfagan deben ser mencionados, con su autorización, en la sección de agradecimientos o en un apéndice (véase "Agradecimientos").

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

La segunda página incluirá un resumen (que no excederá las 150 palabras de extensión si es un resumen ordinario o las 250 si es uno estructurado). En él se indicarán los propósitos del estudio o investigación; los procedimientos básicos (la selección de los sujetos de estudio o los animales de laboratorio, los métodos de observación y analíticos); los resultados más importantes (proporcionense datos específicos y, de ser posible, su significación estadística); y las conclusiones principales. Hágase hincapié en los aspectos nuevos o importantes del estudio o las observaciones.

A continuación del resumen agréguese, debidamente rotuladas, de 3 a 10 palabras o frases cortas clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo, las cuales se publicarán junto

con el resumen. Utilícese para este propósito los términos de la lista *Medical Subject Headings* (MeSH) [Encabezamientos de materia médica] del *Index Medicus*; en el caso de términos de reciente aparición que todavía no figuren en los MeSH, podrán usarse las expresiones corrientes.

TEXTO

El texto de los artículos de observación y experimentales se divide generalmente, aunque no por fuerza, en secciones que llevan estos encabezamientos: introducción, métodos, resultados y discusión. En los artículos largos puede ser necesario agregar subtítulos dentro de estas divisiones a fin de hacer más claro el contenido, sobre todo en las secciones de resultados y discusión. Es probable que otro tipo de artículos —como los informes de casos, las revisiones y los editoriales— exijan otra estructura. Para mayor orientación, los autores deberán consultar la revista en la que pretenden publicar.

Introducción

Expresé el propósito del artículo. Resuma el fundamento lógico del estudio u observación. Mencione las referencias estrictamente pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema. No incluya datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

Métodos

Describa claramente la forma como se seleccionaron los sujetos observados o que participaron en los experimentos (pacientes o animales de laboratorio, incluidos los testigos). Identifique los métodos, aparatos (nombre y dirección del fabricante entre paréntesis) y procedimientos con detalles suficientes para que otros investigadores puedan reproducir los resultados. Proporcione referencias de los métodos acreditados, incluidos los de índole estadística (véanse más adelante); dé referencias y explique brevemente los métodos ya publicados pero que no son bien conocidos; describa los métodos nuevos o sustancialmente modificados, manifestando las razones por las cuales se usaron y evaluando sus limitaciones. Identifique exactamente todos los medicamentos y productos químicos utilizados, sin olvidar nombres genéricos, dosis y vías de administración.

Ética

Cuando informe sobre experimentos en seres humanos, señale si los procedimientos seguidos estuvieron de acuerdo con las normas éticas del comité (institucional o regional) que supervisa la experimentación en seres humanos o con la Declaración de Helsinki de 1975, enmendada en 1983. No use el nombre, las iniciales ni el número de clave hospitalaria de los pacientes, especialmente en el material ilustrativo. Cuando dé a conocer experimentos con animales, mencione si se cumplieron las normas de la institución, las del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos o cualquier ley nacional acerca del cuidado y el uso de animales de laboratorio.

Estadística

Describa los métodos estadísticos con detalle suficiente para que el lector versado en el tema y que tenga acceso a los datos

originales pueda verificar los resultados informados. Siempre que sea posible, cuantifique los resultados y preséntelos con indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición (por ej., intervalos de confianza). No dependa exclusivamente de las pruebas de comprobación de hipótesis estadísticas, tales como el uso de los valores *P*, que no transmiten información cuantitativa importante. Analice la elegibilidad de los sujetos de experimentación. Proporcione los detalles del proceso de aleatorización. Describa los medios utilizados para enmascarar las observaciones (método ciego), indicando los resultados que dieron. Informe sobre las complicaciones del tratamiento. Especifique el número de observaciones. Mencione las pérdidas de sujetos de observación (por ej., las personas que abandonan un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre diseño del estudio y métodos estadísticos serán de trabajos vigentes (indicando el número de las páginas), más bien que de los artículos originales donde se describieron por vez primera. Especifique cualquier programa de computación de uso general que se haya empleado.

Las descripciones generales de los métodos utilizados deben aparecer en la sección de métodos. Cuando resuma los datos en la sección de resultados, especifique los métodos estadísticos que se emplearon para analizarlos. Limite el número de cuadros y figuras al mínimo necesario para explicar el tema central del artículo y para evaluar los datos en que se apoya. Use gráficas en vez de los cuadros subdivididos en muchas partes; no duplique los datos en las gráficas y los cuadros. Evite el uso no técnico de términos de la estadística, tales como “al azar” (que entraña el empleo de un método de aleatorización), “normal”, “significativo”, “correlación” y “muestra”. Defina los términos, las abreviaturas y la mayor parte de los símbolos estadísticos.

Resultados

En el texto, los cuadros y las ilustraciones, presente los resultados siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de los cuadros o las ilustraciones; destaque o resuma tan solo las observaciones importantes.

Discusión

Haga hincapié en los aspectos nuevos e importantes del estudio y en las conclusiones que se derivan de ellos. No repita con pormenores los datos u otra información ya presentados en las secciones de introducción y resultados. Explique en la sección de discusión el significado de los resultados y sus limitaciones, incluidas sus consecuencias para la investigación futura. Relacione las observaciones con otros estudios pertinentes. Establezca el nexo de las conclusiones con los objetivos del estudio, pero absténgase de hacer afirmaciones generales y extraer conclusiones que no estén completamente respaldadas por los datos. No reclame ningún tipo de precedencia ni mencione trabajos que no estén terminados. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales. Cuando sea apropiado, puede incluir recomendaciones.

AGRADECIMIENTOS

En un lugar adecuado del artículo (como nota al pie de la primera página o como apéndice del texto; véanse los requisitos de la revista) una o varias declaraciones especificarán a) las colaboraciones que deben ser reconocidas pero que no justifican la

autoría, tales como el apoyo general del jefe del departamento; b) la ayuda técnica recibida; c) el agradecimiento por el apoyo financiero y material, especificando la índole del mismo; d) las relaciones financieras que puedan suscitar un conflicto de intereses.

Las personas que colaboraron intelectualmente pero cuya participación no justifica la autoría pueden ser citadas por su nombre, añadiendo su función o tipo de colaboración; por ejemplo, "asesor científico", "revisión crítica de la propuesta para el estudio", "recolección de los datos", "participación en el ensayo clínico". Estas personas deberán conceder su permiso para ser nombradas. Los autores se responsabilizan de obtener la autorización por escrito de las personas mencionadas por su nombre en los agradecimientos, pues los lectores pueden inferir que estas respaldan los datos y las conclusiones.

El reconocimiento por la ayuda técnica recibida figurará en un párrafo separado de los testimonios de gratitud por otras contribuciones.

REFERENCIAS

Numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez en el texto. En este, en los cuadros y en las ilustraciones, las referencias se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias citadas solamente en cuadros o ilustraciones se numerarán siguiendo una secuencia que se establecerá por la primera mención que se haga en el texto de ese cuadro o esa figura en particular.

Emplee el estilo de los ejemplos que aparecen más adelante, los cuales están basados en el formato que la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos usa en el *Index Medicus*. Abrevie los títulos de las revistas de conformidad con el estilo utilizado en dicha publicación. Consulte la *List of Journals Indexed in Index Medicus* [Lista de revistas indizadas en Index Medicus], que se publica anualmente como parte del número de enero y como separata.

Absténgase de utilizar los resúmenes como referencias. Tampoco cite como referencias las "observaciones inéditas" y las "comunicaciones personales". En cambio, puede usted insertar en el texto (entre paréntesis) las referencias a comunicaciones escritas, no verbales. Asimismo, incluya en las referencias los artículos aceptados aunque todavía no estén publicados; en este caso, indique el título de la revista y agregue "En prensa". La información sobre manuscritos presentados a una revista pero que aún no han sido aceptados cítela en el texto como "observaciones inéditas" (entre paréntesis).

Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

Se presentan a continuación una serie de ejemplos de formas correctas de referencias.

Artículos de revistas científicas

1. **Artículo ordinario (Inclúyase el nombre de todos los autores cuando sean seis o menos; si son siete o más, anótese sólo el nombre de los seis primeros y agréguese "et al."):**

⁴ Evidentemente, por "extranjero" se entiende aquí en relación con el idioma inglés, pues los ejemplos de referencias bibliográficas se han trasladado directamente del original, sin adaptarlas. (N. del T.).

You CH, Lee KY, Chey RY, Menguy R. Electro-gastrographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980 Aug;79(2):311-4.

Como opción, si una revista utiliza la paginación continua a lo largo de un volumen, podrán omitirse el mes y el número:

You CH, Lee KY, Chey RY, Menguy R. Electro-gastrographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980;79:311-4.

Goate AM, Haynes AR, Owen MJ, Farrall M, James LA, Lai LY, et al. Predisposing locus for Alzheimer's disease on chromosome 21. *Lancet* 1989;1:352-5.

2. **Autor corporativo:**

The Royal Marsden Hospital Bone-marrow Trans-plantation Team. Failure of syngeneic bone-marrow graft without preconditioning in post-hepatitis marrow aplasia. *Lancet* 1977;2:742-4.

3. **No se indica el nombre del autor:**

Coffee drinking and cancer of the pancreas [editorial]. *BMJ* 1981;283:628.

4. **Artículo en idioma extranjero⁴:**

Massone L, Borghi S, Pestarino A, Piccini R, Gambini C. Localisations palmaires purpuriques de la dermatite herpétiforme. *Ann Dermatol Venerol* 1987;114:1545-7.

5. **Suplemento de un volumen:**

Magni F, Rossoni G, Berti F. BN-52021 protects guinea-pig from heart anaphylaxis. *Pharmacol Res Commun* 1988;20 Suppl 5:75-8.

6. **Suplemento de un número:**

Gardos G, Cole JO, Haskell D, Marby D, Paine SS, Moore P. The natural history of tardive dyskinesia. *J Clin Psychopharmacol* 1988;8(4 Suppl):31S-37S.

7. **Parte de un volumen:**

Hanly C. Metaphysics and innateness: a psycho-analytic perspective. *Int J Psychoanal* 1988;69(Pt 3):389-99.

8. **Parte de un número:**

Edwards L, Meyskens F, Levine N. Effect of oral isotretinoin on dysplastic nevi. *J Am Acad Dermatol* 1989;20(2 Pt 1):257-60.

9. **Número sin volumen:**

Baumeister AA. Origins and control of stereotyped movements. *Monogr Am Assoc Ment Defic* 1978;(3):353-84.

10. **Sin número ni volumen:**

Danoek K. Skiing in and through the history of medicine. *Nord Medicinhist Arsb* 1982:86-100.

11. **Paginación en números romanos:**

Ronne Y. Ansvarsfall. Blodtransfusion till fel patient. *Vardfacket* 1989;13:XVI-XXVII.

12. **Indicación del tipo de artículo, según corresponda:**

Spargo PM, Manners JM. DDAVP and open heart surgery [letter]. *Anaesthesia* 1989;44:363-4.

Fuhrman SA, Joiner KA. Binding of the third component of complement C3 by *Toxoplasma gondii* [abstract]. *Clin Res* 1987;35:475A.

13. **Artículo que contiene una retractación:**
Shishido A. Retraction notice: Effect of platinum compounds on murine lymphocyte mitogenesis [Retraction of Alsabti EA, Ghalib ON, Salem MH. In: Jpn J Med Sci Biol 1979;32:53-65]. Jpn J Med Sci Biol 1980;33:235-7.
14. **Artículo retirado por retractación:**
Alsabti EA, Ghalib ON, Salem MH. Effect of platinum compounds on murine lymphocyte mitogenesis [Retracted by Shishido A. In: Jpn J Med Sci Biol 1980;33:235-7]. Jpn J Med Sci Biol 1979;32:53-65.
15. **Artículo que contiene un comentario sobre otro trabajo:**
Piccoli A, Bossatti A. Early steroid therapy in IgA neuropathy: still an open question [comment]. Nephron 1989;51:289-91. Comment on: Nephron 1988;48:12-7.
16. **Artículo que ha sido comentado en otro trabajo:**
Kobayashi Y, Fujii K, Hiki Y, Tateno S, Kurokawa A, Kamiyama M. Steroid therapy in IgA nephropathy: a retrospective study in heavy proteinuric cases [see comments]. Nephron 1988;48:12-7. Comment in: Nephron 1989;51:289-91.
17. **Artículo sobre el que se ha publicado una fe de erratas:**
Schofield A. The CAGE questionnaire and psychological health [published erratum appears in Br J Addict 1989;84:701]. Br J Addict 1988;83:761-4.

Libros y otras monografías

18. **Individuos como autores:**
Colson JH, Armour WJ. Sports injuries and their treatment. 2nd rev ed. London: S Paul, 1986.
19. **Directores o compiladores como autores:**
Diener HC, Wilkinson M, editors. Drug-induced headache. New York: Springer-Verlar, 1988.
20. **Organización como autor y editor:**
Virginia Law Foundation. The medical and legal implications of AIDS. Charlottesville: The Foundation, 1987.
21. **Capítulo de libro:**
Weinstein L, Swartz MN. Pathologic properties of invading microorganisms. In: Sodeman WA Jr, Sodeman WA, editors. Pathologic physiology: mechanisms of disease. Philadelphia: Saunders, 1974:457-72.
22. **Actas de conferencias:**
Vivian VL, editor. Child abuse and neglect: a medical community response. Proceedings of the First AMA National Conference on Child Abuse and Neglect; 1984 Mar 30-31; Chicago. Chicago: American Medical Association, 1985.
23. **Artículo presentado a una conferencia:**
Harley NH. Comparing radon daughter dosimetric and risk models. In: Gammage RB, Kaye SV, editors. Indoor air and human health. Proceeding of the Seventh Life Sciences Symposium; 1984 Oct 29-31; Knoxville (TN). Chelsea (MI): Lewis, 1985:69-78.
24. **Informe científico o técnico:**
Akutsu T. Total heart replacement device. Bethesda (MD): National Institutes of Health, National Heart and Lung Institute; 1974 Apr. Report No.: NIH-NHLI-69-2185-4.
25. **Tesis doctoral:**
Youssef NM. School adjustment of children with congenital heart disease [dissertation]. Pittsburgh (PA): Univ of Pittsburgh, 1988.
26. **Patente:**
Harred JF, Knight AR, McIntyre JS, inventors. Dow Chemical Company, assignee. Epoxidation process. US patent 3,654,317. 1972 Apr 4.

Otros trabajos publicados

27. **Artículo de periódico:**
Rensberger B, Specter B. CFCs may be destroyed by natural process. The Washington Post 1989 Aug 7;Sect A:2(col 5).
28. **Material audiovisual:**
AIDS epidemic the physician's role [videorecording]. Cleveland (OH): Academy of Medicine of Cleveland, 1987.
29. **Archivo de computadora:**
Renal system [computer program]. MS-DOS version. Edwardsville (KS): Medi-Sim, 1988.
30. **Documentos legales:**
Toxic Substances Control Act: Hearing on S776 Before the Subcomm. on the Environment of the Senate Comm. on Commerce, 94th Congr., 1st Sess. 343 (1975).
31. **Mapas:**
Scotland [topographic map]. Washington: National Geographic Society (US), 1981.
32. **Libro de la Biblia:**
Ruth 3:1-18. The Holy Bible. Authorised King James version. New York: Oxford Univ Press, 1972.
33. **Diccionarios y obras de consulta semejantes:**
Ectasia. Dorland's illustrated medical dictionary. 27th ed. Philadelphia: Saunders, 1988:527.
34. **Obras clásicas:**
The Winter's Tale: act 5, scene 1, lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. Londond: Rex, 1973.

Trabajos inéditos

35. **En prensa:**
Lillywhite HB, Donald JA. Pulmonary blood flow regulation in an aquatic snake. Science. In press.

CUADROS

Mecanografía o imprima cada cuadro a doble espacio y en hoja aparte. No presente los cuadros en forma de impresiones fotográficas. Numérelos consecutivamente siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto, y asigne un título breve a cada uno. Cada columna llevará un encabezamiento corto o abreviado. Las explicaciones irán como notas al pie y no en el encabezamiento. En las notas al pie se explicarán todas las abreviaturas no usuales empleadas en cada cuadro. Como llamadas para las notas al pie, utilícese los símbolos siguientes en la secuencia que se indica: *, †, ‡, §, ||, ¶, **, ††, ‡‡, ...

Identifique las medidas estadísticas de variación, tales como

la desviación estándar y el error estándar de la media.

No trace líneas horizontales ni verticales en el interior de los cuadros.

Cerciórese de que cada cuadro sea citado en el texto.

Si incluye datos publicados o inéditos provenientes de otra fuente, obtenga la autorización necesaria para reproducirlos y conceda el reconocimiento cabal que corresponde.

Incluir un número excesivo de cuadros en relación con la extensión del texto puede ocasionar dificultades al confeccionar las páginas. Examine varios números recientes de la revista a la que planea presentar el artículo y calcule cuántos cuadros pueden incluirse por cada millar de palabras de texto.

Al aceptar un artículo, el director podrá recomendar que los cuadros suplementarios que contienen datos de respaldo importantes, pero que son muy extensos para ser publicados, queden depositados en un servicio de archivo, como el National Auxiliary Publications Service (NASP) [Servicio Nacional de Publicaciones Auxiliares] en los Estados Unidos, o que sean proporcionados por los autores a quien lo solicite. En tal caso, se agregará en el texto la nota informativa necesaria. Sea como fuere, dichos cuadros se presentarán junto con el artículo.

ILUSTRACIONES (FIGURAS)

Envíe los juegos completos de figuras en el número requerido por la revista. Las figuras estarán dibujadas y fotografiadas en forma profesional; no se aceptarán los letreros trazados a mano o con máquina de escribir. En lugar de los dibujos, radiografías y otros materiales de ilustración originales, envíe impresiones fotográficas en blanco y negro, bien contrastadas, en papel satinado y que midan 127×173 mm, sin exceder de 203×254 mm. Las letras, números y símbolos serán claros y uniformes en todas las ilustraciones; tendrán, además, un tamaño suficiente para que sigan siendo legibles incluso después de la reducción necesaria para publicarlas. Los títulos y las explicaciones detalladas se incluirán en los pies o epígrafes, no sobre las propias ilustraciones.

Al reverso de cada figura pegue una etiqueta de papel que lleve anotados el número de la figura, el nombre del autor y cuál es la parte superior de la misma. No escriba directamente sobre el dorso de las figuras ni las sujete con broches para papel, pues se rompen y quedan marcadas. Las figuras no se doblarán ni se montarán sobre el cartón.

Las fotomicrografías incluirán en sí mismas un indicador de la escala. Los símbolos, flechas y letras usados en éstas contrastarán claramente con el fondo.

Si se usan fotografías de personas, éstas no deberán ser identificables; de lo contrario, habrá que anexar un permiso por escrito para poder utilizarlas.

Las figuras se numerarán en forma consecutiva de acuerdo con su primera mención en el texto. Si la figura ya fue publicada, se reconocerá la fuente original y se presentará la autorización por escrito que el titular de los derechos de autor concede para reproducirla. Este permiso es necesario, independientemente de quién sea el autor o la editorial; la única salvedad son los documentos considerados como de dominio público.

En el caso de las ilustraciones en color, averigüe si la revista necesita negativos, transparencias o impresiones fotográficas. La inclusión de un diagrama en el que se indique la parte de la fotografía que debe reproducirse puede resultar útil a la redacción. Algunas revistas publican ilustraciones en color únicamente si el autor paga el costo extra.

Pies o epígrafe de las ilustraciones

Los pies o epígrafes de las ilustraciones se mecanografiarán o imprimirán a doble espacio, comenzando en hoja aparte e identificándolos con los números arábigos correspondientes. Cuando se utilicen símbolos, flechas, números o letras para referirse a ciertas partes de las ilustraciones, será preciso identificar y aclarar el significado de cada uno en el pie o epígrafe. En las fotomicrografías habrá que explicar la escala y especificar el método de tinción.

UNIDADES DE MEDIDA

Las medidas de longitud, talla, peso y volumen se expresarán en unidades del sistema métrico decimal (metro, kilogramo, litro) o sus múltiplos y submúltiplos.

Las temperaturas se consignarán en grados Celsius. Los valores de presión arterial se indicarán en milímetros de mercurio.

Todos los valores hemáticos y de química clínica se presentarán en unidades del sistema métrico decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). La redacción de la revista podrá solicitar que, antes de publicar el artículo, los autores agreguen unidades alternativas o distintas de las del SI.

ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Utilice únicamente abreviaturas ordinarias. Evite las abreviaturas en el título y el resumen. Cuando se emplee por primera vez una abreviatura, ésta irá precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

PRESENTACION DEL MANUSCRITO A LA REVISTA

Envíe por correo el número requerido de copias del manuscrito en un sobre de papel resistente; si es necesario, proteja las copias y las figuras metiéndolas entre dos hojas de cartón para evitar que las fotografías se doblen durante la manipulación postal. Meta las fotografías y transparencias en su propio sobre de papel resistente.

Los manuscritos irán acompañados de una carta de presentación que proporcione: a) información acerca de la publicación previa o duplicada, la presentación del manuscrito a otra revista o la publicación de cualquier parte del trabajo, según lo expresado en líneas arriba; b) una manifestación de las relaciones financieras o de otro tipo que pudieran desembocar en un conflicto de intereses; c) una declaración de que el manuscrito ha sido leído y aprobado por todos los autores, que se ha cumplido con los requisitos de la autoría expuestos anteriormente en el presente documento y, más aún, que cada uno de los autores cree que el manuscrito representa un trabajo honrado; y d) el nombre, la dirección y el número telefónico del autor corresponsal, quien se encargará de comunicarse con los demás autores en lo concerniente a las revisiones y a la aprobación final de las pruebas de imprenta. La carta incluirá cualquier información suplementaria que pueda resultar útil para el director, tal como el tipo de artículo que el manuscrito representa para esa revista en particular y si el autor (o los autores) estaría(n) dispuesto(s) a sufragar el costo de reproducir las ilustraciones en color.

El manuscrito se acompañará de copias de los permisos concedidos para reproducir material ya publicado, para usar ilustraciones o revelar información personal delicada sobre individuos que puedan ser identificados, o para nombrar a ciertas personas por su colaboración.

MANUSCRITOS EN DISQUETE

Tratándose de artículos que están cercanos a la aceptación final, algunas revistas piden que los autores proporcionen los manuscritos en forma electrónica (en disquetes) y pueden aceptar una variedad de formatos de procesamiento de textos o archivos (también llamados "ficheros") de texto (ASCII).

Al presentar disquetes, los autores deben:

1. Cerciorarse de incluir un impreso de la versión del manuscrito en disquete.
2. Incluir en el disquete solamente la versión más reciente del manuscrito.
3. Poner muy claramente el nombre del archivo.
4. Rotular el disquete con el formato y el nombre del archivo.
5. Facilitar información sobre el software y el hardware empleados.

En las instrucciones de la revista dirigidas a los autores, éstos deben consultar cuáles son los formatos que se aceptan, las convenciones para denominar los archivos y disquetes, el número de copias que han de enviarse, y otros detalles del caso.

Revistas participantes

Las revistas que han notificado al Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas su disposición a que se les envíen manuscritos preparados de conformidad con las versiones anteriores de los Requisitos uniformes del Comité mencionan este hecho en sus instrucciones a los autores. La lista completa de ellas puede solicitarse a la Oficina de la Secretaría en *Annals of Internal Medicine*.

Indice General del Volumen 46 - 1996

EDITORIALES	5
ARTICULOS GENERALES	
Los Probióticos y su futuro. Violeta T. Pardios Sedas, Krzysztof N. Waliszewski Kubiak, Guadalupe Robledo López	6
Regulación de la expresión génica por nutrimentos. Nimbe Torres, Héctor Bourges y Armando R. Tovar	89
Inmunosupresión de las emulsiones lipídicas parenterales en un modelo inmunostimulación definida. Grimm Helmut, Bohnet Ulrich, Malats Brang Eva, Friese Georg	269
TRABAJOS DE INVESTIGACION:	
Nutrición Humana.	
Influencia de la actividad física en la mineralización ósea de escolares de ambos sexo. Raquel Burrows Argote, Laura Leiva Balich, Ricardo Lillo Ganter, Hugo Pumarino Carte, Luis Maya Castillo, Santiago Muzzo Benavides	11
Comportamiento de la lactancia en el primer mes de vida en la ciudad de Córdoba, Argentina. Lucía Batrouni, Jacobo Sabulsky, Silvina Reina, Daniel Quiroga	16
Patrón dietético e ingesta de nutrientes de niños pre-escolares de tres aldeas rurales del departamento de Santa Rosa , Guatemala. Héctor Gamero, Marylena Arita, Jesús Bulux, Noel W. Solomons	22
Factores Aterogénicos de la dieta de la población costarricense 1991. Nuria Rodríguez Herrera, Ana Gladys Aráuz, Norma Meza Rojas, Marlene Roselló Araya	27
Estado nutricional de escolares rurales de la región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989. María Cristina Durán Santana, Rodolfo Ivanovic Marincovich, Julia Hazbun Game y Daniza Ivanovic Marincovich	97
Crecimiento en talla del lactante chileno de bajo estrato socioeconómico : 1978 -1992. Fernando Pizarro , Manuel Olivares , Eva Hertrampf y Tomás Walter	107
O leite em pó fortificado com ferro e vitamina C como medida de intervenção no combate á anemia carencial ferropriva em crianças atendidas em Unidade Básica de Saúde. Marco Antonio Almeida Torres, Kazue Sato, Yara Juliano, Suzana de Souza Queiroz	113
Suplementación de hierro en lactantes mapuches de la provincia de Cautín , Chile. Edith Franco Y., Eva Hertrampf D., Julia Hazbón G., Sylvia Segú S., Juan Carlos Illanes S., Liliana Palacios S; Gabriela Figueroa P. y José Orellana C.	118
Nutritional status of institutionalised elderly in Ecuador. Denis V. Barclay, Laura Heredia, Joaquina Gil- Ramos, María Magdalena Montalvo, Rebeca Lozano, Miguel Mena, Henri Dirren	122
Masa ósea en pacientes con enfermedad celíaca. Laura Leiva, Raquel Burrows, Gloria Ríos, Carmen Bergenfried, Francisco Larrain, John Wenger, Ricardo Lillo, Julio Espinoza, Hugo Pumarino y Santiago Muzzo	128
Competencia materna y desnutrición infantil, un instrumento para su evaluación. Susana Noemí Di Lorio y María Adelaida Rodrigo	132
Estudio biocultural de la desnutrición infantil de causa primaria en el ámbito urbano del gran La Plata. Susana Ortale y María Adelaida Rodrigo	136

Hábitos alimentarios de escolares rurales de la Región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989 Julia Hazbun Game, Rodolfo Ivanovic Marincovich, María Cristina Durán Santana y Daniza Ivanovic Marincovich	183
Estado nutricional y composición corporal de un grupo de adultos mayores no institucionalizados del estado Zulia , Venezuela. Luis Falque- Madrid, María P. Piñero - Corredor, Nelly Zambrano de Rodríguez, Jorge Quintero, Aida Souki de Gabarrón, Nelly Arias-Márquez.....	190
Consumo de alimentos y variables bioquímicas: reflejo del estado metabólico y nutricional en un grupo de adultos mayores de vida libre en Venezuela . Nelly Zambrano, Jorge Quintero, Luis Falque, Aída Souki, Nelly Arias y María Piñero.....	196
Consumo de alimentos , energía y nutrientes en el desayuno de un colectivo de ancianos . Problemática más frecuente y diferencias en función del índice de masa corporal . María Rosario Redondo , Rosa María Ortega , Ana María López- Sobaler , María Elena Quintas, Pedro Andrés	275
Nutrición Animal.	
Influencia de ciclo luz- oscuridad en el crecimiento de ratas macho con diferente estado de nutrición. Cecilia Sommer Finkelman, José Monroy - Ruiz, Patricia Candelaria Silva, Patricia de GortariGallardo	63
Brewery waste as a substitute for soy protein in soy brewer's yeast mixture to feed broiler chickens. Diamela Carías and Nancy Millán	67
Effect of the type of dietary fat on cholesterolemia in rabbits fed brewer's yeast. Nancy Millán and Jorge De Abreu	71
Efectos de la melaza de caña sobre el valor nutricional de los granos de <i>Canavalia ensiformis</i> en pollos de engorde. Rubén E. Vargas, Moisés Castillo y Coromoto Michelangeli	163
Pigmentation of Pacific white shrimp (<i>Penaeus vannamei</i>) using Aztec marigold (<i>Tagetes erecta</i>) extracts as the carotenoid source. E.J. Vernon- Carter, J.T. Ponce- Palafox y R. Pedroza- Islas	243
Composición química de ensilado de las lombrices terrestres (<i>Eisenia fetida</i> y <i>Lumbricus rubellus</i>). María Esther Ortega Cerrilla, Amada Laura Reyes Ortigoza, Germán Mendoza Martínez	325
Nutrición Experimental.	
Colon cancer in rats and diet in the Sonoran desert region of Mexico. C. Jane Wiatt, Isabel Dorado, Mauro E.Valencia, E. Navarro	33
Variaciones en el contenido de calcio, fosfato, magnesio y sodio en huesos de ratas ovariectomizadas. Miguel Angel de Bortoli, José Miguel Ascar, Patricia Arce, Luis Villegas	38
Macroalgas marinas comestibles de Chile como fuente de fibra dietética: Efectos en la digestibilidad aparente de proteínas, fibras y energía y peso de deposiciones en ratas. Nelly Pak, Héctor Araya	42
Interação de zinco e vitamina A em ratas recebendo uma dieta regional de Manaus, Amazonas, Brasil. Efeito da suplementação com vitamina A, zinco e zinco e vitamina A. Lucia K.O. Yuyama y Silvia M.F. Cozzolino	216
Chemical and nutritional assessment of heifers omasum flour Silvia Fernández, J. Cid , Mirta L . de Arellano, G.A. de Hauria, J.Luco, Sara L de Mucciarelli.....	221
Estudio de funciones cognitivas en Escolares del nivel intelectual normal con antecedentes de Desnutrición y precoz. Carmen Gloria Perales O., Eliana Heresi M., Fernando Pizarro A. y Marta Colombo C	282
Bioquímica Nutricional.	
Niveles séricos de prealbúmina en niños desnutridos y controles con y sin infección clínica asociada. Inés Malavé, María A. Vethencourt, Moravia Pirela, Raimundo Cordero, Leslie Baute, Manuel Acuña y Paulino Sousa	203
Efectos de la densidad energética y del nivel de grasa de las fórmulas lácteas sobre el consumo subsecuente de alimentos y energía en pre-escolares. Gloria Vera, Marcela Alviña W., Nelly Pak D., Juan Carlos Sola, Carlos Díaz, Héctor Araya L.....	210
Evaluación de la digestibilidad in vitro de un sustituto lácteo fabricado con harinas no precocidas. Judith King y Saturnino de Pablo	287
Ciencia de Alimentos.	
Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustación de carne vacuna a nivel de un matadero frigorífico industrial venezolano. Nelson Huerta - Leidenz, Nancy Jerez- Timaure, Oneida Morón - Fuenmayor, Edmundo Rincón Urdaneta, Rosa Caro	47

Evaluación de la pérdida de color de una fórmula dietética en función de la temperatura, tiempo de almacenamiento y envase.	
Alexia Torres, Marisa Guerra	54
Calidad física, química y microbiológica de los jugos concentrados de naranja fabricados en Venezuela.	
Rita María Cava R., Pilar Hernández S.	59
Concentrado proteico de <i>Amaranthus cruentus</i>. Métodos de extracción. Propiedades funcionales.	
Norma G. de Luquez, Silvia Fernández, y Sara L. de Mucciarelli	143
Nutritional evaluation of a high- temperature dried soft wheat pasta supplemented with cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) walp)	
Christine J. Bergman, Daisy G. Gualberto and Charles W. Weber	146
Evaluación física- química del pescado seco-salado en Venezuela.	
Rafael A. Bello y Arcadio Granados	154
Factores que afectan la culinaria de bistés del músculo <i>Longissimus</i> de bovinos venezolanos.	
Nancy Jerez-Timaure y Nelson Huerta - Leidenz	159
Comportamiento reológico de concentrados de tomate: efectos de la temperatura y la concentración.	
José A. Barreiro M., Aleida J., Sandoval B., Anelena Guédez y Yanina Luciani	224
Caracterización sensorial del budín de lupino utilizando la metodología superficie respuesta.	
Mario Villarroel, Edith Biolley, Horacio, Miranda, Emma Wittig, Marcelo Catalán	230
Caracterización química, sensorial y clínica de mermelada de lupino.	
Mario Villarroel , Edith Biolley, Gladys Larenas , Emma Wittig, Verónica Díaz, Yolanda Muñoz	234
Isolation and in vitro hydrolysis of lentil protein fractions by trypsin.	
Valdir A. Neves, Euclides J. Lourenco and Maraiza A. da Silva.....	238
Reducción del contenido de fibra cruda en pasta de cártamo (<i>Carthamus tinctorius L.</i>) y su posible utilización en la alimentación humana.	
Héctor E. Martínez- Flores, Carlos Cruz - Mondragón, Alfredo Larios- Saldaña	295
Adaptación de Nutripez a un alimento de humedad intermedia.	
Josefina Morales de León, Margarita Santillan D., Francisco Palomares Ch	299
Desarrollo de un alimento suplementario para grupos vulnerables.	
Margarita Armada de Romano y Patricia Liliana Jiménez de Erramouspe.....	304
Microbiología de Alimentos.	
Presencia de microorganismos patógenos en hortalizas de consumo crudo en Costa Rica.	
Rafael Monge, María Laura Arias	292
Tecnología de Alimentos.	
Determinación de la composición química y de las propiedades funcionales de carne de pinzas de jaiba (<i>Homalaspis plana</i>) recién extraída.	
Lilian Abugoch J., Javier Barrios G., Abel Guarda M.	309
Cambios en algunos componentes químicos y nutricionales durante la preparación de tortillas de maíz elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por extrusión continua.	
Gómez Aldapa Carlos Alberto, Martínez Bustos Fernando, Figueroa Cárdenas Juan de Dios y Ordorica Falomir César Abelino.....	315
Avaliação química e biológica da casca de banana madura.	
marcia Regina Toledo de Camargo Ranzani, Gilma Lucazechi Sturion, Hironaka Bicudo Mitsue.....	320
LatinFoods. Composición de Alimentos.	
Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardinas, salmón y atún al natural .	
Nalda P., Paz Robert C., Lilia Masson S., Cecilia Luck U., Loreto Buschmann A	75
Separación e identificación del β-caroteno y sus isómeros cis por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).	
Fanny Carrillo de Padilla	169
Reevaluación del contenido de hierro en algunos alimentos mexicanos.	
Josefina Morales de León, Héctor Bourges, Rocío Rullán, Mary Carmen Castillo, Carmen Gabriela Uribe.....	247
Contenido de nutrientes minerales en materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas II: Composición en elementos minerales.	
Sara Josefina Closa, María C., de Landaeta, Daniel A. Andérica, Daniel O. Larroquette, Blanca Alzogaray	250

Relaciones entre la composición nutricional y parámetros anatómicos en sorgo (<i>Sorghum bicolor L Moench</i>).	
Teresa Elizabeth Torres Cepeda, María Guadalupe Alanis Guzmán, Ratikanta Maiti	253
Contenido de colesterol en el musculo <i>longissimus</i> de bovinos venezolanos.	
Huerta Leidenz Nelson, Ruíz Ramírez Jorge L., de Arenas Moreno Lilia, Jerez Timaure Nancy, Márquez Enrique, Muñoz Beatriz	329
Stereochemical isomers composition and vitamin A value of Brazilian palm oils.	
Ivaldo N.S .Trigueiro; Marilene de V.C. Panteado	334
NOTAS	78, 174, 338
NUEVOS LIBROS	175, 260
INFORMACION PARA LOS AUTORES	81, 176, 339
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 46-1996	346
INDICE POR AUTORES DEL VOLUMEN 46-1996	350
INDICE POR MATERIAS DEL VOLUMEN 46-1996	356

Indice por Autores del Volumen 46 - 1996

A

Abugoch J., Lilian. Determinación de la composición química y de las propiedades funcionales de carne de pinzas de jaiba (<i>Homalaspis plana</i>) recién extraída	309
Acuña, Manuel. Véase Malavé, Inés	203
Alanís Guzmán, María Guadalupe. Véase Torre Cepeda, Teresa Elizabeth	253
Almeida Torres, Marco Antonio. O leite em pó fortificado com ferro e vitamina C como medida de intervencao no combate á anemia carencial ferropriva em criancas atendidas en unidade básica de Saúde	113
Alviña W., Marcela. Véase Vera, Gloria	210
Alzogaray, Blanca. Véase Closa, Sara Josefina	250
Andérica, Daniel A. Véase Closa, Sara Josefina	250
Andrés, Pedro. Véase Rosario Redonde, María	275
Araya L., Héctor. Véase Pak, Nelly	42
Araya L., Héctor. Véase Vera Gloria	210
Aráuz, Ana Gladys. Véase Rodríguez Herrera, Nuria	27
Arce, Patricia. Véase De Bortoli, Miguel Angel	38
Arellano, Mirta L. Véase Fernandez, Silvia	221
Arenas Moreno, Lilia. Véase Huerta Leindez, Nelson	329
Arias, María Laura. Véase Monge, Rafael	292
Arias Márquez, Nelly. Véase Falque Madrid, Luis	190
Arias Márquez, Nelly. Véase Zambrano de Rodríguez, Nelly	196
Arita, Marylena. Véase Héctor, Gamero	22
Armada de Romano, Margarita. Desarrollo de un alimento suplementario para grupos vulnerables	304
Ascar, José Miguel. Véase De Bortoli, Miguel Angel	38

B

Barclay, Denis V. Nutritional status of institutionalised elderly in Ecuador	122
Barreiro M., José A. Comportamiento reológico de concentrados de tomate: efectos de la temperatura y la concentración	224
Barrios G., Javier G. Véase Abugoch J., Lilian	309
Batrouni, Lucía. Comportamiento de la lactancia en el primer mes de vida en la ciudad de Córdoba Argentina	16
Baute, Leslie. Véase Malavé, Inés	203
Bello, Rafael A. Evaluación físico- químico del pescado seco salado en Venezuela	154
Bergfried, Carmen. Véase Leiva, Laura	128
Bergman, Chistine J. Nutritional evaluation of a hing- temperature driedsoft wheat pasta supplemented with cowpea (<i>Vigna- unguiculata (L) Walp</i>)	146
Biolley, Edith. Véase Villarroel, Mario	230
Biolley, Edith. Véase Villarroel, Mario	234
Bourges, Héctor. Véase Torres, Nimbe	89
Bourges, Héctor. Véase Morales de León, Josefina	247
Bulux, Jesús. Véase Gamero, Héctor	22
Burrows Argote Raquel. Influencias de la actividad física en la mineralización ósea de escolares de ambos sexos	11
Burrows Argote, Raquel. Véase Leiva, Laura.....	128

C

Carías, Diamela. Brewery waste as a substitute for soy protein in soy- brewer's yeast mixtures to feed broiler chickens	67
Caro, Rosa. Véase Huerta Leidenz, Nelson	47
Carrillo de Padilla, Fanny. Separación e identificación del β - Caroteno y sus isómeros cis por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).....	169
Castillo, Mary Carmen. Véase Morales de León, Josefina.....	247
Castillo, Moisés. Véase Vargas, Rubén E.	163
Catalán , Marcelo. Véase Villarroel , Mario	230
Cava R., Rita María. Calidad física , química y microbiológica de los jugos concentrados de naranja fabricados en Venezuela.....	59
Cid, J . Véase Fernandez, Silvia	221
Closa , Sara Josefina. Contenido de nutrientes minerales en materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas II: Composición en elementos minerales	250
Colombo C., Marta. Véase Perales O., Carmen Gloria	282
Cordero, Raimundo. Véase Malavé, Inés	203
Cruz Mondragón, Carlos. Véase Martínez Flores, Héctor E.	295

D

Da Silva, Moraiza A. Véase Neves, Valdir A	238
De Abreu, Jorge. Véase Millán, Nancy	71
De Bartoli, Miguel Angel. Variaciones en el contenido de calcio, fosfato, magnesio y sodio en huesos de ratas ovariectomizadas	38
De Pablo, Saturnino. Véase King, Judith	287
De Sousa Queiroz, Suzana. Véase Almeida Torres, Marco Antonio	113
Díaz, Carlos. Véase Vera, Gloria	210
Díaz, Verónica. Véase Villarroel, Mario	234
Di Iorio, Susana Noemí . Competencia materna y desnutrición infantil un instrumento para su evaluación	132
Dirren, Henri. Véase Barclay, Denis V	122
Dorado, Isabel. Véase Wyatt, C.J.	33
Durán Santana, María Cristina. Estado nutricional de escolares rurales de la región metropolitana de Chile . Un estudio comparativo 1989	97
Durán Santa , María Cristina. Véase Hazbun Game, Julia	183

E

Espinoza, Julio. Véase Leiva, Laura	128
--	-----

F

Falque Madrid, Luis. Estado nutricional y composición de un grupo de adultos mayores no institucionalizados del Estado- Zulia, Venezuela	190
Falque Madrid, Luis. Véase Zambrano de Rodríguez, Nelly	196
Fernández, Silvia . Chemical and nutritional assessment of heifers omasum flour.....	221
Fernández, Silvia. Véase Luquez Norma G. de	143
Figuroa Cárdenas, Juan de Dios. Véase Gómez Aldapa, Carlos Alberto	315
Franciscato Cozzolino, Silvia María. Véase Osaki Yuyama, Lucía	216
Franco Y., Edith. Suplementación de hierro en lactantes mapuches de la provincia de Cautin, Chile .	118
Firese, Georg. Véase Helmut, Grimm	269

G

Gamero, Héctor . Patrón dietético e ingesta de nutrientes de niños pre-escolares de tres aldeas rurales del departamento de Santa Rosa, Guatemala	22
Gil Ramos, Joaquin. Véase Barclay, Denis V	122
Gómez Aldapa, Carlos Alberto. Cambios en algunos componentes químicos y nutricionales durante la preparación de tortillas de maíz elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por extrusión continua	315
González Hernández, Jesús. Véase Gómez Aldapa, Carlos Alberto.....	315

Gortari Gallardo, Patricia de. Véase Sommer Finfelman, Cecilia	63
Granados, Arcadio. Véase Bello, Rafael A.	154
Gualberto, Daisy G. Véase Bergman, Chistine J	146
Guarda M., Abel. Véase Abugoch J., Lilian	309
Guédez, Anelena. Véase Barreiro M., José A	224
Guerra, Marisa. Véase Torres Alexia	54

H

Hauri, G.A de. Véase Fernández Silvia	221
Hazbún Game, Julia. Hábitos alimentarios de escolares rurales de la región metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989	183
Hazhún Game, Julia. Véase Durán Santana, María Cristina	97
Hazhún Game, Julia. Véase Franco Y., Edith	118
Helmut, Grimm. Inmunosupresión de las emulsiones lipídicas parenterales en un modelo de inmuoestimulación definida	269
Heredia, Laura. Véase Barclay, Denis V.	122
Heresi M., Eliana. Véase Perales O., Carmen Gloria	282
Hernández S., Pilar. Véase Cava R., Rita María	59
Hertrampf D., Eva. Véase Franco Y., Edith	118
Hertrampf D., Eva. Véase Pizarro, Fernando	107
Hironaka Bicudo, Mitsue. Véase Toledo de Camargo Ranzani, Marcia Regina.	320
Huerta Leidenz, Nelson. Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustación de carne vacuna a nivel de un matadero frigorífico industrial venezolano	47
Huerta Leidenz, Nelson. Contenido de colesterol en el musculo <i>longissimus</i> de bovinos venezolanos	329
Huerta Leidenz, Nelson. Véase Jerez Timaure, Nancy	159

I

Illanes S, Juan Carlos. Véase Franco Y., Edith	118
Ivanovic Marincovich, Daniza. Véase Durán Santa, María Cristina	97
Ivanovic Marincovich, Daniza. Véase Hazbún Game, Julia	183
Ivanovic Marincovich, Rodolfo. Véase Durán Santana, María Cristina	97
Ivanovic Marincovich, Rodolfo. Véase Hazbún Game, Julia	183

J

Jerez Timaure, Nancy. Factores que afectan la culinaria de bistés del músculo <i>longissimus</i> de bovinos venezolanos	159
Jerez Timaure, Nancy. Véase Huerta Leidenz, Nelson	47
Jerez Timaure, Nancy. Véase Huerta Leidenz, Nelson	329
Jiménez de Erramouspe, Patricia Liliana . Véase Armada de Romero, Margarita	304

K

King, Judith. Evaluación de la digestibilidad de un sustituto lácteo fabricado con harinas no precocidas	287
---	-----

L

Landaeta, María C.de. Véase Closa, Sara Josefina	250
Larenas, Gladys. Véase Villarroel, Mario	234
Larios Saldañas, Alfredo. Véase Martínez Flores, Héctor E.....	295
Larrain, Francisco. Véase Leiva, Laura	128
Larroquette, Daniel O. Véase Closa, Sara Josefina	250
Leiva Balich, Laura. Masa ósea en pacientes con enfermedades celíaca	128
Leiva Balich, Laura. Véase Burrows Argote, Raquel	11
Lillo Ganter, Ricardo. Véase Burrows Argote, Raquel	11
Lillo Goanter, Ricardo. Véase Leiva, Laura	128
López Sobaler, Ana María. Véase Rosario Redondo, María	275
Loreto Buschmann, A. Véase Romero P., Nalda	75

Lourenco Euclides, J. Véase Neves Valdir, A.	238
Lozano, Rebeca. Véase Barclay, Denis V.	122
Lucacechi Sturion, Gilma. Véase Toledo de Camargo Ranzani, Marcia Regina	320
Luciani, Yahina. Véase Barreiro M., José A.	224
Luck U., Cecilia. Véase Romero P., Nalda	75
Luco, J. Véase Fernández, Silvia	221
Luques, Norma G. de. Concentrado proteico de <i>Amaranthus cruentus</i> . Métodos de extracción. Propiedades funcionales	143

M

Maiti, Ratikanta. Véase Torres Cepeda, Teresa Elizabeth	253
Malats Brang, Eva. Véase Helmut, Grimm	269
Malavé, Inés. Niveles séricos de prealbúmina en niños desnutridos y controles con y sin infección clínica asociada	203
Márquez, Enrique. Véase Huerta Leidenz, Nelson	329
Martínez Bustos, Fernando. Véase Gómez Aldapa, Carlos Alberto	315
Martínez Flores, Héctor E. Reducción del contenido de fibra cruda en pasta de Cartamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) y su posible utilización en la alimentación humana	295
Masson S., Lilia Véase Romero P., Nalda	75
Maya Castillo, Luis. Véase Burrows Argote, Raquel	11
Mena, Miguel. Véase Barclay, Denis V.	122
Mendoza Martínez, Germán. Véase Ortega Cerrilla, Esther	325
Meza Rojas, Norma. Véase Rodríguez Herrera, Nuria	27
Michelangeli, Coromoto. Véase Vargas, Rubén E.	163
Millán, Nancy. Effect of the type of dietary fat on cholesterolemia in rabbits fed brewer's yeast	71
Millán, Nancy. Véase Carías, Diamela	67
Miranda, Horacio. Véase Villaroel, Mario	230
Monje, Rafael. Presencia de microorganismos patógenos en hortalizas de consumo crudo en Costa Rica	292
Monroy Ruiz, José. Véase Sommer Finkelman, Cecilia	63
Montalvo María, Magdalena. Véase Barclay, Denis V.	122
Morales de León, Josefina. Reevaluación del contenido de hierro en algunos alimentos mexicanos	247
Morales de León, Josefina. Adaptación de Nutripez a un alimento de humedad intermedia	299
Morón Fuenmayor, Oneida. Véase Huerta Leidenz, Nelson	47
Mucciarelli, Sara L. de. Véase Lúquez, Norma G. de.	143
Mucciarelli, Sara L. de. Véase Fernández, Silvia	221
Muñoz, Beatriz. Véase Huerta Leidenz, Nelson	329
Muñoz, Yolanda. Véase Villaroel, Mario	234
Muzzo Benavides, Santiago. Véase Burrows Argote, Raquel	11
Muzzo Benavides, Santiago. Véase Leiva, Laura	128

N

Navarro, E. Véase Wyatt, C. J.	33
Neves, Valdir A. Isolation and in vitro hydrolysis of lentil protein fractions by trypsin	238

O

Olivares, Manuel. Véase Pizarro, Fernando	107
Ordorica Faldomir, César Abelino. Véase Gómez Aldapa, Carlos Alberto	315
Orellana C., José. Véase Franco Y., Edith	118
Ortale, Susana. Estudio biocultural de la desnutrición infantil de causa primaria en el ámbito urbano del gran La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina	136
Ortega Cerrilla, Esther. Composición química del ensilado de lombrices terrestres (<i>Eisenia fetida</i> y <i>Lumbricus rubellus</i>)	325
Ortega, Rosa María. Véase Rosario Redondo, María	275
Ozaki Yuyama, Lucia Kiyoto. Interacao de zinco e vitamina A em ratos recebendo uma dieta reginal de Manaus, Amazonas, Brasil. Efeito da suplementacao com vitamina A zinco e zinco e vitamina A	216

P

Pak D., Nelly. Macroalgas marinas comestibles de Chile como fuente de fibra dietética: efecto en la digestibilidad aparente de proteínas, fibra y energía y peso de deposiciones en ratas	42
Pak D., Nelly. Véase Vera, Gloria	210
Palacios S., Liliana. Véase Franco Y., Edith	118
Palomares Ch., Francisco. Véase Morales de León, Josefina	299
Panteado, Marilene. Véase Trigueiro, Ivaldo N. S.	334
Pardio Sedas, Violeta T. Los Probióticos y su futuro	6
Paz, Robert C. Véase Romero P., Nalda	75
Pedroza Islas, R. Véase Vernon Carter, E. J.	243
Perales O., Carmen Gloria. Estudio de funciones cognitivas en escolares de nivel intelectual normal con antecedentes de desnutrición grave y precoz	282
Piñero Corredor, María P. Véase Falque Madrid, Luis	190
Piñero Corredor, María P. Véase Zambrano de Rodríguez, Nelly	196
Pirela, Morabia Véase Malavé, Inés	203
Pizarro A., Fernando. Crecimiento en talla del lactante chileno de bajo estrato socioeconómico: 1978-1992	107
Pizarro A., Fernando. Véase Perales O., Carmen Gloria	282
Ponce Palafox, J. T. Véase Vernon Carter, E.J.	243
Pumarino Carte, Hugo. Véase Burrows Argote, Raquel	11
Pumarino Carte, Hugo. Véase Leiva, Laura	128

Q

Quintas, María Elena. Véase Rosario Redondo, María	275
Quintero, Jorge. Véase Falque Madrid, Luis	190
Quintero, Jorge. Véase Zambrano de Rodríguez, Nelly	196
Quiroga, Daniel. Véase Batrouni, Lucía	16

R

Reyes Ortigoza, Amada Laura. Véase Ortega Cerrilla, María Esther	325
Reyna, Silvina. Véase Batrouni, Lucía	16
Rincón Urdaneta, Edmundo. Véase Huerta Leidenz, Nelsón	47
Ríos, Gloria. Véase Leiva, Laura	128
Robledo López, Guadalupe. Véase Pardio Sedas, Violeta T.	6
Rodrigo, María Adelaida. Véase Di Lorio, Susana Noemí	132
Rodrigo, María Adelaida. Véase Ortale, Susana	136
Rodríguez Herrera, Nuria. Factores aterogénicos de la dieta de la población costarricense, 1991	27
Romero P., Nalda. Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardina, salmón y atún al natural	75
Rosario Redondo, María. Consumo de alimentos, energía y nutrientes en el desayuno de un colectivo de ancianos. Problemática más frecuente y diferencias en función del índice de masa corporal	275
Roselló Araya, Marlene. Véase Rodríguez Herrera, Nuria	27
Ruíz Ramírez, Jorge L. Véase Huerta Leidenz, Nelson	329
Rullán, Rocío. Véase Morales de León. Josefina	247

S

Sabulsky, Jacobo. Véase Batrouni, Lucía	16
Sandoval B., Aleida J. Véase Barreiro M., José A.	224
Santillan D., Margarita. Véase Morales de León, Josefina	299
Sato, Kazue. Véase Almeida Torres, Marco Antonio	113
Schmidbauer, Georg. Véase Grimm, Helmut	269
Schück, Reinhard. Véase Grimm, Helmut	269
Segú S., Silvia. Véase Franco Y., Edith	118
Silva, Patricia Candelaria. Véase Sommer Finkelman, Cecilia	63
Sola, Juan Carlos. Véase Vera, Gloria	210
Solomons, Noel W. Véase Gamero, Héctor	22

Sommer Finkelman, Cecilia. Influencia del ciclo luz oscuridad en el crecimiento de ratas macho con diferente estado de nutrición	63
Souki de Gabarrón, Aída. Véase Falque Madrid, Luis	190
Souki de Gabarrón, Aída. Véase Zambrano de Rodríguez, Nelly	196
Sousa, Paulino. Véase Malavé, Inés	203

T

Toledo de Camargo Ranzani, Marcia Regina. Avaliação química e biológica da casca de banana madura	320
Torres, Alexia. Evaluación de la pérdida de color de una fórmula dietética en función de la temperatura, tiempo de almacenamiento y envase	54
Torres Cepeda, Teresa Elizabeth. Relaciones entre la composición nutricional y parámetros anatómicos en sorgo (<i>Sorghum bicolor L. Moench</i>)	253
Torres, Nimbe. Regulación de la expresión génica por nutrimentos	89
Tovar, Armando R. Véase Torres, Nimbe	89
Trigueiro, Ivaldo N. S. Stereochemical isomers composition and vitamin A value of Brazilian palm oils	334

U

Ulrich, Bohnet. Véase Helmut, Grimm	269
Uribe Carmen, Graciela. Véase Morales de León, Josefina	247

V

Valencia, Mauro E. Véase Wyatt, C. J.	33
Vargas, Rubén E. Efectos de la melaza de caña sobre el valor nutricional de los granos de <i>Canavalia ensiformis</i> en pollos de engorde	163
Vera, Gloria. Efectos de la densidad energética y del nivel de grasa de las fórmulas lácteas sobre el consumo subsecuente de alimentos y energía en prescolares	210
Vernon Carter, E. J. Pigmentation of Pacific white shrimp (<i>Penaeus vannamei</i>) using Aztec marigold (<i>Tagetes erecta</i>) extracts as the carotenoid source	243
Vethencourt, María A. Véase Malavé, Inés	203
Villarroel, Mario. Caracterización química, sensorial y clínica de mermelada de lupino	234
Villarroel, Mario. Caracterización sensorial del budín de lupino utilizando la metodología superficie respuesta.....	230
Villegas, Luis. Véase de Bortoli, Miguel Angel	38

W

Waliszewski Kubiak, Krzysztof N. Véase Pardo Seda, Violeta T.	6
Walter, Tomas. Véase Pizarro, Fernando	107
Weber, Charles W. Véase Bergman, Cristine J	146
Wenger, John. Véase Leiva, Laura	128
Witting, Emma. Véase Villarroel, Mario	230
Witting, Emma. Véase Villarroel, Mario	234
Wyatt, C.J. Colon cancer in rats and diet in the Sonoran desert region of Mexico	33

Y

Yara, Juliano. Véase Almeida Torres, Marco Antonio	113
---	-----

Z

Zambrano de Rodríguez, Nelly. Consumo de alimentos y variables bioquímicas: reflejo del estado metabólico y nutricional en un grupo de adultos mayores de vida libre en Venezuela	196
Zambrano de Rodríguez, Nelly. Véase Falque Madrid, Luis	190

Indice por Materias del Volumen 46 - 1996

A

Acidos , grasos composición en, y aporte de colesterol, de conservas de jurel, sardina, salmón y atún al natural	75
Alimentarios , hábito de escolares rurales de la región Metropolitana de Chile. Un estudio comparativo 1989	183
Alimento , suplementario, desarrollo de un, para grupos vulnerables	304
Alimentos , consumo de, y variables bioquímicas: reflejo del estado metabólico y nutricional en un grupo de adultos mayores de vida libre en Venezuela	196
Amaranthus Cruentus , concentrado protéico de, métodos de extracción. Propiedades funcionales	143
Aterogénicos , factores de la, dieta de la población costarricense, 1991	27

B

Banana Madura , casca da, avaliação química e biológica de	320
β-Caroteno , y sus isómeros cis, separación e identificación por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)	169
Brazilian palm oils , value of, stereochemical isomers composition and vitamin A	334
Budin de lupino , caracterización sensorial del, utilizando la metodología superficie respuesta	230

C

Calcio , fosfato, magnesio y sodio, variaciones en el contenido de, en huesos de ratas ovariectomizadas	38
Canavalia ensiformis , efectos de la melaza de caña sobre el valor nutricional de los granos de, en pollos de engorde	163
Carne vacuna , Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustación de, a nivel de un matadero frigorífico industrial venezolano	47
Colon cancer , in rats and diet in the Sonoran desert region of Mexico.....	33

D

Desnutrición , grave y precoz, estudio de funciones cognitivas, con antecedentes de, en escolares de nivel intelectual normal	282
Desnutrición infantil , competencia materna y, un instrumento para su evaluación	132
Desnutrición infantil , de causa primaria, estudio biocultural de la, en el ámbito urbano del gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.....	136
Dietary fat , effect of the type of, on cholesterolemia in rabbits fed brewer's yeast	71

E

Emulsiones lipídicas , Inmunosupresión de las, parenterales en un modelo de inmunoestimulación definida	269
Estado nutricional de escolares de la región metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. 1989	97
Estado nutricional y composición corporal de un grupo de adultos mayores no institucionalizados del estado Zulia, Venezuela	190

F

Ferro , e vitamina C, o leite em pó fortificado com, como medida de intervenção no combate á anemia carencial ferropriva en crianças atendidas em Unidade Básicas de Saúde	113
Flour , chemical and nutritional assessment of heifers omasum.....	221

Fórmula dietética , evaluación de la pérdida de color de una, en función de la temperatura, tiempo de almacenamiento y envase	54
Fórmulas lácteas , nivel de grasa de las, efectos de la densidad energética y del, sobre el consumo subsecuente de alimentos y energía en preescolares	210

H

Hierro , reevaluación del contenido de, en algunos alimentos mexicanos	247
Hierro , suplementación de, en lactantes mapuches de la provincia de Cautin, Chile	118

J

Jaiba (<i>Homalaspis plana</i>), determinación de la composición química y de las propiedades funcionales de carne de pinzas de, recién extraída	309
Jugos , calidad física, química y microbiológica de los, concentrados de naranja fabricados en Venezuela	59

L

Lactancia , comportamiento de la, en el primer mes de vida en la ciudad de Córdoba, Argentina	16
Lactante , chileno, crecimiento en talla del, de bajo estrato socioeconómico:1978-1992	107
Lentil , isolation and in vitro hydrolysis of, protein fractions by trypsin	238
Lombrices terrestre , (<i>Eisenia fetida</i> y <i>Lumbricus rubellus</i>) valor nutritivo y composición química del ensilado de las,.....	325

M

Macroalgas marinas , comestibles de Chile como fuente de fibra dietética: efecto en la digestibilidad aparente de proteínas, fibras y energía y peso de deposiciones en ratas	42
Masa corporal , problemática más frecuente y diferencias en función del índice de, consumo de alimentos, energía y nutrientes en el desayuno de un colectivo de ancianos	275
Masa ósea , enfermedad celíaca en pacientes con.....	128
Mermelada de lupino , caracterización química, sensorial y clínica de.....	234
Microorganismo patógenos , presencia de, en hortalizas de consumo crudo en Costa Rica	292
Mineralización ósea , influencia de la actividad física en la, de escolares de ambos sexos	11
Músculo longissimus , factores que afectan la culinaria de bistés del, de bovinos venezolanos	159

N

Nutrición , influencia del ciclo luz - oscuridad en el crecimiento de ratas machos con diferente, estado de	63
Nutrientes minerales , contenido de, en materias primas y productos procesados derivados de cereales y leguminosas II: composición en elementos minerales	250
Nutrientes , patrón dietético e ingesta de, de niños pre-escolares de tres aldeas rurales del departamento de Santa Rosa, Guatemala	22
Nutrimientos , regulación de la expresión genética por	89
Nutripez , adaptación de, a un alimento de humedad intermedia	299
Nutritional , status of institutionalised elderly in Ecuador	122

P

Pasta de cártamo (<i>Carthamus tinctorius L.</i>) Reducción del contenido de fibra cruda, y su posible utilización en la alimentación humana.....	295
Penaeus vannamei , Pigmentation of Pacific white shrimp, using Aztec marigold (<i>Tagetes erecta</i>) extracts as the carotenoid source	243
Pescado seco-salado , evaluación físico - química del, en Venezuela.....	154
Prealbúmina en niños desnutridos, niveles séricos de, y controles con y sin infección clínica asociada	203
Probióticos los, y su futuro	6

S

Sorgo , (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench), relaciones entre la composición nutricional y parámetros anatómicos	253
Sustituto lácteo , de preparaciones y consumo in situ fabricado con harinas no precocidas. Evaluación de digestibilidad in vitro de un	287

T

Tomate , concentrado de, comportamiento reológico de, efecto de la temperatura y la concentración	224
Tortillas de maíz , cambios en algunos componentes químicos y nutricionales durante la preparación de, elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por extrusión continua	315

W

Wheat pasta , nutritional evaluation of a high-temperature dried soft, supplemented with cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> (L) Walp)	146
---	-----

Z

Zinco , e vitamina A, interação de, em ratos recebendo uma dieta regional de Manaus, Amazonas, Brasil. Efeito da suplementação com vitamina A, zinco e zinco e vitmaina A	216
--	-----

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada hace más de 25 años con el fin de integrar los esfuerzos de profesionales calificados para promover y mejorar el conocimiento de los problemas nutricionales de los países de la región y de las alternativas de prevención y tratamiento que ofrece la nutrición como ciencia.

Cualquier persona que se encuentre profesionalmente activa o que haya contribuido de manera significativa al avance de la nutrición o disciplinas afines, puede asociarse a SLAN, para lo cual debe enviar una carta de solicitud avalada por dos Socios Activos y su curriculum actualizado. Debe igualmente anexar la documentación que pruebe la publicación de por lo menos, dos trabajos en revistas de nivel internacional en los últimos cinco años.

La solicitud puede dirigirse a la Presidencia de la Sociedad, en Ciudad de Guatemala, a los Vocales representantes de Area o a los Capítulos de SLAN en los respectivos países.

El Consejo Directivo está integrado por: Hernán L. Delgado (Presidente), Alejandro O'Donnell (Presidente Electo), Rafael Flores (Secretario), María Teresa Menchú (Tesorera), Esther Casanueva, Elizabeth Vargas de Frias, Manuel Grillo, Zayda Gotera de Prado, Héctor Araya, Olga María Amancio y Carlos Hernán Daza (Vocales).

Los Socios deben pagar una cuota anual de US \$30, que incluye la suscripción de la revista.

El órgano oficial de SLAN es la conocida revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN), la cual vuelve a ser editada desde 1992 en Caracas, Venezuela. Los manuscritos para publicación deben ser enviados al Editor General, Dr. Virgilio Bosch, o al Editor Asociado, Dr. José Félix Chávez.

La correspondencia destinada a la SLAN debe dirigirse al Dr. Hernán L. Delgado, INCAP, Apartado Postal 1188. Guatemala, C.A. (Fax: 502-2. 736529) y la de ALAN al Apartado 62.778, Chacao, Caracas 1060, Venezuela o a su número de Fax: (58-2) 2848543.

¿CAMBIO DE DOMICILIO?

¿CHANGING YOUR ADDRESS?

Por favor, escriba su nueva dirección abajo y envíela al Departamento de Suscripciones de ALAN, adjuntando la etiqueta de un sobre de envío. Le rogamos avisarnos con 60 días de anticipación/**Please print your new address below and return to the Journal Subscription Dept. with our label. Please advise 60 days in advance.**

Nombre/Name:

Calle/Street:

Ciudad/City:

Estado, País/State, Country:

Código Postal/Postal Code:

Por favor enviar ALAN a mi nueva dirección a partir de: / **Date new address effective:**

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.

SOLICITUD DE INSCRIPCION

Nombre: _____

Título Profesional: _____

Estudios de Postgrado: _____

Cargo: _____

Lugar de trabajo: _____

Dirección del trabajo: _____

Código Postal: _____ Ciudad: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ Télex: _____

Dirección Postal: _____

Código Postal: _____ Ciudad: _____ País: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ Télex: _____

Fecha de la solicitud: _____ / _____ / _____

Anote las referencias bibliográficas de dos de sus publicaciones más recientes:

1. _____

2. _____

Socios de SLAN que le postulan

Nombre:

Firma:

Adjunte su Curriculum Vitae actualizado.

La cuota anual de SLAN es de \$30 con la revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición y de \$10 sin la revista.
Los cheques deben ser emitidos en US \$ a nombre de: SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION.

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) 62.24.85 - 62.87.30

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Presidente	Dr. Hernán L. Delgado
Presidente Electo	Dr. Alejandro O'Donnell
Secretario	Dr. Rafael Flores
Tesorero	Lic. María Teresa Menchú
Vocal	Dra. Esther Casanueva
Vocal	Dra. Elizabeth Vargas de Frias
Vocal	Dr. Manuel Grillo
Vocal	Lic. Zayda Gotera de Prado
Vocal	Dr. Héctor Araya
Vocal	Dra. Olga María Amancio
Vocal	Dr. Carlos Hernán Daza
Presidente Saliente	Dr. Eleázar Lara Pantin

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	Dr. Virgilio Bosch Román
Editor Asociado	Dr. José Félix Chávez Pérez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1995 - 1997

Dr. Guillermo Arroyave	Dr. Julio Sergio Marchini
Dr. Juan de Dios Alvarado	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Héctor Araya	Dr. Manolo Mazariegos
Dr. Manuel Amador	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Jaime Ariza M.	Dr. Rafael Monge R.
Dr. Daniel Barrera Arellano	Dra. Josefina Morales
Dr. José María Bengoa	Dr. Santiago Muzzo
Lic. Adriana Blanco M.	Dr. J.E. Dutra de Oliveira
Dr. Héctor Bourges R.	Dra. Rosa María Ortega A.
Dr. Ricardo Bressani	Dra. Nelly Pak
Dr. Jesús Bulux	Dr. Ernesto Pollitt
Dr. Benjamín Caballero	Dra. Myriam Puig A.
Dr. Germán Camejo	Dra. María Ester Río
Dra. Sara J. Closa	Dra. Lilia Masson Salaué
Dr. Adolfo Chávez V.	Dra. María Elena Sambucetti
Dr. Omar Dary	Dr. Nilson E. de Sousa
Dr. Luiz G. Elías	Dra. Nora Slobodianik
Dra. Patricia R. de Ferrer	Dr. Noel W. Solomons
Dra. Marisa Guerra M.	Dr. Luiz C. Trugo
Dr. Werner G. Jaffé	Dr. Ricardo Uauy D.
Dra. Gladys Henríquez P.	Dr. Helio Vannucchi
Dra. Elena Hurtado	Dra. Mirtha E. Valencia
Dra. Susana J. Icaza	Dr. Mauro Valencia J.
Dra. Maritza L. de Jiménez	Dra. Yolanda H. de Valera
Dr. Miguel Layrisse	Dr. Tomás Walter
Dr. Irvin E. Liener	Dra. Carolyn Jane Wyatt
Dr. Edmund W. Lusas	Dra. Dorothy Wilson
Dra. María L. P. Martín de Portela	Dr. Enrique Yáñez S.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Contenido

	Páginas
ARTICULOS GENERALES	
Inmunosupresión de las emulsiones lipídicas parenterales en un modelo de inmunestimulación definida Helmut Grimm, Ulrich Bohnet, Eva Malats Brang, Georg Friese, Georg Schmidbauer, Reinhard Schück.....	269
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Consumo de alimentos, energía y nutrientes en el desayuno de un colectivo de ancianos. Problemática más frecuente y diferencias en función del índice de masa corporal María Rosario Redondo, Rosa María Ortega, Ana María López-Sobaler, María Elena Quintas y Pedro Andrés.....	275
Nutrición Experimental	
Estudio de funciones cognitivas en escolares de nivel intelectual normal con antecedentes de desnutrición grave y precoz Carmen Gloria Perales O., Eliana Heresi M., Fernando Pizarro A. y Marta Colombo C.....	282
Bioquímica Nutricional	
Evaluación de la digestibilidad in vitro de un sustituto lácteo fabricado con harinas no precocidas Judith King y Saturnino de Pablo.....	287
Microbiología de Alimentos	
Presencia de microorganismos patógenos en hortalizas de consumo crudo en Costa Rica Rafael Monge, y María Laura Arias.....	292
Ciencia de Alimentos	
Reducción del contenido de fibra cruda en pasta de cártamo (<i>Carthamus tinctorius L.</i>) y su posible utilización en la alimentación humana Héctor Martínez Flores, Carlos Cruz Mondragón, y Alfredo Larios Saldaña.....	295
Adaptación de Nutripez a un alimento de humedad intermedia Josefina Morales de León, Margarita Santillán D. y Francisco Palomares Ch.....	299
Desarrollo de un alimento suplementario para grupos vulnerables Margarita Armada de Romano, y Patricia Lilibiana Jiménez de Erramouspe.....	304
Tecnología de Alimentos	
Determinación de la composición químico-proximal y de las propiedades funcionales de carne de pinzas de jaiba (<i>Homalaspis plana</i>) recién extraída Lilian Abugoch J., Javier Barrios G. y Abel Guarda M.....	309
Cambios en algunos componentes químicos y nutricionales durante la preparación de tortillas de maíz elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por extrusión continua Carlos Alberto Gómez Aldapa, Fernando Martínez Bustos, Juan de Dios Figueroa Cárdenas, César Abelino Ordorica Falomir y Jesús González Hernández.....	315
Avaliação química e biológica da casca de banana madura Marcia Regina Toledo de Camargo Ranzani, Gilma Lucazechi Sturion y Mitsue Hironaka Bicudo.....	320
Nutrición Animal	
Composición química de ensilados de lombrices terrestres (<i>Eisenia fetida</i> y <i>Lumbricus rubellus</i>) Ma. Esther Ortega Cerrilla, Amada Laura Reyes Ortigoza y Germán Mendoza Martínez.....	325
LatinFoods. Composición de Alimentos	
Contenido de colesterol en el músculo <i>longissimus</i> de bovinos venezolanos Nelson Huerta Leidenz, Jorge L. Ruíz Ramírez, Lilia Arenas Moreno, Nancy Jerez Timaure, Enrique Márquez, y Beatriz Muñoz.....	329
Stereochemical isomers composition and vitamin A value of Brazilian palm oils Ivaldo N.S. Trigueiro, y Marilene de Vuono Camargo Penteadó.....	334
NOTAS	338
INFORMACION PARA LOS AUTORES	339
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 46, 1996	346
INDICE DE AUTORES	350
INDICE DE MATERIAS	356