

ALAN

Volumen 47. N° 2. Junio 1.997

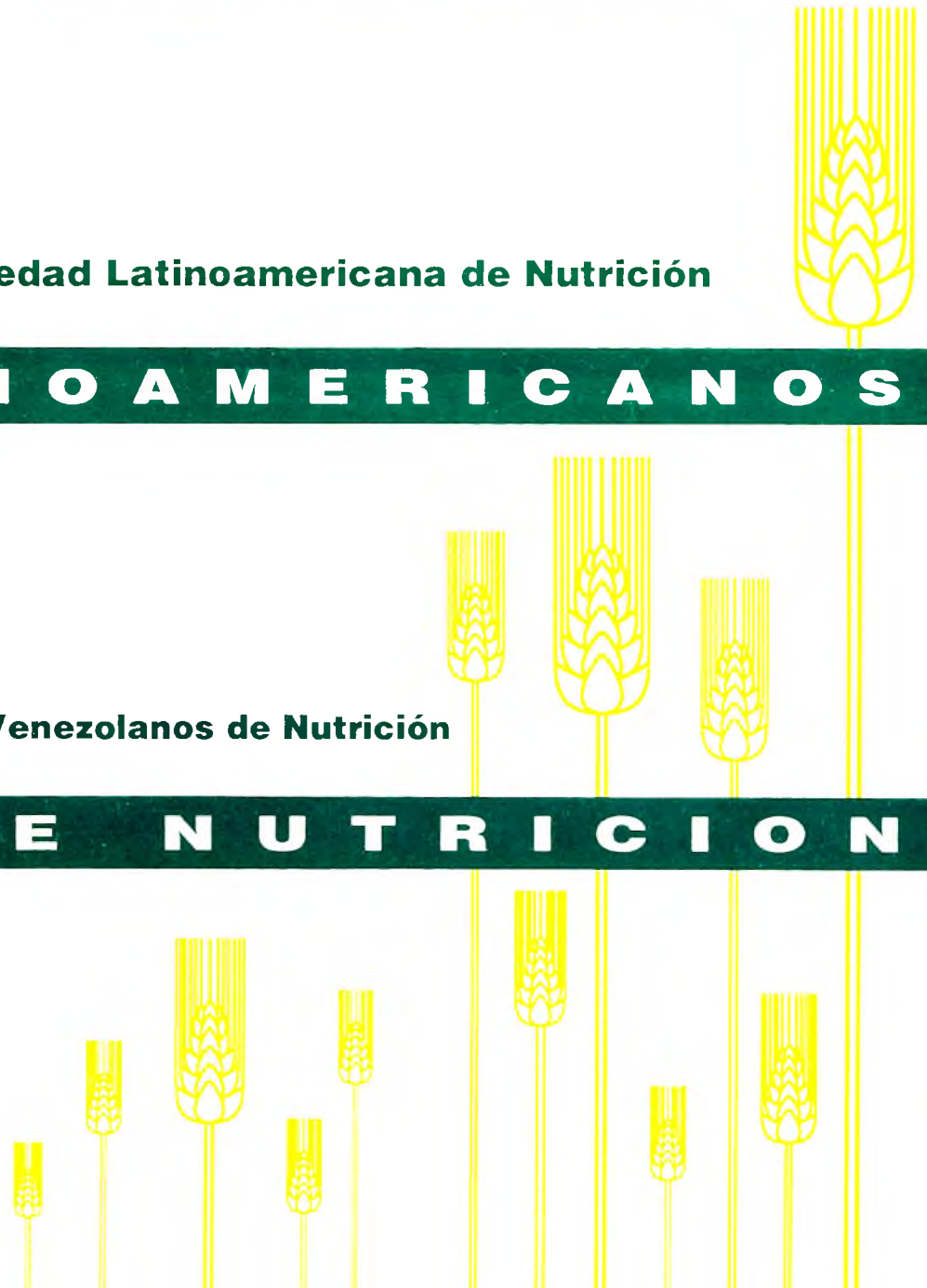
ARCHIVOS

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

LATINOAMERICANOS

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

DE NUTRICION



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 47

JUNIO 1997

Nº 2

Contenido

Páginas

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

Efecto de un programa de refuerzo alimentario sobre el crecimiento en talla de una población infantil.
Juliana Kain y Fernando Pizarro..... 101

Crecimiento antropométrico de la población escolar en zonas rurales y suburbanas de Durango, México.
Jorge Alberto Tena-Flores y A. Roberto Frisancho..... 105

Bioquímica Nutricional

Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas.
Diamela Carias, Gladys Velásquez, Anna M. Cioccia, Domingo Piñero, Haydee Inciarte y Patricio Hevia..... 110

Serum level of Zn, Cu and Fe in healthy schoolchildren residing in Mérida, Venezuela.
Oscar M Alarcón, José Reinoso Fuller, Tania M. Silva, Coromoto Angarita, Elfida Terán, Maritza Navas, Pedro Solano, and Milena Agostinelli 118

Microbiología de Alimentos

Efecto de microondas sobre *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp. inoculados en carne molida congelada.
María Laura Arias., Manuel Jiménez y Florencia Antillón..... 123

Ciencia de Alimentos

Evaluation of different solvent systems for the extraction and fractionation of oleoresins from guajillo peppers.
Carlos Abel Amaya Guerra , Sergio Román Othón Serna Saldivar, Enrique Cárdenas and Juan Antonio Nevero Muñoz..... 127

Tannin elimination and improvement of the digestibility of protein sorghum grains.
R.A. Agudelo.,G. Fliedel. and O.M. Alarcón..... 131

Cambios en algunos factores antifisiológicos y nutritivos de las semillas de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) durante la germinación. Raúl Alvarez Venegas, Rutilo Castellanos Molina, Fernando Martínez Bustos y Carlos Cruz Mondragón.....	136
Calidad de pastas suplementadas con salvado de arroz. E. Sangronis y M.A. Rebolledo	141
Calidad de cocción de pastas largas suplementadas con salvado de arroz. Sangronis E., Cafiero J. y Mosqueda M.....	146
Tecnología de Alimentos	
Desarrollo de una pasta para sopa diseñada de acuerdo a los gustos y recomendaciones nutricias para los ancianos. Josefina Morales de León , María del Pilar Mercado Godínez y Patricia Cecin Salomón.....	152
Educación Nutricional	
Un test para medir el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales al inicio de la Educación Básica. Daniza Ivanovic Marincovich , Carmen Gloria Castro Gómez y Rodolfo Ivanovic Marincovich.....	157
Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en México. Javier Z. Castellanos, Horacio Guzmán Maldonado, Alicia Jiménez, Carlos Mejía, José de Jesús Muñoz Ramos, Jorge A. Acosta Gallegos, Gabriela Hoyos, Ernesto López Salinas, Diego González Eguiarte. Rafael Salinas Pérez, Julieta González Acuña , Jesús A. Muñoz Villalobos , Pablo Fernández Hernández y Benito Cáceres.....	163
Latin Foods. Composición de Alimentos	
The starch and total sugar content of Mexican fruit and vegetables. Claudia P. Sánchez Castillo, Peter J.S. Dewey , Shirley Finnie , María de Lourdes Solano and W. Philip T. James.....	168
Perfil de ácidos grasos en salchichas elaboradas en Venezuela. Consuelo Araujo de Vizcarrondo y Eduardo Martín	173
NOTAS.....	177
NUEVOS LIBROS.....	179
INFORMACION PARA LOS AUTORES.....	181

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 47

JUNE 1997

Nº 2

Contents

Pages

RESEARCH PAPERS

Human Nutrition

Effect of a supplementary feeding program on the growth in stature of children.

Juliana Kain and Fernando Pizarro 101

Anthropometric growth of the school population in rural and suburban areas of Durango, México.

Jorge Alberto Tena-Flores y A. Roberto Frisancho 105

Biochemical Nutrition

The effect of lactation time on the macronutrient and mineral composition of milk from Venezuelan women.

Diamela Carias, Gladys Velásquez, Anna M. Cioccia, Domingo Piñero, Haydee Inciarte and Patricio Hevia..... 110

Serum level of Zn, Cu and Fe in healthy schoolchildren residing in Mérida, Venezuela.

Oscar M Alarcón, José Reinos Fuller, Tania M. Silva, Coromoto Angarita, Elfida Terán, Maritza Navas, Pedro Solano, and Milena Agostinelli 118

Food Microbiology

Effect of microwaves over *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp. inoculated into frozen minced meat.

María Laura Arias., Manuel Jiménez and Florencia Antillón..... 123

Food Science

Evaluation of different solvent systems for the extraction and fractionation of oleoresins from guajillo peppers.

Carlos Abel Amaya Guerra , Sergio Román Othón Serna Saldivar, Enrique Cárdenas and Juan Antonio Nevero Muñoz..... 127

Tannin elimination and improvement of the digestibility of protein sorghum grains.

R,A, Agudelo.,G. Fliedel. and O.M. Alarcón..... 131

Antiphiological and nutritional factors changes in sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L Moench) seeds during germination. Raúl Alvarez Venegas, Rutilo Castellanos Molina, Fernando Martínez Bustos and Carlos Cruz Mondragón.....	136
Quality of pastas supplemented with rice bran. E. Sangronis and M.A. Rebolledo.....	141
Cooking quality of pastas supplemented with rice bran. Sangronis E., Cafiero J. and Mosqueda M.....	146
Food Technology	
Development of a soup paste based on the taste and nutritional requirements of the elderly people. Josefina Morales de León , María del Pilar Mercado Godinez and Patricia Cecin Salomón.....	152
Nutrition Education	
A test to measure the degree of knowledge on food and nutrition at the onset of elementary school. Daniza Ivanovic Marincovich , Carmen Gloria Castro Gómez and Rodolfo Ivanovic Marincovich.....	157
Preferential habits of consumers of common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) in Mexico. Javier Z. Castellanos, Horacio Guzmán Maldonado, Alicia Jiménez, Carlos Mejía, José de Jesús Muñoz Ramos, Jorge A. Acosta Gallegos, Gabriela Hoyos, Ernesto López Salinas, Diego González Eguiarte, Rafael Salinas Pérez, Julieta González Acuña , Jesús A. Muñoz Villalobos , Pablo Fernández Hernández and Benito Cáceres	163
Latin Foods. Food Composition	
The starch and total sugar content of Mexican fruit and vegetables. Claudia P. Sánchez Castillo, Peter J.S. Dewey , Shirley Finnie , María de Lourdes Solano and W. Philip T. James.....	168
Fatty acid composition of sausages manufactured in Venezuela. Consuelo Araujo de Vizcarrondo and Eduardo Martín.....	173
NOTES.....	177
NEW BOOKS.....	179
INFORMATION TO AUTHORS.....	181

Efecto de un programa de refuerzo alimentario sobre el crecimiento en talla de una población infantil

Juliana Kain¹ y Fernando Pizarro²

Unidad de Epidemiología Nutricional, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Santiago de Chile

RESUMEN. Este estudio tuvo como propósito general conocer el comportamiento que tuvo la talla en preescolares beneficiarios del Programa Nacional de Alimentación Complementaria (PNAC) de Chile que tenían talla baja antes de la intervención. Para cumplir con este propósito se procedió a comparar el grupo de talla baja que se sometía a un refuerzo alimentario con un grupo control, es decir con talla baja y sin refuerzo. Los resultados mostraron que aún cuando al final del período de observación (12 meses) ambos grupos seguían en promedio con déficit de talla ($Z_{T/E} < -1$ NCHS), hubo una mejoría en este indicador en los dos grupos. Lo interesante es que esta mejoría fue mayor en el grupo control. Los autores se inclinan a pensar que en la situación nutricional que se encuentra Chile en la actualidad, es decir, con un muy bajo porcentaje de pre-escolares con déficit de peso y con aproximadamente entre 18% y 24% de los niños de los estratos más pobres con talla baja, el incremento de este parámetro más bien se logra a través de un mejoramiento general de la situación económica del hogar que por un aporte extra calórico-proteico.

SUMMARY. *Effect of a supplementary feeding program on the growth in stature of children.* The general objective of this study was to compare the variation exhibited in height/age by a group of low income children (when they were under 2 years) who had a mild deficit in this parameter and who received an important supplement, with another group with the same deficit who did not receive it. To achieve this objective we obtained a sample of children who were beneficiaries of Chile's National Complementary Feeding Program. The experimental group included children from the so called reinforced component of that program and the control group from the basic one. The results showed that after 12 months of observation, both groups gained in height, being those increments statistically significantly. Interestingly, the improvement was greater in the control group. The authors argue that with the nutritional situation that our country exhibits presently, that is, a very small percentage of low wt/age and around 18% to 24% of low income children with a mild deficit in height, a general improvement of the family's economic status probably produces a larger effect on this indicator than a high calorie/protein supplement.

INTRODUCCION

La actual situación nutricional de Chile muestra que los principales problemas producidos por carencias de nutrientes han disminuido en su prevalencia. Sin embargo, existen regiones con altos índices de pobreza, donde el déficit de talla aún es prevalente (1).

La información del crecimiento en talla de la población infantil controlada en los consultorios de atención primaria del Sistema Nacional de Servicios de Salud de Chile (SNSS) se registra desde fines de 1993. Allí se controla aproximadamente el 70% de la población infantil del país (1.200.000 niños), mostrando en 1995 que el porcentaje total de niños con talla/edad < -1 IDE NCHS era el 18%. Sin embargo, en 6 Servicios de Salud, de los 26 que operan, donde la proporción de población pobre es mayor, más del 20% de los niños bajo control presenta crecimiento en talla insuficiente (2). Por otra parte, en 1994 las dos instituciones a cargo de la educación preescolar pública del país, que atienden a aproximadamente 120 mil niños de 0 a 6 años, estos porcentajes eran de 28 y 21% respectivamente. (3,4). Por último, en ese mismo año, el 24% del total de niños chilenos que se incorporaban al sistema de educación básica tenían talla baja (5).

Con estos antecedentes, se puede concluir que como promedio, el deterioro en la estatura no constituye un problema importante en

el país, pero que sí es necesario vigilar su evolución en algunos grupos, específicamente los más pobres.

Existe consenso en la comunidad científica que la interacción entre genética y ambiente determina la talla final del individuo. En Chile, pareciera ser que aún cuando ambos factores son condicionantes de la talla baja en el niño, una proporción importante de los retardos de crecimiento observados en sectores pobres corresponden a carencias ambientales más que a genéticas (6). Es importante enfatizar aquí que es finalmente la talla del individuo, la estimación de la capacidad de expresión de su potencial genético (7).

Muchos especialistas consideran que la talla del niño es un indicador de calidad de vida, ya que se ha descrito que a mayor pobreza existe mayor prevalencia de talla baja. Al final, lo más probable es que un niño pobre con talla baja tendrá una mayor repitencia y fracaso escolar y cuando adulto una menor productividad laboral y menor rendimiento físico (8).

En Chile, el costo anual de los programas de intervención nutricional a población menor de 6 años asciende a aproximadamente US \$200 millones. Sus objetivos generales están orientados a disminuir el déficit de peso de la población objetivo, cuya prevalencia actual es muy baja. Ante la situación de que en la población infantil de bajos ingresos la talla baja constituye el problema nutricional por déficit más importante, se consideró importante conocer si en niños beneficiarios de programas es posible revertirla. Para intentar responder a esta inquietud, se procedió a estudiar a niños beneficiarios del Programa Nacional de Alimentación Complementaria (PNAC), principal intervención alimentaria del país (9).

1 Bioquímico. Master en Salud Pública. Profesor Asistente.

2 Tecnólogo Médico, Profesor Asistente.

El PNAC incluye dos subprogramas el básico y el de refuerzo o riesgo biomédico. El beneficiario es asignado a uno de ellos de acuerdo a su estado nutricional. Para la asignación al PNAC se utilizaban en el período analizado cualquiera de los siguientes criterios: a) incrementos de peso insuficientes entre dos controles sucesivos; o b) estar desnutrido según el indicador peso/talla NCHS (<IDE). Los criterios de egreso del programa de refuerzo incluían: a) el tener 3 controles mensuales sucesivos con incrementos de peso esperado para la edad ó b) si el niño ingresaba por desnutrición, se daba de alta cuando, una vez recuperado, permanecía durante 3 controles consecutivos en el canal normal de peso/talla (9,10).

El PNAC básico entregaba 2 Kg/mes de producto a los niños menores de 12 meses y 1 Kg/mes a los mayores de 1 año, en comparación a 6 Kg/mes para los niños en riesgo menores de 11 meses y hasta 7 Kg/mes para los niños mayores de 12 meses que ingresaban al programa de refuerzo. Los alimentos distribuidos en el programa de refuerzo tenían coberturas de energía y proteína de 90% y 210% de las necesidades para el menor de un año; de 42% y 207% entre 1 y 2 años, y 33% y 102% para el grupo preescolar (10). Los tipos de alimentos que entregan el PNAC y la población objetiva están descritos en otro artículo (11).

Como hasta el momento no existe evidencia en nuestro país con respecto al efecto que puede tener la suplementación alimentaria sobre el crecimiento en talla en una población infantil con las características descritas, se realizó este estudio cuyo objetivo general fue determinar el comportamiento que experimenta este indicador en niños de bajos ingresos con talla baja.

MATERIAL Y METODO

En forma retrospectiva se incorporaron a una base de datos tanto la información antropométrica como la del tipo de subprograma al cual estaban sometidos todos los niños nacidos entre 1985 y 1987 de dos consultorios de atención primaria del área suroriente de Santiago de Chile. Esos datos constituyen la muestra que sirvió de base para llevar a cabo en 1992 un estudio colaborativo INTA-U. Católica (11) sobre el riesgo biomédico en población infantil bajo control de la atención primaria. Estos consultorios atienden a una población de estrato socioeconómico medio-bajo y bajo. La población resultante fue de 3.485 niños, de los cuales se eliminó a los gemelos, a niños con patologías crónicas de base, a aquellos con peso de nacimiento inferior a 2000 gramos y a aquellos con información inadecuada e incompleta respecto a controles de salud y/o retiro de los alimentos. De esta forma, la muestra remanente fue de 2.723 casos (78% del total). Al exigir además que los sujetos cumplieren con la condición de tener al menos un control de salud antes de los 28 días de vida y que se hubiesen controlado como mínimo hasta los tres años de edad, la muestra utilizada para el análisis fue de 2.357 casos (68% del total) (11). De ese total de niños se obtuvo la muestra para realizar los análisis que se informan en esta oportunidad, detallándose a continuación la conformación de los distintos grupos.

Como la forma más correcta de cumplir con el objetivo del estudio era comparar el comportamiento de la talla en niños sometidos a un refuerzo alimentario con aquellos que no lo fueron, fue necesario contar con un grupo control, es decir, niños que no hubieran estado en riesgo biomédico en ningún momento de su infancia. Cabe resaltar que en este estudio no se midió ingesta efectiva del niño, sólo se sabe que la madre del niño beneficiario recibió los alimentos para ese fin.

Para medir el efecto del refuerzo alimentario sobre el crecimiento en talla del grupo de niños beneficiarios, tanto el Grupo riesgo como el Grupo control se dividieron en dos grupos. El primero incluyó a aquellos con talla baja ($T/E < -1z$) y el segundo a niños con tallas normales ($T/E \geq -1z$). Es decir, se conformaron 4 grupos, Riesgo Talla Baja (RTB), Riesgo Talla Normal (RTN), Control Talla Baja (CTB) y Control Talla Normal (CTN). Es importante destacar que al inicio de la observación, tanto el grupo CTB como CTN eran absolutamente comparables a sus respectivas contrapartes en la categoría de riesgo en las siguientes variables: edad inicial en el control antropométrico, z de T/E inicial y edad final en el control antropométrico. Por supuesto que hubo diferencias en el peso, tanto en peso/edad como peso/talla entre los RTB y CTB, ya que el criterio de admisión al PNAC de refuerzo era tener un déficit en el peso. Es así como en el primer grupo, el z promedio de P/E era de -1.10 comprado con -0.37 en el segundo, mientras que los z de P/T eran de 0.05 y 0.92 respectivamente.

RESULTADOS

Del total de niños estudiados, se identificaron a 1.224 como beneficiarios del PNAC de refuerzo (Grupo riesgo) y a 777 que recibían el PNAC básico. (Grupo control). La edad promedio que tenían los niños del Grupo riesgo al comenzar a recibir el aporte adicional fue de 10 meses y el período promedio de participación en este subprograma fue de 12 meses para la muestra considerada en estos análisis.

En las Tablas 1 y 2 aparecen los z de T/E de los 4 grupos al inicio y al final de la observación.

TABLA 1
Promedios de z de talla de cada uno de los grupos al inicio de la observación

	$< -1z T/E$	$\geq -1z T/E$	Total
Riesgo (n)	412	812	1.224
Media \pm DE	-1.57 ± 0.45	-0.22 ± 0.55	-0.67 ± 0.82
p	N.S.	N.S.	N.S.
Control(n)	180	597	777
Media \pm DE	-1.51 ± 0.41	-0.21 ± 0.45	-0.54 ± 0.92

TABLA 2
Promedios de z de talla de cada uno de los grupos al final de la observación

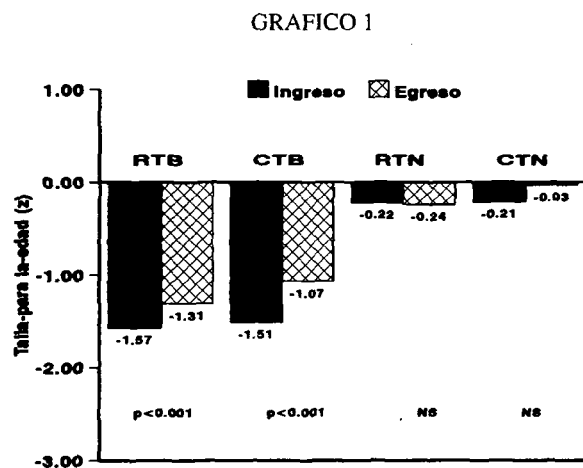
	$< -1z T/E$	$\geq -1z T/E$	Total
Riesgo (n)	412	812	1.224
Media \pm DE	-1.31 ± 0.69	-0.24 ± 0.74	-0.60 ± 0.88
p	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Control(n)	180	597	777
Media \pm DE	-1.07 ± 0.79	-0.03 ± 0.74	-0.08 ± 0.95

Se puede apreciar que los Grupos control que se conformaron, cumplen con los requisitos ya mencionados. El promedio de z T/E del Grupo riesgo ($n=1224$) es normal -0.67 , sin embargo al momento de comenzar los niños a ser beneficiarios del refuerzo alimentario un 33.7% de estos tenía talla baja. El promedio del z en talla de ese grupo (RTB), era de -1.57 comparado con -1.51 en el grupo CTB. Los z del T/E de los grupos RTN y CTN son prácticamente iguales.

Al final de la observación, el z de T/E del RTB fue de -1.31 y el del CTB de -1.07 , es decir que como promedio los grupos siguieron con déficit de talla, siendo mayor en el grupo RTB.

En el Gráfico 1 aparecen las variaciones de los z T/E para los 4 grupos. Podemos observar que tanto en los RTB como en los CTB hubo una mejoría en el indicador que alcanzó a ser estadísticamente significativa (tpar Student, $p<0.001$ para ambos grupos). Esta diferencia fue mayor en el grupo CTB que en el RTB ($\Delta z=0.44$ vs. 0.26). Al comparar los z T/E entre los RTN y los CTN se observa que en el primero no hubo variación, en cambio en el segundo hubo una leve mejoría que no alcanzó a ser significativa.

Los resultados que se presentan aquí muestran que en promedio, tanto los CTB como los CTN muestran una mejoría más acentuada en el crecimiento en talla que aquellos que fueron suplementados (RTB y RTN).



Variación de la media de la talla de niños de talla baja y normal sometidos a un programa de refuerzo alimentario. RTB= Refuerzo y talla baja, CTB= Control y talla baja, RTN=Refuerzo y talla normal y CTN= Control y talla normal.

Comentario: El déficit en el crecimiento en talla es un fenómeno que ocurre generalmente en el primer año de vida y es el resultado de dietas inadecuadas y/o procesos infecciosos. Existen múltiples razones por las cuales este fenómeno es más prevalente en la infancia. Los requerimientos nutricionales son mayores en relación al peso, que en cualquier otro período, y una de las razones se debe a que la velocidad de crecimiento en talla es muy alta. Por lo tanto la posibilidad de tener retardo en este período es alta. También, las infecciones son más prevalentes y más severas en este período; estas limitan el crecimiento. Por último, al ser este grupo dependiente en su cuidado, constituye un grupo vulnerable (12). En el caso de un retardo grave en talla, este puede ser revertido por suplementación alimentaria, tal como lo han demostrado muchas investigaciones (13). Por ejemplo, en el estudio longitudinal de intervención nutricional del INCAP, se observó una significativa mejoría en talla de niños desnutridos cuando fueron

suplementados entre los 15 y 36 meses con aproximadamente 150 Kcal y 11 g de proteína por día. La diferencia en talla de los niños en los poblados que recibieron esa suplementación fue de aproximadamente 2,5 cms (14). En otra investigación, esta vez llevada a cabo en la India por Gopalan y cols, en que suplementaron a niños severamente desnutridos, el grupo entre 1 y 2 años que recibió 170 Kcal diarias por 14 meses, creció en promedio 2,8 cms más que el grupo control. Esta mejoría fue mucho menor en los grupos de mayor edad (15). Por otra parte, en Chile, Vio y cols. también observaron después de 6 meses, una mejoría significativa en talla, cuando niños moderadamente desnutridos aumentaban su ingesta. Esta mejoría fue significativamente mayor en lactantes que en preescolares (16).

En general las distintas investigaciones en esta línea han demostrado que la suplementación alimentaria produce los máximos mejoramientos en talla mientras mayor sea el déficit a aquellas edades en que las velocidades de crecimiento son mayores (14).

Este estudio tuvo como propósito observar si hubo variación en el crecimiento en talla ante una suplementación alimentaria sostenida durante un año en una población con un porcentaje bajo de déficit de peso. Es importante recalcar que en la investigación original se analizó la evolución nutricional (según peso/edad y peso/talla) en esta misma población y se evaluó la efectividad de los criterios de ingreso y egreso utilizados por el programa. Una de las conclusiones más importantes fue el hecho que sólo en los niños que ingresaban al primer episodio de riesgo con peso/talla menor a -1 de NCHS, se observaba una franca mejoría en su estado nutricional al comparar la situación al comienzo y al final de la participación en el PNAC de refuerzo. En esos consultorios, sólo el 14% de los niños que participó, tenía un peso/talla menor a -1 d.e.(11).

Valenzuela y cols. (17) que también analizaron esta muestra de niños, encontraron que 68% del total de estos presentaban un deterioro en la talla en algún momento entre los 0 y 3 años y que de este grupo, un 60% lo manifestaba antes de los 3 meses de edad. En estos últimos se apreciaba claramente una asociación con las condiciones nutricionales al nacer, mientras que en los niños que sufrían el déficit más adelante no se observó relación con su peso/edad (la gran mayoría era normal, según este indicador). Por último estos autores concluyeron que el efecto del PNAC de refuerzo como programa preventivo del déficit de talla era mínimo, pues el 80% de los niños que deterioró su talla lo hizo antes de ser elegibles como beneficiario del refuerzo.

Por otra parte, Castillo y Atalah (18) señalan que el cambio del tipo de producto que entrega el PNAC a partir de 1991 a lactantes mayores tanto del programa básico como de refuerzo por alimentos de mejor aceptabilidad y aporte nutricional, no produjo los resultados esperados. Es decir, en el grupo más vulnerable, que son los lactantes mayores, la disminución en las prevalencias de riesgo y de desnutrición fueron las menores con respecto a la disminución que se produjo en los otros grupos de edad en los cuales no hubo cambio de programa.

Tal como se mencionó antes, el PNAC tiene como objetivo el mejorar el estado nutricional de los niños en riesgo de desnutrir y los desnutridos en Chile son un pequeño porcentaje. Aún cuando el objetivo de la intervención no es mejorar el déficit de crecimiento en talla, era importante determinar si una suplementación alimentaria considerable, produce algún efecto sobre este indicador, teniendo en cuenta la situación nutricional general del país. Cabe recordar que el cambio en la estatura es lento, pero como aquí se analizó el primer episodio de riesgo, el 90% de los niños tenía menos de 2 años, grupo en el cual el crecimiento es acelerado. Además la participación promedio en el PNAC de refuerzo fue de 12 meses, período de tiempo

suficiente para esperar cambios de estatura durante los primeros 2 años de vida.

Reconocemos que existen muchas variables que inciden en el crecimiento en talla, siendo las más importantes la morbilidad, el nivel educacional de los padres, el tamaño familiar, la ingesta diaria del beneficiario (especialmente calorías totales) y la ingesta real del suplemento. En relación a morbilidad, en Chile, las prevalencias de las principales enfermedades infecciosas en niños son bajas; con respecto a las variables ambientales, el estudio original mostró que éstas no discriminaban en absoluto, siendo los hogares de estos niños muy similares con respecto a ellas. En cuanto a las otras variables, por el tipo de estudio realizado, no fue posible considerarlas. Aún así, creemos que los resultados son muy interesantes ya que muestran que no solamente en el grupo control se observa una mejoría más significativa en la talla que en el grupo riesgo, pero que este último muestra una z T/E más deficitario al final de la observación. Estos hallazgos nos hacen suponer que en situaciones nutricionales como las nuestras, en niños normales en cuanto a peso, pero con un déficit leve en su talla, incidiría más en lograr una mejoría de talla, factores no nutricionales que un suplemento calórico-proteico a la dieta habitual. Pensamos que estos factores estarían relacionados a la situación económica de los hogares, ya que aun cuando los resultados de este estudio no permiten llegar a esa conclusión, otros autores han concluido en esa línea de pensamiento. Es así como, Amigo y cols (19) identificaron como el factor condicionante más importante del déficit de talla en escolares chilenos urbanos pobres de primer año básico, el bajo ingreso per cápita. Asimismo, Pizarro y cols (6) encontraron que el mejoramiento del índice socioeconómico de la familia determinaba un mejoramiento del patrón de crecimiento en talla de lactantes chilenos. Por último, coincide que en el período analizado en este estudio la situación económica mostró una mejoría sustancial.

RECONOCIMIENTO

El estudio fue financiado por FONDECYT-Chile, Proyecto N° 1057-91. Se agradece la activa participación del Profesor Felipe García, PhD, en el análisis de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Uauy R, García F, Kain J, Pizarro F. Antecedentes, estrategia y recomendaciones para cumplir con la meta del Plan Nacional de la Infancia. Informe final presentado a Mideplan. Marzo 1994.
2. Ministerio de Salud. Datos proporcionados por la Unidad de Nutrición, 1995.
3. Junta Nacional de Jardines Infantiles. Informe preparado por la institución, 1995.
4. Fundación INTEGRA. Informe preparado por la institución. 1995.
5. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Datos solicitados por los autores, 1995.
6. Pizarro F, Olivares M, Hertrampf E, Walter T. Crecimiento en talla del lactante chileno de bajo estrato socioeconómico 1978-1992. Arch Latinoam Nutr 46(2): 107-112, 1996.
7. Atalah E. Déficit de Talla del Lactante: ¿Problema ambiental o genético? Apuntes Médicos de la I Jornadas de Invierno de la Sociedad Chilena de Pediatría, pg 41-44 Julio, 1994.
8. García F & Uauy R. La talla baja en la infancia como indicador de pobreza y calidad de vida para Chile. Apuntes Médicos de la I Jornadas de Invierno de la Sociedad Chilena de Pediatría, pg 45-48 Julio, 1994.
9. Ministerio de Salud: Manual del PNAC. Santiago. Chile 1988.
10. Vial I, Cambi R, Castillo C. El Programa de Alimentación Complementaria (PNAC): Su evaluación y mecanismos de focalización. En: From Platitudes to Practice Targeting Social Programs in Latin America ed. por Margaret Grosh, Banco Mundial 1992.
11. Kain J, Vial I, Muchnik E, Contreras A. Evaluación de la modalidad de refuerzo del Programa Nacional de Alimentación Complementaria de Chile. Arch Latinoamer Nutr 44(4): 242-248, 1994.
12. Martorell R, Khan KL, Schroeder DG. Reversibility of stunting: epidemiological findings in children from developing countries. E.J. Clin Nutr 48, Supplement 1, pg S45-S57, 1994.
13. Karlberg R et al. Linear growth retardation in relation to the three phases of growth. E. J. Clin Nutr 48, Supplement 1, pg S25-S44, 1994.
14. Martorell R. Results and implications of the INCAP Follow-up study. J Nutr 125 (4S): 1127S-1138S, 1995.
15. Gopalan et al. Effect of calorie supplementation on growth of undernourished children Am J Clin Nutr 26:563-566, 1973.
16. Vio F et al. Evaluación del estado nutricional en lactantes y preescolares atendidos en Centros de Recuperación Nutricional. Rev Chil Pediatr 56(4): 223-222, 1985.
17. Valenzuela S. Efectos del Programa «PNAC de Refuerzo» sobre el estado nutricional de preescolares y análisis del comportamiento de sus tallas. Tesis para optar al Magister de Economía Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile. 1994.
18. Castillo C, Atalah E. Estado nutricional de la población infantil y PNAC 1990-1991. Rev Chil Pediatr 65(5): 285-290, 1994.
19. Amigo H & Bustos P. Factores condicionantes de la estatura en escolares de alta vulnerabilidad social. U. de Chile, Facultad de Medicina, Dpto. de Nutrición, 1994.

Recibido: 20-06-1996

Aceptado: 01-04-1997

Crecimiento antropométrico de la población escolar en zonas rurales y suburbanas de Durango, México

Jorge Alberto Tena-Flores¹ y A. Roberto Frisancho²

RESUMEN. Se determinó el estado nutricional de la población escolar de niños de áreas rurales y suburbanas del estado de Durango, México, mediante evaluación antropométrica, durante los períodos escolares 92-93 y 93-94. La muestra incluyó un total de 1033 escolares, 504 varones y 529 mujeres, cuyas edades fluctuaban entre los 3 y los 15 años de edad. Se determinó la talla y el peso usando métodos estándares. Comparado con estándares norteamericanos, mexicanos y mexicano-americanos, se encontró que la talla y el peso de los niños de Durango exhiben una disminución al crecimiento lineal que se acentúa con los años. Por otro lado, el índice de masa corporal disminuye con la edad pero no tan acentuadamente como ocurre con la talla -por-edad y el peso-por-edad. Evaluación de los índices de peso-por-talla indican que cerca del 3% de la muestra de Durango ha sufrido una malnutrición crónica.

SUMMARY. Anthropometric growth of the school population in rural and suburban areas of Durango, México. The nutritional status of school children from the rural and suburban areas from the state of Durango, México, was determined using anthropometric evaluation, during the periods 92-93 and 93-94. The sample included a total of 1,033 school children, of which 504 were males and 529 females, ranging ages from 3 to 15 years. The results of the study indicate that compared to the international standards, linear growth and weight of the Durango children decline with age and accentuate themselves through time. On the other hand, growth in body mass index exhibits a lesser retardation than that of height by age and weight by age. Evaluation of the weight by height index indicated that about 3% of the school children has suffered from chronic undernutrition.

INTRODUCCION

La evaluación de las dimensiones antropométricas se ha convertido en una técnica indispensable para la determinación del estado nutricional de una población (1). El estado nutricional se puede evaluar comparando las medidas antropométricas de un niño o de un grupo de niños, con valores aceptados como patrones normales de referencia (1-4). Las medidas más útiles para estas evaluaciones son el peso y la talla. La relación entre ellas (expresada como el peso esperado para la talla) y con la edad del niño (expresada como la talla o el peso esperado para la edad) (2), así como el índice de masa corporal (expresada como la relación que existe entre el peso dividido entre el cuadrado de la talla) (5), son los indicadores del estado nutricional más usados.

Varias investigaciones se han llevado a cabo en México (4,6-13), las cuales se han concentrado principalmente en el centro y sur del país, y muy poco se ha hecho en el estado de Durango (que se encuentra localizado en el centro norte del país). Por esta razón y como parte del plan de investigación del CIIDIR IPN Unidad Durango, se realizó la presente investigación del estado nutricional de la población infantil rural y suburbana de dicha entidad, para contribuir en alguna medida a la toma de decisiones de los organismos del Gobierno Federal, rectores del programa de Desayunos Escolares.

El propósito fundamental de esta investigación fue evaluar el estado nutricional, a partir de mediciones de peso y talla, de los niños en edad escolar de las comunidades de Súchil, Villa Montemorelos y 15 de Octubre, Durango, México, teniendo como objetivo focalizar las zonas de población más vulnerables, así como determinar si la variabilidad en el crecimiento de esta población tienen origen inmediata o crónico.

MATERIALES Y METODOS

Muestra: El presente estudio está basado en una muestra que incluye un total de 1.033 escolares, de los cuales 504 son varones y 529 son mujeres, y cuyas edades fluctúan entre los 3 y los 15 años. Esta muestra corresponde al 85% de la población total de niños y niñas inscritos en las escuelas primarias «Guadalupe Victoria», «Mauricio Fernández de Castro» y «Vicente Guerrero» de Súchil, Durango, durante el ciclo escolar 1992-1993; la escuela primaria «Francisco Sarabia» y el jardín de niños «Aristóteles» de Villa Montemorelos y la escuela primaria «Guadalupe Victoria» del poblado «15 de Octubre», Durango, durante el ciclo escolar 1993-1994. La distribución por edad, sexo y localidad se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1

Distribución por edad, sexo y localidad de los niños en estudio

EDAD Años	NIÑOS				NIÑAS				Suma Total
	LOC I	LOC II	LOC III	Suma	LOC I	LOC II	LOC III	Suma	
3.0-4.9	-	4	-	4	-	15	-	15	19
5.0-6.9	31	37	-	68	50	35	6	91	159
7.0-8.9	89	39	8	136	89	40	7	136	272
9.0-10.9	83	56	12	151	96	55	6	157	308
11.0-12.9	62	50	1	113	58	43	8	109	222
13.0-14.9	22	9	1	32	7	13	1	21	53
Total	287	195	22	504	300	201	28	529	1033

Loc I=Súchil; LOC II= Montemorelos; LOC III= 15 de Octubre; Durango, México

Evaluación antropométrica

El presente estudio incluyó las medias antropométricas de peso y talla, las cuales fueron tomadas por la mañana en cada una de las escuelas, siempre por la misma persona, para eliminar el error intra-observador. Para las mediciones los niños vistieron ropa ligera y fueron descalzados; estas medidas fueron obtenidas siguiendo las

1 Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR IPN Unidad Durango, México.
2 Center for Human Growth and Development. University of Michigan.

técnicas descritas por Ramos-Galván (12). El peso de los niños fue medido a una aproximación de 0.1 kg con una balanza de plataforma con estadímetro marca «Reyes» (hecha en México) con capacidad de 140 kg y 100 g de precisión, la cual fue calibrada en cada uno de los lugares de estudio. La talla de los niños fue medida a una aproximación de 0.1 cm con el estadímetro de la balanza el cual está calibrado en milímetros.

De las mediciones de peso y talla se derivaron los índices de peso-por-talla y masa corporal, de la siguiente forma: $\text{Peso-por-talla} = \text{peso (kg)} / \text{talla (cm)}$; $\text{Masa corporal} = \text{peso (kg)} / \text{talla}^2 (\text{m}^2)$. Los Z-scores¹ de la talla-por-edad, del peso-por-edad, del peso-por-talla y del índice de masa corporal-por edad, fueron calculados de acuerdo a Dibley et al (14), utilizando los estándares de referencia de Frisancho (1). El empleo de estos estándares internacionales tienen como objeto facilitar la comparación de los resultados con los determinados en otros países (3,13). Siguiendo la metodología de Waterlow (15) asumimos que una disminución en talla-por-edad es indicativo de una malnutrición crónica o pasada, mientras que un bajo peso-por-talla es indicativo de una malnutrición actual o reciente. Similarmente, siguiendo la metodología de Frisancho (1), tanto en peso-por-edad como en peso-por-talla, los valores que están por debajo de 2 desviaciones estándar, o un z-score de -1.6 corresponden a la categoría de malnutrición aguda (Categoría I); mientras que valores por debajo de un z-score de -1.03 corresponden a una desnutrición moderada (Categoría II). La Categoría III nos indica un estado nutricional normal o promedio, y las categorías IV y V representan sobrepeso y obesidad respectivamente. Con respecto a talla-por edad estas categoría nos muestran un estado de crecimiento con retraso severo (I), retraso moderado (II), normal (III) y alto (IV y V).

RESULTADOS

La Tabla 2 presenta las medias y el error estándar de las medidas de peso-por-edad, talla-por-edad e índice corporal de los niños y niñas respectivamente, de las tres localidades estudiadas. Las Figuras 1, 2 y 3 ilustran estos datos comparados a los estándares norteamericanos; en las mismas figuras se muestran los valores correspondientes para la población urbana de clase media de la ciudad de México, reportados por Ramos-Galván (12), así como los correspondientes para la población mexicano-americana (HHANES) descritos por Martorell et al (16). De estos datos se puede inferir claramente que los niños de Durango, a partir de los 4 años muestran, con respecto a los diferentes estándares, una diferencia en la talla y peso que aumenta conforme pasan los años, mientras que en los mexicanos-americanos no se observa tal diferencia. Por otra parte la diferencia en crecimiento de masa corporal de los niños de Durango (Fig. 3) aumenta con la edad pero no tan acentuadamente como ocurre con la talla o el peso. En forma similar, comparando los resultados con los reportados por Ramos-Galván (12), para mexicanos vemos que la muestra de Durango a partir de los 10 años está por debajo de los mexicanos de la zona urbana. Esta diferencia se debe al hecho de que los niños adolescentes actuales de Durango, están en un estado nutricional inferior a los presentados por Ramos-Galván.

¹Z-score= [peso (o talla) del individuo-media de peso (o talla) específico para la edad y sexo dado por la referencia antropométrica] / desviación estándar específica para la edad y sexo dado por la referencia antropométrica.

FIGURA 1
Medianas del peso de los niños de Durango, de los niños mexicanos, y de los niños mexicano-americanos, en relación a las medianas de los estándares norteamericanos de referencia (Frisancho)

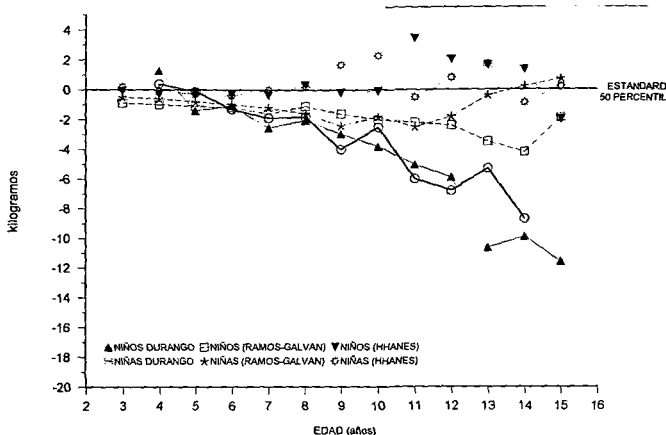


FIGURA 2
Mediana de la talla de los niños de Durango, de los niños mexicanos, y de los niños mexicano-americanos, en relación a la mediana de los estándares norteamericanos de referencia (Frisancho)

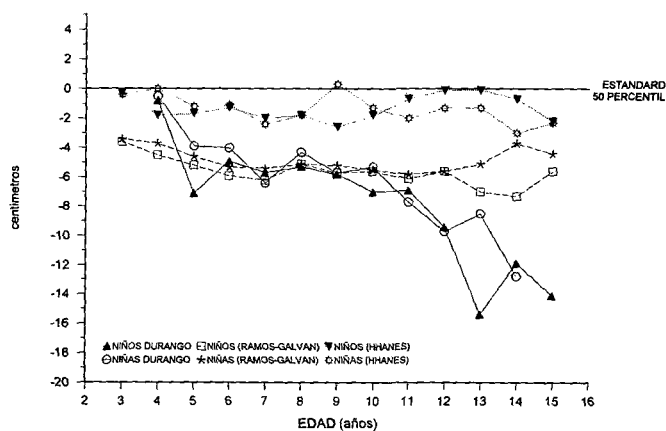


FIGURA 3
Medianas del índice de masa corporal de los niños de Durango, de los niños mexicanos, y de los niños mexicano-americanos, en relación a las medianas de los estándares norteamericanos de referencia (Frisancho)

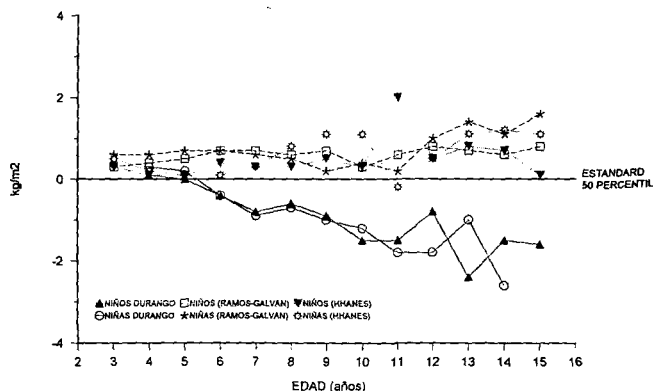


TABLA 2
Comparación de las medias y error estándar de peso-por-edad, talla-por-edad, talla-por-edad, e índice de masa corporal-por-edad, de los niños y niñas en las 3 localidades estudiadas en el estado de Durango, México

PESO-POR-EDAD																								
EDAD	LOC. I			LOC. II			LOC. III			TOTALES			LOC. I			LOC. II			LOC. III			TOTALES		
	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.
3.0 - 4.9	31	19.26	0.47	37	19.28	0.40	68	19.27	0.30	49	19.39	0.51	15	16.71	0.58	35	18.57	0.43	6	21.18	0.87	15	16.71	0.58
5.0 - 6.9	89	22.41	0.37	39	23.07	0.51	136	22.63	0.29	87	23.20	0.44	40	24.04	0.86	40	24.04	0.86	7	26.60	1.49	90	19.19	0.33
7.0 - 8.9	83	28.77	0.63	56	26.78	0.58	151	27.85	0.42	96	28.76	0.81	55	27.95	0.78	55	27.95	0.78	6	34.00	3.74	134	23.63	0.40
9.0 - 10.9	62	32.36	0.71	50	34.05	0.91	113	33.14	0.56	58	33.73	0.63	43	34.15	0.70	43	34.15	0.70	8	35.71	2.05	157	28.68	0.59
11.0 - 12.9	22	37.24	1.49	9	37.32	3.12	32	37.35	1.32	7	41.31	2.24	13	39.04	1.16	13	39.04	1.16	1	48.40		109	34.04	0.46
13.0 - 14.9	22	37.24	1.49	9	37.32	3.12	32	37.35	1.32	7	41.31	2.24	13	39.04	1.16	13	39.04	1.16	1	48.40		21	40.24	1.11
TOTALES	287			191			508			297			201			201			28			526		
TALLA-POR-EDAD																								
EDAD	LOC. I			LOC. II			LOC. III			TOTALES			LOC. I			LOC. II			LOC. III			TOTALES		
	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.
3.0 - 4.9	31	113.60	0.96	37	111.49	0.97	68	112.45	0.69	49	113.59	0.86	15	103.57	1.15	35	110.57	1.00	6	118.70	1.35	90	112.75	0.65
5.0 - 6.9	89	121.82	0.72	39	122.10	0.96	136	122.00	0.55	87	122.90	0.65	40	123.09	1.08	40	123.09	1.08	7	127.77	1.62	134	123.21	0.54
7.0 - 8.9	83	133.34	0.75	56	130.64	0.82	151	132.26	0.54	96	132.92	0.88	55	132.05	1.08	55	132.05	1.08	6	138.00	2.60	157	132.81	0.67
9.0 - 10.9	62	140.54	1.01	50	141.12	1.05	113	140.85	0.72	58	141.86	0.91	43	141.66	0.79	43	141.66	0.79	8	144.44	2.69	109	141.97	0.61
11.0 - 12.9	22	147.17	1.90	9	149.32	3.67	32	148.21	1.69	7	152.71	1.75	13	146.62	1.59	13	146.62	1.59	1	153.60		21	148.99	1.30
13.0 - 14.9	22	147.17	1.90	9	149.32	3.67	32	148.21	1.69	7	152.71	1.75	13	146.62	1.59	13	146.62	1.59	1	153.60		21	148.99	1.30
TOTALES	287			191			508			297			201			201			28			526		
MASA CORPORAL-POR-EDAD																								
EDAD	LOC. I			LOC. II			LOC. III			TOTALES			LOC. I			LOC. II			LOC. III			TOTALES		
	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.	N	MEDIA	E.E.
3.0 - 4.9	31	14.89	0.26	37	15.47	0.18	68	15.21	0.16	49	14.91	0.23	15	15.53	0.37	35	15.18	0.26	6	15.01	0.42	15	15.53	0.37
5.0 - 6.9	89	15.03	0.12	39	15.41	0.16	136	15.13	0.09	87	15.28	0.19	40	15.71	0.30	40	15.71	0.30	7	16.21	0.53	134	15.46	0.16
7.0 - 8.9	83	16.05	0.23	56	15.59	0.19	151	15.80	0.15	96	16.04	0.27	55	15.87	0.27	55	15.87	0.27	6	17.75	1.67	157	16.04	0.20
9.0 - 10.9	62	16.29	0.21	50	17.00	0.32	113	16.61	0.19	58	16.73	0.25	43	16.96	0.24	43	16.96	0.24	8	17.05	0.64	109	16.84	0.17
11.0 - 12.9	22	17.04	0.38	9	16.45	0.61	32	16.83	0.31	7	17.64	0.66	13	18.13	0.37	13	18.13	0.37	1	20.51		21	18.08	0.33
13.0 - 14.9	22	17.04	0.38	9	16.45	0.61	32	16.83	0.31	7	17.64	0.66	13	18.13	0.37	13	18.13	0.37	1	20.51		21	18.08	0.33
TOTALES	287			191			508			297			201			201			28			526		

LOC. I = SUCHIL; LOC. II = NORTEMORELOS; LOC. III = 15 DE OCTUBRE, DURANGO, MEXICO.

Las categorías nutricionales determinadas a partir de los z-scores correspondientes a los diferentes índices nutricionales se muestran en la Tabla 3. Usando como criterio de grado de malnutrición, los valores que están por debajo de 2 desviaciones estándar o categoría I, vemos que cerca del 7% con respecto al peso-por-edad y 29% con respecto a la talla-por-edad de los niños (varones) están malnutridos, pero en cambio con respecto al peso-por-talla e índice de masa corporal solamente el 2% y 1% respectivamente están en esta categoría. Un comportamiento muy similar se observa en el caso de las mujeres, es así que el 5% con respecto al peso-por-edad y el 21% con respecto a la talla-por-edad están en la categoría I. Similarmente,

el 2.5% con respecto al peso-por-talla y el 1% con respecto al índice de masa corporal, están en esta categoría. De la Tabla 3 también se puede inferir que una gran proporción de los niños de Durango están por debajo del promedio. Por ejemplo, más del 40% y 47% con respecto al peso-por-edad y talla-por-edad están por debajo de la categoría II, mientras que el 15% y 19% con respecto al peso-por-talla e índice de masa corporal están por debajo de la categoría III (normal o promedio). Para las mujeres, los valores correspondientes fueron 32% y 43% debajo de la categoría II y 16% y 17% respectivamente, debajo de la categoría III.

TABLA 3

Clasificación nutricional en base a las diferentes categorías a partir de los Z-Scores de los diferentes índices antropométricos

Categorías	NIÑOS								NIÑAS							
	Peso- Edad		Talla-Edad		Peso-Talla		BMI-Edad		Peso- Edad		Talla-Edad		Peso-Talla		BMI-Edad	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
I	34	6,7	146	28,7	11	2,2	5	1,0	28	5,3	111	21,0	13	2,5	4	0,8
II	173	34,1	95	18,7	68	13,4	92	18,1	141	26,7	114	21,6	69	13,1	86	16,3
III	290	57,1	250	49,2	405	79,7	395	77,8	344	65,2	289	54,7	416	78,8	416	78,8
IV	8	1,6	12	2,4	12	2,4	9	1,8	10	1,9	11	2,1	17	3,2	12	2,3
V	3	0,6	5	1,0	12	2,4	7	1,4	5	0,9	3	0,6	13	2,5	10	1,9
Total	508		508		508		508		528		528		528		528	

Categorías I, Z-score < -1,650; II, Z-score -1,645 y -1,040; III, Z-score entre -1,036 y 1,030; IV, Z-score entre 1,036 y 1,640; V, Z-score = > 1,645. P/E y P/T; Cat I=malnutrición aguda; II=moderada; III=normal; IV=sobrepeso y V=obesidad. T/E Cat I= retraso severo en crecimiento; II=retraso moderado; III=normal; IV y V= alto.

Comportamientos similares se han observado en estudios tanto de México como de otros países de Latinoamérica. Ulloa y Flores (9) en un estudio en Tepic, Nay, México, encontraron cifras de hasta un 41,8% de desnutrición en base al indicador de peso-por edad, 27,9% si consideraban el peso-por-talla y un 22,7% considerando la talla-por-edad. Durán-Santana et al. (17) en un estudio en escolares del medio rural de Chile, encontraron que la estatura muestra un importante retraso en los escolares, no así el peso que en promedio corresponde a los estándares de la OMS. Bruce and Lieberman (19) reportaron para la región de las Cuevas, en la República Dominicana, altos porcentajes (24-39%) de niños con peso y talla correspondientes a los valores del 5^o Percentil o menores de los estándares del NCHS, pero una proporción mucho menor (8%) de niños con peso-por-talla en estos mismos percentiles.

DISCUSION

Es evidente que comparado con los estándares norteamericanos, el crecimiento de los niños de Durango es mucho más lento. Esta diferencia se manifiesta más con la talla y peso que con el índice de masa corporal, lo cual sugiere que las causas responsables de este lento crecimiento lineal afectan menos el crecimiento en masa corporal. Una baja talla-por-edad refleja un prolongado período de desnutrición y un subsecuente retardo en el crecimiento lineal (Habicht et al (18); por lo que toca al crecimiento físico, la expresión más común a largo plazo es una estatura menor para la edad (el niño se

queda «chaparrito»), pero en cambio tiene un peso adecuado para su talla. Esta condición Ramos Galván (20) la ha denominado homeorresis y es necesario realizar más estudios para concluir que en Durango se está presentando. Innumerables investigaciones han puesto énfasis tratando de explicar las diferencias de crecimiento encontradas en poblaciones de países no industrializados, y generalmente este aumento se ha atribuido a la malnutrición. Martorell et al (16) encontraron que los mexicano-americanos hasta los 14 años en los varones y 12 años en las mujeres tienen en promedio una diferencia de menos de 2 cm en talla comparados con los estándares norteamericanos. Este crecimiento positivo de los mexicano-americanos, lo interpretó como consecuencia del mejoramiento nutricional que reciben los mexicanos-americanos. Siguiendo este razonamiento podemos concluir que los niños de Durango están aún muy lejos de alcanzar este estado nutricional.

Desde un punto de vista aplicado, la evaluación antropométrica indicó que cerca del 3% de los niños de las zonas estudiadas en Durango se caracterizan de haber sufrido una malnutrición crónica (indicado por los índices de peso-por-talla). Además, el hecho de que en la población estudiada, a partir de los 10 años, la incidencia en retardo de crecimiento aumenta, indica que si este proceso continúa, con el tiempo vamos a tener un aumento en la malnutrición y gran proporción de los adolescentes estarán en la categoría de malnutrición crónica. Estos resultados tienen una implicación social muy profunda para la sociedad de Durango, ya que muestran que este es el momento oportuno para una intervención nutricional.

REFERENCIAS

1. Frisancho AR. Anthropometric standars for the assessment of growth and nutritional status. The University of Michigan Press. 1990.
2. Caballero B., Carmuega E., Guigliani E., Lara-Pantín E., López de Blanco M., O'Donnel A., Pollitt E., Puig Abulli M., Torun B., Uauy R. y Vega Franco L. La alimentación del niño menor de 6 años en América Latina. Bases para el desarrollo de guías de alimentación. Arch Latinoamer Nutr 44:176-197, 1994.
3. Avila-curiel A. La antropometría en la vigilancia epidemiológica de la nutrición. En: La vigilancia epidemiológica de la nutrición: Nuevos conceptos y avances metodológicos. A. Chávez (Ed). Publicación L-84, Instituto Nacional de la Nutrición «Salvador Zubirán» p.25-41. México 1990.
4. Casillas LE., Vargas LA. Cómo detectar alteraciones del crecimiento en escolares. Cuadernos de Nutrición 12:33-39, 1989.
5. Samlley KJ., Knerr AN., Kendrick ZV., Colliver JA., Owen OE. Reassessment of body mass indices. Am J Clin Nutr 52:405-408, 1990.
6. Pérez-Gil SE y Cifuentes GE. Relación entre indicadores socioeconómicos y ambientales con el estado nutricional de preescolares en una comunidad de la Sierra Norte de Puebla, México. Arch Latinoamer Nutr 36:35—44, 1986.
7. Briley ME., Williams JR., Gillham MB Gillham and Solis D. Anthropometric evaluation of preschool children in Juárez, México. Nutr Rep Int 20:491-499, 1979.
8. Batrouni L., Pérez-Gil SE., Rivera J. y González de Cosío T. Diferenciación de la situación nutricional del preescolar, según niveles socioeconómicos, en una zona marginal. Arch Latinoamer Nutr 35:565-576, 1985.
9. Ulloa JA y Flores-López R. Desnutrición en escolares: estudio de caso de la ciudad de Tepic. Nayarit. Boletín del Programa de Ingeniería y Tecnología UAN-CIC 1:3-8, 1989.
10. Noriega AV., Mejía LA., Saucedo SS. y Palacios MR. Caracterización psicológica, nutricional, socioeconómica y de relación familiar, de niños mexicanos con bajo rendimiento escolar. Arch Latinoamer Nutr 60:475-489, 1990.
11. Instituto Nacional de la Nutrición. Encuestas nutricionales en México. Estudios de 1958 a 1962. 2a. Ed. México, D.F. División de Nutrición del INN, 1974.
12. Ramos Galván R. Somatometría pediátrica. Archivos de Investigación Médica. Vol 6 (Sup 1). 1975.
13. González Richmond JA. Estudio comparativo de diferentes índices antropométricos y sistemas de clasificación del estado nutricional. Instituto Nacional de la Nutrición «Salvador Zubirán», División de Nutrición. Departamento de Estudios Experimentales. Monografía L-47, México, D.F. 1982.
14. Dibley MJ, Staehling N, Nieburg P. and Trowbridge FL. Interpretation of Z-score indicators derived from the international growth reference. Am J Clin Nutr 46:749-762, 1987.
15. Waterlow JC. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. British Med Jour 3:566-569, 1972.
16. Martorell R., Mendoza FS., and Castillo RO. Genetic and environmental determinants of growth in Mexican-Americans. Pediatrics 84:864-871, 1989.
17. Durán MC., Ivanovic R., Hazbum J. e Ivanovic D. Estado nutricional de escolares de la región metropolitana de Chile. Un estudio comparativo. Arch Latinoamer Nutr 46(2):97-106, 1996.
18. Habicht JP, Martorell R., Yarbrough C., Malina RM y Klein RE. Height and weight standards for preschool children: How relevant are ethnic differences in growth potential? Lancet 1:611-615, 1974.
19. Bruce L. and Lieberman LS. Nutritional anthropometry and dietary intake of children from the Las Cuevas region of the Dominican Republic. Arch Latinoamer Nutr 37(2):252-258, 1987.
20. Ramos Galván R. Homeorhesis as a phenomenon of adaptation to calorie protein deficiency. Ginebra: World Health Organization, 1966.

Recibido: 03-07-1995

Aceptado: 01-04-1997

Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas

Diamela Carias¹, Gladys Velásquez², Anna M. Cioccia³, Domingo Piñero¹, Haydee Inciarte⁴ y Patricio Hevia⁵

Laboratorio de Nutrición, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN. La leche materna es el alimento más adecuado para el recién nacido y sirve de marco de referencia para establecer sus requerimientos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido energético de macronutrientes y minerales en muestras de calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia y el porcentaje de adecuación de la leche madura en función de las recomendaciones dietéticas para niños menores de 1 año. Se analizaron 83 muestras de leche de 45 mujeres venezolanas. Los resultados mostraron que el calostro tuvo un porcentaje mayor de proteínas (3.00 g/100 mL), disminuyó a 1.17 g/100 mL para el primer mes de lactancia y se mantuvo constante hasta los 6 meses de lactancia. En contraste la grasa fue baja en el calostro (2.45 g/100 mL) y aumentó en un 77% para el 1ro., 3ro. y 6to. mes de lactancia. Ni la energía total (77 Kcal/100 mL) ni los carbohidratos (8 g/100 mL) variaron entre el calostro y las leches maduras analizadas. En relación al contenido de minerales, ni el Ca ni el Fe variaron durante el período estudiado. Los niveles de Zn disminuyeron a medida que progresó la lactancia, estabilizándose para el 6to. mes. El contenido de Cu aumentó para el 1er. mes y luego disminuyó a niveles semejantes a los del calostro, manteniéndose constante hasta el 6to. mes. Los niveles de P y Mg aumentaron en las leches maduras con respecto al calostro y luego se estabilizaron entre el 3er. y 6to mes de lactancia. Cuando se calcularon los consumos diarios de nutrientes utilizando un volumen de leche de 850 mL y se compararon con los RDA (U.S.), la leche materna proporcionaría suficientes calorías y cubriría buena parte de los requerimientos de proteínas; sin embargo, la leche materna sería inadecuada en Ca, P, Mg, Fe, Zn y Cu, cubriendo solamente el 11% de los requerimientos de Fe. Sin embargo, comparando con las recomendaciones de Canadá, se obtuvieron resultados similares en relación al porcentaje de adecuación de las calorías y proteínas, pero la leche materna aportaría cantidades apropiadas de Mg, Fe y Ca y proporcionaría el 82 y 74% del Zn y el P respectivamente. En general, los resultados obtenidos para el contenido de nutrientes, concuerdan con lo reportado en la literatura para otras poblaciones, aunque se detectaron menores valores de Cu para el calostro de las mujeres estudiadas. Por otra parte, los resultados ponen de manifiesto las diferencias entre los requerimientos establecidos para niños menores de 6 meses y los aportes de la leche materna

SUMMARY. The effect of lactation time on the macronutrient and mineral composition of milk from Venezuelan women. Human milk is considered the ideal food for the infant and it has been extensively used to estimate its nutrient requirements. The objective of this paper was to determine the effect of lactation time on the macronutrient and mineral content of milks obtained from Venezuelan women and also to compare this with the established nutrient requirements of the infant. For this purpose 83 milk samples from 45 low income mothers were analyzed at the colostrum (48 h to 54 d) and mature states of lactation (1, 3 and 6 months). The results showed that colostrum had a higher protein and a lower fat content than mature milks whereas its content of energy and carbohydrate was similar to mature milk. The iron and calcium content of the milk remained unchanged during the whole study whereas Zn and Cu decreased and increased with lactation time respectively. In contrast, phosphorus and magnesium increased up to 3rd month of lactation and remained constant there after. The macronutrient content of 850 ml of the analyzed milk almost completely fulfilled the daily infant requirements established in the US (RDA) and Canada (RNI). The mineral content of this volume of milk however was insufficient to cover the infants requirements particularly those established in the US. The most notorious deficiency in these milks was in Fe since they could fulfill only 11% the infants RDA for this mineral. The infant mineral requirements established in Canada are substantially lower than those defined in the US and therefore the analyzed milks could totally fulfill the Canadian infant daily requirements of Mg, Fe and Ca and more than 70% and 80% of the requirements of Zn and P. In general, the results of this study showed that the nutrient content of the analyzed milks agree well with those reported in the literature for women from different parts of the world including developed and underdeveloped areas. At the same time they pointed out the differences in the definition of the infant nutrient requirements set by different countries and also emphasize the fact that human milk, which by definition is the natural source of nutrients for the human infant apparently is incapable of fulfilling its daily requirements.

INTRODUCCION

Investigaciones recientes han demostrado el valor de la lactancia materna en promover una óptima nutrición en el recién nacido, por lo que la leche materna es considerada el alimento ideal para el infante

durante los primeros 5-6 meses de vida (1). Se ha demostrado que esta tiene una composición única y apropiada para el neonato, promoviendo un crecimiento y desarrollo adecuado en una etapa en que los sistemas digestivo, hepático y renal están relativamente inmaduros. Un factor muy importante en esto es que el nitrógeno que aporta resulta adecuado tanto cualitativa como cuantitativamente para la inmadurez de estos sistemas, y la biodisponibilidad de muchas vitaminas y minerales es muy alta en la leche materna (2).

Por otra parte, la leche materna contiene factores tróficos (péptidos, factores de crecimiento, hormonas, aminoácidos poliaminas y nucleótidos) que promueven el desarrollo del tracto gastrointestinal inmaduro; además contiene una serie de enzimas como por ejemplo

1 Investigador
2 Médico. Hospital «J.M. de los Ríos»
3 Profesor Asociado
4 Profesor Agregado
5 Profesor Titular y autor para correspondencia

la lipasa estimulada por sales biliares que favorecen la digestión y absorción de lípidos en el intestino del recién nacido (3,4).

Están bien documentadas las propiedades inmunológicas de la leche humana (inmunoglobulinas, proteínas bacteriostáticas, células vivas, lípidos antivirales), las cuales se traducen en las ventajas que ofrece la lactancia materna en relación a la alimentación con fórmulas comerciales, en términos de reducción de la morbilidad y mortalidad, especialmente frente a enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Incluso se ha propuesto que el efecto protector contra las enfermedades gastrointestinales puede persistir después del período de alimentación con leche materna (5-9).

En el estudio de la composición de la leche materna ha resultado importante el establecer la cantidad de proteína presente en la leche que está nutricionalmente disponible para el recién nacido, ya que los valores de proteína cruda anteriormente determinados, consideraban al nitrógeno no proteico como un componente minoritario en la leche humana; sin embargo, este representa el 25% del contenido de nitrógeno total de la leche. Además, algunas proteínas del suero como la lactoferrina y la inmunoglobulina A secretora (Ig A), tienen poca contribución a la proteína nutricionalmente disponible dado que sus propiedades de defensa contra infecciones requieren que estas se encuentren intactas dentro del tracto gastrointestinal (10). Esto tiene implicaciones relevantes en relación a los requerimientos de proteínas para infantes que probablemente sean mucho más bajos que los que se han asumido hasta ahora (11).

Se han realizado muchos estudios con el objeto de establecer si existen o no diferencias en las composiciones de la leche en mujeres bien o mal nutridas. En relación a los macronutrientes y a la energía hay poca evidencia que indique una relación entre el contenido de estos en la leche y el estado nutricional de la madre (12). Recientemente Motil y col 1995 (13) encontraron que la reducción en el consumo de proteínas en madres lactantes no afectó la cantidad de leche producida, así como tampoco, el contenido de nitrógeno proteico y lactoferrina de la leche, sin embargo, si produjo una disminución significativa en la fracción de nitrógeno no proteico y en el contenido total de aminoácidos libres de la leche. Igualmente el contenido de minerales y elementos trazas de la leche materna (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Cr) no parece estar relacionada con la ingesta y/o suplementación dietética de la madre (12). El contenido de vitaminas de la leche materna, contrariamente, si es afectado por el estado nutricional materno y por el aporte dietético. Así el contenido de vitaminas solubles en agua está estrechamente relacionado con los niveles plasmáticos de la madre de dichos nutrientes (12,14, y 15).

Es de gran interés obtener información precisa sobre la composición de la leche materna, para así poder hacer una estimación real del consumo de los niños alimentados al pecho. De este modo se pueden comparar y relacionar las diferencias en el consumo y en el crecimiento y otros parámetros funcionales entre niños alimentados con leche materna y aquellos que reciben fórmulas comerciales. Igualmente esto permitiría evaluar los requerimientos actuales de nutrientes para infantes durante el primer año de vida y hacer las recomendaciones adecuadas de cuándo y cuáles alimentos se deben introducir en el período de ablactación.

La literatura existente sobre la ingesta y composición de leche materna es extensa, pero la mayoría de los estudios son transversales o basados en pequeños grupos seleccionados de madres que lactan por un período más largo que el promedio de la población (16). Por esto, resulta interesante realizar estudios prospectivos donde se describan los cambios en la composición de la leche materna en diferentes períodos de la lactancia, sobre todo con mujeres latinoa-

mericanas. En este sentido el objetivo del presente estudio fue evaluar el contenido energético, de macronutrientes y minerales en muestras de calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia de mujeres venezolanas y en base a esto determinar el porcentaje de adecuación de la leche materna madura en función de las recomendaciones dietéticas para niños menores de los 6 meses.

MATERIALES Y METODOS

Sujetos: Participaron un total de 45 mujeres venezolanas residentes en el área metropolitana de Caracas; sanas (sin ninguna enfermedad crónica, sin anemia, ni signos de desnutrición o de deficiencia de vitaminas) y con recién nacidos a término. Las edades estaban comprendidas entre los 18 y los 35 años (promedio $25,81 \pm 5,45$), y pertenecían a los estratos socioeconómicos III (34%) y IV (66%) (17), por lo que en su mayoría pertenecían a familias de bajos ingresos y que viven en condiciones sanitarias deficientes. El 30% de las madres eran primarias y un 60% reportó lactancia previa.

Muestras de leche: Se obtuvieron un total de 83 muestras de leche entre calostro (n=10) y leches maduras de 1 mes (n=29), 3 meses (n=22) y 6 meses (n=22). Estas muestras fueron recolectadas por expresión manual en el pecho contralateral al ofrecido al niño y fueron depositadas directamente en tubos de ensayo plásticos, estériles, previamente lavados con agua destiladas y desionizada. Se recolectaron muestras en la mañana y en la noche, las cuales posteriormente se mezclaron para obtener un pool por madre. Las muestras fueron inmediatamente congeladas y se mantuvieron a -20°C hasta el momento de ser analizadas.

Las muestras de calostro fueron recolectadas en el Hospital de la Cruz Roja Venezolana, y las leches maduras en la consulta de niños sano del Hospital J.M. de los Ríos en Caracas.

Métodos analíticos: El aporte energético de las leches (energía bruta) se determinó directamente utilizando una bomba calorimétrica adiabática (Parr Instrument Company, Moline, IL. USA).

El contenido de macronutrientes se determinó de la siguiente manera: proteína, según el método de Hevia y Cioccia, 1988 (18) utilizando el factor de 5,18 para la conversión de nitrógeno a proteína (10); grasa, utilizando la metodología de Blight y Dyer, 1959 (19) y los carbohidratos (CHO), utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{CHO} = \frac{\text{energía bruta leche (Kcal)} - (\text{g de grasa} \times 9,40 \text{ Kcal/g}^* + \text{g proteína} \times 5,65 \text{ Kcal/g}^*)}{4,15 \text{ Kcal/g}^*}$$

* Energía Bruta para grasa, proteína y carbohidratos (20)

El contenido de Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre y Zinc, se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer 2380). Para esto, luego de homogeneizar bien las muestras, se tomaron 5 mL de las mismas y se le agregó 10 mL de ácido nítrico concentrado. Se colocaron en un baño térmico a una temperatura de 70°C durante 2 horas hasta claridad. Luego de enfriarlas, se filtraron y se llevaron a volumen en un balón de 25 mL. Finalmente se realizó el análisis mediante la adición del estándar más concentrado a porciones de la muestra que representaban el 50% de la misma. La determinación de fósforo se realizó de acuerdo con el método recomendado por la AOAC 1989 (21).

Porcentaje de adecuación de la leche madura

Los consumos diarios de cada nutriente se obtuvieron multiplicando el contenido promedio de cada nutriente en 1 mL de leche materna madura (1,3 y 6 meses) por un volumen de 850 mL (correspondiente al volumen promedio de leche ingerido diariamente por un lactante durante los primeros 6 meses de vida) (16,22).

El porcentaje de adecuación se calculó en base a las Recommended Daily Allowance (RDA) de USA (11) y al Recommended Nutrient Intake (RNI) de Canadá (23), utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de adecuación} = \frac{\text{Ingesta diaria del nutriente}}{\text{RDA o RNI para el nutriente}} \times 100$$

Análisis estadístico: El contenido de cada nutriente en el calostro y las leches maduras de 1, 3 y 6 meses fue comparado utilizando un análisis de varianza de una vía y las medias fueron comparadas usando el método de los rangos múltiples de Duncan, 1955 (24).

RESULTADOS Y DISCUSION

Como señala la Tabla 1, el contenido de proteínas del calostro fue muy alto (3,0 g/dL), disminuyó a 1,17 g/dL para el primer mes de lactancia y se mantuvo constante hasta los 6 meses de lactancia. En contraste la grasa fue baja en el calostro (2,45 g/dL) y aumentó en un 77% para el 1°, 3° y 6° mes de lactancia. Las concentraciones de proteínas y lípidos o experimentaron cambios significativos entre el primer y sexto mes de lactancia. Por otra parte, ni el aporte energético total (77 Kcal/dL) ni la cantidad de carbohidratos (8 g/dL) varió entre el calostro y las leches maduras analizadas.

TABLA 1
Contenido de energía y macronutrientes en calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia.

	Período de lactancia			
	Calostro (n=10)	1 mes (n=29)	3 meses (n=21)	6 meses (n=22)
Proteína ¹ (g/dl)	3,00 ± 0,60a	1,17 ± 0,26b	1,08 ± 0,18b	1,00 ± 0,15b
Lípidos (g/dl)	2,45 ± 0,77a	4,08 ± 0,88b	4,68 ± 1,19b	4,30 ± 1,34b
Carbohidratos (g/dl)	7,58 ± 1,05a	8,25 ± 1,09a	7,91 ± 2,15a	7,75 ± 2,58a
Energía (kcal/dl)	73,77 ± 5,86a	77,18 ± 11,21a	77,68 ± 13,83a	77,21 ± 14,29a

1 Nitrógeno total x 5,18
Calostro: 48 horas a 5 días

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, Heining y col 1993 (20) reportan que las concentraciones de lípidos y lactosa en la leche materna madura permanecen estables durante los primeros 12 meses de lactancia; aunque el valor promedio obtenido para la concentración de lípidos (3,7 g/dL) fue menor al obtenido en este estudio (4,35 g/dL). Estos autores tampoco encontraron variaciones significativas en el aporte de energía bruta de la leche materna entre los 3, 6, 9 y 12 meses de lactancia y fue en promedio 72 Kcal/dL. Este valor de energía bruta para la leche materna es ligeramente menor al encontrado en esta investigación, lo cual responde al también menor

contenido de lípidos.

Por otra parte, Michaelsen y col 1994 (16) determinaron el contenido de macronutrientes en muestras de leche materna a los 4, 14, 28, 42, 56, 70 y 84 días y a los 4, 5, 6, 7 y 8 meses post parto, y observaron una continua disminución en la concentración de proteína hasta los 6 meses de lactancia; sin embargo, al igual que en el presente trabajo una disminución importante fue observada entre los 4 días (calostro) y los 28 días post-parto. Estos autores tampoco refieren cambios significativos en el contenido de lípidos a lo largo del período de tiempo estudiado, exceptuando los bajos valores obtenidos en las primeras semanas después del parto. De acuerdo con esto, Butte y col. 1984 (25) no reportan variaciones significativas en el contenido de energía, lípidos y nitrógeno proteico en muestras de leche de 1, 2, 3 y 4 meses de lactancia.

Allen y col 1991 (26), investigaron los cambios dependientes del tiempo en la composición de la leche materna en un estudio longitudinal a partir del día 6 post-parto y hasta el comienzo del destete. Estos autores demostraron que se producen cambios lentos pero continuos en la composición de la leche materna a lo largo del período de lactancia, de manera que la leche de pecho siempre está en un proceso de cambio. En general encontraron que la concentración de lactosa y lípidos aumenta mientras la de proteína disminuye durante el período de lactancia. Los valores obtenidos en ese estudio para la concentración de lípidos y proteínas concuerdan con los obtenidos en esta investigación (4,2 y 1,0 g/dL respectivamente, para la leche de 3 meses post-parto). Aunque nosotros no pudimos detectar cambios significativos en el contenido de macronutrientes entre las leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia, si se pudo apreciar una tendencia en la concentración de proteína a disminuir con el tiempo de lactancia aunque las diferencias no fueron significativas.

El contenido de lípidos de la leche materna es quizás el componente que presenta mayor variación cuando se comparan los resultados obtenidos en diferentes poblaciones, y esto se debe principalmente a los cambios que se observan en la concentración de este nutriente dependiendo de la forma en que se tome la muestra, si se realiza al principio o al final de la mamada y en qué momento del día (27). Además en la concentración de lípidos se han encontrado algunas diferencias entre mujeres de países desarrollados y las de aquellos en vías de desarrollo (28,29). En el estudio de Allen y col 1991 (26) se comenta este aspecto y los autores refieren el promedio de la concentración de lípidos en leche de mujeres de países desarrollados, obtenida en cinco estudios, el cual fue de 4,3 ± 0,2% para 1 mes y 4,6 ± 0,2% a los 3 meses post-parto. Del mismo modo presentan el promedio del contenido de lípidos en leche materna de otros tantos estudios pero con mujeres de países en proceso de desarrollo, el cual fue de 3,5 ± 0,3% y 3,1 ± 0,3% para el mes 1 y 3 post-parto, respectivamente, lo cual pone de manifiesto una diferencia importante. En todo caso, podemos observar que los resultados obtenidos con nuestras mujeres reflejan un contenido de lípidos similar a los reportados para madres de población de países desarrollados.

Estas diferencias en el contenido de lípidos entre mujeres de países desarrollados y en vías de desarrollo concuerdan con las observaciones que sugieren que el contenido de lípidos de la leche materna es proporcional a la cantidad de grasa corporal (30,31). De acuerdo con esto, recientemente Michaelsen y col 1994 (16) reportan una significancia y positiva correlación entre ganancia de peso durante el embarazo y la concentración de lípidos en la leche materna. Sin embargo, hay que considerar que en otros estudios no se encuentran estas relaciones entre grasa corporal o estado nutricional de la

madre, y la concentración de lípidos en leche (12).

En la Tabla 2 se reporta el contenido de minerales en calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia. Como puede observarse, la concentración media de zinc (Zn) es mayor en el calostro (2,56 µg/mL) y disminuye a medida que progresa el período de lactancia (1,93, -1,52 y 1,31 µg/mL respectivamente para 1, 3 y 6 meses de lactancia) y podría estar de acuerdo con la más lenta tasa de crecimiento del lactante (32). Estos cambios en la concentración de Zn con el tiempo, han sido descritos de manera consistente por otros autores en diferentes regiones del mundo (33-40). Sin embargo, en muchos de estos estudios se evidencia una reducción más dramática en el contenido de Zn durante los primeros 15 días a un mes de lactancia, y a partir de este período la disminución es más paulatina hasta los 6-7 meses, donde se observa una estabilización en los valores de Zn en la leche materna (37-39). En general, los resultados obtenidos para la concentración de Zn básicamente están de acuerdo con los valores encontrados en la literatura, que fluctúan en un rango de 0,72-9,81 µg/mL para el calostro (34, 37, 41-44) y de 0,14-4,0 µg/mL para la leche madura dependiendo del período de lactancia (32, 37, 38, 45-48).

TABLA 2
Contenido de minerales en calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia

	Calostro (n=10)	Período de lactancia		6 meses (n=22)
		1 mes (n=29)	3 meses (n=21)	
Magnesio (µg/ml)	25,34 ± 5,71a	25,60 ± 5,29a	31,13 ± 4,37b	30,70 ± 4,45b
Zinc (µg/ml)	2,56 ± 0,57a	1,93 ± 0,58b	1,52 ± 0,52c	1,31 ± 0,62c
Cobre (µg/ml)	0,19 ± 0,07b	0,25 ± 0,08a	0,21 ± 0,04b	0,18 ± 0,03b
Hierro (µg/ml)	0,82 ± 0,23a	0,84 ± 0,29a	0,74 ± 0,20a	0,68 ± 0,18a
Calcio (mg/dl)	42,54 ± 12,28a	43,89 ± 6,78a	41,68 ± 5,35a	39,15 ± 4,22a
Fósforo (mg/dl)	11,32 ± 1,95a	13,72 ± 1,09b	13,16 ± 2,51b	12,29 ± 2,02ab

A diferencia del Zn, el contenido de cobre (Cu) fue menor en el calostro (0,20 µg/mL), aumentó para el 1er. mes de lactancia (0,25 µg/mL), y luego disminuyó a los 3 y 6 meses de lactancia (0,21 y 0,18 µg/mL respectivamente); aunque la diferencia en la concentración de Cu entre estos dos últimos períodos no fue significativa (Tabla 2). Los valores obtenidos para la concentración de Cu en el calostro resultaron más bajos que los reportados en la literatura y que están en un rango de 0,30-1,30 µg/mL (34, 41-43). En relación a la leche madura, los resultados de la concentración de Cu, coinciden con los reportados por otros autores, que varían entre 0,1 y 0,6 µg/mL dependiendo del tiempo de lactancia (32, 37, 40, 41, 42, 47, 48).

En este estudio, exceptuando el pequeño aumento observado en la concentración de Cu entre el calostro y la leche madura de 1 mes, el contenido de Cu presenta una tendencia a disminuir con el tiempo de lactancia. En general, en la literatura, se reporta una disminución moderada de los valores de Cu a lo largo de la lactancia, menos pronunciada que la observada con el Zn (34, 37, 38, 39, 41, 45, 46). Al igual que en el caso del Zn, la mayor declinación en los valores de Cu de la leche materna se evidencian entre los primeros 15 días a 1 mes de lactancia (32, 37, 41).

En relación a la concentración de hierro (Fe), se pudo observar una tendencia a disminuir entre el mes 1 y el mes 6 de lactancia (Tabla 2), pero estos cambios no fueron significativos desde el punto de vista estadístico. El valor obtenido para la concentración de Fe en el calostro fue de 0,82 µg/mL y está dentro del rango de valores reportados (0,70-1,0 µg/mL) (42, 43). Por otra parte, el valor obtenido para la leche madura fue en promedio 0,75 µg/mL, lo que está de acuerdo con los valores reportados por otros autores (0,1-1,6 µg/dL) (32, 33, 34, 47, 48, 49). Como en el caso del Cu, generalmente se reportan disminuciones moderadas de la concentración de Fe con el tiempo de lactancia, siendo ésta de mayor magnitud durante las primeras semanas post-parto (32, 34, 49).

De manera similar a lo observado con el Fe encontramos una concentración relativamente constante de calcio (Ca) entre el calostro y los primeros 6 meses de lactancia. Así, el valor obtenido para el calostro fue de 42,54 mg/dL, que está dentro del rango reportado por George y Da Francesca, 1989 (43) de 24,2-65,6 mg/dL. Para la leche madura se obtuvo en promedio un valor de 41,57 mg/dL, que de igual manera concuerda con los valores reportados para este mineral que están dentro del rango de 17,3 a 60,9 mg/dL (33, 36, 39, 43, 46-48, 50). De acuerdo con lo obtenido en este estudio, Fransson y Lonnerdal 1982 (33), tampoco observaron cambios en la concentración de Ca en leche materna con el tiempo de lactancia. De igual modo, Vaughan y col 1979(46) no reportan variaciones importantes en la concentración de este mineral en los primeros 6 meses, aunque una declinación importante de los valores fue observada entre los 7 y 9 meses de lactancia. Por otra parte, en el estudio llevado a cabo por Allen y col 1991(26), las concentraciones de Ca de la leche materna, muestran pocos cambios con el tiempo de lactancia entre el día 21 y los 3 meses post-parto, pero se observa una disminución pequeña pero significativa a los 6 meses de lactancia.

En el caso del magnesio (Mg), no se encontraron diferencias significativas en la concentración de este mineral entre el calostro y la leche madura de 1 mes (25 µg/mL); mientras que se observó un aumento significativo en el contenido de este mineral entre el 1er. (25,60 µg/mL) y 3er. mes (31,13 µg/mL), para luego estabilizarse hasta el 6to. mes de lactancia (Tabla 2). Los valores obtenidos para la concentración de magnesio tanto en el calostro como en la leche madura, están de acuerdo con los reportados por otros investigadores, en un rango de 31-82 µg/mL y 18-57 µg/ml para el calostro y la leche madura respectivamente (26, 33, 36, 39, 42 y 43, 48). Aunque algunos autores no han encontrado cambios en la concentración de Mg con el tiempo de lactancia (26, 33), en este y otros estudios, los valores de Mg en la leche materna mostraron una tendencia a aumentar durante los primeros 2-3 meses postparto y luego se estabilizaron (29, 36, 51).

El contenido de fósforo (P), aumentó significativamente entre el calostro (11,32 mg/dL) y la leche madura de 1 mes (13,72 mg/dL), para luego mantenerse constante hasta los 6 meses de lactancia (12,72 mg/dL) (Tabla 2). Los valores obtenidos para el calostro están dentro del rango reportado de 8,5-25,0 mg/dL (43); de igual modo lo reportado por otros autores (6,8-26,8 mg/dL) (39, 43, 47, 48, 50). En este estudio no se evidenciaron cambios importantes en el contenido de P en la leche madura con el tiempo de lactancia; sin embargo, algunos estudios muestran una tendencia a disminuir de los valores de P durante los primeros 3 meses para luego mantenerse constantes (39, 52).

La relación Ca/P que tiene la leche materna es de vital importancia para el estado de mineralización de los huesos (43). La relación obtenida en este estudio fue de 3,2. Está demostrado que la relación Ca/P de la leche humana para los primeros cuatro meses de lactancia

varía de 1,4 a 3,17; lo cual es significativamente mayor que la relación Ca/P encontrada en la leche de vaca de 0,77 y en algunas fórmulas comerciales en las que se aproxima a 1.

El bajo contenido de fósforo de la leche humana se considera una ventaja para el infante por varias razones: primero, una baja concentración de fósforo intestinal es una condición esencial para un pH ácido de las heces, lo cual inhibe el crecimiento de gérmenes potencialmente patógenos; segundo, debido a la inmadurez renal en el manejo del fósforo, consumos altos de fósforo incrementan los niveles de fósforo en suero y éstos pueden tener consecuencias clínicas. Ocasionalmente, tetania hipocalcémica puede ocurrir en infantes a término recibiendo una fórmula alta en fósforo. Además una ingesta elevada de fósforo es un factor de riesgo para el desarrollo de una acidosis metabólica en infantes a término (1, 53). Es importante señalar que aunque los niveles de calcio y fósforo de la leche humana son significativamente menores que los presentes en las actuales fórmulas infantiles, la mineralización de los huesos es similar en los niños alimentados con leche materna y con fórmula (1, 43).

Con la finalidad de estimar el consumo diario de nutrientes de un recién nacido, en la Tabla 3 se calculó el aporte de 850 mL de leche materna utilizando los datos de concentración de nutrientes obtenidos en este estudio. Estos valores se compararon con los requerimientos diarios de energía, macronutrientes y minerales para niños menores de 6 meses establecidos por las recomendaciones de consumo diario Americanas (RDA) (11) y Canadienses (RNI) (22).

TABLA 3
Energía, macronutrientes y minerales requeridos por niños menores de 6 meses y contenidos en 850 mL de leche materna

Nutriente	Leche materna (Este estudio)	RDA ¹ (USA)	RNI ² (Canadá)
Energía (kcal)	658	650	600
Proteína (g)	9,18	13,0	12,0
Carbohidratos (g)	68,0	81,3	83,0
Lípidos (g)	37,0	21,7	20,0
Magnesio (mg)	25	40	20
Calcio (mg)	350	400	250
Fósforo (mg)	111	300	150
Hierro (mg)	0,64	6,00	0,30
Zinc (mg)	1,64	5,00	2,00
Cobre (mg)	0,20	0,50	—

1 Food and Nutrition Board, National Research Council: Recommended Dietary Allowances. 10th Ed. Washington, D.C., National Academy Press, 1989 (11).

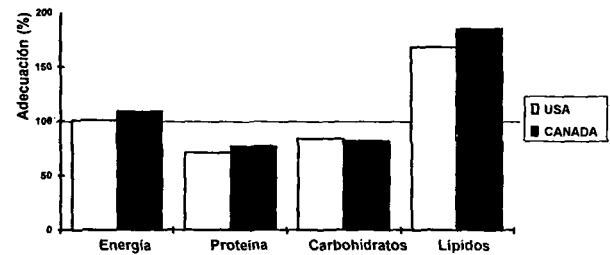
2 Health and Welfare Canada: Nutrition Recommendations. The Report of the Scientific Review Committee. Ottawa, Supply and Services Canada, 1990 (23).

Como se puede observar, la leche materna proporciona una cantidad suficiente de energía, mientras que el aporte de proteínas está por debajo de las recomendaciones de consumo diario tanto Americanas como de Canadá. En cuanto a los requerimientos de carbohidratos y de lípidos, hay que señalar que no existen recomendaciones para niños menores de 6 meses, de modo que los valores que aquí se muestran representan las recomendaciones que se han hecho

para el consumo de estos dos nutrientes para la población en general, es decir, que los carbohidratos deben proporcionar entre el 50 y 60% de las calorías totales y los lípidos no más del 30% de las calorías totales. Con estas consideraciones, tenemos que la leche materna sería insuficiente en su aporte de carbohidratos, mientras que proporcionaría una cantidad mucho mayor que la recomendada para los lípidos, lo que es de esperarse puesto que en la leche materna los lípidos proporcionan el 50% de las calorías totales. Esto no quiere decir, que se deban aplicar estos criterios que son para adultos, a los lactantes. De hecho, la Sociedad Europea de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica (ESPGAN) en sus recomendaciones para el contenido de nutrientes de fórmula infantiles señala un aporte de calorías en forma de grasa de 40 a 55% (54).

En la Figura 1 se muestra el porcentaje de adecuación de la energía, proteína, carbohidratos y lípidos de la leche materna en función de las recomendaciones dietéticas Americanas y Canadienses y señala que el porcentaje de adecuación de la leche materna madura con respecto a la energía está por encima del 100% en relación a ambas recomendaciones, mientras que la adecuación para la proteína está alrededor del 70-77%.

FIGURA 1
Porcentaje de adecuación de la energía, carbohidratos y lípidos de la leche materna madura en función de las recomendaciones dietéticas de U.S.A. y Canadá



Esta discrepancia entre el aporte de macronutrientes de la leche materna y los requerimientos del niño ya ha sido señalada por otros. Así, Butte y col 1984 (25) y más recientemente Garza y Butte, 1990 (55) reportan en niños de 4 meses alimentados con leche materna, valores de ingesta de energía y de proteína por debajo de los RDA. De acuerdo con esto, Heinig y col. 1993 (20) reportan que en 73 niños alimentados con leche materna, el 97 y 98% tenían ingestas de energía por debajo de los RDA a los 3 y 6 meses postparto respectivamente. En relación al consumo de proteína, a los 3 y 6 meses de edad, el 98% y 91% de los infantes respectivamente, tenían una ingesta proteica de aproximadamente la mitad de los RDDA. Igualmente, Michaelsen y col. 1994 (16) encontraron en niños alimentados al pecho de 2 y 4 meses ingestas de energía por debajo de los RDA (10 y 14% respectivamente); mientras que el consumo de proteína fue del 60 y 45% de los RDA, respectivamente para los niños de 2 y 4 meses de edad.

En relación a los minerales, también hay diferencias importantes entre las recomendaciones Americanas y las de Canadá con respecto al aporte de la leche materna. En general, la leche materna suministra cantidades de minerales que son inferiores o muy inferiores como en el caso del Fe en relación a los RDA, mientras que su aporte cubriría totalmente o en un alto porcentaje los RNI (Tabla 3).

En las Figuras 2 y 3 se presentan los porcentajes de adecuación

para los diferentes minerales en la leche materna en función de las recomendaciones internacionales. La figura 2 indica que si se utilizan los RDA, la leche materna cubriría el 63% de los requerimientos de Mg, mientras que excedería dichos requerimientos si lo comparamos con los RNI. De igual modo sucede con el Ca. Con respecto al fósforo aunque el porcentaje de adecuación está por debajo de 100, la adecuación en función de las recomendaciones de Canadá es prácticamente el doble en relación a los RDA.

FIGURA 2

Porcentaje de adecuación del magnesio, calcio y fósforo de la leche materna madura en función de las recomendaciones dietéticas de U.S.A. y Canadá

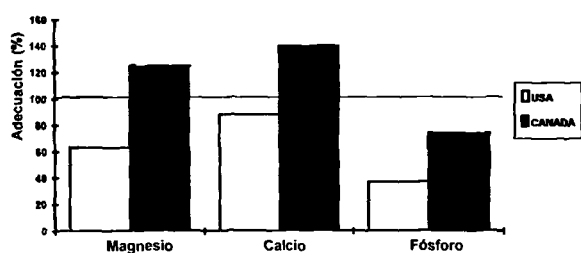
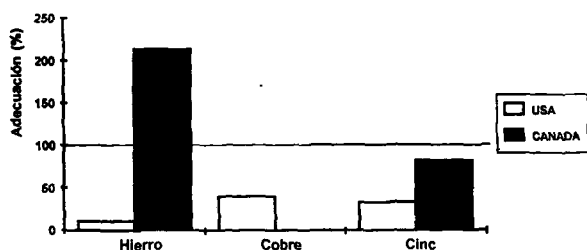


FIGURA 3

Porcentaje de adecuación del hierro, cobre y zinc de la leche materna madura en función de las recomendaciones dietéticas de U.S.A. y Canadá



En la Figura 3, se hacen evidentes las diferencias en el porcentaje de adecuación de la leche materna para los oligoelementos (Fe, Cu y Zn) dependiendo de si se utilizan las recomendaciones dietéticas Americanas o las de Canadá. Así según los RNI de Canadá la leche materna cubriría y excedería los requerimientos de Fe y proporcionaría más del 80% de los requerimientos de Zn; pero según los RDA la leche materna sólo cubriría el 11% de los requerimientos de Fe y 33% de los requerimientos de Zn. Con relación al Cu tenemos que la leche materna también sería inadecuada en este elemento de acuerdo con los RDA, mientras que las recomendaciones canadienses no dan valores para cobre. Otros autores han publicado valores de ingesta diaria de algunos minerales en niños alimentados a pecho, encontrando igualmente que estos son menores a los requerimientos actuales, específicamente a los RDA (34, 35, 37, 38, 46, 47, 48, 56).

En el estudio realizado por la WHO/IAEA (48), se comparan las ingestas diarias de minerales y elementos trazas en niños alimentados con leche materna, de acuerdo a la concentración de estos minerales en la leche y el consumo promedio de leche en 6 regiones diferentes del mundo. Guatemala, Hungría, Nigeria, Filipinas, Suiza y Zaire. Se

encontraron importantes diferencias entre las ingestas diarias registradas y los RDA para todos los países. Dichas diferencias fueron al igual que las calculadas en este estudio de un orden de magnitud para el caso del Fe y para otros elementos como Ca, Cu, Mg, P y Zn de por lo menos un factor de 2. Otros autores han reportado observaciones similares para estos mismos nutrientes (34, 37).

En relación a estas diferencias entre el consumo de nutrientes de los niños alimentados a pecho y las recomendaciones dietéticas actuales, el informe de la WHO/IAEA (48) señala que una de las fuentes de esta discrepancia puede ser que para algunos elementos, las recomendaciones dietética existentes están basadas en datos analíticos antiguos de dudosa confiabilidad. Por otra parte, muchos de los reportes existentes se refieren a etapas tempranas de la lactancia, por lo que los valores sobre el contenido promedio de elementos traza en la leche materna sobrestiman los niveles para posteriores períodos de la lactancia. Esto es muy importante en el caso del Cu y el Zn y especialmente para este último, ya que la concentración de Zn presenta un descenso pronunciado a lo largo de la lactancia.

Una consideración importante en relación con estas discrepancias es que los RDA son recomendaciones para niños menores de 6 meses que no necesariamente son alimentados a pecho; y que las condiciones en los niños alimentados con fórmulas son diferentes a las de los niños alimentados con leche materna. Por ejemplo, en el caso del Zn, la superior biodisponibilidad del Zn procedente de la leche materna (57), la elevada concentración de este mineral en las primeras semanas de lactancia, así como la reabsorción por el niño alimentado a pecho del Zn endógeno secretado en el intestino, pueden determinar grandes diferencias en los requerimientos (48).

En el caso del hierro, de igual modo, hay que considerar por una parte, lo difícil que resulta obtener un valor representativo de la concentración de Fe en la leche materna (gran variabilidad entre las madres) y por otra parte, la superior biodisponibilidad del Fe contenido en la leche materna, que como se ha reportado, podría ser la mayor entre todos los alimentos (aproximadamente 50%) (32). Mientras que se ha estimado, que la absorción de este mineral en las fórmulas infantiles es de aproximadamente 7-10% (32, 48).

Todas estas observaciones contrastan con el hecho de que los niños alimentados con leche materna como único alimento, a pesar de tener un consumo de nutrientes substancialmente por debajo de los requerimientos actualmente definidos, alcanzan un crecimiento durante los primeros 4-6 meses de vida, comparable al de niños alimentados con fórmulas que si satisfacen estos requerimientos (25,58). Al mismo tiempo estas observaciones resaltan las características singulares que tiene la leche materna desde el punto de vista nutricional para el recién nacido.

Sin embargo, la contradicción que se ha enfocado aquí entre el aporte de nutrientes de la leche materna y los requerimientos enfatiza la importancia de la incorporación temprana de otros alimentos en la alimentación del infante, ya que se ha observado (59,60) una disminución en la velocidad de crecimiento en niños alimentados exclusivamente con leche materna después de los cuatro meses de edad, asociado con un aporte inadecuado de nutrientes. En todo caso, esta última consideración debe ser tomada con mucha precaución ya que la introducción prematura de alimentos adicionales a la dieta del lactante podría aumentar de manera innecesaria el riesgo de infecciones gastrointestinales, especialmente en aquellas comunidades donde las condiciones sanitarias y la higiene personal son deficientes.

REFERENCIAS

1. Goedhart A.C. & Bindels J.G. The composition of human milk as a model for the design of infant formulas: Recent findings and possible applications. *Nutrition Research Reviews*. 7:1-23. 1994.
2. Hartman P., Sherriff J. & Kent J. Maternal nutrition and the regulation of milk synthesis. *Proc Nutr Soc* 54:379-389. 1995.
3. Harzer G. & Haschke F. Micronutrients in human milk. In *Micronutrients in milk and milk-based food products*. pp 146-148 (E. Renner, editor). Londres y New York. Elsevier Applied Science. 1989.
4. Howles P.N., Stemmerman G., Fenoglio Preiser C. & Hui D.Y. Bile salt-simulated lipase activity prevents intestinal damage in neonatal mice. *The FASEB J* 10(3):A190. 1996.
5. Hanson L.A., Ashraf R., Zaman S., Kariber J., Lindbland B.S. & Jalil F. Breast feeding is a natural contraceptive and prevents disease and death in infants, linking infant mortality and birth rates. *Acta Paediatrica* 83:3-6. 1994.
6. Dewey K.G., Heinig M.J. & Nommsen L.A. Differences in morbidity between breast-fed and formula-fed infants. *J Pediatr* 126:697-702. 1995.
7. Forsyth J.S. The relationship between breast-feeding and infant health and development. *Proc Nutr Soc* 54:407-418. 1995.
8. Beaudry M., Dufour R. & Marcoux S. Relation between infant feeding and infections during the first six months of life. *J Pediatr* 126:191-197. 1995.
9. Scariati P., Grummer-Strawn L. & Fein S.A. Longitudinal analysis of infant morbidity and the extent of breast-feeding. United States. *The FASEB J*. 10(3):A190. 1996.
10. Hambreaus L., Fransson G. & Lonnerdal B. Nutritional availability of breast milk protein. *Lancet* 21:167-168. 1984.
11. Food and Nutrition Board, National Research Council: Recommended Dietary Allowances. D.C. National Academy Press., 1989.
12. Prentice A.M. & Prentice A. Evolutionary and environmental influences on human lactation. *Proc Nutr Soc* 54:391-400. 1995.
13. Motil K.J., Thotathuchery M., Bahar A. & Montandon C.M. Marginal dietary protein restriction reduced non protein, but not protein nitrogen, components of human milk. *J Am Coll Nutr* 14(2):184-191. 1995.
14. ESPGAN Committee on Nutrition. Guidelines on infant nutrition. I. Recommendations for the composition of an adapted formula. *Acta Paediatr. Scand. Supplement* 262. 1977.
15. Brostrom K. La leche humana y las fórmulas infantiles: Características nutritivas e inmunológicas. En: *Tratado de nutrición en pediatría*. RM Suskind. Salvat Editores. pp39-61. Barcelona, España. 1985.
16. Michaelsen K.F., Larsen P.S., Thomsen B.L. & Samuelson G. The Copenhagen Cohort Study on Infant Nutrition and Growth: breast-milk intake, human milk macronutrient content, and influencing factors. *Am J Clin Nutr* 59:660-611. 1994.
17. Méndez Castellano H. Manual de Procedimientos del Proyecto Venezuela Fundacredesa, Caracas. 1978.
18. Hevia P. & Cioccia A.M. Application of colorimetric method to the determination of nitrogen in nutritional studies with rats and human. *Nutr Rep Int* 38(6):1129-1136. 1988.
19. Blight R.G. & Dyer W.J. A rapid method of total lipids extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*. 37:911. 1959.
20. Heinig M.J., Nommsen L.A., Peerson J.M., Lonnerdal B. & Dewey G. Energy and protein intakes of breast-fed and formula-fed infants during the first year of life and their association with growth velocity: the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 58:152-61. 1993.
21. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 13ava. Ed. Association of Official and Analytical Chemists. Washington, DC. 1980.
22. Fomon SJ. Infant Nutrition. 2nd ed. Philadelphia: WB. Saunders CO., p.20. 1974.
23. Health & Welfare Canada. Nutrition Recommendations. The report of the Scientific Review Committee. Ottawa; Supply and Services Canada. 1990.
24. Duncan B.D. Multiple range and multiple F-test Biometrics. 11:11. 1955.
25. Butte NF., Garza C., Stuff J.E., Smith E.O. & Nichols B.L. Effect of the maternal diet and body composition on lactational performance. *Am J Clin Nutr* 39:296-306. 1984.
26. Allen J.C., Keller R.P., Archer P. & Neville M. Studies in human lactation: milk composition and daily secretion rates of macronutrients in the first year of lactation. *Am J Clin Nutr* 54:69-80. 1991.
27. OMS. Cantidad y Calidad de la leche materna. Informe sobre el estudio en colaboración de la OMS acerca de la lactancia natural. Ginebra. 1985.
28. Butte N.F. & Calloway D.H. Evaluation of lactational performance of Navajo women. *Am J Clin Nutr* 34:2210-2215. 1981.
29. Dewey K.G. & Lonnerdal B. Milk and Nutrient intake of breast-fed infants from 1 to 6 months.: relation to growth and fatness. *J Pediatr. Gastroenterol Nutr* 2:497-506. 1983.
30. Brown K.H., Roberstson A.D, Akhtar N.A & Ahmed M.G. Lactational capacity of marginally nourished mothers: relationships between maternal nutritional status and quantity and proximate composition of milk. *Pediatrics*. 78:909-919. 1986.
31. Nommsen L.A., Lovelady C.A, Heinig M.J., Lonnerdal B. & Dewey K.G. Determinants of energy, protein, lipid and lactose concentrations in human milk during the first 12 months of lactation; the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 53:457-465. 1991.
32. Picciano M. Oligoelementos en la leche materna y en las leches infantiles. En: *Oligoelementos en la Nutrición Infantil*. Nestlé Nutrition ed. Suiza. 1986.
33. Fransson G. & Lonnerdal B. Zinc, Copper, Calcium and Magnesium in human milk. *J Pediatr* 101:504-508. 1982.
34. Feeley R.M., Eitenmiller R.R., Jones J.B. & Barnhart H. Cooper, iron and zinc contents of human milk at early stages of lactation. *AM J Clin Nutr* 37:443-448. 1983.
35. Moser P.B. & Reynolds R.D. Dietary Zinc intake and zinc concentrations of plasma, erythrocytes and breast milk in antepartum and postpartum lactating and nonlactating women: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 38:101-108. 1983.
36. Karra M., Kirksey A., Galal O., Bassily N.S., Harrison G. & Jerome N. Zinc, Calcium and Magnesium concentrations in milk from American and Egiptian Women througout the first 6 months of lactation. *Am J Clin Nutr* 47:642-648. 1988.
37. Ontake M. & Tamura T. Changes in zinc and copper concentrations in breast milk and blood of japanese women during lactation. *J Nutr Sci Vitaminol*. 39:189-200. 1993.
38. Simmer K., Ahmed S., Carlsson L. & Thompson R. Breast milk zinc and copper concentrations in Bangladesh. *Br J Nutr* 63:91-96. 1990.
39. Suzuki K.T., Tamagawa H., Hirano S., Kobayashi E., Takahashi K. & Shimojo N. Changes in element concentration and distribution in breast-milk fractions. *Biological Trace Element Research* 28:109-121. 1991.
40. Anderson RR. Longitudinal changes of trace elements in human milk during the first 5 months of lactation. *Nutr Res* 13 (5)499-510. 1993.
41. Ohtake M., Chiba R., Mochizuki K. & Tada K. Zinc and copper concentrations in Human milk and in serum from exclusively-breast-fed infants during the first 3 months of life. *Tohoku J Exp Med* 135:335-343. 1981.
42. Sharda B., Bhandari B & Bhandari L.M. Copper, zinc, magnesium and cadmium levels of breast milk of indian women. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 77(2):201-203. 1983.
43. George D.E. & De Francesca B.A. Human milk in comparison to cow milk. En: *textbook of gastroenterology and nutrition in infancy*. El Leubenthal (ed). Raven Press, Ltd. New York pp239. 1989.
44. Michalke B., Münch D.C & Schramel P. Contribution to Zn- Speciation in human breast milk: Fractionation of organic copounds by HPLC and subsequent Zn-determination by DCP-AES. *J Trace Elemn. Electrolytes Health Dis* 5:251-258. 1991.
45. Vuori E. & Kuitunen P. The concentrations of copper and zinc in human milk. *Acta Paediatr. Scand* 68:33-37. 1979.
46. Vaughan L.A., Weber C.W. & Kemberling S.R. Longitudinal changes

- in the mineral content of human milk. *Am J Clin Nutr* 32:2301-2306. 1979.
47. Picciano M.F., Clakins E.J., Garrick J.R. & Deering R.H. Milk and mineral intakes of breast-fed infants. *Acta Paediatr Scand* 70:189-194. 1981.
 48. WHO/IAEA (World Health Organization/International Atomic Energy Agency) Joint Project. Minor and trace elements in human milk from Guatemala, Hungary, Nigeria, Philippines, Sweden and Zaire. *Biological Trace Element Research* 29:51-75. 1991.
 49. Siimes M.A., Vuori E. & Kuitunen P. Breast milk iron. A declining concentration during the course of lactation. *Acta Paediatr. Scand* 68:29-31. 1979.
 50. Salle B.L., Sentere J., Glorieux F.D. & Putet G. Calcium, Phosphorus and vitamin D in Human Milk. Lars A. Hanson. Nestlé Nutrition Workshop Series, Vol. 15 Nestec Ltd. Vevey/Raven Press, Ltd. New York. pp 63-74. 1988.
 51. Nagra S.A. Longitudinal study in biochemical composition of human milk during first year of lactation. *J Trop Pediatr*. 35:126-128. 1989.
 52. Greer F.R., Tsang R.C. & Levin R.S. Increasing serum calcium and magnesium concentrations in breast fed infants. Longitudinal studies of mineral in human milk and in sera of nursing mothers and their infants. *J Pediatr* 100(1):59-64. 1982.
 53. Manz F. Why is the phosphorus content of human milk exceptionally low. *Monatsschr. Kinderheilkd* 140 (9):S35-S39. 1992.
 54. ESPGAN. Committee on Nutrition. Comment on the content and composition of lipids in infants formulas. *Acta Paediatr. Scand* 80:887-896. 1991.
 55. Garza C. & Butte N.F. Energy intakes of human milk-feed infants during the first year. *J Pediatr* 117:S124-31. 1990.
 56. Cumming F.J., Fardy J.J. & Briggs M.H. Trace elements in human milk. *Obstet Gynecol* 62:506-508. 1983.
 57. Hurley L.S. & Lonnerdal B. Zinc binding in human milk: citrate versus picolinate. *Nutr Rev* 40:65-71. 1982.
 58. Díaz S., Herberos C., Aravena R., Casado M.E., Reyes V. & Schiappacasse V. Breast-feeding duration and growth of fully breast-fed infants in poor urban Chilean population. *Am J Clin Nutr* 62:371-376. 1995.
 59. Walravens P.A., Chacar A., Mokni R., Denise J. & Lemonnier D. Zinc supplements in breastfed infants. *Lancet* 340:683-685. 1992.
 60. Krebs N.B., Reidinger C.J., Robertson A.D. & Hambridge K.M. Growth and intake of energy and zinc in infants fed human milk. *J Pediatr*. 124(1):32-39. 1994.

Recibido: 17-07-1996

Aceptado: 25-02-1997

Serum level of Zn, Cu and Fe in healthy schoolchildren residing in Mérida, Venezuela

Oscar M Alarcón¹, José Reinos Fuller², Tania M. Silva¹, Coromoto Angarita¹, Elfida Terán¹, Maritza Navas³, Pedro Solano¹, and Milena Agostinelli¹

SUMMARY. Levels of Zn, Cu and Fe were measured in blood serum samples of 320 children: 160 boys and 160 girls randomly selected, ages between 7 and 14 years, all considered healthy and residing in the City of Merida, Venezuela. The metals were determined using flow injection analysis-flame atomic absorption spectrometry. There was a tendency for serum Zn (SZn) to increase with age. There was no significant difference in SZn levels between males and females in the different age groups. Serum copper (SCu) decreases significantly ($p < 0.05$) with age in male children, whereas it increases in female children. The concentration of serum iron (SFe) tends to be lower than that reported in the literature. However, the age groups studied showed no statistically significant sex and age-related differences. The results are compared with values previously reported for healthy children studied in other communities. The present study has shown that there is a complex interaction between SZn, SCu, SFe and age and sex of the children. On the other hand, our observations also suggest that more detailed studies of these metals should be done, and that the study should include metabolic balances and associations between SZn, SCu, SFe and anthropometric variables (height, weight, body mass index and skinfold thickness).

Keywords: serum zinc, serum copper, serum iron, schoolchildren.

INTRODUCTION

It is now recognized that zinc, iron and copper are essential trace nutrients involved in normal growth and development. Zinc has been shown to be an integral constituent and cofactor of more than one hundred metalloenzymes that play an important role in DNA, RNA, and protein synthesis. Copper is an important factor for several enzyme systems and is involved in the mobilization and release of stored iron from liver, formation of myelin and bone, and maintenance of elastin in the great blood vessels (1). Iron plays an important function in energy metabolism, in oxygen transport and storage; it participates in a variety of enzyme activities (1) and is needed for bactericidal activity in cell mediated host defense (2). These trace elements have been associated with normal lymphocyte maturation and regulation of the immune function (3).

Much interest has been centered on plasma and serum levels of these elements in health and disease. There are numerous reports related to the element concentration in adult blood sera (4-6). However,

RESUMEN. Niveles séricos de Zn, Cu y Fe en escolares sanos residentes en Mérida, Venezuela. En la presente investigación se determinaron los niveles séricos de Zn, Cu y Fe en 320 escolares sanos, entre 7 y 14 años, seleccionados al azar. Los metales se determinaron mediante una técnica combinada de inyección en flujo continuo-espectrometría de absorción atómica. Los resultados muestran que el Zn sérico (SZn) se incrementa con la edad mientras que el sexo no influye significativamente en la cincemia, al comparar niños y niñas en los diferentes grupos de edad. El Cu sérico (SCu) disminuye ($p < 0.05$) con la edad en los niños, mientras que se incrementa ($p < 0.05$) en las niñas. La concentración del Fe sérico (SFe) es menor que la señalada en la literatura. Sin embargo, en los grupos estudiados no se demostraron diferencias estadísticamente significativas en relación con la edad o con el sexo de los escolares. Los resultados se comparan con los valores previamente publicados para escolares sanos estudiados en otras comunidades. El presente estudio demuestra que existe una compleja interrelación entre SZn, SCu, SFe y la edad y el sexo de los escolares. Nuestras observaciones también sugieren que se deben hacer estudios más detallados, los cuales deben incluir balances metabólicos y asociaciones entre SZn, SCu, SFe y variables antropométricas (talla, peso, índice de masa corporal y pliegue cutáneo). Palabras claves: zinc sérico, cobre sérico, hierro sérico, escolares.

reports on the simultaneous determination of serum Zn (SZn), serum Cu (ZCu) and serum Fe (SFe) concentration in school age children are scarce (7,8). Consequently, the aim of this work is to obtain information about the «reference values» of zinc, iron and copper in blood serum of 320 schoolchildren without overt disease in an age group of 7-14 years, residing in the City of Mérida, Venezuela. The influence of age and sex on the serum value of these trace elements was evaluated.

MATERIAL AND METHODS

Subjects: The sample size was determined by the stratified sampling method. 320 children were studied: 160 boys (50%) and 160 girls (50%) randomly selected, ages between 7 and 14 years, all considered healthy, according to the following criteria: a) adequate height and weight corresponding to chronological age; b) absence of any acute or chronic pathology clinically evident at the momento of examination and c) normal blood chemistry, hematology, faeces and urine analysis. Information regarding diet, exercise, nutritional supplements and family medical history were obtained by questionnaire.

The children were stratified balanced by age and gender into one-year groups from 7 to 14 yr with 20 boys and 20 girls in each group.

Blood preparation and analysis: The blood samples (10 mL)

1 Escuela de Nutrición y Dietética. Laboratorio de Bioquímica y Nutrición. Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes.
2 Dpto. de Bioquímica, Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida.
3 Dpto. de Puericultura y Pediatría. Hospital Universitario de Los Andes, Mérida.

were obtained between 8:00 and 10:00 am and were drawn from an antecubital vein using vacutainer tubes. Blood was transferred into an acid-washed polystyrene tube (with a polystyrene stopper), allowed to clot in 30 min and centrifuged at approximately 1000 g for 10 min in the same tube. The serum was then separated, transferred to an acid-washed sample polystyrene tube and stored at -20 °C until analyzed. Hemolyzed samples were discarded. In each case, special care was also taken regarding the quality of sampling and any possible contamination during the sample preparation. Aliquots of the sera were analyzed within one month.

Instrumentation: The flow injection analysis (FIA)-atomic absorption spectrophotometric technique (AAS) was used for the determination of Zn, Cu (9) and Fe (10). The FIA+AAS system used in this work is the same as that described by Burguera et al. (11).

Reagents: The chemicals were all analytical grade. The water was de-ionised and then distilled twice. Ammonium iron (II) sulphate, copper nitrate and zinc nitrate (BDH) were used to prepare stock solutions. Working solutions were freshly prepared daily. All standards were prepared in 20% (v/v) glycerol containing physiological amounts of sodium, phosphate, chloride, sulphate and human albumin. All glassware, pipettes, syringes and sample tubes were cleaned with 20% (v/v) nitric acid and thoroughly rinsed with metal free-water before use.

Statistical analysis: The mean and standard deviation were calculated, and the results were expressed as mean±standard deviation. One-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey test were used to analyze vertically along the columns of Tables 1-3, at a significance level of 0.05, which permitted to establish the significant difference between the various average values. Student «t» test was used for comparisons horizontally across rows of Tables 1-3. Relationships between variables (age, sex, SZn, SCu and SFe) were assessed by using backward stepwise-regression analyses.

TABLE 1

Serum Zn level¹ in 320 healthy schoolchildren residing in Mérida, Venezuela

Age (years)	M+F	M	F	p2
7	67 ± 14 (47-104)	68 ± 18	66 ± 12	NS
8	68 ± 10 (54-90)	69 ± 14	67 ± 14	NS
9	75 ± 15 (60-110)	76 ± 22	73 ± 13	NS
10	77 ± 15 (60-114)	78 ± 27	75 ± 15	NS
11	79 ± 19 (60-109)	80 ± 12*	78 ± 25	NS
12	82 ± 20* (60-108)	84 ± 11*	79 ± 15*	NS
13	83 ± 20* (60-117)	86 ± 18*	80 ± 13*	NS
14	89 ± 13* (60-117)	89 ± 15*	89 ± 16*	NS
7-14	78 ± 14 (47-117)	79 ± 17 (58-117)	76 ± 13 (47-117)	

¹ µg/dL (mean ± standar deviation). M+F= male+female. M=male. F=Female. * statistically significant difference p<0.05 on comparing with 7 yr. N.S. Non statistically significant on comparing males and females on the same age group. Concentration ranges are in parentheses.

TABLE 2

Serum Cu level¹ in 320 healthy schoolchildren from Mérida, Venezuela

Age (years)	M+F	M	F	p2
7	123 ± 21 (99-178)	129 ± 15	116 ± 15	<0.02
8	121 ± 22 (91-159)	126 ± 16	117 ± 17	<0.05
9	122 ± 19 (80-155)	123 ± 32	120 ± 25	NS
10	121 ± 13 (75-139)	119 ± 19	122 ± 16	NS
11	120 ± 16 (95-149)	117 ± 16*	122 ± 18	NS
12	119 ± 18 (90-153)	114 ± 19*	124 ± 25	<0.05
13	118 ± 19 90-158	112 ± 16*	124 ± 12	<0.05
14	117 ± 13 (90-140)	109 ± 13*	125 ± 17*	<0.05
7-14	120 ± 13 (75-118)	119 ± 17 (75-159)	121 ± 19 (80-178)	

¹ µg/dL (mean ± standar deviation). M=Males. F=Female.

* p<0.05 on comparing with 7 yr.

²p<0.05 on comparing males vs. females on the same age group

N.S. = No significative

Concentration ranges are in parentheses.

TABLE 3

Serum Fe level¹ in 320 healthy schoolchildren from Mérida, Venezuela

Age (years)	M+F	M	F	p2
7	66 ± 19 (38-114)	69 ± 11 (38-120)	62 ± 24 (55-134)	NS
8	71 ± 19 (42-118)	74 ± 33 43-114)	67 ± 22 (42-138)	NS
9	70 ± 23 (50-138)	70 ± 18 (50-138)	70 ± 13 (50-137)	NS
10	71 ± 21 (55-133)	71 ± 24 (50-128)	71 ± 14 (55-133)	NS
11	72 ± 19 (48-134)	73 ± 14 (58-132)	71 ± 19 (48-134)	NS
12	72 ± 18 (67-140)	73 ± 22 (67-140)	71 ± 19 (57-131)	NS
13	72 ± 19 (68-125)	73 ± 15 (64-125)	70 ± 13 (68-125)	NS
14	73 ± 13 (51-142)	75 ± 13 (60-117)	70 ± 13 (51-142)	NS
	71 ± 19 (38-142)	72 ± 20 (38-140)	69 ± 19 (42-142)	

¹ µg/dL (mean ± standar deviation). M+F= Male+female. M=male. F=Female.

2 N.S. Non statistically significant on comparing males and females on the same age group.

Concentration ranges are in parentheses.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the serum zinc concentration and extreme values of Zn for the different age groups, also separate data are given for males and females. The mean concentration of SZn was 78 ± 14 $\mu\text{g/dL}$ (males, 79 ± 17 $\mu\text{g/dL}$; females, 76 ± 13 $\mu\text{g/dL}$) with a range of 47-117 μg . These values are in close agreement with those reported by Butrimowitz and Purdy (12), Chuwa et al (13) and Udomkesmalee et al (14) who studied 283 rural schoolchildren aged 7-13 in Norotheast Thailand, but they are lower than those reported by Ontake and Tamura (15), Delves et al (7), Bekarogly et al (16), Buxaderas and Farré-Rovira (17), Kozieliec et al (18), Fons et al (19) and Varadvithya et al (20) for well-nourished Thai children aged 7-13 years (88 ± 4 $\mu\text{g/dL}$). On the other hand, van Wouwe and Waser (21) reported control values for SZn of 67 $\mu\text{g/dL}$ in healthy Dutch children.

The gradually increase in zinc level, observed here with age, is in accordance with observations previously reported by Buxaderas and Farré-Rovira (17) and Butrimovitz and Purdy (12), who found an increase in the zinc plasma levels at approximately 6 to 8 years of age, but conflicting with the previous reports of Ohtake and Tamura (15).

There was no significant difference in serum zinc level between males and females in the different groups; this observation is in agreement with reports of Ontake and Tamura (15), Carpentieri et al (8), and Malvy et al (22). However, healthy Dutch boys over 9 yr of age showed higher SZn compared with girls of the same age ($p < 0.08$) (21). In the group of 10-19 yr age, Buxaderas and Ferré-Rovira (18) found definitely higher serum and whole blood zinc level in females than in males, although the difference was only statistically significant in whole blood. Brun et al (23) measured serum zinc in 20 adolescent gymnasts (9 boys, 11 girls, age 12-15 yr), exploring for detection of possible adverse effects of intense training on pubertal maturation and growth and found that girls had lower SZn than boys.

The mean concentration of SCu was 120 ± 13 $\mu\text{g/dL}$ (Table 2). These values show a close agreement with those reported by Carpentieri et al (8), Delves et al (7), and Ontake and Tamura (15) in healthy Japanese children. Tessmer et al (24) reported mean values of SCu in children (6-12 years old) of 133 $\mu\text{g/dL}$ for both Caucasians and Mexican-Americans, and 141 $\mu\text{g/dL}$ for Negroes. Ogihara et al (25) in 19 age-matched controls (7 boys and 12 girls; mean age 12.3 yr) found a mean concentration of SCu of 107 $\mu\text{g/dL}$. Other reports in the same age group show slightly higher values for the mean concentration of SCu than those of our study (26,27).

The changes in SCu levels during school age (7-14 yr) are indicated in Table 2. Statistically significant differences ($p < 0.05$) were found in the values in the 12-14 yr group between males and females. The mean concentration of SCu in younger male age group (7 yr) was higher than those in older age groups (12-14 yr), whereas SCu levels increases in girls with age.

Sass-Kortsak (26) demonstrated a highly significant ($p < 0.005$) negative correlation between SCu levels and increase in age with mean values of 140, 129 and 117 $\mu\text{g/dL}$ for 2, 6- and 10 year-old children, respectively. The same author (26) showed that serum copper levels decreases gradually during childhood and reaches adult levels at 13 to 16 yr of age. Hrgovic et al (27) observed an essentially linear relation between serum copper and age between 2 and 18 yr, decreasing to adult levels at about 20 yr of age. Tessmer et al (24) also found a significant linear decrease in SCu concentration with increasing age during childhood (6-12 yr).

The concentration of SFe found in this study (Table 3) tend to be lower than that reported in the literature for normal adolescents (28)

and from 4 days to 15 years old children (29), but are in some agreement with those reported by Koerper and Dalhman (30) for children aged 0.5 to 12 years. Our average value is smaller than the majority of values reported in the literature; these observations could be related to dietetic reasons. The values for SFe may partly reflect the marginal iron reserves that are characteristics of childhood. There is no basis, however, for considering these values abnormal. It is of interest to mention the nutritional iron deficiency frequently detected both in developed as in under developed countries (31). In spite of what is actually known in the area of infant nutrition, iron deficiency and its significant consequence, the hypochromic microcytic anemia continues to be a very serious pediatric problem (32).

The mean and range iron concentration reported in this study tend to increase with age. It is well known that during childhood the SFe values undergo a slow variation up to the value considered normal in the adult population. The age groups studied showed no statistically significant sex- and age-related difference, as previously reported by Carpentieri et al (8), Koerper and Dallamn (30), Card et al (33), and Dahlstron et al (34), González-Silva et al (35). The detection of iron deficiency in children is important due to the influence of this precursor in the physical and intellectual development.

Factors influencing serum metal concentration were explored in more detail by using backward stepwise-multiple regression analysis (Table 4). There was not statistically significant positive simple linear correlation between SZn-SCu ($r = 0.037$), SZn-SFe ($r = 0.094$) and SCu-SFe ($r = 0.089$), SFe-age ($r = 0.181$), SZn-sex ($r = 0.091$) and SFe-sex ($r = 0.068$) whereas between SCu-age ($r = 0.034$) and SCu-sex ($r = 0.071$) there was no a significant negative correlation. When SZn plus age, sex, SCu and SFe were included in a backward stepwise-regression analysis, and a $P < 0.05$ used for exclusion, SFe dropped out the equation. For those variables left in the equation age, sex and SCu were strongly related to SZn. The overall F ratio was $F(4,316) = 3363.49$ ($p < 0.00$); the adjusted R^2 was 0.9768, suggesting that variables in the equation accounted for 98% of the variance in SZn. For every unit change in SCu there was a 0.31 unit change in serum zinc, while all other factors in the equation were taken into account. A similar analysis was made for serum iron. When this variable plus age, sex, SZn and SCu were included in a backward stepwise-regression analysis, age and serum copper were the only variables that remained in the equation. The overall F ratio was $F(4,316) = 3527.49$ ($P < 0.05$); the adjusted R^2 was 0.9781. In this case, the variables in the equation accounted for 98% of the variance in SFe. For every unit change in SCu there was a 0.45 unit change in SFe and for every unit change in age there was a 1.13 unit change in SFe. This analyses suggests that there is a statistical effect of age and SCu on SFe.

When SCu, sex, age, SZn and SFe were included in a backward stepwise-regression analysis, sex and age dropped out of the equation; SZn and SFe were the only variables that remained in the equation. The overall F ratio was $F(4,316) = 4494.32$ ($P < 0.05$) and the adjusted R^2 was 0.981. Thus, the variables in the equation accounted for 98% of the variance in SCu. For every unit change in SCu there was a 0.56 unit and 0.99 unit change in SZn and SFe, respectively.

These findings are in close agreement with the previous works of Delves et al (7) and Laitinen et al (36). However, additional studies are needed for the precise mechanism of these interrelations to be clarified. The human and animal studies have demonstrated clearly that trace metals may interact at every stage during absorption, storage, transport, and metabolism. Besides, it is also probable that variations in serum concentration of these trace metals with age and

with sex might be related to physiological adaptations along this growth period and to nutritional changes.

TABLE 4
Backward stepwise regression analysis for serum zinc, serum copper, and serum iron in healthy schoolchildren.

Variables in the equation	β	standard error	t value	Significance level ¹
Serum zinc				
Age	3.27	0.28	11.80	<0.05
Sex	3.22	1.33	2.42	<0.05
SCu	0.31	0.02	13.78	<0.05
SFe	0.23	0.01	1.78	ns
Serum copper				
Sex	-0.98	1.82	-0.54	ns
Age	0.56	0.46	1.29	ns
SZn	0.56	0.07	8.10	<0.05
SFe	0.99	0.06	15.81	<0.05
Serum iron				
Age	1.13	0.30	3.78	<0.05
Sex	2.30	1.21	1.89	ns
SZn	0.06	0.05	1.13	ns
SCu	0.45	0.03	15.89	<0.05

SFe= serum zinc. SCu=serum copper. SFe= serum iron
ns= statistically not significant
n= 320

In summary, the serum concentration of Zn, Cu and Fe detected in our schoolchildren, with certain differences, are very similar to those reported in other countries. The present study has shown that there is a complex interaction between SZn, SCu, and SFe and age and sex of the children. The results reinforced the importance of being able to identify the detailed biological interrelations of the factors involved (age, sex and serum metal concentration). On the other hand, our observations suggest that more detailed studies of these metals should be done, and that the study should include metabolic balances and associations between serum zinc, serum copper, serum iron and anthropometric variables (height, weight, body mass index and skinfold thickness).

REFERENCES

- Aggett PJ. Physiology and metabolism of essential trace elements.: An outline. *Clin Endocrinol Metabol* 14:513-543, 1985.
- Cousins RJ. Nutritional Regulation of Host Defense Systems: Emphasis on trace minerals. In: *Mineral Homeostasis in the Elderly*. Alan R. Lis, Inc. pp207-222. 1989.
- Ronnlund DR., Suskind RM. Iron, zinc, and other trace elements' effect on the immune response. *J. Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2:5172-5180. 1983.
- Burguera JL., Burguera M., Alarcón OM. Levels of some elements in human blood serum of residents of Merida, Venezuela. *Trace Elem Med* 3:117-120. 1986.
- Versieck J., Cornelis F. Normal levels of trace elements in human blood plasma or serum. *Anal Chim Acta* 116:217-254. 1980.
- Iyengar V., Woitlez I. Trace elements in human clinical specimens: Evaluations of literature data to identify reference values. *Clin Chem* 34:474-481. 1988.
- Delves HT., Clayton BE., Bicknell J. Concentration of trace metals in the blood of children. *Br J Prevent Soc Med* 27:100-107, 1973.
- Carpentieri V., Myers J., Thorpe L., Daeschner III CW, Haggard ME. Cooper, zinc and iron in normal and leukemic lymphocytes from children. *Cancer Res* 46:981-984, 1986.
- Rocks BF., Sherwood RA., Bayford LM., Riley C. Zinc and copper determination of microsamples os serum by flow injection and atomic absorption spectroscopy. *Ann Clin Biochem* 19:338-344, 1982.
- Rocks BF., Sherwood RA., Turner ZJ., Riley C. Serum iron and total iron-binding capacity determination by flow-injection analysis with atomic absorption detection. *Ann Clin Biochem* 20:72-76, 1983.
- Burguera M., Burguera JL., Garaboto F. AM., Alarcón OM. Determination of iron and copper in infant formula powdered milks by flow injection atomic absorption spectrometry. *Quim Anal* 6:227-233, 1987.
- Butrimowitz GP., Purdy WC. Resolutions of age-dependent reference intervals: polynomial regression methodology with applicability to plasma zinc levels in a childhood population. *Clin Biochem* 12:33-36, 1979.
- Chuwa LM, Mwiruki G., Bilal MG., Mnuhhi EK., Swai AB. Serum iron, zinc, copper and bromine in malnourished children in Dar es Salaam, Tanzania. *East Afr Med J* 73 (5 Supple):S21-S23. 1996.
- Udomkesmalee E., Dhanamitta S., Yhoung-Aree J., Rojroongwasinkul N., Smith Jr. JC. Biochemical evidence suggestive of suboptimal zinc and vitamin A states in schoolchildren in Northeast Thailand. *Am J Clin Nutr* 52:564-567. 1990.
- Ohtake M., Tamura T. Serum zinc and copper levels in healthy Japanese children. *Tohoku J Exp Med* 120:99-103. 1976.
- Bekaroglu M., Aslan Y., Gedik Y., Deger O., Mocan H., Erduran E., Karahan C. Relationships between serum free fatty acids and zinc and attention deficit hyperactivity disorder: a research note. *J Child Psychol Psychiatry* 37:225-227, 1996.
- Bucaderas SC., Farré-Rovira R. Whole blood and serum zinc levels in relation to sex and age. *Rev Esp Fisiol* 41:463-470. 1985.
- Kosielec T., Kasczyk-Kaczmarek K., Kotkowiak L., Pozniak J., Nocen I. The level of calcium, magnesium, zinc and copper in blood serum in children and young people between 5 and 18 years of age. *Przegl Lek* 51:401-405. 1994.
- Fons C., Brun JF., Fussellier M., Cassanas G., Bardet L., Orsetti A. Serum zinc and somatic growth in children with growth retardation. *Biol Trace Elem Res* 32:399-404. 1992.
- Varavithya W., Porananout P., Srianjajata S., Thongonopakul W. Zinc status in normal Thai infants and children. *Southeast Asian J Trop Med Public Hlth* 10:534-539. 1979.
- van Wouwe JP., Waser I. Comparisson between total and ultrafiltrable serum zinc as test to diagnose zinc deficiency in infants and children. *Biol Trace Elem Res* 40:203-211. 1994.
- Malvy DJ., Arnaud J., Burtschy B., Richard MJ., Favier A., Houot O., Amedee-Manesme O. Reference values for serum zinc and selenium of French healthy children. *Eur J Epidemiol* 9:155-161. 1993.
- Brun JF., Dieu-Cambrezy C., Charpiat A., Fons C., Fedou C., Micallef JP., Fussellier M., Bardet L., Orsetti A. Serum zinc in highly trained adolescent gymnasts. *Biol Trace Elem Res* 47:273-278. 1995.
- Tessmer CF., Krohn W., Johnston D., Forrest TB., Hrgovcic M., Brown B. Serum copper in children (6-12 years old). An age-correction factor. *Am J Clin Pathol* 60:870-878. 1973.
- Ogihara H., Ogihara T., Miki M., Yasuda H., Mino M. Plasma copper and antioxidant status in Wilson's disease. *Pediatr Res* 37:219-226. 1995.
- Sass-Kortsak A. Copper metabolism. In: Sobotka, Stewart CD (eds) *Advances in Clinical Chemistry*, Vol 8. Academic Press; New York pp1-67. 1965.
- Hrgovcic M., Tessmer CF., Mickler TM., Mosier B., Taylor GH. Serum copper levels in limphoma and leukemia. Special reference to

- Hodgkin's disease. *Cancer* 21:743-755. 1968.
28. Seltzer CC., Wenzell BJ., Mayer J. Serum iron and iron-binding capacity in adolescents I. Standard values. *Am J Clin Nutr* 13:343-353. 1963.
 29. Preziosi P., Hecberg S., Galan P., Devanlay M., Cherouvrier F., Dupin H. Iron status of a healthy French population: factors determining biochemical markers. *Ann Nutr Metab* 38:192-202. 1994.
 30. Koerper M.A., Dallman PR. Serum iron concentration and transferrin saturation in the diagnosis of iron deficiency in children: Normal developmental changes. *J Pediatrics* 91:870-874. 1977.
 31. Woodruff CW. Iron deficiency in infancy and childhood. *Pediatr Clin N Am*. 24:85-105. 1977.
 32. Wadsworth GR. Nutritional factors in anaemia. *World Rev Nutr Diet* 21:75-85. 1975.
 33. Card RT., Brown MG., Yalbeerg LS. Serum iron and iron-binding capacity in normal subjects. *Canad Med Ass J* 90:618-622. 1964.
 34. Dalhstrom KA., Ament ME., Medhin MG., Meurling S. Serum trace elements in children receiving long-term parenteral nutrition. *J Paediatr* 109:625-30. 1986.
 35. González-Silva M., Beran MD., Cabezón I. Valores hematológicos y niveles férricos en una población escolar rural. *Sangre* 39:99-103. 1994.
 36. Laitinen R., Vuori E., Dahlstrom S., Akerblom HK. Zinc, copper, and growth status in children and adolescents. *Pediatr Res* 25:323-326, 1989.

Recibido: 08-04-1996

Aceptado: 24-02-1997

Efecto de microondas sobre *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp. inoculados en carne molida congelada

María Laura Arias.¹, Manuel Jiménez² y Florencia Antillón¹

Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica

RESUMEN. Se estudió la eficiencia del horno de microondas en la destrucción de algunos microorganismos patógenos inoculados en tortas de carne de res. Las tortas de carne fueron inoculadas con *Salmonella* spp. o *Staphylococcus aureus*, mantenidas en congelación por 2-3 días a -4 °C y posteriormente descongeladas en un horno de microondas Amana de 2450 Hz, según su peso. Fueron sometidas a niveles de potencia de 60%, 70%, 80% y 90% por períodos de 15, 45, 60, 90 y 105 segundos. Se determinó en cada muestra la tasa de sobrevivencia de las bacterias inoculadas según la metodología descrita por Vanderzant y Splittstoesser; así como la actividad de la enzima fosfatasa ácida como parámetro de cocimiento.

Los recuentos de los microorganismos inoculados demuestran que, independientemente del nivel de cocción utilizado, se requiere de un tiempo mayor a aquel en que la carne se considera cocida desde el punto de vista enzimático u organoléptico para obtener la eliminación de ambas bacterias.

INTRODUCCION

En la última década, el desarrollo y uso masivo de los hornos de microondas se ha incrementado significativamente, en especial porque ello implica ahorros de tiempo y energía (1,2). En los establecimientos de comida rápidas, instituciones públicas y hogares, los hornos de microondas se utilizan no sólo para calentar alimentos precocidos, sino también para descongelar o cocinar los mismos en poco tiempo (3).

La cocción de los alimentos es un proceso fundamental para disminuir la carga microbiana de estos (2) y es en este punto donde el horno de microondas ha sido cuestionado, ya que éste no permite el calentamiento uniforme del alimento, sino que se presentan puntos fríos y calientes según la textura o consistencia del mismo; aparte de que el tiempo de calentamiento es corto existe gran variedad de opiniones respecto a la sobrevivencia de bacterias presentes en los alimentos al prepararlos en horno de microondas; entre ellos Rosenberg y Bogl. (4), señalan que únicamente el horno de microondas de tipo industrial es capaz de esterilizar alimentos, Mudget (5), encuentra que la cocción en este tipo de horno es más rápida, penetrante y eficaz que la convencional, y Aleixo et al. (6), citan que la cocción en microondas es menos efectiva que la cocción en un horno convencional para la destrucción de las células vegetativas y más bien resulta estimulante para la germinación de esporas bacterianas.

En este estudio se pretendió determinar el efecto de las microondas sobre una población conocida de *Salmonella* spp., una bacteria Gram

SUMMARY. Effect of microwaves over *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp. inoculated into frozen minced meat. The efficacy of the microwave oven in the destruction of some pathogenic microorganisms inoculated into minced meat was studied. These were inoculated with *Salmonella* spp. or *Staphylococcus aureus*, frozen for 2-3 days at -4 °C and thawed, according to their weight, in an Amana microwave (24450 Hz). They were radiated at levels of 60%, 70%, 80% and 90% for periods of 15, 45, 60, 90 and 105 seconds. The rate of survival of each bacteria was determined according to the methodology described by Vanderzant and Splittstoesser, as well as the activity of the acid phosphate enzyme as cooking parameter.

The microbiological analysis shows that, despite the cooking level used, the time required for the elimination of both bacteria is greater than the one in which the meat is considered enzymatically and organoleptically cooked.

negativa de importancia epidemiológica en carnes y de *Staphylococcus aureus*, una bacteria Gram positiva indicadora de mala manipulación, ambas inoculadas en carne molida. Se escogieron estas bacterias en base a la alta frecuencia con que producen intoxicaciones e infecciones de origen alimentario. Con el fin de evitar la subjetividad en la determinación del punto final adecuado de cocción, se analizó la desaparición de la actividad de la enzima fosfatasa ácida en carne (8), metodología usada en otros estudios como indicador de cocimiento adecuado de productos cárnicos.

MATERIALES Y METODOS

- 1. Cepas bacterianas. Preparación del inóculo:** Se utilizó una cepa de *S. aureus* coagulasa positiva, termonucleasa positiva, aislada a partir de queso fresco (UCR 31) y una de *Salmonella* spp. aislada a partir de huevo (UCR 73). Ambas cepas fueron cultivadas en matraces con 100 ml de caldo tripticosa soya (pH 7.3) a 35 °C durante 24 horas, hasta obtener una concentración de 10^5 - 10^6 UFC/ml, la cual fue verificada por recuento en plato.
- 2. Preparación de las muestras:** Se adquirió carne de res molida (1 kg) en diferentes supermercados del Area Metropolitana del país, la cual fue mezclada con 50 ml del cultivo de *Salmonella* spp. La carne fue homogenizada usando un Stomacher IUL Instruments y luego preparada en tortas de 50 g cada una, todas con igual diámetro y espesor. Las tortas fueron congeladas por 2-3 días a -4 °C y después fueron procesadas en horno de microondas. Igual procedimiento se siguió inoculando la carne de res molida (1 kg) con *S. aureus*.
- 3. Protocolo de cocimiento:** Se utilizó un horno de microondas Amana Radavange de 2450 Hz para descongelarlas individual-

1 Microbióloga, Sección Microbiología de Alimentos

2 Microbiólogo, Dpto. de Análisis Clínicos

mente según su peso, después de lo cual fueron sometidas a 60%, 70%, 80% y 90% de poder durante 15, 45, 60, 90 y 105 segundos cada una. Se utilizó una muestra control sin inocular (blanco de carne) y otra inoculada pero no tratada con microondas, con el fin de obtener el 100% de actividad de fosfatasa ácida.

Luego del proceso de cocción, cada muestra fue resuspendida en 225 ml de agua peptonada estéril (APE) 0.1% y de nuevo homogenizadas. A partir de esta suspensión, se hizo la determinación de fosfatasa ácida y las diluciones necesarias para el recuento de microorganismos sobrevivientes.

4. **Determinación de la actividad de la fosfatasa ácida:** Se determinó la actividad de fosfatasa ácida en cada una de las muestras de torta de carne, para lo cual se emplearon reactivos de la casa Wiener (Fosfatest 405), lote 407510 y un espectrofotómetro Shimadzu UV-160. Se calculó la actividad residual en cada muestra empleando como 100% la actividad enzimática presente en la muestra sin tratamiento térmico.
5. **Análisis microbiológico:** a partir de cada muestra y de los controles, se preparon diluciones decimales en APE 0.1%. El número de bacterias sobrevivientes fue determinado con la técnica de Número Más Probable (NMP) en series de tres tubos siguiendo la metodología descrita por Vanderzant y Splittstoesser (9). Para la determinación de *Salmonella* spp., se procedió a hacer un preenriquecimiento en caldo lactosado simple, (24 h, 37 °C) seguido de un enriquecimiento selectivo en caldo selenito-cisteína y caldo tetrationato (24 h, 37 °C) y luego se hizo el aislamiento en placas de agar XLD (xilosa-lisina-desoxicolato) y agar Hektoen (24 h, 37 °C). Para identificar y cuantificar la presencia de *S. aureus*, se realizó un enriquecimiento en caldo tripticase soya + 10% NaCl (24 h, 37 °C) y el aislamiento se hizo en placas de agar Baird Parker (24 h, 37 °C).

RESULTADOS

El porcentaje de actividad de la fosfatasa ácido según la temperatura y el nivel de cocción utilizados para el tratamiento de las muestras se presenta en la Figura 1. Las muestras tratadas a 60% de potencia necesitaron cerca de 80 segundos para la inactivación de la enzima, para los poderes de 70%, 80% y 90% requirieron de 60 segundos. El tiempo necesario para inhibir la enzima, según cada porcentaje de poder, concuerda con el tiempo necesario para que la carne se considere cocida, desde el punto de vista organoléptico.

Los datos de sobrevivencia de *Salmonella* spp. (Figura 2), indican que independientemente del porcentaje de potencia utilizado, se necesitó más de 85 segundos para la destrucción de la población inoculada de *Salmonella*, tiempo mayor a aquel en que se considera la carne cocida desde el punto de vista enzimático y organoléptico. Un comportamiento similar mostró *S. aureus* (Figura 3), el cual para su eliminación necesitó más de 105 segundos a 60 y 70% de poder, 75 segundos a los niveles de 80% y 90%.

FIGURA 1
Porcentaje de actividad de fosfatasa ácida según temperatura y nivel de coccimiento

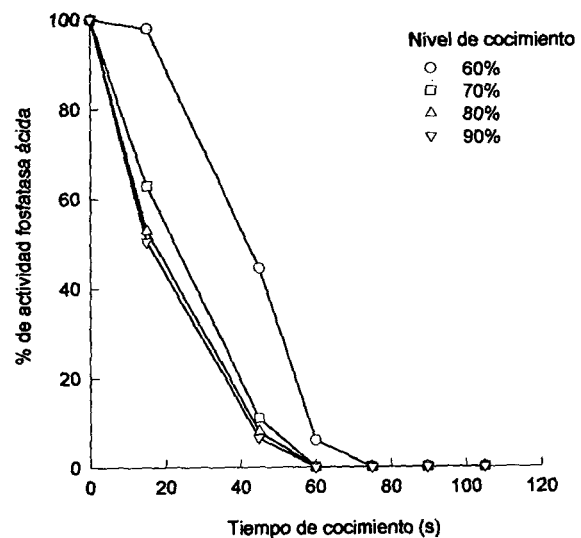


FIGURA 2
Sobrevivencia de *Salmonella* spp. a diferentes tiempos y niveles de coccimiento

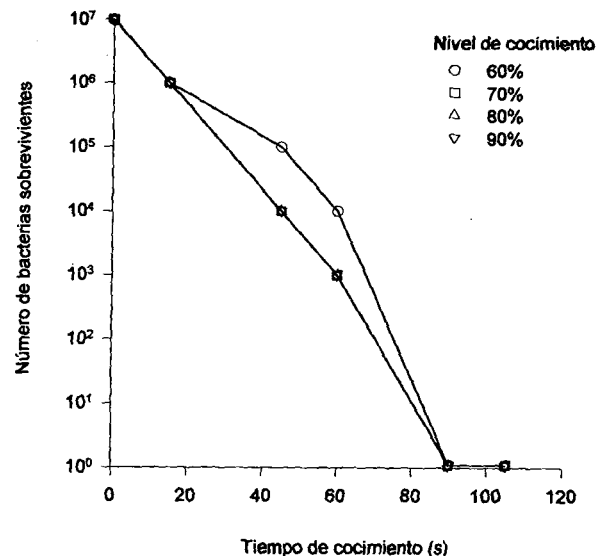
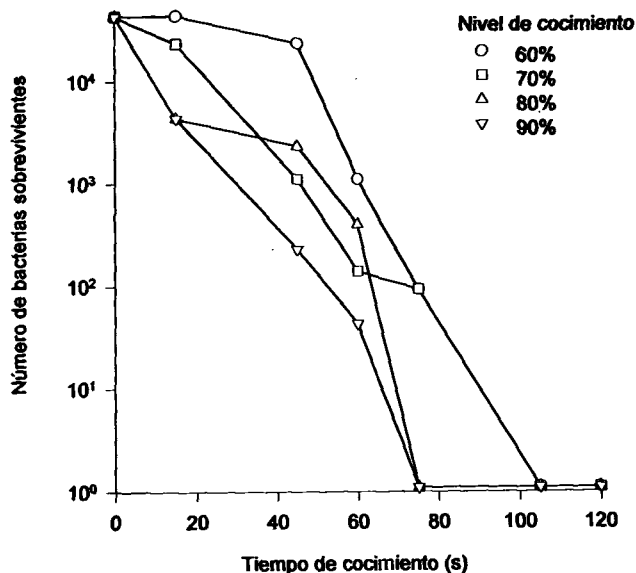


FIGURA 3
Sobrevivencia de *Staphylococcus aureus* a diferentes tiempos y niveles de cocimiento



DISCUSION

El análisis del porcentaje de inhibición de la fosfatasa ácida en un homogenizado de muestra de alimentos resulta adecuado para el control del tratamiento térmico de productos cárnicos, ya que la inactivación de la enzima coincide con el punto en que la muestra se considera organolépticamente cocida. Estos resultados de la enzima fosfatasa ácida concuerdan con la recomendación de USDA-FIS, 1986 (10) para la evaluación del grado de cocción de productos cárnicos.

La tasa de destrucción de las bacterias analizadas fue significativa (hasta de 7 logaritmos) (≤ 0.005), pero el hecho de que ambas bacterias se puedan recuperar en el momento en que la carne se considera cocida es preocupante. La carne tratada a 70%, 80% y 90% de poder se consideró cocida, desde el punto de vista enzimático y organoléptico a los 60 segundos, y a más de 75 segundos al usar el 60% de poder, tiempo en que no se ha logrado la eliminación de la población inoculada. El hecho de que la *Salmonella* sobreviva después de la cocción implica un riesgo importante, pues según la FDA la presencia de hasta una célula de esta bacteria en el alimento es potencialmente patógena para el hombre si se almacena a temperatura ambiente por un período de tiempo suficiente y se alcanzan poblaciones altas (11). Esto puede constituir un grave peligro especialmente si el producto va dirigido a un consumidor susceptible como un niño, un anciano o un enfermo.

En cuanto a *S. aureus*, Pascual afirma que los alimentos preparados cocinados deben tener menos de 100 UFC/g de esta bacteria (12). Es importante destacar que aún cuando el inóculo inicial de *S. aureus* fue relativamente bajo, no se logró la eliminación de la bacteria en el tiempo en que se considera la carne cocida, lo cual conlleva un riesgo potencial si el producto se almacena a temperatura ambiente por largo tiempo y se alcanzan poblaciones altas.

Este estudio confirma observaciones previas, las cuales indican que el cocimiento con microondas es menos efectivo que el cocimiento en horno convencional en la destrucción de microorganismos (6,7). Rosenberg y Bogl (4) citan en su trabajo diferentes grados de eficiencia entre estos dos tipos de horno de hasta dos logaritmos en la tasa de muerte de bacterias Gram positivas y Gram negativas.

Diversos aspectos explican este hallazgo, entre los cuales se citan el corto tiempo de calentamiento a que es sometido el alimento en el horno de microondas (5), la absorción de energía en diferentes intensidades por los constituyentes del alimento (13), la variación en los patrones de calentamiento de acuerdo a la posición en que se coloca el alimento en el horno de microondas (14) o la presencia de puntos fríos en el mismo (15).

Las bacterias Gram positivas presentan por lo general una mayor resistencia a las microondas que Gram negativas, con algunas excepciones como *Streptococcus faecium* (2). El recuento inicial de *Salmonella* spp. en muestras de carne fue mayor que el de *S. aureus* ya que, aún cuando se agregó una misma carga inicial para ambas bacterias, el comportamiento de adhesión a la carne fue diferente. Dado que en este tipo de tratamiento la efectividad es inversamente proporcional al número inicial de microorganismos, se observó que el tiempo necesario para obtener la eliminación de *Salmonella* spp. fue mayor que para *S. aureus*. No obstante, al comparar los factores de reducción de las bacterias estudiadas (número de células destruidas con el tratamiento térmico), *Salmonella* resultó más sensible al tratamiento térmico, lo que coincide con Rosenberg y Bogl (4).

Considerando que la carne molida de res puede estar contaminada con diversos microorganismos patógenos y que el cocimiento en horno de microondas puede ser ineficaz para eliminarlas, especialmente si el número de microorganismos es alto, es importante concientizar a la población sobre el uso adecuado de este electrodoméstico y recomendar la utilización del mayor poder.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el financiamiento otorgado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, proyecto 430-96-206, así como al Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET) y la cooperación de la Sra. Laura Villalobos.

REFERENCIAS

- Decareau R. Microwaves in food processing. *Food Tech Aust* 36:81, 1984.
- Frazier W., Westhoff D. *Microbiología de los Alimentos*. 3a ed, Acsribia S.A. Zaragoza, 1983.
- Brennan J., Butters J., Cowell N., Lilly A. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Acsribia S.A. Zaragoza, 1980.
- Rosenberg U., Bogl W. Der einfluss der microwellerhitzung auf den keimgehalt von lebensmitteln. *Fleischwirtschaft*. 69:1182-1187, 1982.
- Mudgett R. Microwave properties and heating characteristics of foods. *Food Tech* 40:84-93, 1986.
- Aleixo J., Jamesen K., Pratt D., Swaminathan B. Destruction of pathogenic bacteria in turkeys roasted in microwave ovens. *J Food Sci* 50:873-875, 1985.
- Dealler R., Lacey R. Microwave reheating of convenience meals. *British Food J* 92:19-22, 1990.
- Townsend W., Blankenship L. Assessment of previous heat treatment given to semicommercially and commercially prepared meat and poultry

- products using the APIZYM system. *J Food Sci.* 53:649-651, 1988.
9. Vanderzaant C. & Splittstoessen D. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, Ed. APHAM 140-155, 1992.
 10. USDA-FSIS. Determination of internal cooking temperature (acid phosphatase activity). Food Safety and Inspection Service, Chemistry Laboratory Guidebook. N3. 018:3-49, 1986.
 11. FDA. Bacteriological analytical manual. 8th edition, USA, 1995.
 12. Pascual M. Microbiología alimentaria. Editorial Acribia, Zaragoza, 1993.
 13. Curnutte B. Principles of microwave radiation. *J Food Prot* 43:618, 1980.
 14. León Crespo F; Ockerman H., Irvin K. Effect of conventional and microwave heating on *Pseudomonas putrefaciens*, *Streptococcus faecalis* and *Lactobacillus plantarum* in meat tissue. *J Food Prot* 40:588, 1987.
 15. Craven S. & Lillard S. Effect of microwave heating on precooked chicken. *J. Food Sci* 39:211-212, 1984.

Recibido: 17-05-1996

Aceptado: 24-02-1997

Evaluation of different solvent systems for the extraction and fractionation of oleoresins from guajillo peppers

Carlos Abel Amaya Guerra¹, Sergio Román Othón Serna Saldivar, Enrique Cárdenas and Juan Antonio Nevero Muñoz

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Programa de Graduados en Ingeniería de Alimentos. Monterrey, México

SUMMARY. Dried guajillo peppers were first extracted with four different solvents: ethanol, acetone, ethyl acetate and hexane with the aim of obtaining oleoresins which were further fractionated into red and paprika extracts. Results showed that as the polarity of the solvent increased the amount of pigments extracted also increased. Acetone had good affinity for pungent (capsaicin) compounds. Utilization of these solvents alone did not produce red and paprika oleoresins that meet commercial specifications. Fractionation of acetone extracted oleoresins with ethanol: water (90:10) yielded a precipitate and a solution. The precipitate and solution produced red and paprika extracts that meet pungency and color specifications. It was possible to obtain red and paprika oleoresins from mild guajillo peppers.

RESUMEN. Evaluación de diferentes solventes para la extracción y fraccionamiento de oleoresinas a partir de Chile guajillo. Chiles guajillo deshidratados se sometieron a una extracción con cuatro diferentes solventes: etanol, acetona, etil acetato y hexano con el objetivo de obtener oleoresinas que fueron posteriormente fraccionadas en extractos rojo (picante) y de paprika (color). Los resultados muestran que conforme la polaridad del solvente aumentó, la cantidad de pigmentos extraídos también se incrementó. La acetona mostró una buena afinidad por los compuestos pungentes (capsaicina). La utilización de estos solventes solos no produjeron oleoresinas rojas y de paprika que cumplieran con las especificaciones comerciales. El fraccionamiento con etanol:agua (90:10) de las oleoresinas extraídas con acetona rindió un precipitado (extracto rojo) y una solución (paprika), que cumplieron con las especificaciones de pungencia y color, respectivamente. Fue posible obtener oleoresinas rojas y de paprika a partir de chiles guajillos con pungencia moderada.

INTRODUCTION

Peppers (*Capsicum annum*) are considered the second most important horticultural crop in Mexico and one of the most widely consumed by the population. *Per capita* consumption averages 6,4 kg/year (1), Heisser (2) mentioned that mesoamerican cultures cultivated peppers between 5,200-3,400 years B.C., making this crop one of the oldest of the Americas. There are many wild and cultivated strains within the *Capsicum annum* species, being the most important ones: jalapeño, ancho, serrano and guajillo. Guajillo pepper, also known as rattle pepper, has a rich and distinctive purple red coloration, vary in pungency and are usually sun dried before marketed. It is preferred by farmers due to its high productivity when compared with other cultivars (3). There are three types of oleoresins produced commercially: capsicum, red pepper and paprika. The capsicum oleoresin is usually obtained from pungent peppers and is treated to remove pigments and other compounds so to concentrate capsaicins and obtain an extract with at least 500,000 Scoville units and a maximum of 4,000 ASTA color units. Peppers most frequently used are African peppers (*Capsicum frutescens* L.) The red oleoresin is an intermediate extract with a minimum of 100,000 Scoville units and a maximum of 20,000 ASTA color units while paprika oleoresins should contain no more than 4,000 Scoville units and more than 40,000 ASTA color units. *Capsicum annum* L. pods are most commonly used to obtain paprika (4).

Pungency of peppers is mainly due to the quantity of vanillinamides which include capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homodihydrocapsaicin and homocapsaicin (5). More than 90% of the pungency of peppers is due to capsaicin and dihydrocapsaicin. Compounds responsible for imparting color are pigments such as capsanthin, capsorubin and cryptocapsin (6).

The objective of this research was to obtain two different oleoresins (red pepper and paprika type) that meet commercial specifications by solvent extractions from mild guajillo peppers.

MATERIAL AND METHODS

Raw material: Guajillo peppers (Real Mirasol variety) grown and harvested during the 1993 June-September cycle were obtained from a commercial farm located near Matehuala, San Luis Potosí, México. Pods were artificially dehydrated at the production site in a tunnel air drier. Twenty kilograms of peppers with 6,4% moisture were stored in sealed polyethylene bags under refrigeration (4 °C). Upon one day equilibration at room temperature, peppers were ground in a hammer mill equipped with a 2,5 mm screen.

Pepper analysis: Ground guajillo peppers were characterized for proximate composition using standard procedures (7) and microbiologically assayed for total plate count and yeast/molds using ICMSF (8) procedures. Particle size distribution of the ground material was performed using a Ro-Tap equipped with US N° 12, 50, 79, 80 and 100 mesh sieves. One hundred gram samples were placed on top of the US N° 12 sieve, shaken for 15 min and then fractions recuperated and weighed. Pepper pungency was determined by

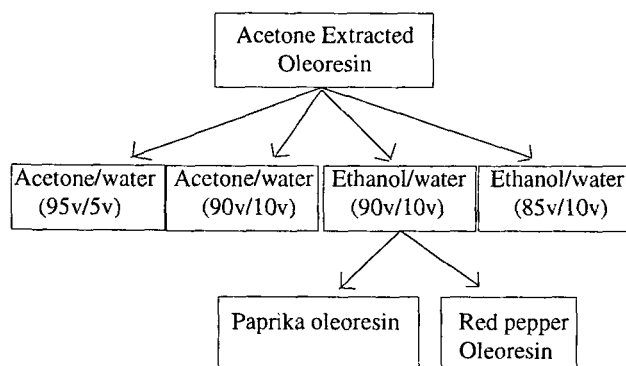
¹ Professor, Universidad de Monterrey, México

method 21,1 of ASTA (9) using an HPLC system (Hewlett Packard 1050) equipped with an UV detector set at 280 nm. Capsaicin and homocapsaicin were separated from pigments in a C18, 4,6 mm x 250 mm tubular column. Color, expressed as ASTA units, was determined following ASTA (9) method 20,1. Pepper pigments were extracted with acetone, then absorbance was determined at 460 nm with a spectrophotometer (Coleman Mod. 6/20).

Oleoresin production: Extraction. One hundred gram samples were placed in a thimble of a Soxhlet laboratory extraction apparatus. Samples were extracted with hexane, ethyl acetate, acetone and ethanol. Extraction time was completed when recirculant solvents did not have any visual coloration. In most instances, three hours were required to fully extract oleoresin from samples. Then, solvents were recuperated in a Rotary Evaporator operating at the evaporation temperature of each solvent. Solvent leftovers were removed by subjecting the desolventized extract to vacuum drying (15 psi) at 65 °C for 2 hr.

Fractionation. Preliminary studies indicated that acetone extracted oleoresin contained the highest amount of pungent compounds and a reasonable color value. Therefore, it was selected as the raw material for further fractionation. Fig. 1 shows the solvent: water systems that yielded two distinctive fractions and had the potential to obtain red and paprika oleoresins. The acetone extracted oleoresin was mixed with 7 parts of the solvent system, agitated for 1 hr at room temperature and then passed through a separation funnel to obtain a precipitate (paprika) and a solution (red oleoresin).

FIGURE 1
Fractionation scheme utilized to obtain paprika and red oleoresins from guajillo peppers



Oleoresin analysis: Oleoresin pungency and color were determined following the official methods described above (9).

Statistical analysis: Oleoresin extractions were run in triplicate. Oleoresin yield, pungency and color were analyzed following ANOVA procedures using a complete randomized design. Treatments means were compared using Tukey's test at a level of significance of 5%. Statistical analysis was run using the Statistical Analysis System package (10).

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the chemical composition and microbiological

counts of ground-dried guajillo pepper. Proximate composition values are within ranges reported by Quintin (11). Total plate and yeast/molds counts were below standards (12) for total plate counts 300.000 CFU/g and for yeast/molds 6.000 CFU/g. This is important because Purseglove (4) reported degradation of capsaicin and fatty acids by *Aspergillus niger* and *A. oryzae* resulting in reduced yield and quality of oleoresins. The guajillo pepper had around 10.000 Scoville units indicating mild pungency. The dried pepper had approximately 3.500 ASTA color units (Table 1).

TABLE 1
Chemical composition and microbial counts of the guajillo pepper^a

Moisture, %	6,4
Crude protein (N x 6.25 %)	13,4
Ether extract, %	10,0
NFE ^b , %	45,7
Crude fiber, %	21,1
Ash, %	3,4
Pungency, Scoville units	10.474,7
Color, ASTA units	3.504.1
Total plate count, CFU/g ^c	85.000
Yeast and molds, CFU/g ^c	4.000

^a Composition values are expressed «as is» basis.

^b Nitrogen free extract. Calculated by difference, 100- Moisture-Protein - Crude Fiber- Ether Extract- Ash.

^c Colony forming units per gram.

The particle size distribution of the dried/ground pepper were as follows: +12=0,1%, +50=3,7%, +70=86,1%, +80=7,3% and +100=2,8%. More than 85% of the particles were retained by US N° 70 mesh sieve. According to Mathew (13) the finer the particle the better the efficiency of oleoresin extraction.

Yields, pungencies and colors of oleoresins extracted with four different solvents is presented in Tables 2 and 3. Results show that the ethanol extracted the highest amount of oleoresin followed by acetone and ethyl acetate and hexane. Interestingly, as the polarity of the solvent increased, oleoresin yield also increased. Acetone extracted the highest amount of pungent compounds followed by ethanol extracted oleoresin. Hoffman et al (14) mentioned that acetone has high affinity for capsaicinoids. The relative extraction efficiency was 85,4% and 82,0% for these solvents, respectively. Ethyl acetate and hexane extracted less than 50% of the pungent compounds (Table 2).

TABLE 2
Yield and pungency of the guajillo pepper extracts

	Oleoresin Yield (g/100 g)	Oleoresin Pungency (Scoville units)	Total Pungency (Scoville units)	Relative Efficiency of Pungency Extraction (%)
Pepper	—	—	10,474.7 ^a	100,0
Oleoresins				
Ethanol	11.8 ^a	72,790.5 ^b	8,589.3 ^b	82,0
Acetone	10.4 ^b	85,979.3 ^a	8,941.8 ^b	85,4
Ethyl acetate	8.1 ^c	54,167.8 ^c	4,387.6 ^c	41,9
Hexane	8.4 ^c	58,943.8 ^c	4,951.3 ^c	47,2

a-c Means within the same column with the same superscript are not significantly different (p>0.05).

TABLE 3
Yield and color of the guajillo pepper extracts

	Oleoresin Yield (g/100 g)	Oleoresin Color (ASTA units)	Total Color (ASTA units)	Relative Efficiency of Color Extraction (%)
Pepper Oleoresins	—	—	3,504.1 ^a	100.0
Ethanol	11.8 ^a	22,030 ^b	2,599.5 ^c	74.2
Acetone	10.4 ^b	33,414 ^a	3,475.1 ^a	99.2
Ethyl acetate	8.1 ^c	34,909 ^a	2,827.6 ^b	80.7
Hexane	8.4	41,350 ^a	3,473.4 ^a	99.1

a-c Means within the same column with the same superscript are not significantly different ($p>0.05$).

Acetone and hexane extracted the highest amount of color compounds followed by ethyl acetate and ethanol. The relative extraction efficiency of color compounds for acetone and hexane was higher than 99%. The ethyl acetate and ethanol were the least efficient in extracting color (Table 3). After this study it was concluded that the acetone was the best solvent for extracting both pungent and color compounds, according to Attuquayefio & Buckle (15) acetone gave the highest yields of capsaicins and also extracted significant levels of pigments, therefore it was the solvent system selected to perform further fractionation. This is because the acetone oleoresin did not meet commercial standard specifications (4) for red pepper oleoresin (minimum 100.000 Scoville units) and paprika oleoresin (minimum 40.000 ASTA color units).

Acetone and ethanol mixed with water were selected as the fractionation solvent system. Acetone was selected due to its high affinity for pungent compounds whereas ethanol due to its low efficiency for extracting color compounds (is a normal industrial procedure reextract oleoresin with ethanol for concentrated the capsaicinoids compounds). Preliminary studies done at different acetone: water and ethanol: water ratios indicated that addition of more than 10% and 15% water to acetone and ethanol did not produce two distinctive fractions (a precipitate and a solution) at room temperature, therefore trials were run using 5 and 10% water for the acetone and 10 and 15% water for the ethanol. Table 4 shows yields, pungency and color of the solution fraction. The 90:10 acetone water ratio yields, pungency and color of the solution fraction. The 90:10 acetone water ratio yielded the highest amount of solution, but contained the lowest amount of pungent compounds and the highest amount of color (Table 4). Acetone yielded extracts that meet the specification for red pepper oleoresin (>100.000 Scoville units), but exceeded the minimum standard for color (<20.000 ASTA units). The ethanol solvent systems were the only ones that meet both pungency and color standards for red pepper oleoresin.

Table 5 shows yields, pungency and color of the precipitate fraction. The ethanol solvent systems yielded the highest amount of precipitate but only the 90:10 ethanol/water precipitate met specifications for a paprika type oleoresin (>40.000 ASTA color units and <4.000 Scoville units). The unique solvent system that produced a red pepper and paprika oleoresins that met minimum requirements was 90:10 ethanol/water. The solution fraction (Table 4) yielded 33.2% of a red pepper oleoresin which contained almost 200.000 Scoville units and approximately 2.300 ASTA color units and <4.000 Scoville units). The unique solvent system that produced

a red pepper and paprika oleoresins that met minimum requirements was 90:10 ethanol/water. The solution fraction (Table 4) yielded 33.2% of a red pepper oleoresin which contained almost 200.000 Scoville units and approximately 2.300 ASTA color units and 66.8% of a precipitate fraction with 2.554 Scoville units and approximately one and a half times the minimum color units for a paprika oleoresin.

Results of this study demonstrated that fractionation is an alternative to obtain oleoresins from peppers that have mild pungency and color.

TABLE 4
Yield, pungency and color of the oleoresin in solution

Solvent/water ratio (v/v)	Solution Oleoresin Yield	Pungency (Scoville Units)	Color (ASTA Units)
Acetone 95/5	46.7 ^b	178,268.2 ^a	22,009 ^a
Acetone 90/10	72.9 ^a	112,386.3 ^b	25,050 ^a
Ethanol 90/10	33.2 ^c	194,661.7 ^a	2,303 ^b
Ethanol 85/15	42.1 ^b	170,949.6 ^a	4,170 ^b

a-c Means within the same column with the same superscript are not significantly different ($p>0.05$).

TABLE 5
Yield, pungency and color of the oleoresin precipitate

Solvent/water ratio (v/v)	Precipitate Oleoresin Yield	Pungency (Scoville Units)	Color (ASTA Units)
Acetone 95/5	53.3 ^b	4,935.7 ^b	21,405 ^c
Acetone 90/10	27.2 ^c	17,698.0 ^a	15,005 ^a
Ethanol 90/10	66.8 ^a	2,554.2 ^b	56,711 ^a
Ethanol 85/15	57.9 ^b	2,476.4 ^a	42,872 ^b

a-c Means within the same column with the same superscript are not significantly different ($p>0.05$).

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank Dr. Luke Howard, Department of Horticulture, Texas A & M University, for his comments to improve the contents of this research.

REFERENCES

1. INEGI. Anuario Estadístico de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F., INEGI, 1995.
2. Heiser C. Names for the cultivate capsicum species. *Taxon*. 18:277, 1969.
3. Andrews J. Peppers. Austin, Texas, University of Texas Press, 1985.
4. Purseglove JW. Spices. New York, NY, Longman Scientific and Technical, 1981.
5. Todd P., Bensinger M. & Biffu T. Determination of pungency due to capsicum by gas-liquid chromatography. *J Food Sci* 42:660, 1977.
6. Nagle B., Villalon E. & Burns E. Color evaluation of selected capsicums. *J Food Sci* 44:416, 1979.
7. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of

- Analysis of the AOAC. 15th ed. Washington, DC, The Association, 1980.
8. ICMSF. *Microorganismos de los Alimentos*. Vol. 3, Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1980.
 9. ASTA. *ASTA Analytical Methods*. Englewood, New Jersey, ASTA, 1984.
 10. *Statistical Analysis System. SAS User's Guide: Statistics*. Cary, North Carolina, SAS Institute, 1979
 11. Quintin J. *Tablas de Valores Nutritivos para Cálculos Dietéticos*. México, D.F., Ed. Francisco Méndez, 1982.
 12. Norma Oficial Mexicana. México, D.F. Dirección General de Normas, 1977.
 13. Mathew AG. Oleoresin capsicum. *Flav Ind* 1:23, 1971.
 14. Hoffman PG, Lego MC & Galetto WC. Separation and quantification of red pepper major heat principles by reverse-phase high-pressure liquid chromatography. *J Agric Food Chem* 31:1326, 1983.
 15. Attuquayefio VK & Buckle KA. Rapid sample preparation method for HPLC analysis of capsaicinoids in capsicum fruits and oleoresins. *J Agric Food Chem*. 35:777, 1987.

Recibido: 10-01-1997

Aceptado: 14-04-1997

Tannin elimination and improvement of the digestibility of protein sorghum grains

R.A. Agudelo.¹, G. Fliedel.² and O.M. Alarcón.³

SUMMARY. Three hybrids of sorghum grains [*Sorghum bicolor* (L) Moench] containing 3.8, 3.0 and 0.2% of tannins were treated. Abrasive dehulling and storage of moist grains were tested separately and in combination to reduce the tannin content and to improve the nutritional quality of grains. The moisture content of the grains was increased from 12 to 30% by humidifying them with water, acetic acid, sodium bicarbonate or sodium hypochlorite solutions. Abrasive dehulling of the grains to a yield between 75 and 80%, humidifying the grains with acetic acid (1% v/v) and storing them during 7 days at 20 °C proved to be the most effective procedure. In this way tannin can be totally reduced and the in vitro digestibility of protein can be increased to 87.5%.

Keywords: sorghum, cereal, tannin, polyphenols, protein digestibility.

RESUMEN. Eliminación de taninos y aumento de la digestibilidad proteica del sorgo. Tres híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench] que contenían 3.8, 3.0 y 0.2% de taninos fueron tratados. El pelado por abrasión y el almacenamiento en medio húmedo fueron utilizados solos o en combinación para reducir el contenido de tanino de los granos y aumentar su digestibilidad proteica. El contenido de humedad de los granos se incrementó desde 12 hasta 30%, humedeciéndolos con agua, o soluciones de ácido acético, bicarbonato de sodio o hipoclorito de sodio. Pelar por abrasión los granos a rendimiento de 75-80%, humedecerlos con una solución de ácido acético (1% v/v) y almacenarlos durante 7 días a 20 °C fue el procedimiento más efectivo. De este modo los taninos fueron prácticamente eliminados en su totalidad y la digestibilidad proteica in vitro del grano fue aumentada hasta 87.5%.

INTRODUCTION

Sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] is the fifth cereal in importance in the world and second leading cereal crop in Venezuelan production (1). It constitutes an important source of energy and protein for millions of inhabitants in Africa and Asia. Sorghum may be consumed in several forms: decorticated and cooked, porridge, couscous, crackers, alcoholic and non-alcoholic beverages. Venezuelan sorghums with high levels of tannin are frequently used for animal nutrition. The presence of polyphenols, or condensed tannins, reduces its nutritional quality and in certain varieties of sorghum they form complexes with proteins and enzymes of the grain (2). On the other hand, the tannins give sorghum a resistance to bird, insect and fungi depredation (3-6), and prevent germination of the grain before harvest (3).

Many workers favor the elimination and deactivation of the sorghum tannins in grains to increase its nutritional quality. This can be achieved in different ways: by direct removal of the pericarp and testa (7-10), by cooking the grains in water or in alkaline medium (11-13), by germination and fermentation (14-18), by chemical treatment (7,19-23), and finally by storing the moist grain (24-27).

The present study was designed to evaluate the effects of abrasive dehulling and storage of the moist grain (separated or combined) on the deactivation of tannins, and on the nutritional quality of the grain, measured by the in vitro protein digestibility. All this aimed to

improve the commercial utilization of tannin-rich cultures which could become economically significant in certain countries where the genotype of high tannin content gives good yields.

MATERIAL AND METHODS

Grains: Three sorghum hybrids: Chaguaramas II (Cha.III), Chaguaramas VII (Cha. VII) and Prosorgo 6 (Pro 6), produced at the Experimental Station of Chaguaramas (Guarico State, Venezuela) by the firm Protinal C.A., were tested. All grains were carefully cleaned after elimination of the glumes.

Tannin determination: The vanillin/HCl method was used according to a modified procedure of Price et al (28). The grains were previously milled (Ciclotec mill), and particles of less than 0.4 mm were obtained. The tannin was extracted successively with pure methanol and with methanol acidified with 1% HCl (v/v). In this method, the reaction of vanillin with leucoantocyanidins (catechins) and proantocyanidins (tannins) present in the extract produces a reddish colour. The absorbance was measured at 500 nm, and the tannin concentration was calculated from a standard curve using catechin.

In vitro protein digestibility: In vitro protein digestibility (IVPD) was determined by the method of Mertz et al (29) modified by Rom et al (30). The grains, treated or not, were finely milled to obtain particles of less than 0.4 mm in diameter. After protein digestion by pepsin action in 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 2.0), at 37 °C, during 2 hours, the remaining nitrogen content in the precipitate obtained after centrifugation at 4800 g, for 15 mn at 4 °C, was determined by the Kjeldahl method. IVPD was expressed as percentage of digested nitrogen in relation to the total nitrogen content of the sample.

1 Lab. Tecnología de Alimentos, Escuela de Nutrición, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

2 Lab. Technologie des Céréales, Maison de la Technologie, CIRAD-CA. Montpellier, France.

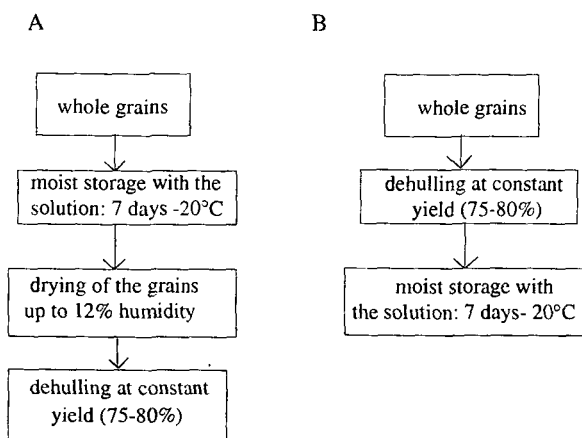
3 Lab. Bioquímica Nutricional, Escuela de Nutrición. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela

Procedure for elimination of tannins: «Storage of moist grains» and «abrasive dehulling» procedures were used separately and combined.

- Storage of moist grains: The moisture content of each of the hybrids was increased from 12% to 30% by humidifying the grains with different solutions: distilled water, acetic acid (1% v/v), sodium bicarbonate (1% w/v) or sodium hypochlorite (1% v/v). The proportion of the humidifying solution was 25% (v/w) related to the total grain weight. Once humidified with one of the various solutions, the grains were kept in closed containers during 7 days at room temperature ($20^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$). The tannin content was determined on 0, 1, 2, 3, 4 and 7 days. IVPD was determined at the initiation and the end of the storage period.
- Abrasive dehulling: The three hybrids were dehulled in a device called TADD (tangential abrasive dehulling device) up to a constant yield between 75 and 80%. The effect of the abrasive dehulling on the tannin content and IVPD were determined.
- Combination of the abrasive dehulling with storage of moist grains (Schemes A and B, Fig. 1): This experiment was performed on the hybrid Proso 6 only. Considering previous experiences with the combined abrasive dehulling and stored moist grains procedures, we used as humidifying agents only acetic acid (1% v/v) or sodium bicarbonate solution (1% w/v).

FIGURE 1

Combination of the abrasive dehulling with the moist storage



In Scheme «A» (Fig. 1), the whole grains were humidified with acetic acid or sodium bicarbonate and were stored during 7 days, at $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$, in air-tight glass containers. At the end of this period, the grains were smoothly dried (37°C) up to 12% humidity, and those dehulled by abrasion in the TADD up to a constant yield of 75 to 80%. According to Scheme «B» (Fig. 1), the grains were previously dehulled (yield between 75 and 80%) and the moisture content was increased to 30% with acetic acid (1% v/v) or sodium bicarbonate (1% w/v), and stored in air-tight containers during 7 days at $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$. The tannin content and IVPD of the grains were determined in the following steps using scheme «A»: whole grains, after storage, and dehulled grains, and according scheme «B»: whole grains, dehulled grains, and after storage.

Statistical analysis: Each determination was carried out in triplicate, and the average \pm SD was calculated. The statistical analysis was

carried out by one-way analysis of variance (31) and the post ad hoc Duncan multiple range test at a confidence level of 5% (32).

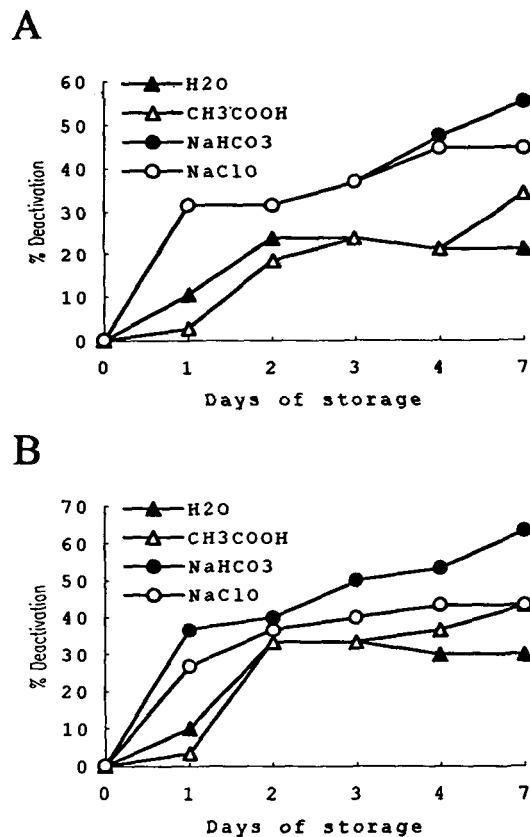
RESULTS AND DISCUSSION

Elimination of condensed tannins: Among the grains analyzed two tannin-rich hybrids were found Pro. 6 (3.8% tannin as catechin equivalent) and Cha. VII (3.0% tannin as catechin equivalent). A tannin-free hybrid Cha. III was also found, as shown in Table 1.

Treatment consisted in humidifying the whole grain with water and storing 7 days (Fig. 2) was the less efficient in eliminating tannins. In spite of this, at the end of the second day the percentage of deactivation was 23.7% in the hybrid Pro. 6 and 33.3% in the hybrid Cha. VII. From the second day onwards, there was no increase in the deactivation of tannins. After seven days of storage, the total percentage of deactivation was 21.1 and 30.0% (Pro. 6 and Cha. VII, respectively). After one week storage, fungi started to develop in the grains.

FIGURE 2

Deactivation of tannins during the moist storage of (A) hybrid Proso 6, (B) hybrid Chaguaramas VII



Treatment with acetic solution to humidify the whole grains was moderately effective: 34.2% (Pro. 6) and 43.3% (Cha. VII) deactivation were achieved in a 7 days storage. Tannin deactivation similar to the values obtained in the previous treatment was observed when sodium hypochlorite (1% v/v) solution was used to increase the humidity of the grains. On the 7th storage day, the tannin content was reduced to 44.7 and 43.3% (Pro. 6 and Cha. VII, respectively). Treatment using a sodium bicarbonate solution (1% v/v) to humidify the whole grains was the most effective ($P < 0.05$) in the tannin elimination: 55.3% (Pro.6) and 63.3% (Cha. VII) reduction at the end of the 7th day of storage. During the first two days, the curve of tannin deactivation showed a slope higher than that obtained at the rest of the period. The process of tannin deactivation by action of bicarbonate continued up to the 7th day, but immediately afterwards fungi started to develop.

Reicher et al (24) succeeded in reducing the content of tannin to 39%, 83% and 97% by soaking the sorghum grains in water, 0.8 N HCl and 0.8 N NaOH, respectively and storing them for only 2 days at 25 °C, in a CO₂ rich atmosphere. These authors (24) obtained higher results in eliminating tannin when they increased the storage temperature and using complete anaerobic conditions. Similar results were reported by Mitaru et al (25), who extended the storage time to 20 days, but they incorporated a mixture of acetic and propionic acid to control the development of fungi. Under these conditions, they could eliminate the tannin completely.

According to Mitaru et al (13), the tannin deactivation during the storage of moist grains was due to repolymerization of the tannins, and this makes them less detectable by classic analytical methods, and less soluble and active (due to a greater molecular size) to form complexes with proteins.

Results of abrasive dehulling are shown in Table 2. Elimination of the outer layers of the grains by abrasive dehulling (yield between 75 and 80%) resulted in the elimination of 92.1% (Pro. 6) and 90.0% (Cha. VII) of tannins, which was much more effective than that observed in the moist storage. This represents a valid alternative for eliminating the tannins, if the grains resist the mechanical action and do not break during dehulling. Chibber et al (8) reduced tannins to 64% by dehulling the sorghum grains up to a yield of 75.8%. In this experience, in order to eliminate the tannins to a 95% was necessary to adjust the dehulling to a yield of 63%.

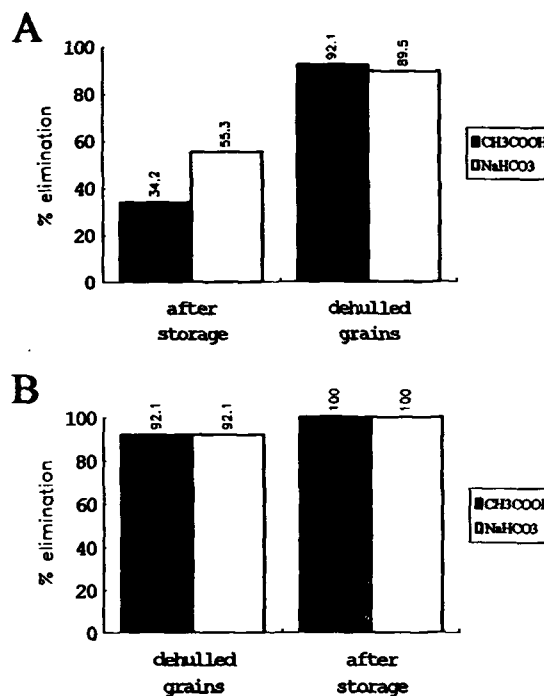
Due to the elongated shape of the grains under study the elimination of the testa layer, where the condensed tannins are concentrated, by the action of abrasive dehulling was more effective in the frontal part of the grain (the side of the germ) than in the dorsal portion (opposite to the germ).

Results of the combined abrasive dehulling with moist grain storage of hybrid Pro. 6 are shown in Fig. 3. Similar results for tannin elimination was achieved during dehulling of the grains, with or without previous storage in a humid medium, as shown in Scheme A. The storage in humid medium (sodium bicarbonate solution) followed by abrasive dehulling resulted in tannin elimination of 89.5% while the storage in humid acetic acid solution followed by dehulling of the grains reduced tannin to 92.1%.

The procedure described in Scheme B was the most effective in eliminating the tannin. It can be noted that 92.1% of the tannin is eliminated by simple dehulling. Once the dehulled grains were stored in a humid medium, in a solution of acetic acid or sodium bicarbonate, the tannin detected by the method used was practically nil.

FIGURE 3

Tannin elimination of hybrid Prosorgo 6 through the combination of the abrasive dehulling with the moist storage: (A) Scheme A. (B) Scheme B.



- Improvement of the in vitro digestibility of the proteins:

The digestibility of protein in tannin-rich grains (Pro. 6 and Cha. VII) was significantly lower than that of the hybrid without tannin (Cha. III), with values of 26.0%, 29.4% and 61.9%, respectively. All storage treatments of whole grains in a humid medium improved the in vitro protein digestibility but in a different degree, according to the type of solution used (Table 1). Treatment with distilled water to humidify the grains increases the in vitro digestibility of the proteins to 34.4% (Pro.6) and 47.3% (Cha. VII), respectively. On the other hand, the hybrid without tannin (Cha. III) shows a little variation in its protein digestibility 64.4% at the end of the storage period. Similar increases in protein digestibility were observed when solutions of sodium bicarbonate and sodium hypochlorite were used to humidify the grains. The improvement of digestibility was significantly greater ($P < 0.05$) when acetic acid solution was used. In the tannin-rich hybrids, the percentage of digestibility of proteins was 45.5% (Pro.6) and 59.5% (Cha. VII), while for the tannin-free sorghum (Cha. III) the digestibility was 71.3%. Storage of moist grains when the acetic acid is used apparently helped the bacterial growth which is responsible of grain fermentation. Thus, Au and Fields (16) reported that fermentation increases the proteolytic activity as result of decreasing of pH. This increase in proteolytic activity favors the digestion by pepsin used for IVPD determination in this work.

TABLE 1
Effect of moist storage on the tannin elimination and digestibility of protein^c

	Prosorgo 6		Chaguaramas VII		Chaguaramas III	
	Tannin ^a	IVPD	Tannin ^a	IVPD ^b	Tannin ^a	IVPD ^b
Before storage	3.8 ± 0.1	26.0 ± 0.1d	3.0 ± 0.1	29.4 ± 0.2c	0.1 ± 0	61.9 ± 0.2d
After storage						
Water	3.0 ± 0.1	34.4 ± 2.1c	2.1 ± 0	47.3 ± 1.6c	0	64.4 ± 0.9c
Acetic acid	2.5 ± 0.1	45.5 ± 1.2a	1.7 ± 0.1	59.5 ± 0.2a	0	71.3 ± 0.5a
Sodium bicarbonate	1.7 ± 0	39.0 ± 1.4b	1.1 ± 0	39.0 ± 1.4d	0	62.0 ± 0.7d
Sodium hypochlorite	2.1 ± 0.1	39.5 ± 0.3b	1.7 ± 0	56.3 ± 1.2b	0	69.2 ± 0.4 b

a Tannins as catechine equivalent

b In vitro protein digestibility

c Means followed by different letter within the same column IVPD are statistically different (P<0.05)

In relation to abrasive dehulling (Table 2), the elimination of tannin was also accompanied by an increase in the in vitro digestibility of the proteins, as the values obtained after dehulling were 38.3% (Pro.6) and 45.8% (Cha.VII). These values can still be considered low, on comparing with sorghum without tannin Cha.III. Chibber et

al (8) found a considerable increase in the in vitro protein digestibility after grains were dehulling up to a yield of 63%. These authors indicate that the protein digestibility was 22% and 71% before and after dehulling, respectively.

TABLE 2
Effect of abrasive dehulling on the tannin elimination and digestibility of protein^c

	Prosorgo 6		Chaguaramas VII		Chaguaramas III	
	Tannin ^a	IVPD	Tannin ^a	IVPD ^b	Tannin ^a	IVPD ^b
Before dehulling	3.8 ± 0.1	26.0 ± 0.1	3.0 ± 0.1	29.4 ± 0.2	0.1 ± 0	61.9 ± 0.2
After dehulling	0.3 ± 0	38.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	45.8 ± 0	0	61.1 ± 0.3

a Tannins as catechine equivalent

b In vitro protein digestibility

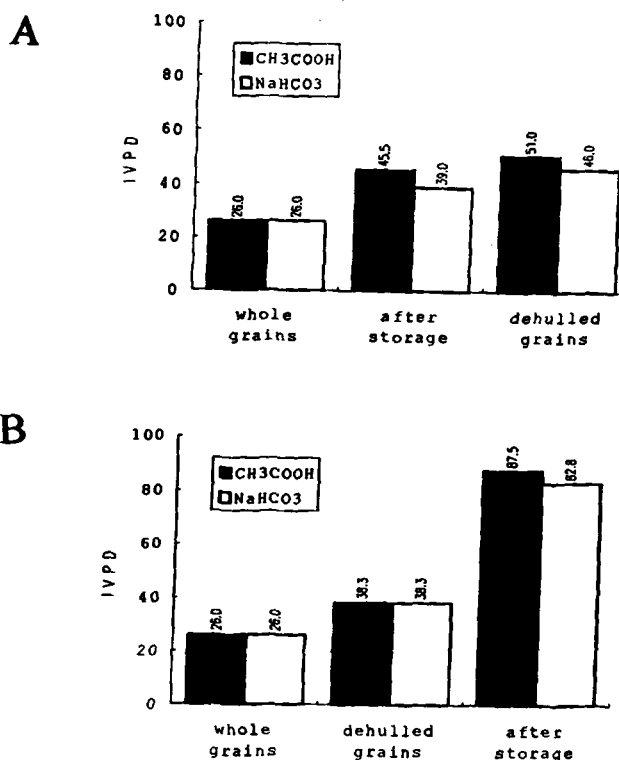
In Figure 4, moist storage followed by abrasive dehulling (according to Scheme A) increased the grain protein digestibility. This increase is more evident in the storage phase, especially when acetic acid was used to humidify the grains. Once the grains stored in a humid medium were dehulled no significant increase (P<0.05) is noted in the protein digestibility, which is 46% (storage with sodium bicarbonate followed by dehulling) and 51% (storage with acetic acid followed by dehulling), respectively.

It is important to note that the procedure described in Scheme B is the most effective in increasing the in vitro protein digestibility of grains. For example, in moist storage (with acetic acid) of the grains previously dehulled, a protein digestibility, which is 46% (storage with sodium bicarbonate followed by dehulling) and 51% (storage with acetic acid followed by dehulling), respectively.

It is important to note that the procedure described in Scheme B is the most effective in increasing the in vitro protein digestibility of grains. For examples, in moist storage (with acetic acid) of the grains previously dehulled, a protein digestibility of 87.5% is observed (Fig. 4). That represents a considerable protein digestibility for sorghum rich in tannin. This value is higher than that of the in vitro protein digestibility (pepsin method) reported for sorghum without tannin, and it is equivalent to the value of corn protein digestibility. On the other hand, this digestibility represents almost twice the value observed when whole grains are stored with acetic acid solution, which may suggest that a previous dehulling process has a more favourable effect on the pepsin action on protein of milled grains.

FIGURE 4

In vitro digestibility of protein IVPD of hybrid Pro. 6 through the combination of the abrasive dehulling with the moist storage: (A) Scheme A, (B) Scheme B.



CONCLUSIONS

Moist storage and abrasive dehulling used separately or in combination resulted effective in the tannin elimination and in improving the in vitro protein digestibility of sorghum grains. Abrasive dehulling of grains up to yield 75 to 80% and humidifying them with acetic acid (1% v/v), and storing 7 days at 20 °C is the most effective procedure. Thus, the tannin detected by this method is practically traces and the in vitro protein digestibility of sorghum can be increased to values comparable to those of other cereals.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the CDCHT of the University de Los Andes. Mérida, Venezuela.

REFERENCES

- Bulletin trimestriel de statistiques. F.A.O. Q.B.S. 6:14-25, 1993.
- Butler LG. Polyphenols and their effects on sorghum quality. In: Proc. Int. Symp. Sorghum Grain Qual 28-31 Oct. 81. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. ICRISAT. Patancheru, India. pp 294-311. 1982.
- Harris HB, Burns RE. Relationship between tannin content of sorghums grain and preharvest seed moulding. Agron J 65: 957-959, 1973.
- Woodhead S., Padgham D. & Bernays E. Insect feeding on different sorghum cultivars in relation to cyanide and phenolic acid content. Ann. Appl. Biol 95:151, 1980.
- Bullard RW., York JO., Kilburn SR. Polyphenolic changes in ripening bird-resistant sorghums. J Agric Food Chem 29:973-981, 1981.
- Hahn DH., Faubion JM., Rooney LW. Sorghum phenolic acid, their high performance liquid chromatography separation and their relation to fungal resistance. Cereal Chem 60:2550-2559, 1983.
- Price ML., Butler LG. Detoxification of high tannin sorghum grain. Nutr Rep Int 17:229-235, 1978.
- Chibber BA., Mertz ET., Axtell JD. In vitro digestibility of high-tannin sorghum at different stages of dehulling. J Agric Food Chem 28:160-161, 1980.
- Miche JC. Valorisation industrielle du sorgho en alimentation humaine. Industries Agro Alimentaires 9:723-729. 1982.
- Mwasaru MA., Reichert RD., Muku SZ. Factors affecting the abrasive dehulling efficiency of high-tannin sorghum. Cereal Chem 65:171-174, 1988.
- Price ML., Hagerman AE., Butler LG. Tannin in sorghum grain: effect of cooking on chemical assays and on antinutritional properties in rats. Nutr. Rep Int 21:761-767, 1980.
- Glennie CW., Daiber KH., Taylor JRN. Reducing the tannin content in sorghum grain by heat. S.A. Food Review, June/July: 51-55, 1982.
- Mitary BN., Reichert RD., Blair R. Kinetics of tannin deactivation during anaerobic storage and boiling treatments of high tannin sorghum. J Food Sci 49:1566-1568, 1984.
- Chavan JK., Kadam SS., Salunkhe DK. Changes in tannin, free amino acids, reducing sugar and starch during seed germination of low and high tannin cultivars of sorghum. J Food Sci 46:638-639, 1981.
- McGrath RM., Kaluzo WZ., Daiber KH., William B., Glennie CW. Polyphenols of sorghum grain, their changes during malting and their inhibitory nature. J Agric Food Chem 30:450-456, 1982.
- AupPM., Fields M. Nutritive quality of fermented sorghum. J Food Sci 46:652-654, 1981.
- Elmalik M., Klopfeskin CF., Hosney RC., Bates LS. Digestibility and nutritional quality of sorghum grain with contrasting kernel characteristics. Sorghum and Millet Abst. 1987. 12:64, 1986.
- Narciso RL., Damacio LF. Reduction of sorghum (*Sorghum bicolor* L Moench) tannins and improvement of in vitro protein digestibility of sorghum seeds by soaking in alkali. J Food Sci 44:1319-1321, 1979.
- Chavan JK., Kadam SS., Ghonsikar CP., Salunkhe DK. Removal of tannins and improvement of in vitro protein digestibility of sorghum seeds by soaking in alkali. J Food Sci 44:1319-1321, 1979.
- Price ML., Butler LG., Rogler JC., Featherston WR. Overcoming the nutritionally harmful effects of tannin in sorghum grain by treatment with inexpensive chemicals. J Agric Food Chem 27:441-445, 1979.
- Muindi PJ., Thomke S., Ekman R. Effect of Magadi Soda treatment on the tannin content and in vitro nutritive value of grain sorghum. J Agric Food Chem 32:25-34, 1981.
- Banda-Nyirenda DB., Vohra P. Nutritional improvement of tannin-containing sorghums (*Sorghum bicolor*) by sodium bicarbonate. Cereal Chem. 67:533-537, 1990.
- Babiker EE., El Tinay AH. Effect of alkali on tannin content and in vitro protein digestibility of sorghum cultivars. Food Chem 45:55-60, 1992.
- Reichert RD., Gleming SE., Schwab DJ. Tannin deactivation and nutritional improvement of sorghum by anaerobic storage of H₂O; HCl; or NaOH- treated grain. J Agric Food Chem 28:824-829, 1980.
- Mitaru BN., Reichert RD., Blair R. Improvement of the nutritive value of high tannin sorghums for broiler chickens by high moisture storage (reconstitution). Pult Sci 62:2065-2072, 1983.
- Teeter RG., Sarani S., Smith MO., Hibberd CA. Detoxification of high tannin sorghum grains. Poultry Sci 65:67-71, 1986.
- Myer RO., Gorbet DW., Combs GGE. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghums harvested and stored in the high-moisture state for growing-finishing swine. J Anim Sci 62:1290-1297, 1986.
- Price ML., Van Scoyoc S., Butler LG. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J Agric Food Chem 2:1214-1218, 1978.
- Mertz ET., Hassem MM., Cairns-Whittem C., Kirleis AW., Tu L., Axtell JD. Pepsin digestibility of proteins in sorghum and other major cereals. Proc Natl Acad Sci. USA. 81:1-2, 1984.
- Rom DL., Shull JM., Chandrashekar A., Kirleis AW. Effects of cooking and treatment with sodium bisulfite on in vitro protein digestibility and microstructure of sorghum flour. Cereal Chem 69:178-181, 1992.
- Snedecor GW., Cochran WG. Statistical methods. 7th ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa; pp221-222. 1973.
- Duncan BD. Multiple range and multiple f-test. Biometrics. 11:1-42, 1955.

Recibido: 15-02-1996

Aceptado: 24-02-1997

Cambios en algunos factores antifisiológicos y nutritivos de las semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) durante la germinación

Raúl Alvarez Venegas¹, Rutilo Castellanos Molina², Fernando Martínez Bustos² y Carlos Cruz Mondragón²

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

RESUMEN. Este estudio tuvo por objeto la evaluación de los efectos de germinación sobre la calidad nutricional en dos variedades comerciales de sorgo bajo en taninos: sorgo rojo sin testa (ICSY-LM 89513) y sorgo blanco (ISIAP Dorado). Después de 24 horas de germinación la concentración de taninos condensados (equivalentes de catequina) se redujo en 60% y 40% para el sorgo rojo y blanco respectivamente. Sin embargo los niveles de taninos se incrementaron a 100% a las 96 horas de germinación. La concentración de ácido fítico disminuyó cerca del 90% a las 96 horas para ambas variedades. El contenido de lisina se incrementó en 110% (72 horas de germinación) y 129% (48 horas) para el sorgo blanco y rojo respectivamente. Los contenidos de tiamina, niacina y riboflavina se incrementaron en 73, 200 y 353% respectivamente para el sorgo rojo a las 72 h de germinación y 15,44 y 93% respectivamente para el sorgo blanco a las 48 horas de germinación. La digestibilidad enzimática «*in vitro*» se incrementó a las 72 h en 39.3% para el sorgo rojo y en 100% para el sorgo blanco. La concentración de albúminas fue incrementada a las 72 horas en 80% y 74% para el sorgo rojo y blanco respectivamente. La Relación de Eficiencia Proteica Calculada indica mejoras nutricionales con la germinación, resultando este proceso un método práctico y sencillo que provee mejores propiedades nutricionales a las semillas de sorgo para ser usado como alimento humano.

SUMMARY. Antiphysiological and nutritional factors changes in sorghum (*Sorghum bicolor* L Moench) seeds during germination. The purpose of this work was to evaluate the effects of germination on the nutritional quality of two commercial varieties of low tannin content Sorghum: brown sorghum without testa (ICSY-CM89513) and white sorghum (ISIAP Dorado). After 24 hours of germination the condensed tannin concentration (catechin equivalent) was reduced 60% and 40% for brown and white sorghum respectively. However, tannin levels increased up 100% at 96 h germination. Phytic acid concentration decreased about 90% in 96 hours for both varieties. The lysine concentration increased up 110% (72 h germination) and 129% (48 h) for white and brown sorghum respectively. The thiamine, niacin and riboflavin contents increased 73, 200 and 353% respectively for brown sorghum in 72 h and 15, 44 and 93% respectively for white sorghum in 48 h. The «*in vitro*» enzymatic digestibility was increased 39.3% (72 h) for brown sorghum and 100% for white sorghum. The albumin concentration increased 80% and 74% (72 h) for brown and white sorghum respectively. The Calculated Protein Efficiency Ratio indicated nutritional improvements with germination. The sprouting was a practical and simple process for providing better nutritional properties in sorghum seeds to be used as human food.

INTRODUCCION

Debido al acelerado crecimiento poblacional, uno de los objetivos principales de las áreas dedicadas a la producción de alimentos es elevar la productividad agrícola para coadyuvar a satisfacer las necesidades alimentarias. Se sabe que los cereales aportan de 30 a 50% de las proteínas para consumo humano y entre 68-98% en los países en vías de desarrollo (1). Sin embargo es importante considerar no sólo la cantidad sino también la calidad de los alimentos. La importancia de los cereales como satisfactores de requerimientos proteicos y energéticos ha generado diferentes métodos y tecnologías para mejorar la calidad nutricional de los granos. Algunos de estos métodos son el mejoramiento genético, preparación de aislados y concentrados proteínicos, complementación con aminoácidos, fermentación y germinación (2,3).

La germinación de semillas para fines alimentarios ha sido una práctica común durante siglos en países orientales; sin embargo, esta práctica comienza a popularizarse en países occidentales.

Durante el proceso de germinación, la concentración de los constituyentes de la semilla cambian con el tiempo y los materiales de reserva son convertidos en formas más útiles para las plantas y en ciertos casos para el hombre cuando lo usa como alimento (4). En muchos países en vías de desarrollo el sorgo es el principal cereal en dietas de sectores poblacionales de bajos ingresos. Sin embargo, la calidad proteica del sorgo es pobre debido a un bajo contenido de lisina y aminoácidos azufrados.

Wu y Wall (5) informaron importante incremento en la calidad de la fracción proteica (como albúminas y globulinas) y en la concentración de aminoácidos esenciales durante la germinación de variedades de sorgo con regular y alto contenido de lisina. Wang y Field (6) observaron significativo incremento en el Valor Nutritivo Relativo y la Relación de Eficiencia Proteica (PER) cuando el sorgo fue germinado a 30 °C por seis días; estos resultados fueron obtenidos en ensayos con *Tetrahymena pyriformis*. Algunos factores antifisiológicos como los polifenoles y taninos decrecieron marcadamente en 120 h de germinación (7).

Este estudio tiene por objeto la evaluación del efecto del proceso de germinación en un tiempo óptimo, sobre la calidad nutricional de variedades mexicanas de sorgo. Las variedades estudiadas fueron el sorgo rojo y blanco bajo en taninos.

1 Tesista de Maestría en Biotecnología de Alimentos.

2 Profesor Investigador CINVESTAV.

La germinación fue efectuada a 25 °C por 5 días. La calidad nutricional fue evaluada en términos de concentración de taninos, ácido fítico, aminoácidos, vitaminas y fracción proteica relevante, así como la determinación de digestibilidad «*in vitro*» y PER calculado.

MATERIALES Y METODOS

Sorgo: Dos diferentes variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) bajos en taninos: sorgo blanco (ISIAP Dorado), y sorgo rojo sin testa (ICSY-LM 89513) fueron proporcionados por el «International Crops Research for Semi Arid Tropic» (ICRISAT) ubicado en el Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), El Batán, Edo. de México, México.

Germinación: Se utilizaron semillas libres de plaguicidas, sin fracturas y no infectadas, viables y con un porcentaje mínimo de germinación del 98%. Previo a la germinación, las semillas fueron desinfectadas con solución al 0.4% de formaldehído (1,3 peso/volumen) durante 20 minutos para prevenir crecimiento de hongos. Posteriormente las semillas fueron lavadas con agua destilada hasta eliminar los residuos del desinfectante. Seguidamente las semillas fueron colocadas en remojo en agua destilada (1,3 p/v) durante 2 hrs a temperatura ambiente.

La germinación fue efectuada en condiciones de oscuridad a 25 °C, añadiendo regularmente agua destilada (1:2 p/v). Las muestras fueron colectadas cada 24 h y secadas por liofilización en una liofilizadora New Brunswick Scientific Co. Mod. V13. Las muestras secas fueron molidas y tamizadas (malla 40, 0,42 mm). Todas las muestras fueron analizadas por triplicado.

Taninos condensados: Los taninos condensados fueron determinados de acuerdo a la técnica de Burns (8) la cual se basa en la extracción de los taninos con metanol y la medición espectrofotométrica del color producido por la reacción de los taninos con vainillina acidificada.

Ácido fítico: La concentración de ácido fítico fue determinada por HPLC como es descrito por Tangendjaja et al (9).

Cuantificación de aminoácidos: Estas determinaciones fueron efectuadas por cromatografía de intercambio iónico en un analizador de aminoácidos (Beckman Instrument, modelo I 18 CL, serie número 757) de acuerdo al procedimiento descrito en el manual de instrucción (10). Para estas determinaciones, las muestras desengrasadas fueron hidrolizadas con HCl 6 N durante 24 h a 105 °C; una vez eliminado el ácido por aplicación de vacío, el hidrolizado seco fue disuelto en buffer de citrato de pH 3,25 y posteriormente filtrado para inyectar alícuotas en el analizador.

Vitaminas: Para la determinación de tiamina, niacina y riboflavina, se siguió la metodología descrita por Fellman (11). A 1 g de muestra liofilizada y finamente molida (diámetro de partícula menor de 0.42 mm), se le adicionaron 15 ml de HCl 6 N, y fue calentada en autoclave a 121 °C y 15 libras de presión durante 15 minutos, posteriormente se ajustó el pH a 4,2 con acetato de sodio 2N y se adicionaron 5 ml de solución acuosa de takadiastasa al 6% para ser incubada a 45 °C durante 3 h. Después de este tiempo se le adicionaron 2ml de ácido tricloroacético al 50%, se filtró (Millipore 0.4 µm) y al filtrado se le ajustó el pH a 3,5, con acetato de sodio 2N,

finalmente se llevó a 50 ml con agua destilada. La cuantificación de las vitaminas se realizó empleando un cromatógrafo de líquidos de alta presión marca Tracor, modelo 970 A con detector UV de longitud variable fija a 235 nm, columna Lichrosorb ODS-2 (25 cm, 5 µ), a una temperatura de 45 °C, como fase móvil se empleó KH₂PO₄ 0.005M (pH 4.4)-acetonitrilo (22:78) a un flujo de 1.1 ml/min.

Digestibilidad enzimática «*in vitro*»: Para esta determinación se siguió el método descrito por Akesson y Stahmann (12) usando pepsina y pancreatina.

Nitrógeno total: La determinación de nitrógeno se llevó a cabo según el método de Kjeldahl siguiendo los lineamientos de la A.O.A.C. método N° 14.026- (13).

Fraccionamiento por solubilidad de las proteínas: El fraccionamiento fue efectuado según la metodología descrita por Betschart (14) basado en la solubilidad que presentan las proteínas en diferentes solventes.

Relación de eficiencia proteica calculada (REP-C): Con base en el método descrito por Satterlee et al (15) que consiste en relacionar la digestibilidad «*in vitro*» con la concentración de aminoácidos esenciales de la muestra y de la caseína utilizada como referencia.

RESULTADOS Y DISCUSION

La concentración de taninos condensados decrece durante el tratamiento de desinfección (formaldehído al 0,4%), el remojo y en las primeras 24 h de germinación. Después de este tiempo, el contenido de taninos se incrementa considerablemente para ambas variedades de sorgo (Tabla 1) a las 96 hrs. de germinación.

TABLA 1
Efecto de la germinación en el contenido de taninos y ácido fítico en semillas de sorgo¹

Variedad de sorgo	Período de germinación (horas)	Taninos ² g/100 g	Ácido fítico g/100 g
Sorgo Rojo	0	0,25	0,21
	D-R. ³	0,16	nd ⁴
	24	0,10	n.d.
	48	0,20	0,11
	72	0,22	0,04
	96	0,50	0,02
Sorgo Blanco	0	0,20	0,15
	D-R.	0,15	n.d.
	24	0,12	n.d.
	48	0,10	0,06
	72	0,22	0,03
	96	0,40	0,01

1 Germinación a 25 °C

2 Equivalentes de catequina

3 Desinfección y remojo

4 Valores no determinados

La aparente disminución de la concentración de taninos durante la desinfección con formaldehído puede ser explicada por la reacción entre compuestos fenólicos y el formaldehído en medio ácido o alcalino (16,17). Este hecho puede reducir la completa reacción de la vainillina con el formaldehído. Sin embargo el contenido de taninos determinado en las muestras de este trabajo, fue relativamente bajo y no se esperan efectos deteriorantes en la dieta (16).

Acido fítico: La presencia de ácido fítico en los alimentos se ha relacionado con la disminución en la biodisponibilidad de minerales esenciales y con el descenso en la solubilidad de las proteínas (18), sin embargo, se ha usado como un preservativo en espaguetis (19), el pan integral contiene 0,6% de ácido fítico (18). Las concentraciones de ácido fítico en las variedades de sorgo rojo y blanco estudiadas en este trabajo se muestran en la misma Tabla 1 y los valores obtenidos no representan problema para la dieta de los animales monogástricos. A las 72 h de germinación, el contenido de ácido fítico fue reducido en 80%. Esta disminución puede atribuirse al uso de la fitina por las semillas como fuente de fósforo para sintetizar otros compuestos esenciales fosfatados durante la germinación (20).

Aminoácidos: En las Tablas 2 y 3 se presentan la composición de aminoácidos de las proteínas del sorgo blanco y rojo, respectivamente durante la germinación y con fines comparativos se expresan los valores para la proteína de referencia de FAO-1973 (22).

La lisina fue el principal aminoácido limitante en semillas de sorgo no germinado. Estos resultados concuerdan con los datos manifestados por Guiragossian et al (21).

Después de la germinación, el contenido de lisina en el sorgo blanco se eleva en 111% a las 72 horas (Tabla 2), similarmente en el sorgo rojo la concentración se incrementa en 129% a las 48 h (Tabla 3). El aumento de la concentración de lisina durante la germinación se efectúa por mecanismos de transaminación según los estudios de Chavan y Kadam (3).

TABLA 2

Efecto de la germinación en la composición de aminoácidos en sorgo blanco

Aminoácidos ^a	Tiempo de germinación (h)			F.A.O. ^b
	0	48	72	
Lisina	2,01	3,77	4,24	5,5
Histidina	2,49	2,17	2,94	
Arginina	4,02	1,60	2,00	
Acido aspártico	7,19	5,02	6,00	
Treonina	3,83	2,28	2,47	4,0
Serina	5,56	3,88	3,89	
Acido glutámico	22,52	13,35	16,14	
Prolina	3,93	4,56	5,41	
Glicina	3,55	3,08	3,18	
Alanina	9,68	7,42	10,48	
Valina	4,50	7,30	8,48	5,0
Metionina + Cistina	No	hay	resolución	3,5 ^c
Isoleucina	3,06	2,85	1,88	4,0
Leucina	13,03	10,27	11,54	7,0
Tirosina+ Fenilalanina	8,62	8,56	7,42	6,0 ^d

a g a./100 g proteína

b F.A.O. 1973 (22)

c Metionina + Cistina

d Tirosina + Fenilalanina

TABLA 3

Efecto de la germinación en la composición de aminoácidos en sorgo rojo

Aminoácidos ^a	Tiempo de germinación (h)			F.A.O. ^b
	0	48	72	
Lisina	1,98	4,54	3,87	5,5
Histidina	2,77	4,18	3,39	
Arginina	4,45	0,48	0,48	
Acido aspártico	6,63	10,16	9,80	
Treonina	3,66	5,98	4,84	4,0
Serina	5,64	7,30	6,66	
Acido glutámico	23,15	24,04	21,55	
Prolina	6,92	7,53	6,90	
Glicina	3,96	5,02	3,99	
Alanina	10,78	9,81	10,17	
Valina	4,85	4,90	5,81	5,0
Metionina + Cistina	No	hay	resolución	3,5 ^c
Isoleucina	3,56	3,71	4,84	4,0
Leucina	14,45	14,11	12,10	7,0
Tirosina+ Fenilalanina	9,10	8,97	7,75	6,0 ^d

a g a./100 g proteína

b F.A.O. 1973 (22)

c Metionina + Cistina

d Tirosina + Fenilalanina

En base al contenido de lisina considerado como el principal aminoácido limitante, el cómputo químico de las proteínas de ambas variedades de sorgo no germinado fueron similares, con valores cercanos a 36,0. Con la germinación, el cómputo químico se incrementó notablemente a 68,5 y 77,1 para el sorgo blanco y a 82,6 y 70,5 para el sorgo rojo a las 48 y 72 horas respectivamente, lo cual representa una mejoría de la calidad nutricional de las proteínas (22).

Vitaminas: Las vitaminas determinadas en este trabajo incrementaron su concentración con el tiempo de germinación (Tabla 4). Esta tendencia concuerda con lo reportado por Finney (23). En general, el incremento del contenido de las vitaminas vía germinación fueron más altos para el sorgo rojo que para el sorgo blanco.

TABLA 4

Efecto de la germinación en la concentración de tiamina, niacina y riboflavina en semillas de sorgo

Variedad de sorgo	Período de germinación (horas)	Tiamina mg/100 g	Niacina mg/100 g	Riboflavina mg/100 g
Sorgo rojo	0	0,30	1,06	0,07
	48	0,48	2,20	0,23
	72	0,52	3,18	0,34
	120	0,58	3,82	0,56
Sorgo blanco	0	0,50	2,65	0,29
	48	0,58	3,84	0,56
	72	0,56	3,58	0,45
	120	0,60	4,15	0,64

El contenido de tiamina en el sorgo rojo aumentó en 73% a las

72h de germinación llegando a 93% a las 120h. Los resultados correspondientes para el sorgo blanco fueron más modestos, mostrando un incremento de tiamina de sólo 20% a las 120 h. El aumento en niacina fue de 260% y 56% a las 120h para el sorgo rojo y blanco respectivamente.

El sorgo rojo germinado contiene 200% más riboflavina (a 120h de germinación) que el sorgo sin germinar, mientras que los resultados correspondientes para el sorgo blanco, indica solamente el 120% de incremento.

Cambios en las fracciones de proteínas: La Tabla 5 muestra el efecto de la germinación en diferentes fracciones proteicas (albúminas, globulinas y prolaminas). Se puede observar que la fracción albúmina se incrementa para ambas variedades de sorgo en aproximadamente 80% a las 72h de germinación. Estos resultados confirman los datos que muestran las Tablas 2 y 3, en virtud que la fracción albúmina es rica en lisina y tiene una alta calidad nutricional (24). El incremento de la concentración de albúmina puede ser explicado por el aporte de compuestos nitrogenados provenientes de las otras fracciones proteicas (5).

TABLE 5
Análisis por solubilidad de las proteínas de sorgo a diferentes tiempos de germinación

Variedad de sorgo	Período de germinación (horas)	Fracción proteica g/100 g de proteína total (Nx6.25)			
		Albúminas	Globulinas	Prolaminas	Glutelinas
Sorgo rojo	0	16,42	10,22	5,58	20,45
	24	17,75	10,10	4,56	16,28
	48	24,11	11,52	10,28	16,84
	72	29,59	8,53	9,75	10,09
	120	29,45	10,19	5,99	15,50
Sorgo blanco	0	16,41	13,40	8,73	5,91
	24	15,53	13,46	10,18	9,31
	48	16,75	13,48	9,10	13,40
	72	28,68	11,24	11,05	10,46
	120	31,21	7,46	4,80	15,60

Por otro lado los datos sugieren que la máxima actividad enzimática en este trabajo fue alcanzada a las 72h de germinación, lo cual concuerda con los resultados de Aissen, (26). El encontró que la actividad de las enzimas endógenas es mínima durante las primeras 48h de germinación, alcanzando el máximo a las 72h y posteriormente comienza a decrecer. La prueba de Tukey aplicada a los valores de digestibilidad a 48, 72 y 120h para sorgo rojo y a 72 y 120 h para sorgo blanco no mostraron diferencias significativas a un nivel de significancia del 5% (Tabla 6).

Es posible sugerir que un período de 72h de germinación es el tiempo óptimo de germinación para el mejoramiento de la digestibilidad y calidad de las proteínas.

Digestibilidad enzimática «in vitro», de las proteínas: Un marcado incremento de la digestibilidad proteica con el curso de la germinación se observa para ambas variedades de sorgo (Tabla 6). Los valores máximos de digestibilidad fueron alcanzados a las 72h de germinación. El incremento de la digestibilidad fue de 40% y 100% para el sorgo rojo y blanco respectivamente. Estos resultados pueden

ser explicados por la hidrólisis de las proteínas de reserva efectuada por proteasas endógenas generadas durante la germinación (25). El incremento de la digestibilidad parece estar asociado con el incremento de la fracción de albúmina.

TABLE 6
Efecto de la germinación en la digestibilidad de proteína «in vitro» y relación de eficiencia proteica calculada (REP-C) en las semillas de sorgo¹

Variedad de sorgo	Período de germinación (horas)	Digestibilidad ^{2,3} %	C-PER
Sorgo rojo	0	46,17 ± 3,13	0,16
	24	44,72 ± 4,71	nd. ⁴
	48	63,86 ± 2,36	1,48
	72	64,33 ± 1,80	1,44
	120	63,63 ± 2,60	n.d.
Sorgo blanco	0	33,84 ± 1,24	0,47
	24	45,11 ± 0,67	n.d.
	48	54,40 ± 0,20	0,58
	72	67,78 ± 1,19	0,68
	120	67,41 ± 1,18	n.d.

1 Germinación a 25 °C

2 Media desviación estándar

3 Diferencia media significativa a 5 % = 5,47

4 Valores no determinados

Relación de eficiencia proteica calculada (C-PER): Con objeto de evaluar los cambios de la calidad de la proteína durante la germinación, fue estimado el C-PER de las variedades de sorgo en base a la digestibilidad «in vitro» y el contenido de aminoácidos esenciales (15).

El valor de C-PER para el sorgo blanco sin germinar (tiempo 0) resulta superior al del sorgo rojo (Tabla 6), sin embargo el C-PER se incrementa durante el curso de la germinación y alcanza los máximos valores de 0,68 a las 72 h y 1,48 a las 48 h para el sorgo blanco y rojo respectivamente. Estos resultados concuerdan con los trabajos de otros autores (2, 3, 4, 5, 6, 23 y 25) quienes encontraron un incremento de la calidad nutricional de las proteínas de las semillas por efecto de la germinación. El incremento del PER aunado con los cambios en la composición de aminoácidos, así como el incremento de vitaminas y de la digestibilidad anteriormente mencionados, confirman que la germinación es un método efectivo para el mejoramiento del valor nutricional de las semillas de sorgo.

REFERENCIAS

- Casas Campillo C. El problema de las proteínas alimenticias y sus perspectivas. Memorias del Colegio Nacional, Vol VIII, Núm 2. México, 1976.
- Hamad AH. & Fields ML. Evaluation of the protein quality and available lysine of germinated and fermented cereals. J Food Sci 44(2):456-459, 1979.
- Chavan JK & Kadam SS. Nutritional improvement of cereals by sprouting. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 28(5):401-437, 1989.

4. Lorenz K. Cereal sprouts; composition, nutritive value, food applications. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 13:353-385, 1980.
5. Wu YV. & Wall JS. Lysine content of protein increased by germination of normal and high-lysine sorghums. J Agric Food Chem 28(2):455-458, 1980.
6. Wang YD. & Fields ML. Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value. J Food Sci 43:1113-1115, 1978.
7. Chavan JK., Kadam SS & Salunkhe DK. Changes in tannin, free amino acids, reducing sugars, and starch during seed germination of low and high tannin cultivars of sorghum. J Food Sci. 46:638-639, 1981.
8. Burns RE. Method for estimation of tannin in grain sorghum. Agronomy J 63:511-512, 1971.
9. Tangendjaja B., Buckle KA. & Wootton M. Analysis of phytic acid by high-performance liquid chromatography. J of Chromatography 197:274-277, 1980.
10. Beckman Instruments. Instruction Manual. Aminoacid analyzer Model 118CL. Published by Spinco Division of Beckman Instruments, Inc. Palo Alto, California USA. 1977.
11. Fellman JK., Artz WE., Tassinari PD., Cole CL. & Augustin J. Simultaneous determination of thiamin and riboflavin in selected foods by HPLC. J Chrom 47:2048-2051, 1982.
12. Akeson WR. & Stahmann AM. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. J Nutrition 83:257-261, 1964.
13. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. 14th ed, Arlington VA. USA. p.252. 1984.
14. Betschart AA. Factors influencing the extractability of safflower protein (*Carthamus tinctorius* L.). J Food Sci 40:1010-1013, 1975.
15. Satterlee LD, Marshall HF. & Tennyson JM. Measuring protein quality. J Am Oil Chemists Soc. 56:104-109, 1979.
16. Deshpande SS., Cheryan M. & Salunkhe DK. Tannin analysis of food products. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 24(4):401-449, 1986.
17. McGrath RM., Kaluza WZ., Daiber KH., Van Der Riet WB. & Glennie CW. Polyphenols of sorghum grain, their changes during malting, and their inhibitory nature. J Agric Food Chem 30(3):450-456, 1982.
18. Maga JA. Phytate: its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance and methods of analysis. J Agric Food Chem 30(1):1-9, 1982.
19. Cheryan M. Phytic acid interactions in food systems. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 13(4):297-335, 1980.
20. Bewley JD & Blanck M. Seeds: physiology of development and germination. New York. USA. Plenum Press, 1985.
21. Guiragossian V., Chibber BAK., Van Scoyoc S., Jambunathan R., Mertz ET. & Axtell JD. Characteristics of proteins from normal, high lysine, and high tannin sorghums. J Agric Food Chem 26(1):219-223, 1978.
22. Bender AE. Chemical score and availability of aminoacids. En: Proteins in human nutrition. JWG. Porter & BA. Rolls (Eds. London U.K. Academic Press. 1973.
23. Finney PL. Effect of germination on cereal and legume nutrient changes and food or feed value: a comprehensive review. En: Nozzolillo C., Lea PJ. and Loewus FA. (editors). Mobilization of reserves in germination. (Recent Advances in Phytochemistry, v. 17). Plenum Press. New York, USA. 1983.
24. Rooney LW. A review of the physical properties, composition and structure of sorghum grain as related to utilization. En: Industrial uses of cereal. Y. Pomeranz (Ed). St. Paul, MN: American Association of Chemists, Inc. 316-339, 1973.
25. Bhise JV., Chavan JK. & Kadam SS. Effects of malting on proximate composition and in vitro protein and starch digestibilities of grain sorghum. J Food Sci Technol. 25:327-329, 1988.
26. Aisien AD. Enzymatic modification of sorghum endosperm during seeding growth and malting. J Sci Food Agric. 33:754-759, 1982.

Recibido: 15-06-1996

Aceptado: 25-03-1997

Calidad de pastas suplementadas con salvado de arroz

E. Sangronis¹ y M.A. Rebolledo²

Universidad Simón Bolívar

RESUMEN. En esta investigación se planteó como objetivo investigar el uso potencial del salvado de arroz (SA) en la elaboración de pastas largas tipo espagueti, dos de ellas fueron elaboradas con semolina de trigo durum (SD) suplementada con 10 y 20% SA previamente estabilizado y desgrasado; las otras dos pastas fueron elaboradas con harina granular (HG) igualmente suplementada con 10 y 20% de SA. Se evaluó la composición proximal de las materias primas empleadas, se prepararon las mezclas en las proporciones establecidas y se elaboraron las pastas en un pastificio local. Se les determinó su composición proximal, color, textura y calidad sensorial. Los contenidos de proteínas (13,2-15,0%), cenizas (1,47-3,09%) y fibra dietética (6,71-8,4%) de las pastas obtenidas variaron en relación directa al porcentaje de suplementación. Las pastas más duras y amarillas fueron las elaboradas con SD y 10% de SA. Las de mejor calidad sensorial fueron las de 10% SA para ambos tipos de sémolas. Se logró demostrar que se puede elaborar pastas hasta con un 20% de suplementación con SA resultando productos con un mayor contenido de proteínas, cenizas y fibra dietética. Las pastas resultaron más resistentes a la fractura y con algunas características indeseables que le confiere el salvado de arroz tales como: puntos blancos, rugosidades y cambios de color.

INTRODUCCION

Las pastas alimenticias se definen como el producto obtenido mediante el secado apropiado de las figuras por la trefilación o laminación y prensado de la masa preparada con semolina de trigo, harina de trigo o mezcla de ambas y agua. Existe además la posibilidad de incorporarle algunos ingredientes, tales como: beta-carotenos, huevos, vegetales, gluten, relleno a base de carne, queso y vegetales. En su elaboración se prefiere la semolina del trigo durum pero también se emplean las harinas de trigo duro y granular, aunque los productos obtenidos son de una calidad diferente (1).

El trigo es un cereal que no se cultiva en Venezuela porque las condiciones del suelo y del clima no lo permiten. Esto ha hecho necesario importar el grano entero, procesarlo y obtener los diversos productos según el uso, entre los cuales está el renglón de harina de trigo para la fabricación de pastas alimenticias. El hecho de que el 14% de las calorías y el 19% de las proteínas de la población venezolana provienen del consumo de trigo (2), refleja una alta dependencia alimentaria de una materia prima importada, si además se considera que en los últimos años se ha producido un incremento progresivo en el precio del trigo a nivel internacional y nacional, el consumo del trigo representa una fuga de divisas, por lo que se hace

SUMMARY. Quality of pastas supplemented with rice bran. The objective of this research was to investigate the potential of using rice bran as an ingredient in pastas spaghetti type. Two of the pastas were made with semolina from durum as raw material, supplemented with 10 and 20% rice bran. The other two were made with granular flour and the same percentage of rice bran. Proximate composition of raw material was analyzed. Pastas were elaborated in a local industry. Composition, proximal, color, texture, and sensorial quality of pastas were determined. Protein content (13,9-15,0%), ash (1,47-3,09%) and dietary fiber (6,71-8,45%) of pastas increased according to the percentage of rice bran added. The hardest pastas were those elaborated with semolina from durum wheat and with a 10% of substitution. Also, they were the most yellow. The sensory panel found differences in quality among the pastas evaluated. Pastas with 10% rice bran had the best quality. The results demonstrated that is possible to elaborate pastas with 20% as maximum of rice bran resulting products with high protein, ash and dietetic fiber content, but some undesirable characteristics were given by the rice bran as white spots, wrinkles and color changes.

evidente la necesidad de buscar sustitutos parciales o totales de la harina del trigo en Venezuela (3).

En la actualidad, casi todos los países de América Latina como otros en vías de desarrollo, tienen proyectos avanzados sobre la utilización de otras harinas de producción local, como harinas de proteínas vegetales, leguminosas, tubérculos, proteínas lácteas y otros cereales como maíz, arroz y sorgo. El propósito es sustituir parcialmente el trigo, particularmente el trigo durum, con el fin de abaratar costos y mejorar el valor nutritivo (4,5). Cuando se emplean materias primas no convencionales en la elaboración de pastas, se debe tener en cuenta que la ausencia o sustitución del trigo durum en las mismas implica un cambio en el procesamiento, pues dichas materias primas tienen proteínas de inferior calidad y/o en menos cantidad. Estos cambios incluyen nuevas tecnologías, tales como: altas temperaturas de extrusión, cocción y secado; adición de algunos aditivos o fortificación de la materia prima con proteínas capaces de formar complejos similares al gluten (6, 7).

En Venezuela, se justifica el uso de arroz como sustituto del trigo ya que su producción y consumo es alto. El diversificar su uso aumentaría aún más el consumo lo que a su vez se traduciría en un incremento en producción agrícola y en una disminución de costos de producción. Además, en la industria arrocera se obtiene un subproducto: el salvado de arroz, cuya composición química y nutricional ya ha sido estudiada (8,9) y se ha demostrado que representa un excelente aporte en cantidad y calidad de nutrientes como proteínas, minerales, vitaminas y muy especialmente fibra dietética (10). Su incorporación en productos como galletas dulces y panes ha sido exitosamente probada (8,9). Por tal razón resultó

1 Profesor Asociado. Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar.

2 Msc. en Ciencias de los Alimentos. Universidad Simón Bolívar

interesante incorporar este material en producto de masivo consumo como son las pastas y se planteó como objetivo de la presente investigación: formular, elaborar y evaluar la calidad antes de la cocción de cuatro pastas largas, tipo espagueti, dos de ellas elaboradas con semolina durum suplementada con 10 y 20% con salvado de arroz y las otras dos elaboradas con harina granular y los mismos porcentajes de suplementación con salvado de arroz.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Para la elaboración de las mezclas y posterior elaboración de las pastas se utilizó semolina de trigo durum (SD) y harina de trigo granular (HG) las cuales fueron adquiridas en los molinos Mocama (Carguill de Venezuela). El salvado de arroz (SA) fue adquirido en una arrocería del estado Cojedes, dicho material fue recolectado directamente en la línea de producción, transportado a bajas temperaturas y una vez en el laboratorio fue congelado hasta el momento de la estabilización, la cual se hizo por secado en tambor bajo condiciones descritas anteriormente (8). El SA fue desgrasado hasta un 0,3% en un equipo Soxhlet, usando hexano comercial para extracción.

Para fines de comparación se adquirieron en el mercado local las siguientes pastas: pasta integral, pasta elaborada con 100% semolina durum (según declaraciones del rótulo) y pasta de inferior calidad que se sabe contiene un porcentaje de harina granular mayor que de semolina durum (los porcentajes son confidenciales de cada empresa).

La pureza de los reactivos está de acuerdo con las normas oficiales para cada tipo de análisis.

Diseño experimental

Caracterización de la materia prima: La composición proximal del SA, SD y HG fue realizado de acuerdo a lo indicado en A.O.A.C. (10).

Formulación y elaboración de las pastas: Las siguientes mezclas fueron preparadas para la posterior elaboración de las pastas:

- semolina durum 90% y salvado de arroz 10%
- semolina durum 80% y salvado de arroz 20%
- harina granular 90% y salvado de arroz 10%
- harina granular 80% y salvado de arroz 20%

Las pastas largas tipo espagueti fueron elaboradas en a planta piloto del pastificio La Parmigiana de acuerdo al esquema tecnológico presentado en la Fig. 1.

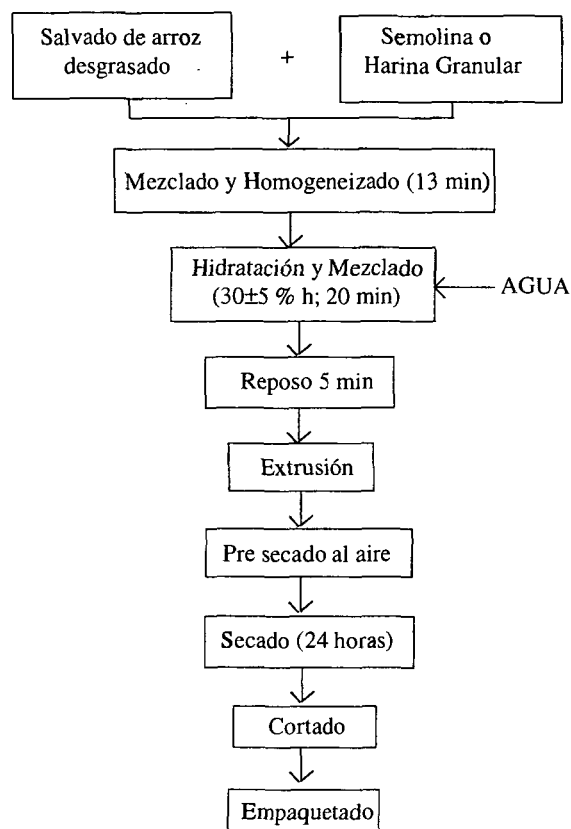
Evaluación de la calidad de la pasta antes de la cocción

Con el fin de evaluar la calidad de las pastas antes de la cocción se le realizaron los siguientes análisis:

- Composición proximal: Se siguieron los métodos indicados en el A.O.A.C. (11).
- Fibra dietética: De acuerdo a la A.O.A.C.(11).
- Color: Se utilizó el colorímetro Gardner XL-23. Las lecturas se realizaron en términos de L, %L, a y b, con una placa de referencia donde L=78,9; a=1,9 y b=22,7.

FIGURA 1

Esquema tecnológico empleado en la elaboración de las pastas



Dureza instrumental

Con el fin de medir el efecto de la sustitución en la calidad de pasta seca, se midió la dureza como un parámetro de textura. Esta se relaciona con la de su resistencia durante el almacenamiento. Para determinar la dureza se utilizó un texturómetro marca Instron Universal, modelo TX9-1125, con una cuchilla de 0,1 mm de espesor y una velocidad de penetración de 5 cm/min. Se calibró con una pesa de 7.000 g. De la curva obtenida se midió la altura máxima, la cual representa la Máxima Fuerza de Compresión (g/mm²) y la cual se relaciona con la dureza de la pasta.

Todas las determinaciones anteriores se hicieron por triplicado y se reportan la media y la desviación estándar.

Evaluación sensorial

La calidad sensorial de la pasta seca se evaluó mediante un modelo de planilla presentado en la Fig. 1 (12). Para esta prueba se empleó un panel entrenado de 6 personas. Los aspectos determinados fueron: la presencia de fallas serias, color y apariencia. Se les dieron deméritos, se sumaron y se restaron de 100 para obtener un índice de calidad. Se comparó con la escala presentada en la Tabla 1, esto permitió clasificar la pasta en cuatro niveles que van de excelente a mala.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza con posterior comparación de medias ($p=0,05$). Para tal fin se empleó el paquete estadístico STATVIEW.

TABLA 1
Escala empleada en la evaluación sensorial de pastas crudas

Puntaje total	Calidad de la pasta
85-100	Excelente
70-84	Buena
50-70	Regular
<50	Mala

Fuente: Matz (12)

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición proximal de la SD, HG y SA se presentan en la Tabla 2. Se encontró que el contenido de humedad de SD (12,3%) y de HG (12,7%) están dentro de lo señalado en la Norma Covenin 1946-1982 (13) la cual establece un máximo de 15,0%. En cuanto a las proteínas, los valores de 12,8% para SD y 11,5% para HG son superiores al mínimo exigido por la Norma Covenin, (12,0% para la semolina durum y 10,5% para la harina de trigos duros y semiduros). La harina granular que proviene de la molienda de trigo duro tiene siempre un contenido de proteína inferior a SD (1). Con respecto al contenido de cenizas, el valor encontrado para SD fue 0,7% y para HG 0,4%, cumpliendo con lo exigido en la Norma Covenin, la cual establece que el contenido máximo de cenizas para semolina de trigo durum es de 1,0% y para semolina de trigo duro y semiduro es de 0,5% (con un contenido de humedad máxima de 15,0%). Según Dexter y Matsuo (14), el rango de contenido de cenizas debe estar entre 0,55 y 0,74%, ya que valores mayores disminuyen la calidad de las pastas al cocinarlas. En relación a la grasa, el valor promedio para SD fue 0,9% y 0,8% para HG. No existe regulación para el contenido de grasa, pero se sabe que su presencia afecta la calidad de la cocción de la pasta (15), se forman complejos entre la grasa y la amilosa y a veces se pueden originar lipoproteínas que contribuyen a minimizar las pérdidas de sólidos solubles durante la cocción (16). Los lípidos y la amilosa coexisten de manera independiente y forman complejos en el momento de la gelatinización, dándole características particulares y diferentes a la del almidón nativo e incluso se cree que induce retrogradación (17).

TABLA 2
Composición proximal de la materia prima

	Semolina Durum g/100 g	Harina granular g/100 g	Salvado de arroz g/100 g
Humedad	12,3 ± 0,3	12,7 ± 0,2	9,9 ± 0,2
Proteína (Nx6,25)	12,8 ± 0,4	11,5 ± 0,3	15,5 ± 0,1
Ceniza	0,7 ± 0,1	0,4 ± 0,1	11,5 ± 0,1
Grasa cruda	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,3 ± 0,2
Fibra dietética	ND	ND	27,6 ± 0,1
CHO por diferencia	73,3	74,6	62,8

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar
ND: no se determinó

Los resultados obtenidos para SA indican una vez más que es un material con un gran potencial nutricional. Es buena fuente de proteínas (15,5%) y está dentro del rango reportado por Barber y Barber (18), (10,3-16,8%). En estudios anteriores realizados en Venezuela (8,9) se encontraron valores que van desde 12,5 a 18,3%. Las diferencias observadas entre los distintos valores reportados puede deberse a la variedad del arroz del cual proviene el salvado, lugar de cultivo y a las variaciones de procesamiento del arroz. El contenido de grasa del SA utilizado en esta investigación fue de 0,3%, este bajo valor fue debido a que el salvado fue desgrasado después de su estabilización y previo a su uso. Los valores de las cenizas (11,5%) fueron muy cercanos a los obtenidos anteriormente (8,9,18).

Con respecto al contenido de fibra dietética del SD el valor obtenido, 27,6% es menor que el reportado por Standers (19), 32,5-36,0%, pero mucho mayor al reportado por otros autores (19,20,10). Estas diferencias pueden deberse a la variabilidad del material y el método analítico empleado. Se comprueba una vez más que el SA es una buena fuente de fibra dietética en las formulaciones en las cuales se utilice como ingrediente. Dicho material tienen un mayor contenido de fibra que la avena, 18,9%; y que el maíz amarillo integral (19,5%) pero menor el salvado de trigo (44,4%) (10).

Los resultados de la composición proximal de las pastas se presentan en la Tabla 3. El contenido de humedad varió en el rango de 9,1 y 9,6% como valores promedios, siendo inferiores al máximo valor, 13%, permitido en la Norma Covenin 283-83 (21) para las pastas alimenticias. No se encontraron diferencias significativas ($p=0,05$) entre las distintas pastas analizadas. El rango del contenido de proteína fue 12,5-15,0% como valores promedios, por encima del mínimo valor exigido para las pastas elaboradas con HG (10,5%) y del mínimo exigido para las pastas elaboradas con SD (12,8%). Las de mayor contenido proteico fueron las elaboradas con SD y HG con 20% SA (15,0 y 13,2% respectivamente). No se encontraron diferencias significativas entre las que tenían 10 y 20% de SA mezcladas con SD, pero estas a su vez fueron diferentes a las que tenían HG con 10 y 20% de SA. El contenido de proteína aumentó al incrementar la suplementación del trigo por SD, lo cual era lógico esperarlo pues el SD es un material con un mayor contenido proteico (15,5%). A mayor contenido de proteína mayor es la firmeza de la pasta después de la cocción, pero es necesario considerar que es la calidad más que la cantidad de la proteína la que afecta el gluten (22). La grasa cruda en las pastas analizadas varió entre 0,25 y 0,29%, sin diferencias significativas entre ellas. No existe regulación sobre el contenido de grasa de las pastas, pero bajos contenidos garantizan una mayor estabilidad de la pasta en su almacenamiento. El contenido de cenizas de las pastas elaboradas con HG y 10 y 20% de SA dieron valores de 1,47 y 2,73%, respectivamente, encontrándose por encima de 0,5 % el cual es el máximo valor permitido por la Norma Covenin 283-83 (21). Mientras que para las pastas elaboradas con SD fueron 2,00 y 3,09% para las sustituciones de 10 y 20%, respectivamente, valores superiores al límite máximo establecido por la Norma Covenin, (1,0%) No se encontraron diferencias significativas para entre las dos pastas elaboradas con SD y HG suplementadas al 10%, pero si entre las dos pastas elaboradas con SD y 10 y 20% de SA entre las dos elaboradas con HG y 10 y 20% SA. Estos resultados concuerdan con lo esperado, ya que se sustituyó SD y HG por SD, el cual tiene un mayor contenido de cenizas (11,5%), lo que quiere decir que a mayor suplementación mayor porcentaje de cenizas, independiente del tipo de semola empleado.

interesante incorporar este material en producto de masivo consumo como son las pastas y se planteó como objetivo de la presente investigación: formular, elaborar y evaluar la calidad antes de la cocción de cuatro pastas largas, tipo espagueti, dos de ellas elaboradas con semolina durum suplementada con 10 y 20% con salvado de arroz y las otras dos elaboradas con harina granular y los mismos porcentajes de suplementación con salvado de arroz.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Para la elaboración de las mezclas y posterior elaboración de las pastas se utilizó semolina de trigo durum (SD) y harina de trigo granular (HG) las cuales fueron adquiridas en los molinos Mocama (Carguill de Venezuela). El salvado de arroz (SA) fue adquirido en una arrocera del estado Cojedes, dicho material fue recolectado directamente en la línea de producción, transportado a bajas temperaturas y una vez en el laboratorio fue congelado hasta el momento de la estabilización, la cual se hizo por secado en tambor bajo condiciones descritas anteriormente (8). El SA fue desgrasado hasta un 0,3% en un equipo Soxhlet, usando hexano comercial para extracción.

Para fines de comparación se adquirieron en el mercado local las siguientes pastas: pasta integral, pasta elaborada con 100% semolina durum (según declaraciones del rótulo) y pasta de inferior calidad que se sabe contiene un porcentaje de harina granular mayor que de semolina durum (los porcentajes son confidenciales de cada empresa).

La pureza de los reactivos está de acuerdo con las normas oficiales para cada tipo de análisis.

Diseño experimental

Caracterización de la materia prima: La composición proximal del SA, SD y HG fue realizado de acuerdo a lo indicado en A.O.A.C. (10).

Formulación y elaboración de las pastas: Las siguientes mezclas fueron preparadas para la posterior elaboración de las pastas:

- semolina durum 90% y salvado de arroz 10%
- semolina durum 80% y salvado de arroz 20%
- harina granular 90% y salvado de arroz 10%
- harina granular 80% y salvado de arroz 20%

Las pastas largas tipo espagueti fueron elaboradas en a planta piloto del pastificio La Parmigiana de acuerdo al esquema tecnológico presentado en la Fig. 1.

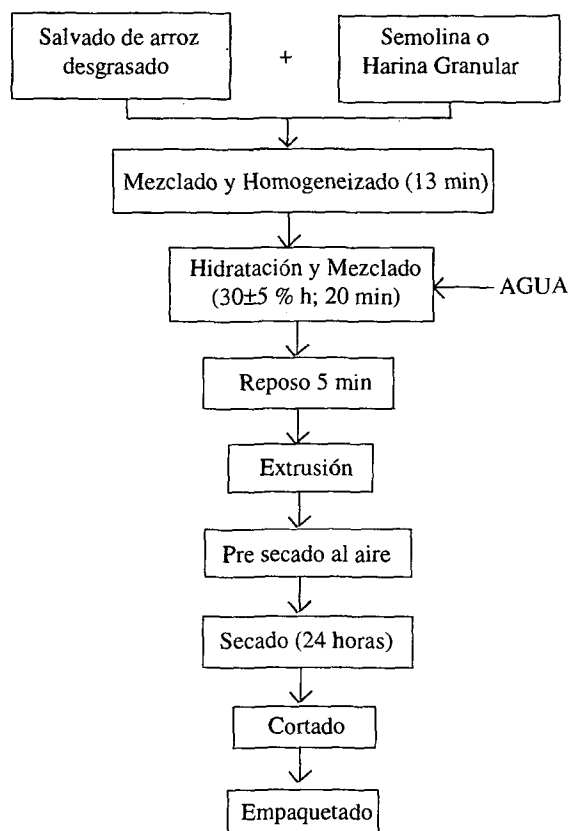
Evaluación de la calidad de la pasta antes de la cocción

Con el fin de evaluar la calidad de las pastas antes de la cocción se le realizaron los siguientes análisis:

- **Composición proximal:** Se siguieron los métodos indicados en el A.O.A.C. (11).
- **Fibra dietética:** De acuerdo a la A.O.A.C(11).
- **Color:** Se utilizó el colorímetro Gardner XL-23. Las lecturas se realizaron en términos de L, %L, a y b, con una placa de referencia donde L=78,9; a=1,9 y b=22,7.

FIGURA 1

Esquema tecnológico empleado en la elaboración de las pastas



Dureza instrumental

Con el fin de medir el efecto de la sustitución en la calidad de pasta seca, se midió la dureza como un parámetro de textura. Esta se relaciona con la de su resistencia durante el almacenamiento. Para determinar la dureza se utilizó un texturómetro marca Instron Universal, modelo TX9-1125, con una cuchilla de 0,1 mm de espesor y una velocidad de penetración de 5 cm/min. Se calibró con una pesa de 7.000 g. De la curva obtenida se midió la altura máxima, la cual representa la Máxima Fuerza de Compresión (g/mm²) y la cual se relaciona con la dureza de la pasta.

Todas las determinaciones anteriores se hicieron por triplicado y se reportan la media y la desviación estándar.

Evaluación sensorial

La calidad sensorial de la pasta seca se evaluó mediante un modelo de planilla presentado en la Fig. 1 (12). Para esta prueba se empleó un panel entrenado de 6 personas. Los aspectos determinados fueron: la presencia de fallas serias, color y apariencia. Se les dieron deméritos, se sumaron y se restaron de 100 para obtener un índice de calidad. Se comparó con la escala presentada en la Tabla 1, esto permitió clasificar la pasta en cuatro niveles que van de excelente a mala.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza con posterior comparación de medias ($p=0,05$). Para tal fin se empleó el paquete estadístico STATVIEW.

TABLA 1
Escala empleada en la evaluación sensorial de pastas crudas

Puntaje total	Calidad de la pasta
85-100	Excelente
70-84	Buena
50-70	Regular
<50	Mala

Fuente: Matz (12)

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición proximal de la SD, HG y SA se presentan en la Tabla 2. Se encontró que el contenido de humedad de SD (12,3%) y de HG (12,7%) están dentro de lo señalado en la Norma Covenin 1946-1982 (13) la cual establece un máximo de 15,0%. En cuanto a las proteínas, los valores de 12,8% para SD y 11,5% para HG son superiores al mínimo exigido por la Norma Covenin, (12,0% para la semolina durum y 10,5% para la harina de trigos duros y semiduros). La harina granular que proviene de la molienda de trigo duro tiene siempre un contenido de proteína inferior a SD (1). Con respecto al contenido de cenizas, el valor encontrado para SD fue 0,7% y para HG 0,4%, cumpliendo con lo exigido en la Norma Covenin, la cual establece que el contenido máximo de cenizas para semolina de trigo durum es de 1,0% y para semolina de trigo duro y semiduro es de 0,5% (con un contenido de humedad máxima de 15,0%). Según Dexter y Matsuo (14), el rango de contenido de cenizas debe estar entre 0,55 y 0,74%, ya que valores mayores disminuyen la calidad de las pastas al cocinarlas. En relación a la grasa, el valor promedio para SD fue 0,9% y 0,8% para HG. No existe regulación para el contenido de grasa, pero se sabe que su presencia afecta la calidad de la cocción de la pasta (15), se forman complejos entre la grasa y la amilosa y a veces se pueden originar lipoproteínas que contribuyen a minimizar las pérdidas de sólidos solubles durante la cocción (16). Los lípidos y la amilosa coexisten de manera independiente y forman complejos en el momento de la gelatinización, dándole características particulares y diferentes a la del almidón nativo e incluso se cree que induce retrogradación (17).

TABLA 2
Composición proximal de la materia prima

	Semolina Durum g/100 g	Harina granular g/100 g	Salvado de arroz g/100 g
Humedad	12,3 ± 0,3	12,7 ± 0,2	9,9 ± 0,2
Proteína (Nx6,25)	12,8 ± 0,4	11,5 ± 0,3	15,5 ± 0,1
Ceniza	0,7 ± 0,1	0,4 ± 0,1	11,5 ± 0,1
Grasa cruda	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,3 ± 0,2
Fibra dietética	ND	ND	27,6 ± 0,1
CHO por diferencia	73,3	74,6	62,8

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar
ND: no se determinó

Los resultados obtenidos para SA indican una vez más que es un material con un gran potencial nutricional. Es buena fuente de proteínas (15,5%) y está dentro del rango reportado por Barber y Barber (18), (10,3-16,8%). En estudios anteriores realizados en Venezuela (8,9) se encontraron valores que van desde 12,5 a 18,3%. Las diferencias observadas entre los distintos valores reportados puede deberse a la variedad del arroz del cual proviene el salvado, lugar de cultivo y a las variaciones de procesamiento del arroz. El contenido de grasa del SA utilizado en esta investigación fue de 0,3%, este bajo valor fue debido a que el salvado fue desgrasado después de su estabilización y previo a su uso. Los valores de las cenizas (11,5%) fueron muy cercanos a los obtenidos anteriormente (8,9,18).

Con respecto al contenido de fibra dietética del SD el valor obtenido, 27,6% es menor que el reportado por Standers (19), 32,5-36,0%, pero mucho mayor al reportado por otros autores (19,20,10). Estas diferencias pueden deberse a la variabilidad del material y el método analítico empleado. Se comprueba una vez más que el SA es una buena fuente de fibra dietética en las formulaciones en las cuales se utilice como ingrediente. Dicho material tienen un mayor contenido de fibra que la avena, 18,9%; y que el maíz amarillo integral (19,5%) pero menor el salvado de trigo (44,4%) (10).

Los resultados de la composición proximal de las pastas se presentan en la Tabla 3. El contenido de humedad varió en el rango de 9,1 y 9,6% como valores promedios, siendo inferiores al máximo valor, 13%, permitido en la Norma Covenin 283-83 (21) para las pastas alimenticias. No se encontraron diferencias significativas ($p=0,05$) entre las distintas pastas analizadas. El rango del contenido de proteína fue 12,5-15,0% como valores promedios, por encima del mínimo valor exigido para las pastas elaboradas con HG (10,5%) y del mínimo exigido para las pastas elaboradas con SD (12,8%). Las de mayor contenido proteico fueron las elaboradas con SD y HG con 20% SA (15,0 y 13,2% respectivamente). No se encontraron diferencias significativas entre las que tenían 10 y 20% de SA mezcladas con SD, pero estas a su vez fueron diferentes a las que tenían HG con 10 y 20% de SA. El contenido de proteína aumentó al incrementar la suplementación del trigo por SD, lo cual era lógico esperarlo pues el SD es un material con un mayor contenido proteico (15,5%). A mayor contenido de proteína mayor es la firmeza de la pasta después de la cocción, pero es necesario considerar que es la calidad más que la cantidad de la proteína la que afecta el gluten (22). La grasa cruda en las pastas analizadas varió entre 0,25 y 0,29%, sin diferencias significativas entre ellas. No existe regulación sobre el contenido de grasa de las pastas, pero bajos contenidos garantizan una mayor estabilidad de la pasta en su almacenamiento. El contenido de cenizas de las pastas elaboradas con HG y 10 y 20% de SA dieron valores de 1,47 y 2,73%, respectivamente, encontrándose por encima de 0,5% el cual es el máximo valor permitido por la Norma Covenin 283-83 (21). Mientras que para las pastas elaboradas con SD fueron 2,00 y 3,09% para las sustituciones de 10 y 20%, respectivamente, valores superiores al límite máximo establecido por la Norma Covenin, (1,0%) No se encontraron diferencias significativas para entre las dos pastas elaboradas con SD y HG suplementadas al 10%, pero si entre las dos pastas elaboradas con SD y 10 y 20% de SA entre las dos elaboradas con HG y 10 y 20% SA. Estos resultados concuerdan con lo esperado, ya que se sustituyó SD y HG por SD, el cual tiene un mayor contenido de cenizas (11,5%), lo que quiere decir que a mayor suplementación mayor porcentaje de cenizas, independiente del tipo de semola empleado.

TABLA 3
Composición proximal de las pastas elaboradas con salvado de arroz (g/100 g)

g/100 g	PASTA			
	Granular		Durum	
	80:20	90:10	80:20	90:10
Humedad	9,60 ± 0,22a	9,60 ± 0,30a	9,10 ± 0,10a	9,20 ± 0,20a
Proteína (Nx6,25)	13,19 ± 0,20b	12,58 ± 0,10c	15,00 ± 0,20d	14,80 ± 0,10d
Grasa cruda	0,26 ± 0,04e	0,25 ± 0,05e	0,29 ± 0,005e	0,28 ± 0,09e
Ceniza	2,73 ± 0,03f	1,47 ± 0,02g	3,09 ± 0,4f	2,00 ± 0,01g
Fibra dietética	7,94 ± 0,03h	6,71 ± 0,01i	8,45 ± 0,05j	7,14 ± 0,02k
CHO por diferencia	74,22	76,10	72,52	73,72

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticamente significativas a un nivel de significancias 0,5.

En cuanto a los resultados de la fibra dietética, se observó que las pastas con 20% de SA para ambos tipos de semola dieron valores mayores, 8,45% para la SD y 7,49% para la HG, que para 10% SA (7,14 y 6,71% respectivamente). Al comparar estos valores con los de una pasta integral comercial, se encontró que esta tiene mayor contenido de fibra dietética (10,98%) que las pastas elaboradas en este estudio, esto es debido a que la pasta integral es elaborada con harina de trigo integral, material que tiene un contenido de fibra dietética de 19,41% (10), el cual es menor que el SA, pero dicha harina está presente en una mayor proporción en las pastas integrales. Sin embargo, en una pasta integral de otra marca comercial, se encontró un valor de fibra dietética de 6,94%, el cual es menor al valor de la primera marca comercial evaluada y aproximadamente igual al encontrado en la pasta elaborada con HG y 10% SA (6,71%). El contenido de la fibra dietética de las pastas elaboradas en este trabajo es comparable a la cebada perlada (8,51%), al arroz integral (6,03%) y al afrecho de maíz, (8,66%) (10). Esto permite decir que las pastas que tienen SA en una proporción mayor que el 10% se pueden promocionar como productos con un alto contenido de fibra dietética.

Los resultados de la dureza instrumental de las pastas crudas medida en términos de Máxima Fuerza de Compresión (MFC) se presentan en la Tabla 4. Se observó que aquellas pastas que contienen SA en su formulación presentan mayor resistencia a la fractura, incluso más que la pasta integral comercial (30,0 g/mm²), la cual resultó igual estadísticamente (p=0,05) a la pasta comercial durum, 29,3 g/mm², pero mayores al de la pasta granular comercial, 22,7 g/mm². Las mezclas con SD y SA producen pastas más resistentes a la fractura que las elaboradas con HG con 20% SA, la suplementación de 10% produjo pastas de mayor resistencia a la fractura que las de 20% independiente del tipo de semola.

Los valores de los parámetros L, %L, a y b para los cuatro tipos de pastas elaboradas con SA y las comerciales se presentan en la Tabla 5. Se observó que los menores valores promedios de L correspondieron a las pastas elaboradas con SD durum, la de 20% SA presentó un valor de 30,70 y la de 10% un valor de 34,16. Los valores para las pastas elaboradas con HG fueron bajos con respecto a las pastas que no tenían SA, la de 10% SA dio un valor de 41,32 y las de 20% 8,76. El SA oscureció la pasta, a mayor suplementación menor valor de L. El valor de L fue 44,54 para la pasta integral comercial. La pasta durum y la granular comerciales dieron los mayores valores de L, 51,52 y 52,54 respectivamente, iguales entre si pero diferentes

al resto de las otras pastas. La suplementación con SA disminuyó el %L de las pastas. Al compararlas con las pastas comerciales elaboradas con SD y HG respectivamente se observó que a mayor suplementación menor valor de %L. Esto es lógico que ocurra pues el SA es un material rico en fibra y cenizas que son causantes de oscurecimiento en las pastas (4).

TABLA 4
Dureza instrumental de las pastas crudas elaboradas con salvado de arroz y de la pasta integral

Pastas	Fuerza Máxima de Compresión I (g/mm ²)
Durum 90:10	46,0 ± 0,2a
Durum 90:10	40,3 ± 0,4b
Granular 90:10	47,7 ± 0,2c
Granular 80:20	38,1 ± 0,3d
Pasta integral	30,0 ± 0,2e

I Fuerza máxima de compresión representa la altura del pico de la curva/área de la cuchilla, expresado en g/mm²

Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticamente significativas a un nivel de significancia de 0,05

TABLA 5
Color de las pastas crudas elaboradas con salvado de arroz, pastas comerciales integral, durum y granular

Pasta	L	%L	a	b
80 % SD: 20 % SA	30,70 ± 0,01a	38,96	9,27 ± 0,03g	12,40 ± 0,03k
90 % SD: 10 % SA	34,16 ± 0,04b	43,35	9,55 ± 0,01g	12,86 ± 0,02k
80 % HG: 20 % SA	38,76 ± 0,02c	49,19	7,98 ± 0,03h	14,20 ± 0,01i
90 % HG: 10 % SA	41,32 ± 0,01d	52,44	7,66 ± 0,02h	14,76 ± 0,02i
Integral comercial	44,54 ± 0,02e	56,52	3,32 ± 0,01i	16,80 ± 0,05m
Durum comercial	51,52 ± 0,01f	65,38	5,02 ± 0,03j	23,78 ± 0,03n
Granular comercial	51,54 ± 0,02f	66,68	5,32 ± 0,01j	24,18 ± 0,02n

SD: semolina durum, SA: salvado de arroz, HG: harina granular

Patrón amarillo claro: L=78,80; a=1,20; b=22,70

Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticamente significativas (p=0,05). Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar.

Con respecto al parámetro b, las pastas elaboradas con SD y SG y 10% SA, dieron pastas más amarillas (mayor valor de b) 12,86 y 14,76 respectivamente, que las pastas con 20% SA, cuyos valores fueron de 12,40 y 14,20 respectivamente. No se observaron diferencias significativas ente la suplementación del 10 y 20% para cada una de las semolas. Esto quiere decir que el SA disminuyó la intensidad del color amarillo. Con respecto a las pastas comerciales, se observó que las pastas durum y granular dieron valores iguales estadísticamente entre si. La integral tuvo el menor valor 16,80, de las pastas comerciales analizadas, pero mayor que las pastas que tenían SA en su formulación.

Se puede concluir que las pastas donde el trigo fue sustituido o suplementado por SA son más oscuras y menos amarillas a medida que se aumentó dicho material, pero al compararla con la pasta integral comercial, esta fue más oscura pero menos amarilla que las anteriores. Los ácidos grasos y lipoxidasas en el germen de trigo aceleran la destrucción de los pigmentos responsables del color

amarillo por lo que su presencia desmejora el color y brillo de la pasta (23). Hosoney (1) y Kobrehel y col. (24) aseguran que la presencia del afrecho de trigo ya sea añadido o como contaminante, desmejora el brillo y color de la pasta. Matsuo e Irvine (24) reportaron que la formación de un complejo de cobre y proteínas incrementa el oscurecimiento de la pasta. Si se considera todo lo reportado por los investigadores antes citados y conociendo que el SA es rico en cenizas y minerales, entre ellos el cobre (25), puede ser posible que los minerales presentes en el SA sean un factor que contribuyen al oscurecimiento de las pastas. Además en la estabilización del SA se aplicó calor con el fin de inactivar una enzima lipolítica que hidroliza a los ácidos grasos presentes, es posible que la inactivación no haya sido completa y trazas de la enzima pudieron atacar los pigmentos presentes en la SD y por tanto afectar el color de las pastas (17).

El puntaje y la calificación que recibió cada tipo de pasta de acuerdo a la escala empleada se presentan en la Fig. 2. De las pastas elaboradas las que obtuvieron mayor puntuación (buenas), fueron las dos pastas con 10% de SA: 84 puntos para la SD y 78 puntos para la HG. No obstante, la pasta elaborada con HG y 20% SA recibió la calificación de buena con 76 puntos, mientras que aquella con un 20% de SA recibió la misma calificación de regular (69 puntos) que la pasta integral comercial. La pasta comercial durum obtuvo el mayor puntaje, 90 puntos, con la calificación de excelente, mientras que la granular obtuvo la calificación de buena con 88 puntos. Como se ve la suplementación de la semolina por el SA introduce algunas características en la pasta, tales como: puntos blancos, rugosidades y cambios de color que le afectan la calidad y la hacen disminuir de puntaje con respecto a las comerciales. Tres de ellas obtuvieron la calificación de buena y en el peor de los casos, SD con 20% de suplementación, obtuvo la calificación de regular al igual que la pasta integral comercial.

FIGURA 2

Planilla empleada en la Evaluación Sensorial de Pasta Cruda

Muestra: _____
 Descripción: _____

	Rango de Deméritos	Deméritos
Fallas Serias		
Grietas	(0-20)	()
Hendiduras y Deformaciones	(0-10)	()
Color		
Grisáceo o marrón	(0-10)	()
Amarillo	(0-10)	()
Apariencia		
Burbujas grandes	(0 -5)	()
Burbujas pequeñas	(0 -5)	()
Puntos blancos	(0 -5)	()
Anillos	(0 -5)	()
Roturas	(0-10)	()
Rugosidades	(0-10)	()
Demeritos Totales	(0-100)	()
	Indice (100-Dem)	()

Fuente: Matz (12)

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen al pastificio La Parmigiana por ceder sus instalaciones para la elaboración de las pastas y también

al grupo de estudiantes del Postgrado de Ciencias de Alimentos de la Universidad Simón Bolívar que formaron parte del panel entrenado.

REFERENCIAS

- Hosoney RC. Pastas and Noodles. In «Principles of Cereal Science and Technology». Chap 3. Pomeranz Y, (ed). Vol 4. Kansas, USA. 1986.
- Instituto Nacional de Nutrición. Hojas de Balance de Alimentos. Caracas, Venezuela. 1991.
- Rivero de Padua M. Posibilidades tecnológicas de la sustitución del trigo. Revista Bimensual. Alimentos Nov-Dic. Pág 11. Yaracuy, Venezuela. 1988.
- Bahnassey Y. & Kahn K. Fortification of spaghetti with edible legumes. I. Physicochemical, antinutritional, aminoacid and mineral composition. Cereal Chem 63(3):210. 1986.
- Wu YV, Youngs VL, Waner R. & Bookwalter GN. Evaluation of spaghetti supplemented with corn distillers dried grains. Cereal Chem 64(60):434. 1987.
- Pagani MA. Pasta products from nonconventional raw materials. Chap. 6 In «Pasta and Extrusion Cooked Foods». Ed. Mercier C. Elsevier Applied Science Publ., Ltd. London Great Britain. 1989.
- Bergman CD., Gualberto DG & Weber CW. Nutritional evaluation of a high-temperature-dried soft wheat pasta supplemented with Cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Arch Latinoamer Nutr 46: 2:146-153. 1996.
- Sangronis E. y Sancio M. Development and characterization of rice bran cookies. Acta Científica Venez. 41:192. 1990.
- Guerra M, Mosqueda M. & Rivero de Padua M. Tecnología de cereales y su poder sustitutivo. En simposio «Los Cereales en el Patrón Alimentario Venezolano». Comisión Coordinadora de Investigaciones de Alimentos y Nutrición. CCIAN. Caracas, Venezuela, 1986.
- Sangronis E. & Rebolledo MA. Fibra dietética soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y productos comerciales a base de cereales. Arch Latin Nutr 43(3):258. 1993.
- A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis 16th ed. Washington D.C. USA, 1990.
- Matz S.A. «The Chemistry and Technology of Cereal as Food and Feed» Van Nostrand Reinhold, New York, USA. 1991.
- Norma Venezolana Covenin 1946-82. Sémola de trigo. Ministerio de Fomento Fondonorma. Caracas, Venezuela. 1982.
- Dexter JE & Matsuo RR. The effect of gluten protein fractions on pasta dough rheology and spaghetti-making quality. Cereal Chem 55(1):23. 1978.
- Matsuo RR, Dexter JE, Bourdreau A. & Daun KJ. The role of lipids in determining spaghetti cooking quality. Cereal Chem 63(6):484. 1986.
- Dahle LK & Muenchow HL. Some effects of solvent extraction on cooking characteristics of spaghetti. Cereal Chem 45:464. 1968.
- Morrison WR. Lipids in cereal studies. A review. J. Cereal Sci 8:1. 1988.
- Barber S & Barber CB. Rice Production and Utilization. Chap 12 In «Rice Bran: Chemistry and Technology» The AVI Publi. Co., Inc. Westport, Conn. USA.
- Saunders RM. Rice Bran: composition and potential uses. Food Rev Int. 1(3):465. 1991.
- Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Publicación N° 47. Series de Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela 1991.
- Norma Venezolana Covenin 283-83. Pastas de trigo. Ministerio de Fomento. Fondonorma. Caracas, Venezuela. 1083.
- Belitz HD., Kieffer R, Seilmer W & Weiser H. Structure and function of gluten proteins. Cereals Chem 63(4):336. 1986.
- Matsuo RR & Martín DG. The relationship of durum wheat test weight to milling performance and spaghetti quality. Cereal Food World 32:772. 1987.
- Kobrehel K, Laignelet B & Feillet P. Study of some factors of macaroni brownness. Cereal Chem 51(5):675. 1974.
- Matsuo RR & Irvine GN. Macaroni brownness. Cereal Chem. 44:78. 1966.
- Juliano B & Bitchel M. The rice grain and its gross composition. In «Rice: Chemistry and Technology». American Association of Cereal Chemistry, Inc St. Paul, Minn. USA. 1985.

Recibido: 14-07-1995
 Aceptado: 26-02-1997

Calidad de cocción de pastas largas suplementadas con salvado de arroz

Sangronis E.¹, Cañero J.² y Mosqueda M.³

RESUMEN. En este trabajo se evaluó la calidad durante y después de la cocción de pastas largas tipo espagueti, dos de ellas fueron elaboradas con harina granular (HG) con los mismos porcentajes de suplementación con SA. A las pastas se les determinó tiempo de cocción, absorción de agua, pérdida de sólidos solubles, color y dureza (instrumental y sensorial), calidad proteica (PER), Digestibilidad Aparente *in vivo* y la aceptabilidad con un panel no entrenado de 35 personas. La suplementación con SA mejoró las pérdidas de sólidos en el agua de cocción, aumentó los tiempos de cocción, no afectó significativamente la calidad de la proteína, pero las pastas resultaron más oscuras y más duras, especialmente las elaboradas con SD y SA. Los resultados obtenidos demostraron que si es posible sustituir el trigo por SA en elaboración de las pastas sin que se afecten notablemente los parámetros de cocción y con una calidad organoléptica aceptable y comparable a la de las pastas integrales comerciales

SUMMARY. *Cooking quality of pastas supplemented with rice bran.* The purpose of this study was to evaluate the quality during and after cooking of four pastas spaghetti type. Rice bran was used as ingredient in order to increase protein and dietetic fiber content. In two of the four formulation, semolina durum was supplemented with 10 and 20% rice bran. In the other two formulation granular flour was supplemented with 10 and 20% rice bran. Time cooking, water absorption, solid loss, color and hardness, (instrumental and sensory), Protein Efficiency Ratio (PER) and Apparent Digestibility *in vivo* were determined. Acceptability was evaluated by a 35-member consumer panel. Rice bran improved solid loss during cooking and increased cooking time, PERs were not affected significantly but Apparent Digestibility decreased when rice bran was increased. Sensory quality was affected because rice bran made pastas hard and dark but they were comparable to high fiber pasta existing in market.

INTRODUCCION

Las pruebas de cocción son parámetros que se consideran de suma importancia a la hora de establecer la calidad de las pastas, pues dan información sobre su comportamiento y sobre la pérdida de su forma y firmeza. El resultado de dichas pruebas está afectado por la materia prima empleada, por la composición de la pasta, por su geometría, y en forma muy directa por el tipo de gluten de trigo y menos afectado por el almidón (1,2). La textura, color, brillo, tolerancia a la cocción, absorción de agua, grado de hinchamiento y pérdida de sólidos solubles en el agua de cocción son factores muy importantes para evaluar la calidad de las pastas (3,4). Obviamente, el tiempo de cocción tiene un relevante efecto en la calidad del producto final. A mayor tiempo de cocción mayores son las pérdidas de vitaminas y minerales (4). Grzybowski y Donnelly (2) evaluaron la calidad de las pastas en función de pérdidas de sólidos solubles, firmeza y peso de las pastas después de la cocción y observaron un elevado coeficiente de correlación entre dichas características y el tiempo de cocción. Según Mosqueda y col (5) la pérdida de sólidos solubles es un índice del grado de desintegración de las pastas, el cual está afectado por la materia prima empleada, el tiempo de cocción y la forma de la pasta. También la temperatura de cocción es un factor a ser considerado, a mayor temperatura mayores son las pérdidas de sólidos solubles (2).

El color de las pastas antes y después de la cocción es uno de los atributos organolépticos más importantes para determinar su aceptación. Esta es una de las razones para preferir la semolina durum como materia prima. Los pigmentos carotenoides presentes en ella le imparten el color amarillo ámbar translúcido, característico de la pasta de mejor calidad (6). Los problemas de oscurecimiento de las pastas están asociados con reacciones de Maillard, contaminación con restos del percarpio y con reacciones enzimáticas donde las polifenoloxidasas y peroxidasas están involucradas (7). A veces el aumentar el contenido de proteína mejora la calidad de la cocción pero deteriora el color de las pastas (8). La proteína conjuntamente con el almidón gelatinizado son los componentes que más afectan la firmeza de la pasta después de la cocción. Se ha observado que aquellas pastas con menor porcentaje de proteínas se cocinan más rápido ya que el agua penetra más rápidamente el retículo proteico y se gelatinizan los granulos del almidón (9).

El objetivo de este trabajo fue la evaluación de la calidad de las pastas largas tipo espagueti, durante y después de la cocción, dos de ellas elaborada a base de semolina durum suplementada con un 10 y 20% con salvado de arroz y las otras dos con harina granular igualmente suplementada en un 10 y 20% con salvado de arroz. Dicha suplementación se hizo con la finalidad de aumentar el contenido de proteína y fibra dietética y sustituir un insumo importando como es el trigo, por uno nacional y subutilizado como es salvado de arroz en un producto de consumo masivo como son las pastas.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima: Se emplearon cuatro tipos de pastas largas tipo espagueti, dos de ellas elaboradas con semolina durum (SD) suplementada con 10 y 20% de salvado de arroz (SA) y las otras dos se elaboraron con harina granular (HG) y los mismos porcentajes de

- 1 Profesor Asociado. Dpto. de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela
- 2 Biólogo. Instituto de Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.
- 3 Profesor Titular. Instituto de Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.

suplementación de SA. El pastificio La Parmigiana facilitó sus instalaciones para la fabricación de dichas pastas.

Con la finalidad de hacer las correspondientes comparaciones, se adquirieron en el mercado local; pasta integral comercial, pasta 100% semolina durum (según lo declarado en el rótulo), y pasta con un alto porcentaje de harina granular (los porcentajes exactos son confidenciales de cada empresa).

La pureza de los reactivos empleados está de acuerdo con las normas oficiales para cada tipo de análisis practicado.

Diseño experimental

a. Evaluación de la calidad de las pastas durante y después de la cocción: Con el fin de evaluar el comportamiento de las pastas durante y después de la cocción, se realizaron las siguientes determinaciones:

- Tiempo de cocción: Se determinó el tiempo necesario para que la pasta se cocinara al dente. Se colocaron 25 g de pasta en 300 ml de agua en ebullición, se midió el tiempo (min) necesario para que desapareciera el centro blanco del espagueti, lo cual se evaluó por comprensión entre dos láminas de vidrio (10).
- Pruebas de cocción: Se determinó absorción de agua y pérdida de sólidos solubles según A.A.C.C. (11).
- Color: Se utilizó el colorímetro Gardner XL-23. Las lecturas se realizaron por triplicado y se expresaron en términos de L, %L a y b. La placa de referencia empleada fue: L=78,9 a=1,9 y b=22,7.
- Dureza: Previo a la determinación de dureza, la muestra se preparó de la siguiente forma: 10 g de pasta en pedazos de 2 cm, se colocaron en 300 ml de agua en ebullición por el tiempo necesario para estar al dente, luego se drenó la pasta y se reposó por 5 min, al cabo de este tiempo, se le separó el exceso de agua con toallas de papel y se procedió a la determinación de la dureza, para lo cual se empleó un texturómetro marca Instron Universal modelo TX9-1125 con una cuchilla de 0,3 mm de espesor y un porcentaje de compresión del 50% y se calibró con una pesa de 1.000 g. La velocidad de penetración de la cuchilla fue de 5 cm/min. De la curva obtenida se midió la altura máxima la cual representa la Máxima Fuerza de Compresión (MFC) en kg y el Trabajo de Compresión (TC) en kg/mm, estas dos variables se relacionan con la dureza (10,12).

En cada uno de los análisis reportados se hicieron tres determinaciones y se reportan la media y desviación estándar para cada una de las muestras evaluadas.

b. Evaluación sensorial:

- Color y dureza: Para determinar el color y la dureza sensorial, se empleó un panel entrenado de 6 personas. Para la evaluación del color se uso una escala de calidad estructurada de 0 a 7 puntos (13), el modelo de la planilla empleada se presenta en la Figura 1. En la evaluación de la dureza, se empleó una escala estructurada de 1 (más duro) al 5 (más blando), el modelo de planilla empleada se presenta en la Fig. 2. Los resultados se expresaron como el puntaje promedio de las respuestas de los panelistas con su respectiva desviación estándar.
- Aceptabilidad: Se empleó un panel no entrenado de 35 panelistas a quienes se les entregaron las 4 muestras de pastas que tenían salvado de arroz en su formulación y una pasta integral comercial. Todas ellas fueron cocidas al dente. Se sirvieron aproximadamente 15 g de cada una de las muestras, sin acompañante y sin aderezos. Se empleó una escala hedónica de 7 puntos en donde 1= me disgusta mucho y 7= me gusta mucho. Se les preguntó a los panelistas su preferencia en cuanto al color, sabor y textura.

FIGURA 1

Planilla empleada en la evaluación sensorial del color de la pasta

Instrucciones:

1. Se le presentan 5 muestras de pasta integral para ser evaluadas en cuanto al a calidad del color.
2. A continuación se le da una escala para que usted le de la puntuación a cada una de ellas. Analizelas de manera independiente. La puntuación 0= significa una pobre calidad y 7= significa una excelente calidad.

Muestra

_____	0	7
_____	0	7
_____	0	7
_____	0	7
_____	0	7

Observaciones: _____

Nombre _____ Fecha _____

FIGURA 2

Planilla empleada en la evaluación sensorial de la dureza de la pasta

Instrucciones:

1. Se le presentan 5 muestras de pasta integrales para ser evaluadas en cuanto a su grado de dureza.
2. Para evaluar la dureza coloque la muestra entre sus muelas y presionela suavemente hasta que se rompa. La fuerza requerida para romper cada muestra es proporcional a su dureza.
3. Analicelas en forma independiente y en base ala escala propuesta de la puntuación que usted considere.
4. Asegurese de enjuagar la boca entre muestra y muestra.
5. Espere 15 segundos antes de probar la siguiente muestra.

Escala

- 1 Duro
- 2 Ligeramente duro
- 3 Firme
- 4 Ligeramente blando
- 5 blanco

Muestra

Puntaje

_____	_____
_____	_____
_____	_____

Observaciones: _____

Nombre _____ Fecha _____

Evaluación de calidad proteica: Para la elaboración de las dietas a ser empleadas en los ensayos biológicos para evaluar la calidad de la proteína PER y la Digestibilidad Aparente *in vivo*, las pastas fueron preparadas al dente y el exceso de agua fue eliminado empleando un ventilador y luego terminadas de secar hasta un 9% de humedad en una estufa Memert UL 50, posteriormente fueron molidas y se prepararon las siguientes dietas:

- Dieta de pasta 90% semolina durum y 10% salvado de arroz
- Dieta de pasta 80% semolina durum y 20% salvado de arroz
- Dieta de pasta 90% harina granular y 10% salvado de arroz
- Dieta de pasta 80% harina granular y 20% salvado de arroz

- Dieta de pasta integral comercial
- Dieta de pasta 100% semolina durum
- Dieta de pasta con alto porcentaje de harina granular

Como el salvado de arroz aporta fibra dietética a las pastas, fue necesario hacer una dieta control con caseína y 7% de celulosa. También se preparó una dieta control de caseína sin celulosa a fin de usarla como control de aquellas dietas preparadas con pasta de semolina durum y de harina granular. La composición de las dietas se presenta en la Tabla 1.

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

	Pasta	Caseína	Celulosa	Aceite	Minerales	Vitaminas	Metionina	Bitartrato de colina	Almidón
Durum									
80:20	75,75	—	—	5	3,5	1	—	0,2	10,55
90:10	76,16	—	—	5	3,5	1	—	0,2	14,14
Granular									
80:20	84,75	—	—	5	3,5	1	—	0,2	15,60
90:10	78,93	—	—	5	3,5	1	—	0,2	11,37
Integral comercial	74,52	—	—	5	3,5	1	—	0,2	15,78
Durum comercial	76,68	—	—	5	3,5	1	—	0,2	10,62
Granular comercial	81,63	—	—	5	3,5	1	—	0,2	8,67
Caseína	—	10,87	—	5	3,5	1	1,5	0,2	79,28
Caseína + celulosa	—	10,87	7,0	5	3,5	1	1,5	0,2	72,28

Para los ensayos biológicos se utilizaron ratas de la raza *Sprague Dawley* de 21 días de nacidas, tres machos y tres hembras para cada dieta. El peso inicial de las ratas varió entre 35 y 45 g. Cada animal se colocó en una jaula individual con suministro de alimento y agua *at libitum*. A lo largo del experimento, se llevó el registro interdiario del peso y del consumo de alimento para cada animal. La duración total del ensayo fue de 15 días. Para la determinación de la Digestibilidad Aparente *in vivo* se usó el método descrito por Allison (14). La recolección de heces se hizo en la última semana del ensayo, se secaron y se molieron y se les determinó el contenido de nitrógeno por el método colorimétrico descrito por Hevia y Coccia (15).

Análisis estadístico: Los resultados obtenidos se trataron mediante un Análisis de Varianza con posterior comparación de medidas ($p=0,05$), se utilizó el paquete estadístico STATVIEW.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los tiempos de cocción de las pastas elaboradas con SA y de las pastas comerciales son presentadas en la Tabla 2. La pasta granular comercial necesitó 10 min para estar al dente, mientras que para la pasta de SD, el tiempo de cocción fue 12 min. Al suplementarlas se vio que el añadido de SA aumentó los tiempos de cocción a 13 y 14 min para la pasta con 10 y 20% SA respectivamente. Los tiempos de cocción de las pastas con HG y 10 y 20% SA fueron 12 y 13 min respectivamente. Se observó que dentro de los porcentajes estudia-

dos, a mayor suplementación mayor es el tiempo de cocción, independientemente del tipo de semola empleada. La pasta integral fue la que necesitó mayor tiempo de cocción (15 min). Dicho tiempo está relacionado con el tipo y la calidad de las proteínas (2). Las pastas con menor contenido de proteína tienen menores tiempos de cocción, lo cual concuerda con lo observado en esta investigación.

TABLA 2
Tiempo de cocción de las pastas suplementadas con salvado de arroz y de las pastas comerciales

Pastas	Tiempo de cocción (min)
Durum	
80:20	14
90:10	13
Granular	
80:20	13
90:10	12
Integral comercial	15
Durum comercial	12
Granular comercial	10

El resultado es el promedio de dos determinaciones

Los valores de absorción de agua y la pérdida de sólidos solubles de las pastas evaluadas son observados en la Tabla 3. Los mayores valores promedios de absorción de agua correspondieron a las pastas elaboradas con SD (20,25 y 19,49 g/10 g para 10% y el de 20% de suplementación respectivamente). Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (p=0,05) entre los valores de los cuatro tipos de pastas que tenían SA; estos a su vez fueron mayores y diferentes a los valores obtenidos para las pastas comerciales cuyos valores fueron: integral (24,07 g/10 g), durum (20,30 g/10 g) y granular (21,11 g/10 g). Según Matsuo y col (7), las pastas elaboradas con SD absorben más agua que las elaboradas con HG, esto no se observó en las pastas suplementadas, como tampoco en las comerciales.

TABLA 3

Absorción de agua y pérdida de sólidos solubles de las pastas suplementadas con salvado de arroz y de las pastas comerciales

Pasta	Ganancia de peso (g/10 g)	Pérdida de sólidos solubles (g/10 g)
Durum		
80:20	19,49 ± 0,60 ^a	0,51 ± 0,03 ^f
90:10	20,25 ± 0,57 ^a	0,59 ± 0,02 ^e
Granular		
80:20	19,45 ± 0,24 ^a	0,47 ± 0,03 ^f
90:10	19,14 ± 0,41 ^a	0,62 ± 0,01 ^e
Integral comercial	24,07 ± 0,14 ^b	0,50 ± 0,08 ^f
Durum comercial	20,30 ± 0,03 ^c	0,41 ± 0,02 ^g
Granular comercial	21,11 ± 0,04 ^d	0,52 ± 0,04 ^f

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar. Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas (p=0,05)

Los valores promedios de pérdida de sólidos solubles variaron entre 0,41 y 0,62 g/10 seg. Los mayores valores se obtuvieron para las pastas suplementadas con un 10% de SA (0,62 y 0,59 g/10 g para la elaborada con HG y SD respectivamente), y sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas. La pasta integral comercial (0,50 g/10 g) y las pastas con 20% SA (0,47 y 0,51 g/10 g para la HG y SD respectivamente), resultaron sin diferencias significativas entre ellas, pero sí con las de menor sustitución. Si se comparan las pastas suplementadas con SA y las comerciales, se observa que la pérdida de sólidos es siempre mayor en las suplementadas. Pero si se comparan las pastas suplementadas entre sí, se puede ver que a mayor proporción de SA menor fue la pérdida de sólidos solubles, independientemente del tipo de semola empleada. En pastas elaboradas con 1 y 30% de afrecho de trigo, la pérdida de sólidos en el agua varió entre 0,58 y 0,90 g/10 g, lo que parece indicar que el afrecho de trigo produce mayor pérdida de sólidos que el SA (16). La sustitución o suplementación con harina de sorgo aumenta de pérdida de sólidos (17,18).

Los resultados de la determinación de color se presentan en la Tabla 4. Los menores valores de L fueron para las pastas elaboradas con SD al 20 y 10% de SA (44,85 y 49,29 respectivamente), los cuales fueron diferentes estadísticamente entre sí. La pasta integral comercial (54,22) y las pastas con HG al 10 y 20% de SA dieron valores más altos y sin diferencias estadísticas entre sí (53,71 y 53,62 respectivamente). Las pastas comerciales durum y granular dieron los mayores

valores (65,93 y 66,07) e iguales entre sí. Con respecto a b, la pasta integral dio el menor valor lo que indica ser la menos amarilla (11,58). Aquellas elaboradas con HG y 10 y 20% de SA (14,05 y 14,21) y con SD y 10% SA (14,32) resultaron ser las más amarillas e iguales entre sí. Se puede concluir que la suplementación de SD y HG con SA disminuye la calidad del color amarillo, en el caso de SD, a mayor SA menor valor de b, esa relación no se observó con la HG.

TABLA 4

Color de las pastas con salvado de arroz y de las pastas comerciales

Pastas	L	% L	a	b
Durum				
80:20	44,85 ± 0,02 ^a	56,92	4,83 ± 0,01 ^e	13,03 ± 0,05 ^h
90:10	49,29 ± 0,03 ^b	62,55	4,63 ± 0,03 ^e	14,32 ± 0,01 ⁱ
Granular				
80:20	53,62 ± 0,02 ^c	68,04	3,00 ± 0,02 ^f	14,21 ± 0,03 ⁱ
90:10	53,71 ± 0,01 ^c	68,16	3,47 ± 0,04 ^f	14,05 ± 0,01 ⁱ
Integral comercial	54,22 ± 0,02 ^c	68,81	2,95 ± 0,01 ^f	11,58 ± 0,02 ⁱ
Durum comercial	65,93 ± 0,01 ^d	83,67	1,50 ± 0,02 ^g	20,00 ± 0,01 ^j
Granular comercial	66,07 ± 0,01 ^d	83,85	1,99 ± 0,02 ^g	20,89 ± 0,02 ^k

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar. Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas (p=0,05)

Los resultados de la dureza instrumental se presenta en la Tabla 5. Las pastas con SD y 10 y 20% SA dieron los mayores valores de MFC (41,7% y 48,3 kg respectivamente). Las pastas con HG y 10 y 20% de SA dieron valores inferiores (30,3 y 34,0 kg respectivamente). La misma relación se observó con el TC. Las pastas elaboradas con SD son más duras que las que tienen HG, y a mayor suplementación con SA, mayor es la dureza instrumental.

TABLA 5

Parámetros de textura que definen la dureza instrumental de las pastas con salvado de arroz y de las pastas comerciales

Pastas	Máxima fuerza de compresión (g)	Trabajo de compresión (g/mm ²)
Durum		
80:20	48,3 ± 0,5 ^a	41,1 ± 0,3 ^g
90:10	41,7 ± 0,2 ^b	35,4 ± 0,1 ^h
Granular		
80:20	34,0 ± 0,4 ^c	28,9 ± 0,3 ⁱ
90:10	30,3 ± 0,1 ^d	25,8 ± 0,2 ^j
Integral comercial	37,7 ± 0,1 ^e	32,1 ± 0,1 ^k
Durum comercial	31,0 ± 0,3 ^f	26,4 ± 0,2 ^j
Granular comercial	31,7 ± 0,2 ^f	26,9 ± 0,1 ^j

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar. Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas (p=0,05)

Los parámetros color y dureza sensorial se presentan en la Tabla 6. La mayor puntuación del color la obtuvo la pasta elaborada con SD y 20% SA (6,0), le siguió SD y 10% SA (4,5), la HG y 20% SA (3,8), HG y 10% SA (2,5) y la integral obtuvo la menor puntuación (1,8). Todas fueron estadísticamente diferentes entre sí. Añadir SA modifica el color de las pastas, pero parece que esta modificación lo hace más parecido al color amarillo convencional buscado en dichas pastas. Con respecto a la puntuación de la dureza se observó que las pastas más duras sensorialmente fueron las elaboradas con SD y 20% (1,0), SD y 10% SA (1,5), le siguió HG y 20% (2,0), HG y 10% SA (2,5) y finalmente la pasta integral comercial (3,0). La suplementación con SA hace las pastas más duras sensorialmente. Esto quizás tiene relación con el tipo de almidón y de proteína presente en este material (9).

TABLA 6
Color y dureza sensorial* de las pastas con salvado de arroz y de la pasta integral comercial

Pastas	Color ¹	Dureza ²
Durum		
80:20	6,0 ± 0,3 ^a	1,0 ± 0,1 ^f
90:10	4,5 ± 0,2 ^b	1,5 ± 0,1 ^g
Granular		
80:20	3,8 ± 0,2 ^c	2,0 ± 0,3 ^g
90:10	2,5 ± 0,1 ^d	2,5 ± 0,1 ^h
Integral comercial	1,8 ± 0,2 ^e	3,0 ± 0,1 ^j

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas (p=0,05)

1. Se empleó una escala estructurada de 7 puntos, donde 0=pobre y 7=excelente

2. Se empleó una escala estructurada de 5 puntos, donde 1=duro y 5=blando

*Evaluada por un panel entrenado de 6 personas.

La correlación entre las medidas instrumentales y la respuesta sensorial para el color y la dureza de las pastas elaboradas con SD y HG y SA se presentan en la Tabla 7. Con respecto a la dureza, se relacionaron los valores de MFC y TC con la respuesta sensorial de dureza, y los valores obtenidos para r^2 fue 0,739 y 0,737 respectivamente, (estadísticamente significativo, p=0,05) lo cual puede considerarse una buena correlación. Para el parámetro color, la correlación de L y la respuesta sensorial dio un r^2 de 0,920, estadísticamente significativo. La correlación con el parámetro b y la respuesta sensorial dio un r^2 de 0,334, no estadísticamente significativo. Esto puede indicar que la suplementación con SA hace las pastas más oscuras y la calidad del color amarillo se afecta y ello tiene una influencia muy importante en la percepción integral del color del producto por parte del panelista. La medida instrumental en cambio puede hacer una discriminación de la intensidad del amarillo y el grado de oscurecimiento.

Los resultados de la prueba de preferencia entre las distintas pastas se presentan en la Tabla 8. Después de aplicar en análisis de varianza se encontró que los panelistas no detectaron diferencias significativas (p=0,05) para el color, sabor y textura de las pastas evaluadas, a excepción del color de la pasta SD y 10% de SA. Esto parece indicar que las pastas suplementadas con SA pudieran comercializarse como pastas integrales, ya que las características evaluadas parecen no ser muy diferentes entre sí y comparadas con la pasta integral comercial. Es importante aclarar que para la evaluación

sensorial sólo se analizaron las cuatro pastas con SA en su formulación y la pasta integral comercial. Esta decisión se tomó por que las variables a considerar ya se habían evaluado instrumentalmente y las diferencias eran muy notables entre las comerciales y las experimentales.

TABLA 7
Correlación entre la dureza y el color instrumental y sensorial de las pastas elaboradas con salvado de arroz y de la pasta integral comercial

Medida Instrumental	Medida Sensorial	
	Dureza	Color
Dureza		
Máxima Fuerza de Compresión (g)	0,739 ¹	
Trabajo de Compresión (g/mm ²)	0,737 ¹	
Color		
L		0,920 ¹
b		0,334

1- Valores estadísticamente significativos (p=0,05)

TABLA 8
Evaluación sensorial de las pastas

Pastas	Color	Sabor	Textura
Durum			
80:20	3,96 ± 1,40 ^a	3,64 ± 1,80 ^b	3,60 ± 1,66 ^c
90:10	4,96 ± 1,37 ^b	4,80 ± 1,50 ^b	4,56 ± 1,58 ^c
80:20	4,24 ± 1,27 ^a	4,04 ± 1,49 ^b	3,96 ± 1,54 ^c
90:10	5,00 ± 1,19 ^a	4,84 ± 1,57 ^b	5,24 ± 1,23 ^c
Integral comercial	4,40 ± 1,56 ^a	5,12 ± 1,17 ^b	4,72 ± 1,57 ^c

Se empleó un panel no entrenado de 35 personas y una escala hedónica de 7 puntos donde 1= me disgusta mucho y 7=me gusta mucho.

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar de las 35 respuestas de los panelistas. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas (p=0,05).

Los valores del PER experimental y expresados como un porcentaje del PER de la cascina, se presentan en la Tabla 9. Para efectos comparativos es mejor observar los valores relativos, expresados en porcentajes. Se observa que todos los valores son menores del 50% del PER de la cascina, siendo el valor de la pasta durum comercial el valor más alto (48,35%). Los valores para la pasta suplementada son menores que las comerciales, pero se observó que a medida que aumentó la suplementación el PER se incrementó, independientemente del tipo de sémola empleado. Lo que si está claro, es que ni las pastas comerciales, ni las suplementadas pueden ser consideradas una fuente de proteína de buena calidad.

Los valores de Digestibilidad Aparente (DA) *in vivo* se presentan en la Tabla 9, se observa que los están en el rango de 79,04 y 91,87%

valores típicos de proteínas de cereales (19). Los valores más altos correspondieron a las pastas comerciales: 91,87% para SD y 90,41% para la HG, iguales entre sí. No se observaron diferencias entre las DA de las cuatro pastas elaboradas con SA, pero estos fueron menores que las comerciales. La DA de la caseína con celulosa (82,25%) fue mucho menor que el de la caseína sin celulosa (93,90%). Ciertamente se sabe que la suplementación con SA aumenta el contenido de fibra dietética y quizás ello provocó una disminución de la DA de las pastas. Se ha demostrado que la adición de fibra en las dietas modifica los patrones de excreción de nitrógeno (19) y por tanto la DA. Según Saunders (20), la presencia de cuerpos proteicos no digeribles como el ácido fólico presente en el SA puede afectar la DA. Los valores de la DA de SA de distintas procedencias variaron entre 59 y 74% y estos eran menores a medida que aumentaba el porcentaje de fibra (21).

TABLA 9

Relación de eficiencia proteica (PER) de las pastas suplementadas con salvado de arroz y de las pastas comerciales

Dieta	PER Experimental	PER Relativo (*)	Digestibilidad Aparente
Durum			
80:20	1,49 ± 0,28 ^a	39,4 ¹	88,8 ± 2,4 ^a
90:10	1,11 ± 0,11 ^b	29,4 ¹	87,3 ± 3,3 ^a
Granular			
80:20	1,59 ± 0,39 ^a	42,1 ¹	86,4 ± 2,6 ^a
90:10	1,28 ± 0,38 ^b	33,9 ¹	85,3 ± 4,0 ^a
Integral comercial	1,06 ± 0,21 ^b	28,0 ¹	79,0 ± 3,3 ^b
Durum comercial	1,90 ± 0,38 ^a	48,4 ²	91,9 ± 2,4 ^c
Granular comercial	1,55 ± 0,23 ^a	39,4 ²	90,4 ± 2,6 ^c
Caseína	3,93 ± 0,27 ^c	100,0	93,9 ± 1,2 ^c
Caseína + celulosa	3,78 ± 0,24 ^c	100,0	82,2 ± 1,9 ^b

Los resultados se expresan en términos de promedio y desviación estándar. Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencias significativas ($p=0.05$)

* Expresado como un porcentaje del PER de la caseína 1. Se calcularon usando el PER de la caseína + metionina + celulosa como 100%. 2. Se calcularon usando el PER de la caseína + metionina como 100%

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen al pastificio La Parmigiana por la oportunidad que se nos brindó de elaborar las pastas. Gracias también a la División de Investigaciones en Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición por facilitar sus instalaciones para la realización de los ensayos biológicos y a su personal técnico por su asistencia.

REFERENCIAS

- Dexter J.E. & Matsuo R.R. Relationship between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. *J Agric Food Chem* 25(5): 899. 1980.
- Grzybowski R.A. & Donnelly B.J. Cooking properties of spaghetti: Factors affecting cooking quality. *J Agric Food Chem* 27(2):380. 1979.
- Dexter J.E., Kilborn R.H., Maoran B.C. & Matsuo R.R. Grain research laboratory compression tester instrumental measurement of cooked spaghetti stickiness. *Cereal Chem* 60(2):139. 1983.
- Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Norak F.A., Bock M.A. & Mattheews R.H. Retention of selected minerals in enriched pasta products during cooking. *Cereal Chem* 62 (2):117. 1985.
- Mosqueda M., Omaña E. & Rodríguez N. Elaboración de pastas de alta calidad con harinas compuestas (trigo-arroz). 2do. Informe al Conicit. Proyecto DDCT-Ta-4. 1981.
- Hoseney R.C. Pastas and Noodles. In «Principles of Cereal Science and Technology». Chap. 3 Pomeranz Y (ed). Vol 4. Manhattan, Kansas U.S.A. 1986.
- Matsuo R.R., Bradley J.W. & Irvine G.N. Studies on pigment destruction during spaghetti processing. *Cereal Chem* 47 (1):2. 1970.
- Kobrehel K., Laignelet B. & Feillet P. Study of some factors of macaroni brownness. *Cereal Chem* 51(5):675. 1974.
- Dexter J.E. & Matsuo R.R. Effect of starch on pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. *Cereal Chem* 56(3):190. 1979.
- Oh H., Beid P.A., Deyoe C.W. & Ward A.B. Noodles. I-Measuring the textural characteristics of cooked noodles. *Cereal Chem* 50(6):433. 1983.
- A.A.C.C. American Association of Cereal Chemists. INC. Sheney W. and tripples K. (ed) St Paul, Minnesota USSA. 1988.
- Edwards N.W., Izydorezyk M.S., Dexter J.E. & Biliaderes C.G. Cooked pasta texture. Comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. *Cereal Chem* 70(2):122. 1993.
- Wittig E. «Evaluation sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos» Universidad de Santiago de Chile. Chile. 1982.
- Alison A.M. Biological evaluation of protein. *Physiol Rev* 35:644. 1965.
- Hevia P. & Cioccia. Application of a colorimetric method to the determination of nitrogen in nutritional studies with rats and humans. *Nut Rep Int* 38(6):1129. 1988.
- Kordonowy R.K. Youngs V.L. Utilization of wheat bran and its effect on spaghetti. *Cereal Chem* 64(4):301. 1985.
- Sánchez C. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de sorgo cruda y precocida en la calidad de las pastas alimenticias. Trabajo Especial de Grado. Instituto de Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias U.C.V. Caracas, Venezuela. 1990.
- Miche J.C., Alvary R., Jean M.F. & Abecassing J. Potential use of sorghum grains in pasta processing in proceeding of symposium: «Sorghum and Millet for Human Food». pp.27. London. 1983.
- Eggum B.O. Digestibility of plant protein: Animal studies. Chap 11. In «Digestibility and Amino. Acid Availability in Cereal and Oilseeds». Finley J.W. and Hopkins D (ed) American Association of Cereal Chemists. Inc. St Paul, Minnesota. 1985.
- Saunders R.M. Rice Bran: composition and potential uses. *Food Rev Int* 1(3):465. 1986.
- Guerra M., Mosqueda M. & Padua M.R. Tecnología de cereales y poder sustitutivo. En simposio: «Los cereales en el Patrón Alimentario Venezolano» Comisión Coordinadora de Investigaciones en Alimentos y Nutrición CCIAN. Caracas, Venezuela. 1986.

Recibido: 14-07-1995

Acceptado: 26-02-1997

Desarrollo de una pasta para sopa diseñada de acuerdo a los gustos y recomendaciones nutricias para los ancianos

Josefina Morales de León¹, María del Pilar Mercado Godinez² y Patricia Cecin Salomón²

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

RESUMEN. El objetivo planteado fue elaborar una pasta para sopa con base en una mezcla cereal/leguminosa mediante el método de extrusión en frío, de acuerdo a las preferencias y limitaciones de la población senil. Para obtener la formulación se utilizó un programa para el cálculo de mezclas alimenticias en el cual se aplicaron limitantes como: cantidad y calidad de proteína. Las mezclas seleccionadas deberían presentar un contenido de proteína mayor a 13,2 g/100 g y una calificación química de leucina, lisina y metionina-cisteína no menor al 75% de las recomendaciones dadas por la FAO/OMS 1973 ya que son los aminoácidos limitantes en el amaranto, en el trigo y en el frijol, respectivamente; las mezclas se evaluaron mediante pruebas químicas, microbiológicas, farinográficas, físicas y sensoriales. La mezcla que presentó las mejores características fue: 70% sémola de trigo (*Triticum durum*), 20% frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y 10% amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). La pasta elaborada con esta mezcla cumplió con el 20% de las recomendaciones para ancianos de proteína, hidratos de carbono, calcio, hierro y vitaminas A, B₁ y C en 100 g de producto cocido y se aceptó sensorialmente por más del 95% de la población senil; fue microbiológicamente estable durante 12 semanas de almacenamiento a 25 °C y 55% HR en un empaque de celofán. De este estudio se concluyó que la pasta es un buen vehículo para adicionar las sustancias y nutrimentos deficientes en la dieta habitual de los ancianos en nuestro país.

SUMMARY. Development of a soup paste based on the taste and nutritional requirements of the elderly people. The objective of this project was to elaborate a soup paste product based on cereal/leguminous mixture by cold extrusion method according to the preferences and limitations of the senescent population. Formulas were obtained by a computation food mixtures program; the limitations applied were: protein quantity and quality. Selected mixtures has to contain protein values over 13.2 g/100 g and a chemical assessment of leucine, lysine and methionine-cistein not lower than 75% of the FAO/OMS 1973 recommendations, because they are the limitant aminoacids of the amaranth, the wheat and the beans, respectively. Chemical, physical, microbiological, farinografics and sensorial tests were applied to evaluate the characteristics of the mixtures. The selected mixture was made up of: 70% wheat semolina (*Triticum durum*), 20% beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and 10% amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*). The manufactured paste allowed 20% of the nutritional requirements of the elderly people of protein, carbohydrates, calcium, iron and vitamins A, B₁ and C; it was highly accepted (95%) by the elderly people and was microbiologically stable for 12 weeks period at 25 °C and 55% RH in cellophane packages. We can conclude that the soup paste may be a vehicle to add substances and deficient nutriments to the habitual diet of the elderly people in our country.

INTRODUCCION

El grupo denominado de la tercera edad lo forman personas de 65 años y mayores; es además el tiempo o período de la vida en que gran parte de los individuos se jubilan y cuando se presentan más modificaciones en el estilo de vida. Las actividades físicas y sociales generalmente disminuyen; además de que muchas funciones fisiológicas se ven alteradas (1). Los procesos de envejecimiento están íntimamente relacionados con la nutrición del individuo. La dieta de las personas en la tercera edad, debe ser adecuada a las perturbaciones orgánicas y funcionales, derivadas del proceso de envejecimiento, debiendo tomarse en cuenta los siguientes aspectos: los alimentos, su preparación y su presentación, la adecuación de sus problemas digestivos y los hábitos alimentarios (2,3,4).

En México, no se cuenta aún con información suficiente sobre el número de ancianos, ni de sus condiciones de vida, sin embargo desde hace algunos años, el interés por la población senil ha aumentado y una muestra de ello es la creación de instituciones que tienen la responsabilidad de dar protección, ayuda y orientación a esta pobla-

ción (5). De hecho, en 1988, el INNSZ llevó a cabo un estudio en 14 asilos y 7 clubes de la tercera edad ubicados en el Distrito Federal con el propósito de conocer los principales problemas que limitan el consumo de alimentos, su preferencia hacia los mismos y el tipo de dieta que consumen los ancianos. Los resultados de este estudio indicaron que más del 90% de este segmento de la población carece de una dentadura completa, asimismo, los trastornos gastrointestinales de mayor incidencia fueron el estreñimiento, la sensación de llenitud rápida y la anorexia. La dieta de la mayoría de estas personas, principalmente de aquellas que viven en asilos, es baja en proteína y abundante en hidratos de carbono y los platillos preferidos por este grupo de edad son aquellos elaborados a partir de cereales, verduras y carne, tales como chilaquiles, aguacate, guisados con carne de res y de cerdo y pastas entre otros (6). Con base en esto se consideró la posibilidad de elaborar una sopa de pasta con base en una mezcla de sémola de trigo (*Triticum durum*), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*).

Las pastas forman una parte importante de la dieta en nuestro país; las últimas encuestas realizadas por el INNSZ, muestran que las pastas para sopa se incluyen de manera importante en la dieta de la población, particularmente en la de escasos recursos económicos. Como pasta se define a aquellos productos alimenticios elaborados de una mezcla básica de harina o sémola de trigo y agua, a la cual se le pueden adicionar otros ingredientes tales como huevo y vitaminas y darles la forma deseada (estrellitas, caracolitos, conchitas, etc).

1 Investigador del Dpto. de Ciencia y Tecnología de Alimentos. INNSZ.
2 Químico - Investigador del Dpto. de Ciencia y Tecnología de Alimentos INNSZ

Para la manufactura de pastas se prefiere el trigo duro como materia prima, el cual se caracteriza por tener un endospermo duro y se presta para la producción de semolina. La semolina tiene ventajas sobre la harina en la manufactura de estos productos, debido a que se requiere menor cantidad de agua para formar la masa y toda agua adicionada debe ser posteriormente removida en el proceso de secado, por lo tanto entre menos agua se tenga que eliminar, el proceso es más sencillo y económico. Esta debe contener un alto contenido de gluten, lo que proporcionará el color, la firmeza y la elasticidad característica de las pastas. Por otro lado, las pastas obtenidas a partir de trigo duro, presentan mayor estabilidad durante la cocción que aquellas que se elaboran de cualquier otro trigo, lo que evita que se desintegre o se haga pegajosa. Dado que las pastas se elaboran a partir de trigo, el cual es deficiente en lisina, estos productos son susceptibles de mejorarse sustancialmente en cuanto a su cantidad y calidad de proteínas. El empleo de materias primas de mayor contenido en lisina, como el frijol y el amaranto, pueden aumentar la calidad nutricional de este alimento; además las pastas pueden considerarse como un vehículo adecuado para tratar de mejorar la dieta de la población, ya que presentan algunas características importantes como es su bajo costo, facilidad en su preparación, aceptación de sus propiedades sensoriales, larga vida de almacenamiento a temperatura ambiente y consumo frecuente por casi todos los miembros de la familia (7,8,9).

Con base en lo anterior, objetivo del presente trabajo, fue: elaborar una pasta para sopa con base en una mezcla cereal/leguminosa mediante el método de extrusión en frío de acuerdo a las preferencias y limitaciones de las personas en la tercera edad, adicionada con vitaminas y minerales que satisfaga por 100 g de producto el 20% de las recomendaciones por día de proteína, hidratos de carbono, nutrientes inorgánicos (Ca y Fe) y de ser posible de vitaminas (A, B₁, B₂ y C) para este grupo de la población.

MATERIAL Y METODOS

Materias primas: Para este proyecto se utilizaron como materias primas a la sémola de trigo (*Triticum durum*), al amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y al frijol (*Phaseolus vulgaris* L); los dos últimos se sometieron a un proceso de molienda, en un molino de cuchillas, hasta obtener un tamaño de partícula de 0,5 mm similar al de la sémola de trigo.

Desarrollo experimental: Se desarrollaron y seleccionaron mezclas teóricas utilizando programación lineal para el cálculo de mezclas alimenticias, con el cual fue posible seleccionar en una primera fase a aquellas mezclas que cumplieran con los objetivos del proyecto. Los requisitos con los que debía cumplir la mezcla, fueron: que presentaran un contenido de sémola de trigo entre 65-70% y de frijol y amaranto entre 10-30%; que la cantidad de proteína no fuera menor de 13,2 g/100 g y que la calificación química de leucina, lisina y metionina-cisteína en la mezcla fuera mayor o igual al 75% de las recomendaciones dadas por la FAO/OMS 1973 (10,11,12), ya que estos últimos son los aminoácidos limitantes en el amaranto, en el trigo y en el frijol, respectivamente.

En una primera etapa se obtuvieron 60 mezclas teóricas, por lo que fue necesario llevar a cabo una segunda fase de selección con base en las características reológicas de consistencia y textura de la masa. En esta segunda etapa se eligieron 4 mezclas, las cuales se evaluaron mediante análisis reológicos. Con estas muestras se traba-

jó posteriormente para elaborar las pastas a nivel laboratorio. El proceso que se siguió para la elaboración de las pastas se presenta en la Figura 1. La masa obtenida durante el proceso se extruyó en frío en una pastificadora DEMACO, dándole forma de tallarines de 5 cm de largo; los tallarines se acomodaron en charolas de acero inoxidable y se procedió al presecado que se realizó con el ventilador de la pastificadora; en esta operación fue posible secar la superficie de los tallarines evitando que estos se pegaran entre sí; posteriormente el secado se terminó en una estufa de charolas marca APEX. El tiempo y la temperatura de secado se establecieron con base en las determinaciones de humedad llevadas a cabo en las pastas hasta alcanzar el porcentaje de humedad establecido en la Norma Oficial Mexicana para pastas (14,0 g/100 g max.) (8).

Las pastas se empacaron en bolsas de celofán en porciones de 100 g cada una y se almacenaron en una cámara climática que se ajustó a las condiciones ambientales de la Ciudad de México (25 ± 2 °C; 55% HR).

Paralelamente y bajo las mismas condiciones, se elaboró como referencia una pasta testigo, únicamente con sémola de trigo. Las pastas se evaluaron mediante análisis químicos, físicos, microbiológicos, sensoriales y se determinó la vida de anaquel (esta última determinación se realizó únicamente en el producto finalmente seleccionado).

METODOS DE ANALISIS

Los análisis a los que se sometieron las materias primas y los productos terminados fueron: análisis químico proximal de acuerdo a las técnicas oficiales del AOAC (13) en las que se incluye: humedad, cenizas, proteínas, grasa cruda y fibra cruda, los hidratos de carbono se obtuvieron por diferencia a 100; análisis de vitaminas: vitamina A por HPLC (14), vitamina B₁ y B₂ por métodos fluorométricos (15) y vitamina C por titulación (13); determinación de calcio y hierro por absorción atómica (16); análisis microbiológico de acuerdo a las técnicas recomendadas en el manual de microbiología de alimentos del INNSZ (17) en las que se incluyen: cuenta de bacteria mesófilas aerobias (ufc/g), cuenta de mohos y levaduras (ufc/g), enumeración de coliformes totales y fecales, investigación de *Salmonella sp.* en 25 g, cuenta de *Staphylococcus aureus* (ufc/g); análisis farinográficos (18,19) que incluyen: porcentaje de absorción de agua, tiempo de absorción, tiempo óptimo de amasado, tiempo de estabilidad y tiempo de caída; análisis físicos (15,20): tiempo de cocción y tiempo de batido, incremento en volumen e incremento en peso, cuantificación de sólidos desprendidos; evaluación sensorial (21), la cual se desarrolló en dos etapas:

1. A nivel laboratorio: se llevó a cabo una evaluación preliminar de las pastas sin guisar, en la que participaron 30 jueces no entrenados a los cuales se les aplicó una prueba de ordenamiento por preferencia. De los resultados obtenidos se calculó el porcentaje de aceptación y se acomodaron en orden de preferencia. La pasta que tuvo mayor aceptación se evaluó nuevamente sin guisar y guisada con una salsa de jitomate comprándose con un testigo. Participaron 30 jueces no entrenados a los cuales se les aplicó una prueba de nivel de agrado con escala hedónica de 7 puntos. De los resultados obtenidos se calculó el porcentaje de aceptación y la preferencia de cada producto.
2. A nivel de asilos: la pasta seleccionada se preparó con una salsa de jitomate y se evaluó en 4 asilos de nivel socioeconómico medio y bajo, ubicados en diferentes zonas del Distrito Federal.

los cuales fueron elegidos con base en un estudio previo realizado por el INNSZ (6). Los asilos evaluados fueron: Virgen de Talpa, Agustín González de Cosío, Matías Romero y Albergue Pedro Chanel. Participaron 64 personas mayores de 60 años que gozaban de buena salud.

Vida de anaquel: La pasta seleccionada se empacó en bolsas de celofán en porciones de 100 g cada una; los paquetes se almacenaron en una cámara de temperatura controlada a 25 ± 2 °C y 55% HR por 3 meses. Durante este período se tomaron muestras a diferentes intervalos de tiempo, las cuales se sometieron a los siguientes análisis: análisis químico proximal (13), cuantificación de calcio y hierro (16), cuantificación de vitaminas (13,14,15) pruebas físicas (15,20,22) que se realizaron al inicio y al final del período de almacenamiento y análisis microbiológico que se realizó al inicio, a las dos, cuatro, ocho y doce semanas de almacenamiento (17).

RESULTADOS

De los resultados de la caracterización química de las materias primas, se destaca que el contenido de proteína y de fibra cruda, tanto del frijol (21,5 g/100 g y 2,2 g/100 g) como del amaranto (15,0 g/100 g y 3.3 g/100 g) respectivamente, son mayores que el de la sémola de trigo (11,0 g/100 g y 1,3 g/100 g), lo cual redundará en beneficio del anciano, debido a que estas personas sufren de problemas de constipación (6).

En cuanto a los resultados del análisis microbiológico de las materias primas es posible afirmar que la sémola de trigo (*Triticum durum*), el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) son de buena calidad microbiológica ya que no hubo desarrollo de microorganismos a excepción de una cuenta de bacterias mesófilas aerobias de 1.435,730 y 90 ufc/g y un crecimiento de hongos de 40, 50 y 30 ufc/g, respectivamente. No existen normas para estos productos, pero si se toman como referencia los datos de algunas normas específicas, entre las que se citan las marcadas para «Pasta de harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades» (22), así como algunos datos proporcionados en general para alimentos (sémola de trigo y harinas en general) (23), donde se permite un desarrollo bacteriano máximo de 50.000 ufc/g y una cuenta máxima de hongos de 100 ufc/g, se puede decir que estos productos son aptos para su procesamiento y posterior consumo.

Del programa lineal para el cálculo de mezclas alimenticias, se obtuvieron 60 mezclas teóricas que cumplieron con los requisitos de proteína y con la calificación química establecidos en el proyecto, sin embargo únicamente 4 de ellas presentaron características de textura y consistencia adecuadas para desarrollarse a nivel laboratorio (Tabla 1), mientras que las 56 restantes mostraron una textura muy pegajosa difícil de manejar, por lo que fueron descartadas. Paralelamente se elaboró una pasta con 100% de sémola de trigo que se le denominó pasta testigo. Es importante destacar que las 4 mezclas presentaron un comportamiento reológico similar al de la pasta testigo; su textura y consistencia fueron adecuadas para la elaboración de pastas, es decir, no eran pegajosas por lo que podían manejarse fácilmente; presentaron buen tiempo de estabilidad si se compara este con una harina de trigo utilizada para la elaboración de pan (24,25) que es de 11-29 min y no presentaron tiempo de caída lo que permitió elaborar las pastas de cada una de las mezclas siguiendo el diagrama de la Figura. 1.

FIGURA 1
Procedimiento general de elaboración de una pasta para sopa

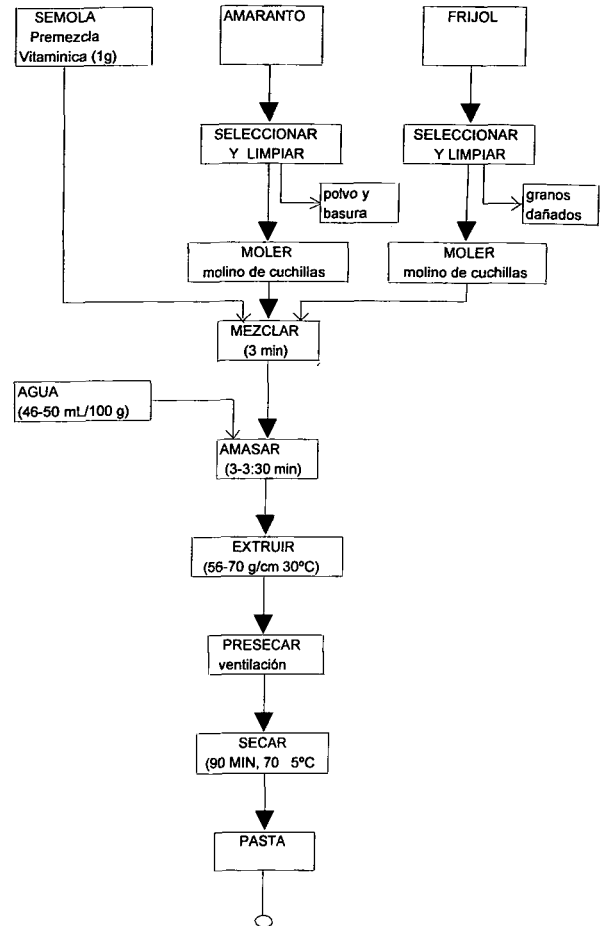


TABLA 1
Características reológicas de las mezclas utilizadas para la elaboración de pastas a nivel laboratorio

Análisis	MEZCLAS				
	406	419	431	442	Testigo
Humedad (g/100 g)	13,80	14,98	13,85	15,25	15,00
Absorción de agua (%)	49,2	48,30	50,60	48,60	46,30
Tiempo de absorción (min)	1,45	1,15	2,00	1,15	1,15
Tiempo óptimo de amasado (min)	3,00	3,15	3,30	3,30	3,00
Tiempo de estabilidad (min)	>22'	>22'	>22'	>22'	>22'
Tiempo de caída (min)	no presentó	no presentó	no presentó	no presentó	presentó

406: Sémola 67%, Frijol 23%, Amaranto 10%
 419: Sémola 68%, Frijol 22%, Amaranto 10%
 431: Sémola 69%, Frijol 21%, Amaranto 10%
 442: Sémola 70%, Frijol 20%, Amaranto 10%
 Testigo: Sémola 100%

De los resultados del análisis químico de las 4 pastas elaboradas a nivel laboratorio se destaca el contenido promedio de proteína de 13,5 g/100 g y de hidratos de carbono de 73.7 g/100 g, valores que cubren el 20% de la recomendación establecida para las personas en la tercera edad. En cuanto a sus características físicas (Tabla 2), se puede observar que tanto el tiempo de cocción como el tiempo de batido, se incrementaron conforme aumentó el porcentaje de sémola de trigo y disminuyó la cantidad de frijol en la mezcla; por otro lado, el incremento en peso y en volumen fue muy similar en las 4 mezclas y la cantidad de sólidos desprendidos durante la cocción varió entre 6-10% (buena calidad); sin embargo la mezcla que presentó las mejores características físicas con base en las recomendaciones establecidas por la NOM y por Zayas (15,20,22), fue la elaborada con 70% de sémola de trigo, 20% de frijol y 10% de amaranto (N° 442). La pasta testigo presentó menor desprendimiento de sólidos que las demás, debido probablemente a su mayor contenido de gluten, ya que éste es el responsable de proporcionar las características adecuadas para la cocción de una pasta.

TABLA 2
Características físicas de las pastas elaboradas con las mezclas seleccionadas y la pasta testigo

Análisis	M E Z C L A S					Recomendaciones*
	406	419	431	442	Testigo	
Tiempo de cocción (min)	6	7	8	10	14	—
Tiempo de batido (min)	22	26	31	33	34	15 mínimo
Incremento en volumen (número de veces)	2.3	3.0	2.3	3.4	4.1	3.0 - 4.0
Incremento en peso (número de veces)	2.5	2.6	2.6	2.8	3.6	2.0 - 2.7
Cuantificación de sólidos (%)	10,3	7,9	10,2	8,9	6,7	hasta 7 normal <6 % muy buena calidad 6-10 % buena calidad >10 % mala calidad

* Referencias bibliográficas Nos. 15, 20 y 22

(—) no se especifica ningún valor

De los resultados de las determinaciones de vitaminas y de calcio y hierro, se puede decir que 100 g de las pastas elaboradas aportan 20% de las recomendaciones establecidas para ancianos en el caso de vitamina A (4,37 mg/100g), tiamina (0,5 mg/100g) y vitamina C (14,71 mg/100g); no así para la riboflavina, la cual no fue posible detectarla en el producto final.

Por otro lado presentaron valores de calcio de 119,40 mg/100 g y de hierro de 12,34 mg/100g, con los cuales se cumple con el 20% planteado en el objetivo del proyecto.

El análisis microbiológico de las pastas indicó que no hubo desarrollo de microorganismos, lo cual puede entenderse en virtud del bajo porcentaje de humedad las muestras, al secado al que fueron sometidas durante el proceso y a las condiciones higiénicas en las que se elaboraron, por lo que se puede decir que son aptas para el consumo humano.

Con respecto a la evaluación sensorial a nivel laboratorio de las pastas sin guisar, se observó que conforme aumentaba la cantidad de frijol en la mezcla, el nivel de agrado disminuía, por lo tanto, la mezcla seleccionada para su evaluación con salsa de jitomate fue la de: 70% sémola de trigo, 20% frijol y 10% amaranto (N° 442), a esta

mezcla adicionada con 0,8g de carbometilcelulosa, se le llamó pasta «tipo». Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de la pasta «tipo» en comparación con la pasta testigo (100% sémola), ambas sin guisar, mostraron que la primera presentó una calificación de 5 (gusta ligeramente) con una aceptación del 67,7%, mientras que a la segunda la calificaron como 6 (gusta moderadamente) con una aceptación del 86,7%. En una segunda evaluación sensorial a nivel laboratorio de la pasta «tipo» guisada con salsa de jitomate, ya que esta es una de las formas más comunes como se consumen las pastas en nuestro país, esta tuvo una aceptación del 75% por los jueces. A nivel asilos, se observó que la pasta «tipo» guisada con jitomate, presentó un porcentaje de aceptación promedio del 97% por las personas de la tercera edad, lo cual fue superior al valor mínimo esperado del 70% por lo que se puede decir que la pasta tuvo una muy buena aceptación por las población a quien va dirigido el producto.

Como era de esperarse durante las 12 semanas de almacenamiento los valores de humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra cruda, hidratos de carbono, calcio y hierro permanecieron sin cambios en el producto empacado; por otro lado las vitaminas A y C presentaron un ligero decremento, el cual pudo deberse a una oxidación de las mismas provocado por la luz que penetraba a través del empaque, pese a esto se cumplió con el 20% de las recomendaciones establecidas de estos nutrientes para las personas en la tercera edad, aún después de 90 días de almacenamiento (Tabla 3) con un consumo de 100g de pasta cocida.

TABLA 3
Composición química de la pasta tipo al inicio y al final del período de almacenamiento

	Período de almacenamiento (días)	
	Inicio	90
Humedad (g/100 g)	9,00	9,00
Cenizas	1,40	1,40
Proteína*	13,50	13,50
Extracto etéreo	0,70	0,70
Fibra cruda	1,70	1,70
Hidratos de carbono**	73,70	73,70
Vitaminas (mg/100 g)		
A	4,37	3,36
B ₁	0,50	0,50
B ₂	no se detectó	no se detectó
C	14,71	11,83
Nutrientes inorgánicos (mg/100 g)		
Calcio	119,40	119,40
Hierro	12,34	12,34

* N x 6,25

** por diferencia

Los resultados de las pruebas físicas se presentan en la Tabla 4. De este se observa que las pastas obtenidas cumplen con los criterios de referencia de evaluación de pastas y estos no se ven afectados durante el período de almacenamiento; el tiempo mínimo de batido

fue superior al establecido por la Norma Oficial Mexicana y por Zayas (20,22); no rebasó los límites para sólidos desprendidos, de acuerdo con las normas, por lo que se puede decir que el producto elaborado es de buena calidad. En cuanto al análisis microbiológico, se presentó un ligero incremento en la cuenta de bacterias mesófilas aerobias, presentándose un total de 20 ufc/g, sin embargo si se compara con la norma establecida para pastas y harinas (22,23) donde se permite un desarrollo máximo de 50.000 ufc/g, se concluye que el producto empacado sigue siendo apto para el consumo humano aún después de 3 meses de almacenamiento a 25 °C y 55% HR.

TABLA 4
Características físicas de la pasta tipo durante el período de almacenamiento

Determinación	Datos Experimentales	Recomendaciones*
Tiempo de cocción (min)	10,0	—
Tiempo de batido (min)	33,0	15 mínimo
Incremento en volumen (número de veces)	3,5	3,0-4,0
Incremento en peso (número de veces)	3,0	2,0-2,7
Cuantificación de sólidos, (%)	6,0	hasta 7 normal <6% muy buena calidad 6-10% buena calidad >10% mala calidad

* Referencias bibliográficas Nos. 15,20 y 22
(—) no se especifica ningún valor

CONCLUSIONES

Se desarrolló una pasta con base en sémola de trigo (*Triticum durum*) (70%), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (20%) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) (10%), la cual aporta por cada 100 g de pasta cocida el 20% de las recomendaciones diarias para las personas en la tercera edad de proteína, hidratos de carbono, calcio, hierro y vitamina A, B1 y C. Este producto mantuvo estable sus características químicas, físicas, microbiológicas y sensoriales durante 3 meses de almacenamiento a 25 °C y 55% HR, empacado en bolsas de celofán; presentó una aceptación sensorial mayor al 95% en los asilos evaluados, por lo que se puede decir que la pasta elaborada constituye una alternativa útil para atender las necesidades nutricias de este grupo de la población.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los directivos de los asilos estudiados, por el apoyo brindado para la realización de las evaluaciones sensoriales de los productos y al personal del Dpto. de Ciencia y Tecnología de Alimentos, especialmente a María Lorena Cassis Nosthas, María de la Luz Colón Herrera, Hortensia Villavicencio, Laura Peralta Mosca, Silvia Ruiz Jiménez y Martha Castañeda por su apoyo en los análisis realizados.

REFERENCIAS

1. Leveille GA & Cloitirer PF. Role of the Food Industry in Meeting the Nutritional Needs of the Elderly. *Food Technology* 40(2):82-88, 1986.
2. Benvouir S. La vejez. Buenos Aires, Ed. Sudamericana, 1980.
3. Fuentes AR. Salud y vejez. México, Ed. Caballito, 1978.
4. Geiger Z. & Bavetta LA. Necesidades nutricias en el anciano. En: El cuidado del paciente geriátrico. Cowdry E.V. Ediciones Científicas (Ed.) México, La Prensa Médica Mexicana, S.A. p.147-178, 1962.
5. INSEN. Problemática del anciano en México. Instituto Nacional de la Senectud. Capítulo 1. México, D.F.
6. Crail Ch. ML. & Morales LJ. Estudio sobre diversos aspectos físicos, dietéticos y socioeconómicos de los ancianos que residen en casa de reposo del D.F. *Revista del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. Médica: Ciencia y Humanismo* 4:22-29, 1990.
7. Herper JM. Macaroni Extrusion. En: *Extrusion of Foods Vol II*. CRC Press, Inc. USA, p19-39. 1981.
8. Necoechea MH. & Camacho JL. Elaboración de una pasta para sopa a base de alegría. *Tecnología de Alimentos* 17(4):14-24. 1982.
9. Necoechea MH. & Camacho JL. Pasta para sopa de valor nutritivo mejorado a base de una mezcla trigo-soya. *Tecnología de Alimentos* 18(3): 7-11, 1983.
10. Aminoacid Content of Foods and Biological Data on Protein by Food Policy and Food Service, Nutrition Division, FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1970.
11. Crail Ch. ML. Cambios en las propiedades físico-químicas y valores nutricionales del frijol (*Phaseolus vulgaris*) por tratamiento térmico alcalino. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos, 1987.
12. Hernández M., Chávez A. & Bourges H. Tablas de valor nutritivo de los alimentos mexicanos. Instituto de la Nutrición Salvador Zubirán. México, 1987.
13. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC International* 16th ed. Washington, DC, 1995. Métodos N° 925.09, 923.03, 920.105, 962.09, 920.172 y vitamina C. 967.21.
14. Deutsch M. Vitamins and other nutrients (Vitamin A, E and Carotene in Foods). AOAC. 1989.
15. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, AACCC. 8th ed. St. Paul, Minn, The Association. Métodos N° 86-80 y 86-70. 1986.
16. Perkin - Elmer. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry*. Connecticut, USA, 1982.
17. Colón HML & Morales LJ. *Manual de Microbiología de Alimentos*. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. México, 1993.
18. Brabender OHG Duisburg. *Manual de Introducciones para el manejo del Farinógrafo*. Kulturstra Be. West Germany. 1979.
19. De Man JM. Voisey PW, Rasper VF & Stanley DW. *Rheology and Texture in Food Quality*. Westport, Connecticut, Ed. The Avi Publishing Company, 1979.
20. Zayas MDM. Elaboración de pastas para sopa extendidas con sorgo y enriquecidas con proteína de origen animal. Instituto Politécnico Nacional de Ciencias Biológicas. 1987.
21. Pedrero DF & Pangborn RM. Evaluación sensorial de los alimentos, métodos analíticos, México, Ed. Alhambra Mexicana, 1989.
22. Norma Oficial Mexicana (NOM-F-23-1980). Pasta para harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. 1980.
23. Fernández EE. *Microbiología Sanitaria. Agua y Alimentos*. Vol. I EDUG. Universidad de Guadalajara, México. 1981.
24. Schiller GW. *Bakery Flour Specifications*. Cereal Foods World. American Association of Cereal Chemists. ISSN 0146-6283: 647-651. 1984.
25. Dick JW. Rheology of Durum. En: *Rheology of Wheat Products*. Hamed Farridi (Ed). St. Paul, Minnesota, The American Association of Chemists, Inc. p.219-240. 1985.

Recibido: 23-08-1996

Aceptado: 25-03-1997

Un test para medir el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales al inicio de la Educación Básica

Daniza Ivanovic Marincovich¹, Carmen Gloria Castro Gómez² y Rodolfo Ivanovic Marincovich³

Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Unidad de Nutrición y Rendimiento Escolar. Unidad de Gastroenterología. Santiago, Chile

RESUMEN. El propósito de este trabajo fue elaborar un test para medir el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales en I y II año básico, es decir durante el primer subciclo de la Educación Básica. Se diseñó un instrumento gráfico, no-verbal, de acuerdo al desarrollo psicológico del niño y basado en los objetivos específicos contemplados en los programas de estudio, para el primer subciclo de la Educación Básica. El test quedó estructurado en base a 15 preguntas, distribuidas en dos áreas Area 1: Conceptos Básicos de Alimentación y Nutrición (9 preguntas) y Area 2: Higiene Alimentaria, Personal y Ambiental (6 preguntas). El test piloto se efectuó en 103 estudiantes de ambos cursos (1:1), de ambos sexos (1:1), pertenecientes a las comunas de Peñalolén y Las Condes (1:1), en la Región Metropolitana de Chile, siendo la proporción entre los niveles socioeconómicos (NSE) extremos, es decir alto y bajo, de 1:1 en cada curso. El NSE se determinó mediante el Método de Graffar Modificado. La validez de contenido se aseguró a través de jueces y de los programas de estudio, por los cuales se rigen todos los establecimientos educacionales. La confiabilidad se determinó por la correlación de Spearman con la corrección Spearman-Brown y la consistencia item-test se determinó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Los datos fueron procesados mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System). El instrumento definitivo fue aplicado en 1.482 escolares de I y II año básico, durante el período 1986-1987. Los resultados mostraron que la confiabilidad del test fue de 0.84 y la consistencia item-test fue igual o superior a 0.25 en todas las preguntas seleccionadas. Los resultados del presente estudio permiten concluir que este test puede ser de utilidad para los profesionales del sector educación y salud, con el objeto de determinar el nivel de conocimiento alimentarios y nutricionales al inicio de la Educación Básica, tanto en Chile, como en otros países.

SUMMARY. A test to measure the degree of knowledge on food and nutrition at the onset of elementary school. The objective of this work was to design a test to measure the degree of knowledge on food and nutrition in school-age children from elementary first and second grades. A graphic instrument was designed according to the psychological child development and was based on the specific objectives pursued by the curriculum programs of the Ministry of Education. The test was developed around the following topics through 15 items: Area 1: Basic Concepts on Food and Nutrition (9 items) and Area 2: Food, Personal and Environmental Hygiene (9 items). The test was pilot tested on 103 school-age children of both grades (1:1), of both sexes (1:1), belonging to Peñalolén and Las Condes counties from Chile's Metropolitan Region and from high and low socioeconomic status (SES) (1:1), measured through the Graffar's Modified Method. The final version of the test was applied in a representative sample of 1.482 school-age children from Chile's Metropolitan Region from elementary first and second grades during 1986-1987. Content validity was assured by a team of judges and by the curriculum programs. Reliability was assessed by the Spearman correlation with the Spearman-Brown correction. Item-test consistency was determined by the Pearson correlation coefficient. Data were processed by the statistical analysis system (SAS) package. Results showed that reliability coefficient was 0.84 and item-test consistency was equal or above 0.25 in all items. It can be concluded that this test can be useful to determine the degree of knowledge on food and nutrition at the onset of elementary school, both in Chile and in other countries.

INTRODUCCION

En Chile, al igual que en el resto de los países de América Latina y El Caribe, la investigación relativa a determinar el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales de la población escolar y general, es escasa (1-5). Este hecho es especialmente preocupante en los niños de temprana edad, en donde se registra muy poca información al respecto (6). Más aún, en niños norteamericanos que asisten a kindergarten, se ha descrito que sus conocimientos alimentarios son inconsistentes con sus prácticas alimentarias (7).

Diversos autores han verificado que los conocimientos alimentarios y nutricionales de la población escolar son bajos, especialmente en los estratos más desposeídos de nuestra sociedad y entre los adolescentes (3-5,8,9). Este hecho es especialmente relevante, ya que se ha descrito que el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales de la población desempeña un rol de fundamental importancia en la mantención de un estado nutricional adecuado (10,11). Se ha señalado que la educación en nutrición debería impartirse desde temprana edad, ya que los hábitos alimentarios adquiridos durante esta etapa tan importante de la vida, afectarían el comportamiento alimentario y nutricional de la persona a lo largo de toda su vida (12).

Diversos estudios con positivos resultados, se han efectuado a nivel internacional, con el objeto de implementar programas de educación en nutrición, desde temprana edad (13-16). Muchos de estos estudios, forman parte del programa de alimentación escolar, en el cual se imparte educación en nutrición, conjuntamente con el beneficio (17). Otros estudios han ampliado el campo de acción a las

1 Profesor Asociado. Profesora de Ciencias Naturales y Biología. Magister en Ciencias de la Nutrición con Mención en Planificación en Alimentación y Nutrición. Jefe Unidad de Nutrición y Rendimiento Escolar.

2 Laboratorista Químico. Ayudante Técnico.

3 Sociólogo. Licenciado en Sociología. Fallecido el 16-12-91.

madres, con excelente resultados (18). En USA el programa de almuerzos escolares ha sido objeto de numerosos estudios, incluyendo actividades educativas anexas, aparte del hecho que se imparte educación en nutrición en el curriculum formal (19).

En relación a lo anteriormente mencionado, en Chile la situación es diametralmente opuesta y, a pesar que los programas de estudio que el Ministerio de Educación ha formulado para la Educación Básica, contemplan una serie de objetivos que dicen relación con alimentación y nutrición, no es menos cierto que no existe una línea curricular tendiente a emplear metodologías adecuadas, para abordar la enseñanza de la nutrición desde temprana edad. Esto se traduce en que el nivel de conocimientos alimentario-nutricionales y de salud que tienen los escolares es muy bajo, especialmente, en aquellos que pertenecen a los sectores más pobres (3-5,20).

La Organización Mundial de la Salud ha destacado especialmente el rol que en la prevención de las enfermedades nutricionales debieran jugar las escuelas (21). En el marco de estas consideraciones, nos interesó conocer el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales de los escolares al inicio de la educación básica, es decir en el primer subciclo, a los cuales pertenecen I y II año básico, nivel de la enseñanza muy poco estudiado en estas materias. El propósito de este estudio fue validar un test tendiente a medir el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales, basado en los objetivos específicos contemplados en los programas de estudio que para este subciclo ha formulado el Ministerio de Educación de Chile (20), con el objeto de contribuir a apoyar la labor docente de los profesionales del sector educación y salud que pudieran desempeñarse en este nivel de enseñanza, para los cuales muchas veces es difícil poder abordar estas temáticas, en niños de temprana edad.

MATERIAL Y METODOS

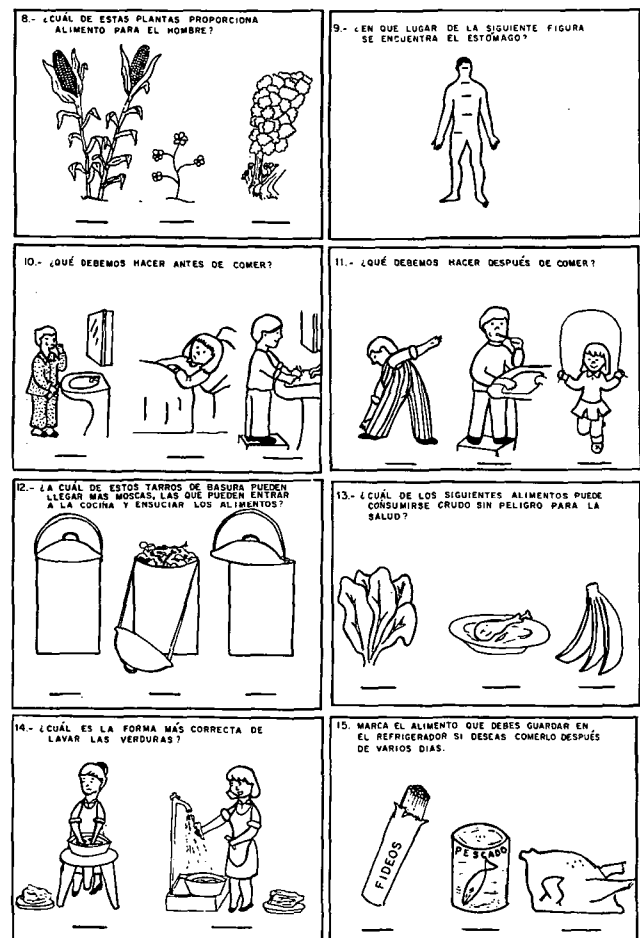
Diseño del Test para medir el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales:

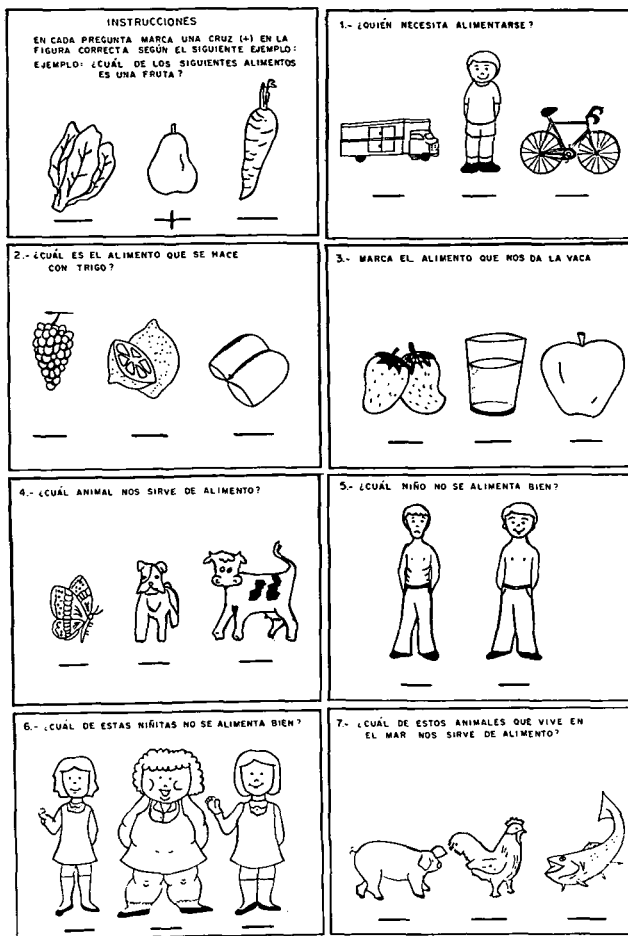
El nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales se determinó, en ambos cursos, mediante un test basado en los objetivos específicos que dicen relación con alimentación y nutrición, contemplados en los programas oficiales de estudio del Ministerio de Educación de Chile, específicamente en la asignatura de ciencias naturales (20). La validez de contenido del test se fundamenta en el hecho que está basado en los objetivos curriculares contemplados en los programas de estudio, que para estos cursos de la Educación Básica, ha formulado el Ministerio de Educación de Chile, por los cuales se rigen todos los establecimientos educacionales del país (20), además de someterse a jueces. Para tal efecto, se confeccionó una tabla de especificaciones. Tabla 1, siguiendo la misma metodología empleada en estudios previos (3-5), consignando los objetivos específicos señalados en los programas de estudio de la asignatura de ciencias naturales y los contenidos derivados de dichos objetivos. Es necesario señalar que los objetivos específicos contemplados en la asignatura de ciencias naturales y que tendrían alguna implicancia en el campo de la alimentación y nutrición, son sólo 6 y se indican en detalle en la Tabla 1 (20). El test de carácter gráfico, no-verbal, de acuerdo al desarrollo psicológico del niño y a las recomendaciones de organismos internacionales (6), quedó conformado en base a 15 preguntas, las cuales se dividieron en dos áreas: Area 1: Conceptos Básicos de Alimentación y Nutrición (9 preguntas) y Area 2: Higiene Alimentaria, Personal y Ambiental (6 preguntas), en concordancia con los objetivos específicos. Los contenidos del test fueron

desagregados en las mencionadas áreas, de acuerdo a la metodología utilizada en estudios internacionales (22). La Figura 1 muestra el test que se elaboró para medir el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales en I y II año básico. El test estaba provisto de una portada en la cual figuraba el código del niño o número de identificación, aunque se les dio la opción de colocar su nombre, si es que lo sabían hacer. En general, los niños colocaron su nombre, pero ante la eventualidad de que no supieran escribir, se les pasó lista y, conjuntamente, se les entregó el documento con su código, recomendándoseles que no lo intercambiaran con sus compañeros y que lo contestaran en forma individual. El instrumento que se elaboró estaba organizado en forma de cuaderno, de tal forma que cada una de las preguntas a resolver, se ubicaba en página aparte. El carácter gráfico del test obedece al hecho que en estos cursos, existen alumnos que no saben leer.

FIGURA 1

Test para medir el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales en I y II año básico, basado en los objetivos específicos de los programas de estudio del Ministerio de Educación en Chile





Estudio Piloto: La prueba piloto se realizó en 103 estudiantes de ambos sexos (1:1), pertenecientes a las comunas de Peñalolén y Las Condes (1:1), en la Región Metropolitana de Chile, de los cuales 49 pertenecían a 1 año básico y 54 a II año básico, siendo la proporción entre los niveles socioeconómicos extremos, es decir alto y bajo, de 1:1 en cada curso. El test se aplicó en la sala de clases procediéndose a dar las instrucciones en forma oral, dibujando en la pizarra la página de instrucciones que se señala en el test, indicándosele al niño que debía responder completando la cruz, en el dibujo que el consideraba era la respuesta a la pregunta. A continuación se le solicitó al niño que diera vuelta la página, se le leyó la siguiente pregunta y el niño, en perfecto silencio, completaba la cruz en el dibujo que consideraba era la respuesta a la pregunta. El test despertó gran interés por parte de los educandos y fue contestado en aproximadamente 15 minutos. Una vez realizada la prueba piloto, el instrumento se aplicó en una muestra representativa de 1.482 escolares de la Región Metropolitana de Chile (771 y 711 de I y II año básico, respectivamente), durante el período 1986-1987, en el marco de un estudio mayor.

Estudio socioeconómico: El nivel socioeconómico (NSE) se determinó mediante el Método de Graffar Modificado, que incluye escolaridad y ocupación del jefe del hogar y vivienda (calidad, tenencia, abastecimiento de agua, eliminación de excretas y bienes del hogar) (23). La escala permite categorizar a la muestra en 6 estratos: 1=NSE alto-alto; 2=NSE medio-alto; 3=NSE medio; 4=NSE medio-bajo; 5=NSE bajo-bajo y 6=Miseria. En el presente estudio y siguiendo las instrucciones del método, se categorizó a la muestra en

tres estratos: NSE alto (1+2), NSE medio (3) y NSE bajo (4+5+6).

Análisis estadístico: La confiabilidad del instrumento se determinó mediante la correlación de Spearman con la corrección Spearman-Brown y la consistencia item-test se determinó mediante el coeficiente de correlación de Pearson, entre el puntaje total y el acierto o no, en la respectiva pregunta (24). Los datos fueron procesados mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) (25).

RESULTADOS Y DISCUSION

La confiabilidad del test determinada por la correlación de Spearman con la corrección Spearman-Brown, fue igual a 0.84, al comparar las preguntas pares con las impares. La consistencia item-test determinada mediante el coeficiente de correlación de Pearson, entre el puntaje total y el acierto o no en la respectiva pregunta fue igual o superior a 0.25 en todas las preguntas seleccionadas, como se muestra en la Tabla 2 y coincidió con lo observado en el pre-test. No se rechazó ninguna pregunta por esta razón. Se utilizó la correlación de Pearson porque es más fiable que la correlación biserial, y además de ser una estimación de la fiabilidad, permitía en lo particular, establecer el grado de discriminación del test (24). Por otra parte, en la Tabla 2 se aprecia que, en todas las preguntas, el porcentaje de escolares con respuestas correctas fue alto, sobre el 75% lo que indicaría una buena internalización de estos conocimientos básicos en el área de la alimentación y nutrición e higiene alimentaria, personal y ambiental, los cuales fueron significativamente más altos en el NSE alto, en las mujeres, en el área rural y en los colegios particulares no subvencionados (5). En general, los conocimientos alimentarios y nutricionales fueron más altos en II año básico.

Tal como se ha podido apreciar, de los resultados del presente trabajo se desprende que los objetivos específicos en el área de la alimentación y nutrición, contemplados en los programas de estudio del Ministerio de Educación de Chile, para el primer subciclo de la educación básica, es decir para I y II año básico, son insuficientes y extremadamente básicos. Estos objetivos aparecen formulados en la asignatura de ciencias naturales, la cual es la única, en estos cursos, en donde es posible encontrar objetivos de esta naturaleza y de los cuales, el profesor puede desglosar los contenidos que se derivan de dichos objetivos. En este contexto, el profesor es el que debe darle el enfoque nutricional a los contenidos a tratar, lo que no siempre ocurre, principalmente porque los programas de estudio tienen explicitados sólo los objetivos y específicos, y no los contenidos a tratar.

En relación a lo anteriormente expuesto, los objetivos específicos señalados en la Tabla 1, están formulados bajo la concepción de los procesos científicos, en donde el niño fundamentalmente internaliza aquellas conductas inherentes a los procesos científicos básicos, como observar, medir, clasificar y comunicar (20,26). De allí es que las situaciones de aprendizaje dicen relación, en primer lugar, fundamentalmente con la observación y clasificación de los seres vivos identificando sus características, a través de la observación y medición para poder clasificarlos y, finalmente, comunicar los datos en forma de tablas o gráficos muy simples, en especial pictogramas; en segundo lugar, la aplicación de normas de higiene a situaciones prácticas de carácter individual y doméstico, en donde el profesor debería darle, entre otros, un enfoque alimentario y nutricional. Al respecto, los resultados muestran una buena internalización de los objetivos específicos del programa y es meritorio que un alto porcentaje de los educandos reconozca que los seres vivos necesitan

alimentarse, que la desnutrición y la obesidad se producen porque el niño no se alimenta bien y que conozcan de algunas normas de higiene alimentaria, personal y ambiental.

Sin embargo, los objetivos específicos que tienen alguna implicancia en el campo de la alimentación y nutrición, mencionados previamente (Tabla 1), son absolutamente insuficientes. Este hecho trae como consecuencia que los programas de estudio deben reformularse a partir de la educación preescolar y considerar, de acuerdo al desarrollo psicológico del niño, además de los objetivos actuales, objetivos de mayor relevancia y atingentes a problemáticas alimentario-nutricionales que es necesario prevenir desde temprana edad. En este sentido, el considerable incremento de las enfermeda-

des crónicas relacionadas con la dieta registrado en muchos países en desarrollo, entre ellos Chile, subraya la necesidad de vincular los aspectos nutricionales con las políticas y los planes de desarrollo. Al respecto, la Conferencia Internacional sobre Nutrición (27), ha destacado a la educación nutricional, como la primera prioridad para lograr la promoción de dietas y modos de vida sanos. Por otra parte, la OMS considerando la alta prevalencia que alcanzan las enfermedades cardiovasculares del adulto, ha hecho un llamado a efectuar acciones de prevención en las escuelas, focalizadas a la niñez y en la juventud, tendientes a remediar este problema, que es la primera causa de muerte, en la mayoría de los países desarrollados y en

TABLA 1

Tabla de especificaciones de objetivos específicos y contenidos del área nutricional contemplados en la asignatura de Ciencias Naturales, en los programas de estudio del Ministerio de Educación de Chile para I y II año de la Educación General Básica¹

Contenidos Según Área de Medición y Número de la Pregunta	Objetivos Específicos						Total de Preguntas (Según contenidos)
	Reconocer y denominar las propiedades y características de los objetos y seres vivos.	Elaborar un sistema de clasificación de objetos y seres vivos a un nivel .	Identificar algunas características que permiten clasificar a los seres vivos en animales y plantas	Reconocer que lugares de vida (hábitat) suministran alimento, agua y protección a los seres vivos	Identificar las partes del cuerpo humano (cabeza, tronco y extremidades) y ubicar los principales órganos	Aplicar normas de higiene a situaciones prácticas de carácter individual y doméstico	
Area 1. Conceptos Básicos de Alimentación y Nutrición							
1. Reconocimiento de que los seres vivos necesitan alimentarse	1						1
2. Identificación del pan como un alimento que nos da el trigo.	1						1
3. Identificación de la leche como un alimento que nos da la vaca	1						1
4. Clasificación a un nivel de los animales que nos sirven de alimento.		1					1
5. Reconocimiento de la desnutrición como una condición en que el niño no se alimenta bien.	1						1
6. Reconocimiento de la obesidad como una condición en que el niño no se alimenta bien	1						1
7. Identificación de los peces como alimentos que nos proporciona el mar				1			1
8. Identificación del maíz como una planta alimenticia que nos proporciona la tierra			1				1
9. Reconocimiento de la ubicación del estómago.					1		1
Area 2. Higiene Alimentaria, Personal y Ambiental							
10. Reconocimiento de la acción a realizar antes de comer.							
11. Reconocimiento de la acción a realizar después de comer.						1	1
12. Importancia de un adecuado tratamiento de las basuras, para evitar la contaminación de los alimentos						1	1
13. Identificación del alimento que puede consumirse crudo sin peligro para la salud.						1	1
14. Reconocimiento de la forma correcta de lavar las verduras.						1	1
15. Reconocimiento del almuerzo que deben guardar en el refrigerador.						1	1
Total de preguntas (según objetivos específicos)	5	1	1	1	1	6	15

1. Referencia Bibliográfica N° 20

TABLA 2

Porcentaje de Escolares de I y II año básico con respuestas correctas en las diversas preguntas del test de conocimientos alimentarios y nutricionales según área de medición

Área de Medición y Número de Preguntas	Consistencia ¹ Item-Test (R Pearson)	I Año	II Año
		Básico	Básico
		— % de casos —	
Área 1. Conceptos Básicos de Alimentación y Nutrición			
1. Reconocimiento de que los seres vivos necesitan alimentarse	0,60	91,8	98,1
2. Identificación del pan como un alimento que nos da el trigo	0,55	91,8	83,3
3. Identificación de la leche como un alimento que nos da la vaca	0,31	98,0	96,3
4. Clasificación a un nivel de los animales que nos sirven de alimento	0,59	81,6	90,7
5. Reconocimiento de la desnutrición como una condición en que el niño no se alimenta bien.	0,50	98,8	85,2
6. Reconocimiento de la obesidad como una condición en que el niño no se alimenta bien.			
7. Identificación de los peces como alimentos que nos proporciona el mar.	0,39	89,8	100,0
8. Identificación del maíz como una planta alimenticia que nos proporciona la tierra.	0,62	79,6	90,7
9. Reconocimiento de la ubicación del estómago	0,55	77,6	92,6
Área 2. Higiene Alimentaria, Personal y Ambiental			
10. Reconocimiento de la acción a realizar antes de comer	0,53	75,5	90,7
11. Reconocimiento de la acción a realizar después de comer	0,44	87,8	92,6
12. Importancia de un adecuado tratamiento de las basuras, para evitar la contaminación de los alimentos	0,44	81,6	98,1
13. Identificación del alimento que puede consumirse crudo sin peligro para la salud.	0,52	90,3	95,7
14. Reconocimiento de la forma correcta de lavar las verduras	0,38	91,4	96,5
15. Reconocimiento del alimento que deben guardar en el refrigerador	0,49	87,8	90,1

1 La consistencia item-test obtenida en el pre-test fue igual a la obtenida en el proceso de aplicación definitiva del instrumento.

desarrollo (21).

En Chile, actualmente las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta, las cuales tienen su origen a temprana edad, generalmente se manifiestan en toda su magnitud en la etapa adulta y constituyen problemas de salud pública en el país, muchas de ellas con mayor prevalencia en los sectores de mayor pobreza. En diversos países, especialmente en los de mayor desarrollo económico, para subsanar este problema, se han implementado programas de educación en nutrición que se imparten en las escuelas, conjuntamente con el beneficio del Programa de Alimentación Escolar y muchos de ellos focalizados tanto al hijo como a sus padres y, en especial, a la madre (16-18). Estudios previos han verificado que la madre es la fuente de información más relevante, en materia de alimentación y nutrición en escolares que ingresan a la educación básica y de cursos superiores (28,29).

Sobre el 85% de los escolares señalan a la madre y menos del 6% señala al padre, como la fuente de información más importante en su vida, en materia de alimentación, nutrición y salud. Por lo tanto, la enseñanza de la nutrición debería ser abordada desde temprana edad en los niños, en conjunto con su madre.

Al respecto, también en Chile es necesario el desarrollo de estos programas educativos, considerando la alta prevalencia que alcanzan, en la población, las enfermedades crónicas relativas a la dieta, ya que el 29% de las muertes se debe a las enfermedades cardiovasculares

(30). Con el objeto de prevenir esta patología, a nivel internacional, se han realizado numerosas investigaciones, en las cuales se han puesto en práctica programas de educación en materia de nutrición desde la infancia. Así, en USA el Departamento de Agricultura ha puesto en práctica una Guía de Nutrición para los Programas de Nutrición del Niño a utilizar en el sistema escolar, desde temprana edad (31). En este sentido, es destacable que a nivel internacional, estos programas se desarrollan dentro del currículum escolar, situación que en Chile, estamos muy lejos de lograr. Por lo tanto, sería deseable que desde temprana edad, ya desde la educación preescolar, los programas de estudio contemplaran objetivos específicos, contenidos y por ende, las situaciones de aprendizaje de acuerdo al desarrollo psicológico del niño, tendientes a promover estilos de vida sanos, con el objetivo de prevenir las patologías nutricionales de adulto, las cuales tienen su origen en la infancia.

Los resultados del presente estudio permiten poner a disposición de los profesionales del sector educación y salud, un instrumento para determinar el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales al inicio de la Educación Básica, el cual ha sido sometido a adecuadas pruebas estadísticas para su confiabilidad y validez. Por otra parte, el desarrollo del test tiene la ventaja de ser entretenido y ameno para los niños, además de que todos pueden contestarlo, incluso los que no saben leer, es rápido y puede adaptarse a las más diversas realidades de los diferentes países, en un área temática en donde las investigaciones son muy escasas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Ministerio de Educación de Chile, por todas las facilidades otorgadas en la realización de la presente investigación; a los maravillosos niños y profesores, por su generosidad y abnegación demostradas durante el desarrollo de la presente investigación; a la Srta. Paola Puentes Garrido, por la realización de los dibujos del test. A los señores Juan Ganín Villa y Manuel Soto Ramírez, por la impresión de los tests y al Sr. Leopoldo Salgado Carrillo, por su trabajo fotográfico.

REFERENCIAS

1. Rebolledo A. & G. de Pujadas. Feeding habits and nutrition education of Chilean population. *Rev Med Chile* 104:391-395, 1976.
2. Atalah E, Díaz E, Araya J. et al. Evaluación nutricional de una población infanto-juvenil del Area Norte de Santiago. *Pediatría* 22:227-249, 1979.
3. Ivanovic D, Alvarez ML, Trufello I. et al. Food and nutrition knowledge in Chilean high school graduates. *Arch Latinoam Nutr* 36:536-549, 1986.
4. Ivanovic D, Alvarez ML. & Trufello I. et al. Conocimientos alimentarios y nutricionales de estudiantes que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago. *Arch Latinoam Nutr* 36:152-165, 1986.
5. Ivanovic D, Castro C. & Ivanovic R. Conocimientos alimentarios y nutricionales de escolares chilenos de Educación Básica y Media. *Rev Med Chile*, 124:1058-1070, 1996.
6. FAO. L'enseignement de la nutrition a l'école primaire. *Etudes de Nutrition* N° 25. Rome, 1972.
7. Murphy AS, Youatt JP, Hoerr SL, Sawyer CA. & Andrews SL. Kindergarten students' food preferences are not consistent with their knowledge of the Dietary Guidelines. *J Am Diet Assoc* 95:219-2223, 1995.
8. Skinner J. & Woodburn M. Nutrition knowledge of teen-agers. *J Sch Health* 54:71-74, 1984.
9. Searles RH, Terry RD & Amos RJ. Nutrition knowledge and body-image satisfaction of female adolescents. *J Nutr Educ* 18:123-127, 1986.
10. Schwartz NE. Nutrition knowledge, attitudes and practices of high school graduates. *J Am Diet A* 66:28-31, 1975.
11. Coper B, Hoyslip D. & Fore S. The effect of nutrition education on dietary habits of fifth graders. *J Sch Health* 47:475-477, 1977.
12. Giffit H, Washbon M. & Harrison G. Nutrition, behavior and change. Englewood Cliffs, Prentice Hall NJ. p.350-351, 1972.
13. Davis S, Bassler EM, Anderson JV & Fryer HC. A nutrition education program for preschool children. *J Nutr Educ* 15:4-5, 1983.
14. Graves K, Shannon B, Sims L. & Johnson S. Nutrition knowledge and attitudes of elementary school students after receiving nutrition education. *J AM Diet Assoc* 81:422-427, 1982.
15. Kirks BA, Hendricks DG & Wyse BW. Parent involvement in nutrition education for primary grade students. *J Nutr Educ* 14:137-140, 1982.
16. Pivarnik LF, Patnoad MS & Giddings M. A food-safety curriculum for second and third-grade elementary students. *J Am Diet Assoc* 94:865-868, 1994.
17. Devadas RP, Chandrasekhar U & Yesodha T. Scope for nutrition education in the primary school lunch program through the curriculum. *Indian J Nutr Diet* 11:321-327, 1974.
18. Devadas RP, Sirthalakshmi S. & Vijayambal C. Improving the health, nutrition and sanitary conditions in village through education of women and children. *Indian J Nutr Diet* 19:255-257, 1982.
19. Pollitt E, Gersovitz M & Gargiulo M. Educational benefits of the United States school feeding program: a critical review of the literature. *Am J Public Health* 68:477-481, 1978.
20. Chile. Ministerio de Educación. Planes y Programas de Estudio para la Educación General Básica. Ministerio de Educación-CPEOP, Santiago, Chile. *Revista de Educación* 79:106-107, 1980.
21. OMS. Prevención en la niñez y en la juventud de las enfermedades cardiovasculares del adulto. Serie de Informes Técnicos 792. Ginebra, OMS, 1990.
22. Foley CS, Vaden AG, Newell GK & Dayton AD. Establishing the need for nutrition education. III. Elementary students' nutrition knowledge, attitudes and practices. *J Am Diet Assoc* 83:564-568, 1983.
23. Alvarez ML, Muzzo S & Ivanovic D. Escala para medición del nivel socioeconómico en el área de la salud. *Rev Med Chile* 113:243-249, 1985.
24. Guilford JP & Fruchter B. Estadística aplicada a la psicología y a la educación. México, McGraw-Hill, 1984.
25. SAS. SAS introductory guide. Statistics. USA. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1983.
26. Chile. Ministerio de Educación. La enseñanza a través de sus procesos. Equipo Science a Process Approach (SAPA). Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP). Santiago, CPEIP, 1978.
27. FAO/OMS. Conferencia Internacional sobre Nutrición: Nutrición y Desarrollo - Evaluación General. Roma, FAO/OMS, 1992.
28. Ivanovic R, Trufello I, Buitrón C / Ivanovic D. Educational factors influencing the nutritional learning of elementary first grade Chilean students. *Nutr Rep Int*. 39:1161-1166, 1989.
29. Ivanovic R, Olivares M & Ivanovic D. Sources of nutrition information of Chilean schoolers, Metropolitan Region, Chile, Survey 1986-1987. *Arch Latinoam Nutr* 41:527-538, 1991.
30. Chile. Ministerio de Salud. Anuario de demografía. Instituto Nacional de Estadísticas-Servicio de Registro Civil e Identificación, Ministerio de Salud, 1992.
31. USA. Department of Agriculture. Nutrition guidance for the child nutrition programs. Washington, USDA, 1992.

Recibido: 15-03-1996

Aceptado: 11-04-1997

Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México

Javier Z. Castellanos¹, Horacio Guzmán Maldonado¹, Alicia Jiménez², Carlos Mejía¹, José de Jesús Muñoz Ramos³, Jorge A. Acosta Gallegos⁴, Gabriela Hoyos⁵, Ernesto López Salinas⁶, Diego González Eguiarte⁷, Rafael Salinas Pérez⁸, Julieta González Acuña⁹, Jesús A. Muñoz Villalobos¹⁰, Pablo Fernández Hernández¹¹ y Benito Cáceres¹²

RESUMEN. El conocimiento de los hábitos preferenciales de los consumidores de frijol es fundamental para definir los objetivos en los programas de mejoramiento genético y para diseñar las estrategias de mercadeo en una región o país determinados. El presente trabajo se basó en la aplicación de 1514 encuestas a consumidores de frijol de 14 entidades federativas de la República Mexicana. Para la interpretación de los resultados el país se dividió en cuatro regiones: Noroeste, Noreste, Centro y Sur. En la región Noroeste el 98% de los encuestados consume frijol «Azufrado» (amarillo azufre); en el Noreste el 70% consume «Pinto» (beige con motas café) y «Bayo» (Beige); en la zona Sur el 90% consume frijol «Negro», mientras que en la zona Centro se consumen todas las clases comerciales. Se detectó que dentro de cada clase comercial existen preferencias específicas en relación al tamaño y brillantez del grano; sin embargo, en la clase comercial Negro los consumidores prefieren el grano de testa opaca y tamaño de 18-22 g/100 semillas mientras que en la clase «Flor de Mayo» (beige con motas rosas) los consumidores prefieren grano de testa brillante y tamaño de 30-35 g/100 semillas. La principal característica que utilizan los consumidores para definir sus preferencias es el tiempo de cocción y el sabor. Se detectó que entre los consumidores de frijol los hábitos preferenciales están muy arraigadas pues el 70% declaró no estar dispuesto a cambiar el frijol de su preferencia aún cuando la clase alternativa fuese más barata. Por otro lado, los consumidores normalmente no remojan el grano en agua ni agregan sal al inicio del proceso de cocción para no afectar el sabor y apariencia del frijol. Estos resultados fueron confirmados con pruebas sensoriales. En el presente trabajo también se discuten aspectos relacionados con formas de procesamiento y consumo, y algunos aspectos de mercadeo del grano de frijol. Palabras clave: Mejoramiento genético, mercadeo, clase comercial, calidad, preferencias, *Phaseolus vulgaris*, consumidores, México.

SUMMARY. Preferential habits of consumers of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mexico. A detailed knowledge of the consumer's preferences for the different classes of common bean is useful to define objectives in bean breeding and quality projects in a given region or country and it is also a valuable tool to design marketing strategies. The present work consisted on the application of a survey to 1514 common bean consumers in 14 states of Mexico. To facilitate the interpretation of the results the country was divided in four regions: North East, North West, Center and South. In the North West region, 98% of the surveyed individuals eat the «Azufrado» types (sulphur yellow); in the North East, 70% of the consumers prefer «pinto» (beige with brown mottles) and «Bayo» (cream) types; in the South, 90% of the consumers prefer the «Black» type; and in the Center of the country, all commercial classes are consumed. Within a commercial class, specific characteristics are demanded. For instance, in the black type, small and opaque seeds are preferred while in the «Flor de mayo» (Beige with pink mottles) type medium to large seeds having bright seed coat are preferred. The main characteristics utilized by consumers to select a given bean type are cooking time and flavor. It was observed that preferential classes are well established among the consumers since 70% responded that they would not change the preferred class even if the alternative class was sold to a lower price. Consumers do not soak the beans, because it changes the flavor and the aspect of the cooked beans and they do not add salt at the beginning of the cooking process due to the same reason. Organoleptic studies conducted in the laboratory confirmed that soaking of beans or addition of salts in the soaking water or at the beginning of the cooking process negatively affected acceptability of cooked beans by panelists. In this paper aspects related to ways of processing and consuming common beans as well as marketing aspects are discussed. Key words: Genetic improvement, marketing, commercial class, quality, preferences, consumers, *Phaseolus vulgaris*, Mexico.

INTRODUCCION

El frijol es la principal fuente de proteína vegetal de la población mexicana; además, es una fuente rica en carbohidratos y aceptable

en vitaminas y minerales. Su contenido de fibra soluble lo hace especialmente interesante en relación con el control de la colesterolemia (1,2). El grano de esta leguminosa junto con el maíz, es la base de la alimentación de este país principalmente por sus raíces culturales e históricas. El frijol se consume en México en una gran variedad de formas, además de ser demandado en varias clases comerciales de diferente color, forma y tamaño. Prácticamente cada localidad de México tiene preferencias que varían en color, tamaño y brillo del grano.

En la actualidad sólo se tiene una idea general de las principales clases comerciales que se consumen en cada región del país; sin embargo, se desconocen las características preferenciales en cada una de ellas, la firmeza con que los consumidores sostienen sus preferencias y los criterios sensoriales y/o funcionales en que el consumidor se basa para establecer sus hábitos preferenciales. Así también, se desconoce cómo se procesa el frijol y en qué formas se consume. Este conocimiento es fundamental para definir objetivos

- 1 Campo Exp. Bajío. CIR-CENTRO. INIFAP. Celaya, Gto. Méx.
- 2 Instituto Tecnológico de Sonora. Obregón, Son.
- 3 Campo Exp. Valle del Guadiana. CIR-NOC. INIFAP. Durango, Dgo.
- 4 Campo Exp. Valle de México. CIR-CENTRO. INIFAP. Chapingo, Méx.
- 5 Campo Exp. La Laguna. CIR-NOC. INIFAP. Torreón Coah, Méx.
- 6 Campo Exp. Cotaxtla. CIR-GOC. INIFAP. Veracruz, Méx.
- 7 Campo Exp. Guadalajara. CIR-PAC. INIFAP. Guadalajara, Jal.
- 8 Campo Exp. Valle del Fuerte. CIR-NOE. INIFAP. Los Mochis, Sin.
- 9 Campo Exp. Santiago Ixc. CIR-PAC. INIFAP. Santiago Ixcuintla. Nay.
- 10 Campo Exp. Morelia. CIR-PAC. INIFAP. Morelia, Mich.
- 11 Campo Exp. Sierra Chih. CIR-NOC. INIFAP. Cuanhtémoc, Chih.
- 12 Campo Exp. Calera. CIR-NOC. INIFAP. Calera, Zac.

en los programas de mejoramiento genético y calidad alimentaria así como también para diseñar estrategias de mercadeo del grano. Esta falta de conocimiento ha restado impacto a los programas de mejoramiento genético, pues con frecuencia se generan variedades con un gran potencial agronómico pero que están fuera del patrón de preferencias de los consumidores.

El objetivo del presente trabajo fue conocer los hábitos preferenciales de los consumidores de frijol de los principales estados productores y centros urbanos consumidores de México en lo referente al color, tamaño y forma del grano antes y después de procesarse, así como en relación con las formas de procesamiento y consumo, tiempo de cocción y sabor del frijol cocido, para las principales clases comerciales mexicanas. También se efectuaron pruebas sensoriales de frijol cocido para confirmar ciertos hábitos de consumo declarados en el presente estudio.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo consistió de una encuesta realizada a nivel nacional a fines de 1993 y principios de 1994. Previamente se elaboró un cuestionario que fue aplicado en el estado de Guanajuato para probarlo y corregirlo. Una vez probado este fue aplicado a nivel nacional.

Entre los aspectos considerados en el cuestionario se incluyeron: 1) clase comercial consumida, 2) razones por las que consumen dicha clase comercial, 3) preferencias de las características del grano; 4) características de frecuencia de consumo y cantidad; 5) aspectos de mercadeo, tales como sitio de adquisición y precio de compra; 6) formas de proceso culinario del frijol como remojo, adición de sal y manera de preparar el frijol para consumo.

Además se preparó un muestrario para cada clase comercial en donde se incluyeron submuestras con granos de diferente tonalidad del color, forma, tamaño y brillo de la testa con el objeto de distinguir las preferencias dentro de una misma clase comercial.

En total se aplicaron 1514 cuestionarios en 14 entidades federativas de México: Chihuahua, Coahuila, Durango, Puebla, Jalisco, Zacatecas, Guanajuato, Estado de México, Michoacán, Sinaloa, Nayarit, Oaxaca, Veracruz y el Distrito Federal. Para fines de interpretación de resultados el país se dividió en cuatro regiones geográficas: 1) Zona Noroeste, 2) Zona Noreste, 3) Zona Centro, y 4) Zona Sur (Figura 1). Como se puede observar los estados encuestados están estratégicamente ubicados en cada una de las cuatro regiones.

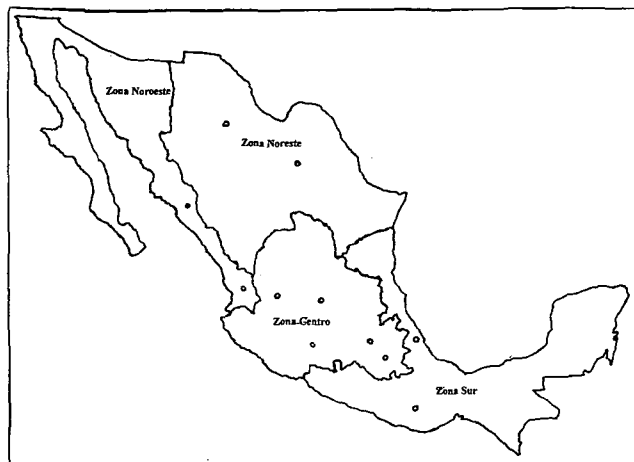
En región Noreste se realizaron un total de 221 encuestas; en la Zona Noreste, 224; en la zona centro, 622; en la Zona Sur, 279; y en el Distrito Federal, 148. Previo a la aplicación del cuestionario se entrenó a los encuestadores con el objeto de uniformizar la forma del muestreo de los encuestados y de la recopilación de la información. En cada estado se procuró muestrear al menos tres localidades del sector urbano y tres del sector rural. Los sitios escogidos para aplicar el cuestionario fueron mercados de abasto, mercados populares, tiendas oficiales, supermercados, tianguis (mercados de plaza), tiendas rurales y en algunas localidades del sector rural la encuesta se realizó en la vivienda del mismo consumidor. En todos los casos se encuestó únicamente a amas de casa.

Los datos fueron capturados en un programa DBASE y su análisis se efectuó en el Centro de Estadística y Cálculo del Campo Experimental Bajío del INIFAP. Con los datos de las clases preferentes en cada región, los datos de población estimados para 1995 y tomando como base un consumo *per capita* de 15 kg/habitante/año,

(consumo reportado oficialmente, y el cual se obtiene a partir de datos de producción, importación y población nacional), se estimó la demanda anual para cada una de las clases comerciales y regiones de México. Sin embargo, adicionalmente se estimaron datos de consumo *per capita* a partir de las cantidades de frijol que compra la familia y del número de miembros en dicha familia.

FIGURA 1

Mapa de regionalización de México, indicando los sitios en que se aplicaron las encuestas



RESULTADOS Y DISCUSION

Aceptación por regiones de las clases comerciales de frijol:

En la Tabla 1 se presenta la información de las clases comerciales que se consumen en cada una de las cuatro regiones y el Distrito Federal. En la región Noreste la principal clase comercial que se consume es Pinto, seguida por la clase Bayo. Las clases Flor de Mayo y Flor de Junio aunque no son clases dominantes, sí representaron una proporción significativa. Es importante señalar, que en esta región prácticamente no se consume el frijol negro y el frijol azufrado se consume en una proporción mínima.

TABLA 1

Principales clases comerciales de frijol que se consumen en las cuatro regiones de México y el Distrito Federal

Clase Comercial	REGION (%)				D.F.
	Noreste (221)*	Noroeste (224)	Centro (622)	Sur (279)	
Negro	0.5	0	10.9	90.0	44.6
Azufrado	5.4	97.5	13.7	2.1	9.5
Bayo	25.3	0.8	9.5	5.7	10.1
Pinto	44.8	0.4	1.9	0	2.7
Flor de Mayo	11.3	0	33.6	0	12.0
Flor de Junio	0	0	21.0	0	6.8
Otras	12.7	1.3	9.3	2.2	14.3
Total	100	100	100	100	100

* El valor entre paréntesis representa el número de encuestados.

En la región Noroeste la principal clase comercial que se consume es del tipo azufrado (97.5%) no aceptando prácticamente otro tipo de frijol. Se observó una tendencia de los consumidores de la parte norte de esta región por los granos grandes (40-50 g/100 semillas), mientras que los de la región sur, prefieren granos medianos (30-40 g/100 semillas).

En la región Centro se consumen prácticamente todas las clases comerciales, con excepción del frijol pinto. Sin embargo, sobresale la clase Flor de Mayo seguida de la clase Flor de Junio. Ambas conforman más de la mitad de las preferencias en esta región. En esta zona geográfica algunos de los estados son en realidad zonas de transición de las otras regiones; tal es el caso de Zacatecas, Jalisco, Michoacán y Puebla. Esto coadyuva a que exista una amplia variabilidad en las clases comerciales que se consumen. Interesantemente, en esta región se encontró cierta demanda por colores fuera de lo común entre los que sobresalen los amarillo, rojos (tipo cacahuete), grises, moteados y rosas.

En la región Sur el 90% de las amas de casa prefieren primero el frijol negro seguido por el bayo, sin embargo el nivel de preferencia de este último es de tan sólo el 5.7%. Las clases Flor de Mayo o Flor de Junio fueron totalmente excluidas de su patrón de preferencias.

En el Distrito Federal el frijol negro fue la clase con mayor preferencia. El resto de las clases de frijol se distribuyen en forma equitativa en el gusto de los consumidores. Esta zona es considerada una región muy cosmopolita por lo que era de esperar que las preferencias estuvieran distribuidas entre todas las clases comerciales.

En la Figura 2 se presenta la prioridad que le da el consumidor al tamaño, brillo y color de la testa del grano dentro de una misma clase comercial, para seleccionar el frijol que va a comprar. En general el color y el tamaño del grano son las características de mayor importancia en el criterio de preferencias del consumidor, sin embargo la importancia relativa que le asigna a cada una de estas características varía con la clase comercial. Por ejemplo, en la clase azufrado el color de grano tiene mayor importancia que el tamaño, mientras que en el frijol pinto, el tamaño es más importante que el color. Otras razones que dieron en relación a la preferencia por cierta clase comercial fue el tiempo de cocción (31%) y el sabor del frijol cocido (25%). Las características del caldo (13%) y el color de frijol cocido (12%) son características de menor importancia que las anteriores. En base a lo anterior, es muy importante que estas características, aceptación sensorial y tiempo de cocción, sean evaluadas antes de la liberación de nuevas variedades de frijol para asegurar que estén dentro de las expectativas del consumidor. En relación a los tiempos de cocción reportados por los consumidores para cada clase comercial, el tipo azufrado tarda 1.6 h, seguido de las clases Negro (1.8 h), Pinto (1.9 h), Bayo y Flor de Mayo (2.0 h) y Flor de Junio (2.1 h). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Castellanos y Acosta (3).

Mercadeo: En general el comportamiento de la población de ambos sectores, urbano y rural, en relación a los sitios de adquisición del frijol, es muy similar. La mayoría de los consumidores asiste al mercado de abastos y a comprar el frijol, las tiendas de abarrotes son el segundo sitio de adquisición siendo el de mayor importancia en el sector rural. En el sector urbano el 16% de los consumidores comparan en supermercados, mientras que sólo el 6% del sector rural adquiere el frijol en estos sitios. (Figura 3).

FIGURA 2

Prioridad que da el consumidor al tamaño, brillo y color de la testa del grano dentro de una misma clase comercial, para seleccionar el frijol que va a comprar

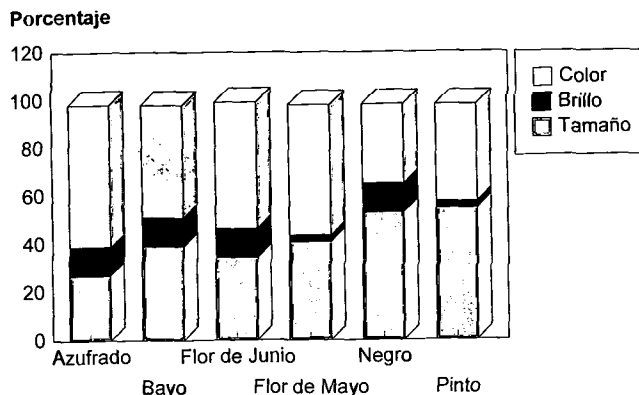
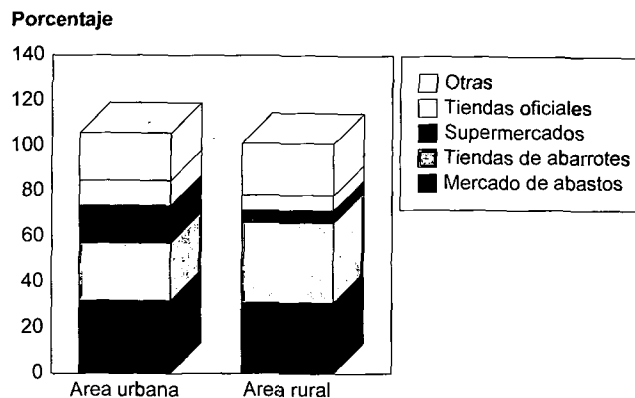


FIGURA 3

Sitios de compra de los consumidores de las áreas urbana y rural



Como respuesta a la pregunta de si estaría dispuesto a cambiar el frijol de su preferencia por otra clase comercial de más bajo precio, debido a una reducción en el poder de compra, aproximadamente el 70% de los consumidores en ambos sectores, urbano y rural de todo el país, manifestaron no estar dispuestos a cambiar, lo que indica lo arraigado de las preferencias de las clases comerciales. Sin embargo, la región Noreste es la zona con mayores posibilidades de lograr un cambio en los hábitos de consumo ya que un 55% de la población contestó estar dispuesta a cambiar por razones de precio. Mientras que en la región Centro únicamente el 23% de la población estaría dispuesta a cambiar el frijol de su preferencia por otro más barato, en caso de una reducción en el nivel de vida, o de un incremento en los precios de esta leguminosa.

Consumo: Con respecto a la frecuencia de consumo de frijol, más del 57% de los consumidores en el país tienen el hábito de comer esta leguminosa los siete días de la semana, al menos una vez al día. Mientras que el 74% lo consume al menos cinco veces por semana. Por otro lado, se estimó un consumo per capita de 22 kg por habitante por año, estos datos están muy por encima de los niveles reportados en las estadísticas oficiales (13-15 kg por habitante por año). En relación al consumo per capita en función al nivel de ingreso por

familia, se observó que a medida que el ingreso familiar se incrementa, el consumo se reduce. Lo cual significa que la fuente de proteína y carbohidratos es cubierta con otro tipo de alimentos.

Procesamiento del frijol y aceptación sensorial: En relación con la pregunta de si las amas de casa remojan el frijol antes del proceso de cocción, sólo el 29% de los consumidores lo realizan. Considerando la gran importancia que tiene el remojo para reducir en forma sustancial los tiempos de cocción (2,4,5) resultó difícil comprender en un principio por que las amas de casa no utilizan esta práctica para ahorrar combustible. Las respuestas a la pregunta de por qué no remojan el grano antes de cocerlo, indicó que 37% no efectúa esta práctica para no afectar negativamente el sabor del frijol cocido.

Con el objeto de confirmar la información anterior, se realizó una prueba sensorial en ocho genotipos de frijol de diferentes clases y colores de grano. Estos materiales representan las ocho principales clases comerciales que se consumen en América Latina. Los resulta-

dos de esta prueba se presentan en la Tabla 2. En todos los genotipos de frijol, el tratamiento sin remojo mostró un mayor grado de aceptación sensorial que el tratamiento con remojo en agua; aunque sólo en cuatro de los ocho genotipos, el remojo en agua redujo significativamente ($P < 0.05$) la aceptación sensorial por parte de los consumidores. Las clases comerciales en que tales diferencias fueron estadísticamente significativas son: Pinto, Rojo, Flor de Mayo y Flor de Junio. Los resultados de la prueba sensorial confirmaron, por lo tanto, lo reportado por los consumidores a través de la encuesta. Los procedimientos publicados en América Latina para determinar el tiempo de cocción en frijol sugieren remojar el grano previo a la cocción (6,7); además, todos los reportes de la literatura presentan los datos de tiempo de cocción en frijol remojado. Sin embargo, los resultados del presente estudio sugieren que al menos para países como México en donde el frijol se consume principalmente en la forma de sopa de procedimientos para determinar el tiempo de cocción del grano deben revisarse.

TABLA 2
Evaluación sensorial de frijol cocido de ocho variedades de distintas clases comerciales remojado en diferentes concentraciones de sales y sin remojar previo a la cocción

Tratamiento (% P/V)	Nivel de Aceptación ¹								
	NaCl l	A-193	Pinto Villa	Bayo Madero	Mayocob a	Oax-48-A	Flor de Junio	Negro	Flor de Mayo
Sin remojo		1.45c	1.25b	1.55c	2.10b	1.40b	1.45b	2.30b	1.40c
0.0	0.0	2.20c	3.00a	2.40bc	3.15ab	3.45a	2.75a	2.65ab	2.50b
0.0	0.5	3.40ab	3.35a	3.05b	2.83ab	3.40a	3.25a	3.45ab	3.05b
0.0	2.0	3.15b	3.25a	2.60b	3.65a	3.05a	3.50a	3.80a	3.15b
2.0	0.0	4.10a	3.60a	4.60a	2.90a	3.50a	3.20a	3.75a	4.10a

¹ Promedio de veinte repeticiones

a-c Medias en columnas con letras iguales significa que no son estadísticamente diferentes.

1= Más aceptable; 5= Menos aceptable.

Las respuestas a la pregunta en relación al momento en que se le agrega la sal a los frijoles durante la cocción, indican que en general la sal es agregada en una etapa avanzada del proceso de cocción y nunca durante el remojo (quienes remojan), ni al inicio de la cocción. La principal razón que argumentaron los encuestados es que si la sal se agrega en etapas tempranas de la cocción el sabor del frijol cocido se ve afectado negativamente. Lo anterior fue confirmado mediante pruebas sensoriales (Tabla 2). Confirmando que cuando el frijol se remoja en sales de sodio el rechazo aumenta además de que el frijol cocido presenta una coloración más oscura que también fue rechazada por los panelistas (datos no presentados). Estos resultados indican que las tecnologías reportadas en la literatura para reducir el tiempo de cocción en frijoles nuevos o viejos mediante el remojo en soluciones de sodio o potasio (2,8,9,10,11) y que incluso mejorar su calidad nutricional (10,11), serían poco funcionales en la práctica, pues desde la perspectiva de los consumidores se afecta uno de los principales parámetros de aceptación del frijol cocido como es el sabor. Hasta donde se sabe, nunca se habían reportado estos resultados ya que se ha indicado que el remojo en sales no afecta las propiedades sensoriales del frijol (8).

Con respecto a la forma de consumo de los frijoles para cada una de las regiones de México, la principal forma de consumirlos es «de

la olla», es decir en la forma de sopa, sin freirlos o mezclarlos con otro alimento. Dicha forma de consumo es muy popular en todo el país, con excepción de la región Noreste en donde se consumen después de freírse en aceite o manteca de puerco (Tabla 3). Estos resultados explican porque la apariencia del grano cocinado es muy importante para al consumidor. El 59% de los consumidores indicó que prefiere que el grano quede íntegro después de cocerse.

TABLA 3
Formas de consumir el frijol de acuerdo a la región

	REGIONES (%)			
	Noreste	Noroeste	Centro	Sur
«De la olla»*	14	62	72	61
Fritos en aceite	54	32	24	29
Machacados	22	4	2	3
Otro	10	2	2	7
Total	100	100	100	100

* En forma de sopa

Demanda de frijol por clase comercial en México. En la Tabla 4 se muestran los datos de estimación de la demanda anual de frijol por clase comercial para cada una de las regiones estudiadas. La clase de mayor demanda a nivel nacional es el frijol negro, del cual se estima que se consumen 449.000 ton al año en el Sur y Centro del país. Dentro de esta clase, el frijol negro tropical (pequeño y opaco) es el de mayor demanda y uno de los tipos que más se importa. Las siguientes clases de mayor demanda son los tipos Flor de Mayo y Azufrado, con alrededor de 250.000 ton por año de cada una de estas clases. La clase Flor de Mayo se produce principalmente en el centro del país, región en que se consume mayoritariamente, mientras que

la clase Azufrado se produce esencialmente en el Noroeste y se consume en dicha zona y en el Centro del país. La siguiente clase de mayor demanda es la Flor de Junio con 144.000 ton por año, la cual se consume prácticamente sólo en el centro del país. Por otro lado, la clase Pinto prácticamente se consume en el norte del país. En cuanto a las clases comerciales de otros colores, éstas se consumen principalmente en el centro del país y cuyo volumen asciende a 113.000 ton. De las clases comerciales que se consumen en México las que actualmente se importan son los negros y pintos y las otras se producen en el país casi en su totalidad. La demanda estimada de frijol en México asciende a 1.4 millones de toneladas al año.

TABLA 4
Estimación del consumo de frijol por clase comercial para cada una de las regiones de México*

Región	Clase comercial, miles de toneladas							Total
	Negro	Azufrado	Bayo	Pinto	F. Mayo	F. Junio	Otras	
Noreste	0.92	9.90	43.56	82.10	20.16	0	23.27	179.91
Noreste	0	118.48	0.97	0.47	0	0	1.57	121.49
Centro	69.67	87.58	60.68	11.03	214.30	134.24	59.46	636.96
Sur	313.43	7.32	19.85	0	0	0	7.65	348.25
D.F.	65.31	14.00	14.88	3.97	17.59	10.01	21.07	146.83
Total	449.33	237.28	139.94	97.57	252.05	144.25	113.02	1,433.44

* Los cálculos de consumo fueron realizados con base en la población de 1995 y a los resultados de la encuesta nacional, la cual fue realizada en 1993-94 y estimando un consumo *per capita* de 15 kg/habitante/día.

CONCLUSIONES

Los hábitos preferenciales de los consumidores de frijol se encuentran muy arraigados en cada una de las regiones del país, pero son más firmes en el Noreste, donde se consumen los tipos Azufrados y en el Sur donde se consumen los tipos negros opacos de grano pequeño mientras que en el Centro se consumen todas las clases comerciales. En el Noreste, región de consumo del tipo Pinto y Bayo, los consumidores estarían más dispuestos a cambiar la clase comercial. Dentro de una misma clase comercial están bien definidas las características que la hacen preferente, tales como color, tamaño y brillo de la testa, las cuales varían para cada clase comercial. Por otro lado, los aspectos culinarios que el consumidor toma en cuenta para establecer sus preferencias son el tiempo de cocción, el sabor y la apariencia del frijol cocido. Los consumidores adquieren el frijol principalmente en el mercado y el precio varía por región y clase comercial. La forma más común de procesar el frijol es sin remojarlo previo a la cocción y la sal la agregan hasta el final del proceso de cocción para no afectar el sabor.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce la valiosa colaboración de la Dra. Alicia Jiménez, quien fue responsable de una parte de las encuestas practicadas en la Zona Centro. Este trabajo fue realizado parcialmente con fondos del proyecto BEAN/COWPEA-CRSP Title XII-AID-DAN- 130-G-SS60008-00 y con fondos del proyecto FOSHIGO-Alm-02.

REFERENCIAS

- Hughes JS y Swanson BG. Soluble and insoluble dietary fiber in cooked common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds. Food Microstruct. 8:15-21. 1989.
- Reyes Moreno C. & Paredes López O. Hard-to-cook phenomenon in common beans. A review. CRC. Crit Rev in Food Sci and Nutr. 33:227-286. 1993.
- Castellanos JZ y Acosta Gallegos JA. Aspectos de calidad en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la región semiárida de México. Agrociencia Serie Fitociencia. 3:55-64, 1992.
- Quast DG & Silva SD. Temperature dependence of hydration rate and effect of hydration on the cooking rate of dry legumes. J Food Sci. 42:1299-1303. 1977.
- Guzmán Maldonado H. Estudio de algunas variables que afectan el tiempo de cocción en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya. Gto. 1989.
- Eliás LG., García Soto A. y Bressani R. Métodos para establecer la calidad tecnológica y nutricional del frijol. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala, Centro América. 1986.
- Guzmán Maldonado H., Jacinto C. y Castellanos JZ. Manual de métodos para determinar características de calidad en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Celaya, Gto., México. Campo Experimental Bajío-INIFAP p.77. 1995.
- De León LF. & Bressani LG. Effect of salt solutions on cooking time, nutritional and sensory characteristics of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Food Res Int 25:131-135. 1992.
- Uzogara SG., Morton ID. & Daniel JW. Effect of water hardness on cooking characteristics of cowpea (*Vigna unguiculata*). J Food Sci Tech 27:49-55. 1992.
- Khohkar S. & Shauman BM. Antinutritional factors in moth bean (*Vigna aconitifolia*), varietal differences and effect of method of domestic processing and cooking. J Food Sci 51:591-596. 1986.
- Siewwright CA. & Shipe WI. Effect of storage conditions and chemical treatments on firmness, in vitro protein digestibility, condensed tannins, phitic acid and divalent cations of cooked black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). J Food Sci. 51:982-987. 1986.

Recibido: 15-03-1996

Aceptado: 18-04-1997

The starch and total sugar content of Mexican fruit and vegetables

Claudia P. Sánchez Castillo,¹ Peter J.S. Dewey², Shirley Finnie², María de Lourdes Solano¹, and W. Philip T. James²

SUMMARY. The starch and total sugar contents of 20 types of fruit, 28 types of vegetables and six different herbs, grown in Mexico, were analysed. The selection was based on dietary surveys to identify those foods most widely consumed. Starch was determined by an enzymatic method whilst total sugar was determined gravimetrically. The foods were grouped according to the Southgate classification. Fruits contained little starch (range 0-4 g/100 g fresh weight (FW) except in the case of the plantain (31 g/100 g FW starch), whereas vegetables showed a higher concentration with tubers in the range 10-20 g/100 g FW starch. Legumes contained 0-5 g/100 g FW; amongst the capsicum group the chilli poblano had the highest concentration at 1.3 g/100 g FW starch. The concentration of sugars in fruits ranged from 0.6 g/100 g FW to 21.1 g/100 g FW.

RESUMEN. Contenido de almidón y azúcares totales en frutas y verduras de México. Se analizaron el almidón y los azúcares totales en 20 frutas, 28 verduras y 6 hierbas, cultivadas en México. La selección de estos alimentos se basó en encuestas nacionales de dieta y se identificó aquellas que eran consumidas con mayor frecuencia. El almidón se analizó por un método enzimático mientras que los azúcares totales se determinaron gravimétricamente. Los alimentos se agruparon de acuerdo a la clasificación de Southgate. La concentración de almidón en las frutas baja (rango 0-4 g/100 g peso húmedo (FW) excepto en el caso del plátano macho, mientras que en las verduras, la concentración de almidón fue mayor. Los tubérculos con un rango entre 10-20 g/100 g FW y las leguminosas con un rango entre 0-5 g/100 g FW. Del grupo capsicum, en el chile poblano se encontró la concentración más alta (1.3 g/100 g FW almidón). La concentración de azúcares totales en las frutas tuvo un rango entre 0.6 g/100 g FW hasta 21.1 g/100 g FW.

INTRODUCTION

Starch is quantitatively the major carbohydrate in the human diet and represents some 80-90% of all polysaccharides eaten. Thus intakes of starch in Europe are usually 8-10 times higher than intakes of non-starch polysaccharides (NSP). Yet information on starch intake is rarely reported in the literature because most papers confine their reports to estimates of total carbohydrate, these being specified in most older food tables «by difference», i.e. after the weight of fat, protein and ash has been subtracted from the dry weight of food. Direct measurements of specific sugars and starches are rarely undertaken.

The increasing recognition of the different physiological properties of starch and of non-starch polysaccharides and of sugars in nutrition has prompted us to measure separately the starch and sugar content of a variety of those fruits and vegetables frequently consumed in Mexico. This is a part of a new national database marking the 50th anniversary of the National Institute of Nutrition Salvador Zubirán in Mexico. New analyses of NSP are already available in Mexico for pulses and cereal products (1) and for vegetables and fruits (2).

MATERIAL AND METHODS

Selection of foods for analysis: The choice of fruits vegetables was based on dietary surveys; these were used to identify those foods

most widely consumed. The fruits, vegetables and herbs were then randomly selected from the storage department of Dicomesa 1992 which was formerly the regional office for the Metropolitan Mexico City of the National Food Distributor Company (CONASUPO). This company was selected to allow easy access and sampling of Mexican foods because, being located in Mexico City's Food Supply Center where fruits and vegetables arrive in trucks from different parts of the country, a representative selection of foods eaten by the general public could be chosen. Four or five samples of each of 20 fruits, 28 vegetables and six herbs were taken and transported to the National Institute of Nutrition for analysis. The scientific names of the foods were described elsewhere (2).

Sample preparation and chemical methods: On arrival at the Institute in Mexico, the foods were carefully washed with deionized water in order to remove impurities, but care was taken not to overwash them so leaching of the nutrients was minimised. Since the samples were also used for mineral and trace element analysis, extreme care was taken during the preparation to avoid using utensils which could contaminate the samples, i.e. iron knives or boards. Samples of each food were pooled, and aliquots of each pooled sample were taken into weighted plastic containers, weighed, sealed and frozen at -20 °C. Samples were then freeze-dried and reweighed. The dried material from each container was then sealed in polyethylene bags for storage until analysis. A more detailed explanation of the procedure can be found elsewhere (2).

Because of the limited sample size available for analysis a mixture of duplicate and single analyses were made. For sugars, five samples were analysed in duplicate, whilst the rest were analysed singly. The mean coefficient of variation between duplicates was $1.77 \pm 1.96\%$. For starch the mean coefficient of variation between duplicates, of the control sample included in each batch of analysis, was $2.42 \pm 2.43\%$; the food samples were analysed singly. Results were corrected for the residual moisture content of the freeze-dried material by

1 Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ), Subdirección de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Dpto. de Fisiología de la Nutrición, México
2 The Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen

drying a portion at 100 °C for 4 hours. Then, dry weight (DW) data were converted to a fresh (FW) basis for ease of presentation in a format consistent with the usual practice for food composition tables and dietary surveys.

Starch: This was determined by the method of Aman and Hessellman (3). The samples were extracted with 80% ethanol solution to remove free sugars. The sugar-free residue was hydrolysed in pH 5.0 buffer using the thermostable -amylase, Termamyl (Novo Industries Ltd) at 100 °C for 30 min. The released glucose oligomers were further hydrolysed to glucose by overnight incubation with amyloglucosidase (Boehringer). After transferring to a volumetric flask, making up to volume and filtering, the released glucose in solution was determined by a glucose oxidase/peroxidase procedure. The starch content was calculated as glucose x 0.9.

Sugars: Sugars were extracted by shaking in warm (<60 °C) water for 30 min (4). The extracts were then clarified using Carrez solutions. An aliquot of the solution was hydrolysed in 0.1M hydrochloric acid to invert sucrose, neutralised, re-filtered, and made up to a known volume (5). The reducing sugar content was determined by the copper reduction method of Munson-Walker(6).

RESULTS

A formal classification of fruits and vegetables for nutritional or food compositional purposes is difficult to devise without resorting to arbitrary groupings. Many foods considered as fruits in Mexico are botanically vegetables (e.g. Jicama is eaten as a fruit in Mexico, is very watery, but is considered by many to be a tuber), whereas avocado is eaten as a vegetable but in botanical terms is a fruit.

(Table 1) summarises the results of the analysis in fruits and vegetables grouped according to the Southgate classification (7). (Tables 2,3) show the results in the individual foods.

TABLE 1
Mean starch and total sugar content in fruits and vegetables
Summary table*

	n**	Starch g/100 g FW***	Total sugars
Fruits			
Popular	7	0.8	6.9
Apples	2	trace	8.3
Stone fruits	4	ND	5.7
Citrus fruits	3	ND	6.9
Grapes	1	ND	14.4
Banana plantain	1	31.0	21.1
Melons	1	ND	5.4
Melon seeds	1	ND	5.1
Vegetables			
Popular	2	6.6	0.8
Tubers	4	14.4	1.4
Legumes	3	2.1	2.0
Capsicums	3	0.6	1.5
Bulbs	4	trace	8.1
Gourds	2	0.2	2.1
Roots	2	0.2	4.1
Brassicac	1	ND	2.9
Green leafy	3	ND	0.6
Others	3	ND	1.3
Herbs	6	trace	0.7

* For each category there are several items which are specified in subsequent Tables.

trace <0.05 %

** n=number of samples

*** FW=fresh weight

TABLE 2
Starch and total sugar content in Mexican fruits

English Name Dry matter (DM)%	Mexican Name	Starch g/100 FW	Total Sugars g/100 g FW
POPULAR	POPULARES		
Mamey DM=30.3 %	Mamey	1.2	17.9
Mango DM=14.4 %	Mango	trace	11.0
Soursop DM=15.7 %	Guanábana	ND	8.6
Papaya DM=8.4 %	Papaya	trace	5.6
Jicama DM=11.3 %	Jicama	4.1	4.1
Avocado Hass DM=15.1 %	Aguacate, Hass	0.1	0.9
Pineapple DM=11.0 %	Piña	ND	8.2
Apples	Manzanas		
Apple+Skin DM=13.6 %	Manzana con cáscara	trace	8.7
Apple, flesh DM=13.2 %	Manzana, pulpa	ND	7.8
Stone fruits			
Plum-Wilson DM=14.2 %	Ciruela, Wilson	ND	6.9
Plum, Perfumed DM=10.6 %	Ciruela, perfumada	ND	4.6
Plum, black DM=12.3 %	Ciruela, negra	ND	3.2
Citrus fruit	Cítricos		
Orange, no peel DM=14.2 %	Naranja sin cáscara	ND	7.6
Lime DM=8.8 %	Lima	ND	4.9
Lemon, bitter DM=10.6 %	Limón, agrio	ND	0.6
Grapes DM=18.4 %	Uvas	ND	14.4
Bananas	Plátanos		
Plantain DM=59.2 %	Plátano macho	31.0	21.1
Melons	Melones		
Melón, chinese DM=10.9 %	Melón chino	ND	5.4
Melon chinese, seed DM=20.7 %	Melón, semillas	ND	5.1

TABLE 3
Starch and total sugar content in Mexican vegetables

English Name Dry matter (DM)%	Mexican Name	Starch g/100 g FW*	Total Sugars g/100 g FW
POPULAR MEXICAN			
Corn (grain) DM=27.7 %	Elote	13.2	1.4
Cactus, leaf DM=4.3 %	Nopal	trace	0.2
Tubers			
Potato, new, +skin DM=16.7 %	Papa con cáscara	10.9	0.7
Potato, new, flesh DM=18.8 %	Papa chica sin cáscara	13.6	0.5
Potato + skin DM=17.8 %	Papa con cáscara	13.1	0.3
Potato, sweet DM=29.5 %	Camote	19.8	4.0
Legumes			
Beans, runner DM=8.9 %	Ejotes	0.5	1.9
Pea, sugar DM=10.6 %	Vaina de chícharo	0.1	2.0
Pea DM=21.9 %	Chicharo	5.6	2.1
Capsicums			
Chilli, poblano DM=8.6 %	Chile poblano	1.3	1.9
Chilli, serrano DM=11 %	Chile, serrano	0.4	1.5
Pepper, green DM=5.0 %	Pimiento, verde	ND	1.2
Bulbs			
Leek DM=19.1 %	Poro	0.1	12.0
Onion (bulb) DM=15.1 %	Cebolla, de rabo	ND	8.1
Onion, white raw DM=11.4 %	Cebolla, blanca	ND	7.4
Onion, spring DM=8.3 %	Cebolla, cambray	trace	4.9
Gourds			
Courgette DM=5.7 %	Calabacita	0.1	1.9
Chocho DM=5.2 %	Chayote	0.2	2.3
Roots			
Betroot DM=14.2 %	Betabel	trace	5.6
Carrot DM=11.8 %	Zanahoria	0.3	2.5
Brassicas			
Cabbage, white DM=6.1 %	Col, blanca	ND	2.9
Green leafy			
Lettuce DM=3 %	Lechuga, orejona	ND	0.9
Swiss Chard DM=7.4 %	Acelgas	ND	—
Celery leaves DM=8.3 %	Apio, hojas	ND	0.2

Others			
Tomato, green DM=8.0 %	Tomate verde	ND	3.0
Tomato (red) DM=4.5 %	Jitomate	ND	1.5
Watercress DM=5.8 %	Berros	ND	0.3
Cucumber, skin DM=5 %	Pepino, cáscara	ND	0.4
Herbs			
Chamomile DM=8.8 %	Yerbas Manzanilla	ND	0.3
Coriander DM=13.4 %	Cilantro	ND	1.7
Goosefoot DM=8.7 %	Epazote	trace	0.2
Mint DM=12.4 %	Yerbabuena	trace	0.2
Parsley leaves DM=8.7 %	Perejil, hojas	ND	0.3
Parsley stem DM=8.2 %	Perejil, tallos	ND	1.4
trace <0.05 %			
* Fresh weight			

TABLE 4
A comparison of starch and total sugar content of Mexican and British foods

Food	Starch g/100 g FW*		Total Sugars g/100 g FW	
	Mexico	UK	Mexico	UK
FRUITS				
Popular				
Mango	trace	0.3	11.0	13.8
Papaya	trace	0	5.6	6.6
Avocado Hass	0.1	trace	0.9	0.5
Pineapple	ND	0	8.2	10.1
Apples				
Apple+skin	trace	trace	8.7	11.8
Apple, flesh	ND	trace	7.8	11.2
Citrus fruit				
Orange, no peel	ND	0	7.6	8.5
Lime	ND	0	4.9	3.2
Grapes	ND	0	14.4	15.4
Bananas				
Plantain	31.0	23.7	21.1	5.7
Melons				
Melon, chinese	ND	0	5.4	4.2
VEGETABLES				
Corn (grain)	13.2	10.5	1.4	1.4
Tubers				
Potato, new, flesh	13.6	14.8	0.5	1.3
Potato + skin	13.1	16.6	0.3	0.6
Potato, sweet	19.8	15.6	4.0	5.7
Legumes				
Beans, runner	0.5	0.4	1.9	2.8
Pea, sugar	0.1	0.8	2.0	3.4
Pea	5.6	7.0	2.1	2.3
Capsicums				
Chilli, serrano	0.4	trace	1.5	0.7
Pepper, green	ND	0.1	1.2	2.4

Bulbs				
Leek	0.1	0.3	12.0	2.2
Onion, spring	trace	0.2	4.9	2.8
Gourds				
Courgette	0.1	0.1	1.9	1.7
Roots				
Beetroot	trace	0.6	5.6	7.0
Carrot	0.3	0.2	2.5	5.6
Brassicas				
Cabbage, white	ND	0.1	2.9	4.9
Green leafy				
Lettuce	ND	trace	0.9	1.7
Celery, leaves	ND	trace	0.2	0.9
Others				
Tomato, red	ND	trace	1.5	3.1
Watercress	ND	trace	0.3	0.4
HERBS				
Mint	trace	ND	0.2	ND
Parsley, leaves	ND	0.4	0.3	2.3

trace <0.05 %

* Fresh weight

Starch content: The fruits contained almost no starch except in the case of the banana plantain, often considered by the public as a vegetable, which had a very high concentration of starch.

The group of vegetables showed, on average, a much higher starch concentration than the fruit, but the tuber showed the highest concentration of all with sweet potato at the top of the list. Sweet potato is a stem tuber of major importance in the Mexican diet and although similar to the potato it has a higher dry matter and starch content (DM=25% versus 18% for potato). Legumes ranked next with an average starch concentration of 2.1 g/100 g FW. Peas had only a third of the starch content of sweet potato, and 2-3 times less starch than potatoes on a wet weight basis. Among the capsicum group, the Chile poblano showed the highest concentration of starch but no starch was detected in the green pepper and negligible amounts of starch were seen in the bulbs, gourds roots, brassicas, in green leafy and the other vegetables and in the herbs.

Total sugar content: The total sugar content of fruits was found, as expected, to be high. The range of total sugars, however, was wide, from 0.6 (g/100 g FW) in the bitter lemon to 21.1 (g/100 g FW) in the plantain. The most popular fruits, mango and mamey, contained high concentrations of sugars; pineapple is also widely consumed and had a high total sugar content, the major component of which is sucrose. The three species of plum showed variable amounts of sugars, the Wilson variety having the highest concentration and the black plum the lowest. Variable amounts of sugars were found in citrus fruits as expected because the lemon, with its high acidity content, had almost no sugar. The orange, however, had more than 12 times the sugar content of lemon and 1.5 times the sugar content of lime. Grapes, a widely consumed fruit, were very rich in sugar. The banana, a popular and unusual fruit, is cultivated throughout the tropics and contained starch in its immature form, but during the process of maturation the starch is recognised to be converted into sugars so that in the fully ripened fruit a mixture of glucose, fructose and sucrose is present with sucrose as the principal sugar. Plantain, which is a type of banana, was also found to be high in both sugars and starch (Table 2) and is always eaten ripe.

Finally, the melon with its high water content showed levels of sugar which were similar to those found in papaya. The melon seed, used in Mexico for the preparation or refreshing beverages, had

similar sugar concentrations to those observed in the flesh of the melon.

Table 4 shows a direct comparison of the Mexican data with The British data (8). Although values are not identical they were found to be of the same order.

DISCUSSION

The method chosen for starch and total sugar analyses are standard techniques which provide, by their enzyme specificity, direct measure of the particular carbohydrate under study. The total value of starch plus sugar cannot be considered equal to the total carbohydrate content inferred from the standard North American food tables because these are constructed by difference and include oligosaccharides, inulins and cell-wall polysaccharides, none of which were measured in these analyses. If comparability is sought by making an allowance for some published fibre measurements, this will still present problems because North American values refer to measurements made with the AOAC Prosky procedure, which measures fibre as a residue containing non starch polysaccharides (NSP), variable amounts of starch and non-carbohydrate components in unknown proportions. The resistant starch, which is resistant in vivo by virtue of not being gelatinised (Type II), should be measurable by the 100 °C Termamyl treatment used in this assay, and Type I resistant starch, which reflects the starch encased within cell-wall structures, would not be expected to be present in these samples. Type III resistant starch, which is not included in this assay, is formed mainly as the result of retrogradation of starch following cooking and is likely to be low in these uncooked foods. Thus this direct assay can be expected to include the majority of the starch in the foods analysed.

Clearly it is important now to analyse the other important carbohydrate fractions directly. This will require new and robust methods for the oligosaccharides which are now emerging as important (9) and for the full array of inulins which are somewhat more difficult to assay accurately. It could be argued that it would be useful to have not only the individual carbohydrate values but also the components of starch divided not only into Types I, II, and III resistant starch but also the rapidly and slowly digestible starches as set out by Englyst et al (10,11). These issues are the subject of future research and will be particularly important if cooked samples are to be measured.

The actual data obtained provided few surprises. The evolution in starch/sugar content of bananas and plantains during the ripening process is well recognised (12) and will materially affect the amount of starch entering the colon for fermentation. Thus, if there is a concern to define the fermentable carbohydrates entering the colon, then more controlled studies with direct measurement of the sugar/starch types are needed in the foods as eaten, bearing in mind the potential effects of cooking.

These data form part of a new information base for updated food composition tables being developed by the Instituto Nacional de la Nutrición. As such these and other data will become available for a wide variety of nutritional and epidemiological studies.

REFERENCES

1. Sánchez-Castillo C.P., Dewey P.J.S., Solano M. de L., Tucker M. & James W.P.T. The non-starch polysaccharides (NSP) in Mexican pulses and cereal products. *Journal of Food Composition and Analysis* 7:260-281, 1994.

2. Sánchez-Castillo CP., Dewey PJS., Solano M. de L., Finney S. & James WPT. The dietary fibre content (non-starch polysaccharides) of Mexican fruits and vegetables. Preliminary data. *Journal of Food Composition and Analysis* 8:284-294, 1995.
3. Aman P. & Hesselman K. Analysis of starch and other main constituents of cereal grains. *Swedish J Agric Res* 14:135-139, 1984.
4. Fertilizer and Feedingstuffs Regulations. N°840. Method N° 9 p.32. HMSO London, UK, 1976.
5. Wainman FW., Dewey PJS & Boyne AW. Feedingstuffs Evaluation Unit. Third Report, DAFS, Edinburgh. 24-25. *Compound Feedingstuffs for Ruminants*, 1981.
6. *Official Methods of Analysis*, AOAC 10th Edition. Methods 29.039 and 43.012. Washington, USA. 1965.
7. Southgate D.A.T. Vegetables, fruits, fungi and their products. In: *Human Nutrition and Dietetics*. 9th edition ed Garrow JS. and James WPT. Churchill Livingstone pp289-304, 1993.
8. Holland B., Welch AA., Unwin YD., Buss DH., Paul AA. & Southgate DAT., McCance and Widdowson *The Composition of Foods*. Fifth Ed. Cambridge UK: Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Foods. 1991.
9. Loo J., Coussement P., Leenheer L. et al. On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the Western diet. *Critical Review in Food Science Nutrition*, 35:525-552, 1995.
10. Englyst HN., Kingman SM. & Cummings JH. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur J Clin Nutr* 46:S33-S50, 1992.
11. Englyst HN, Quigley ME, Hudson GJ. Determination of dietary fibre as non-starch polysaccharides with gas-liquid chromatographic, high-performance liquid chromatographic or spectrophotometric measurement of constituent sugars. *Analyst* 119:1497-1509, 1994.
12. Englyst HN. & Cummings JH. Digestion of the carbohydrates of banana (*Musa paradisiaca sapientum*) in the human small intestine. *Am J Clin Nutr* 44:42-50, 1986.

Recibido: 12-04-1996

Aceptado: 20-03-1997

Perfil de ácidos grasos en salchichas elaboradas en Venezuela

Consuelo Araujo de Vizcarrondo ¹ y Eduardo Martín ²

Cátedra de Bromatología, Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela

RESUMEN. En el presente trabajo se determinó el contenido de lípidos, humedad y el perfil de ácidos grasos a diez tipos de salchichas. Los lípidos se extrajeron y purificaron con una mezcla de cloroformo/metanol 2:1. Los ácidos grasos en el extracto lipídico se metilaron con una solución al 4% de ácido sulfúrico en metanol y posteriormente se determinaron como ésteres metílicos por cromatografía en fase gas-líquido. Las muestras presentaron un contenido de lípidos mínimo de 7.10% en salchichas enlatadas y un máximo de 35.23% en salchichas tipo coctel. Se encontró en general predominio en los ácidos grasos monoinsaturados, siendo el principal componente el ácido oleico con valores entre 42.54% y 48.83% para salchichas con jamón y tipo francfort respectivamente; seguido de los saturados con predominio del ácido palmítico con cifras entre 21.46% en la tipo Bologna y 26.59% para la tipo Polaca. Los ácidos grasos poliinsaturados constituyen el grupo minoritario con concentraciones de ácido linoleico que van de 8.50% en salchichas tipo cotto salami a 12.60% en la tipo coctel. Las salchichas de pollo y pavo presentaron mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados y menor de saturados que los otros tipos de salchichas estudiadas.

SUMMARY. Fatty acid composition of sausages manufactured in Venezuela. The moisture and lipid content as well as the fatty acid composition of sausages were determined. Lipids were extracted and purified with a mixture of chloroform/methanol 2:1. Fatty acids in the lipid extract were methylated with 4% sulfuric acid/methanol solution and later were separated as methyl esters by gas liquid chromatography (GLC). Sausages presented a lipid content between 7.10% for canned sausages and 35.23% for the cocktail type. Most of the fatty acids were monounsaturated with oleic acid as the major component with values between 42.54% for ham sausage and 48.83% for francfort type. Saturated fatty acids followed, with palmitic acid as the major component in a range between 21.46% and 26.59% for bologna and Polaca sausage respectively. Polyunsaturated fatty acids were present in less quantities with concentration of linoleic acid between 8.5% (cotto salami type) and 12.60% (cocktail type). Turkey and poultry sausages presented a higher content of polyunsaturated and less saturated fatty acids than the other types of sausages studied.

INTRODUCCION

Estudios epidemiológicos y clínicos han confirmado que existe una fuerte relación entre los lípidos de la dieta y las enfermedades cardiovasculares; estas investigaciones han determinado que los ácidos grasos saturados de la dieta (excepto el ácido esteárico) producen generalmente un incremento en los niveles de colesterol y de la LDL del plasma; mientras que las dietas que contienen ácidos grasos poliinsaturados (predominantemente el ácido linoleico C18:2 n-6) disminuyen los lípidos plasmáticos (1-4). También ha sido informado (5,6) que el consumo de altos niveles y en forma continua de ácidos grasos de la serie n-6 producen mayor liberación de ácido araquidónico tisular, por lo que se sucede una sobre producción crónica del prostanoide PGE2 (que actúa en el crecimiento de las células de los tejidos, incluyendo las del tejido tumoral), ocasionando en las células del sistema inmune fenómenos metabólicos que favorecen la aparición y desarrollo de tumores. Investigaciones (7-8) más recientes sobre los ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3 (ácido eicosapentaenoico y docosahexaenoico) han determinado que estos disminuyen los triglicéridos y el colesterol del plasma y tienen actividad antitrombótica. Asimismo, ha sido revelado (6-9) que los ácidos grasos de la serie n-3 compiten como sustrato con el ácido araquidónico por la enzima ciclooxigenasa disminuyendo la sobre producción de PGE2, por lo que actúan como factores de beneficio

en la respuesta inmune. Es necesario conocer entonces, la composición de ácidos grasos presentes en las grasas para poder definir los alimentos apropiados que servirían entre otras, como medida para prevenir y curar las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Sin embargo, la información existente sobre estos nutrientes en los principales alimentos de consumo en Venezuela es escasa. Por lo antes expuesto, el presente estudio tienen como objetivo determinar el contenido de lípidos y el perfil de ácidos grasos en diferentes tipos de salchichas.

MATERIALES Y METODOS

Se analizaron doce tipos de salchicha, las cuales fueron recolectadas en diferentes puntos de ventas del área metropolitana, durante el período de 12 meses (febrero de 1994 a enero de 1995). Las muestras fueron preparadas en crudo y por triplicado.

Preparación de la muestra: Las muestras se homogeneizaron pasándolas dos veces por un molinillo de carne. Se pesaron muestras que contenían aproximadamente entre 0.5 y 0.7 gramos de grasa. Los lípidos totales se extrajeron con cloroformo/metanol según el método de Folch et al (10). Se prepararon los ésteres metílicos de los ácidos grasos (11) en el extracto graso con 4% de ácido sulfúrico/metanol, calentando a 90°C durante 2 horas. Las muestras fueron colocadas en baño de hielo y se les agregó 3ml de agua fría. La capa acuosa fue extraída tres veces con 3ml de hexano. Los extractos del hexano se combinaron en un balón de 10 ml y fueron llevados a volumen con hexano.

¹ Profesor Agregado. Cátedra de Bromatología.

² Profesor Asociado. Cátedra de Análisis de Alimentos.

Condiciones cromatográficas: Los extractos de hexano se analizaron por cromatografía de gas en un cromatógrafo Varian Modelo 3700. con detector de ionización de llama y columna de PT 10% Silar-10C en GasChrom Q malla 100/120.

- Temperatura inicial 80 °C/5 min. con un incremento de 4 °C/min. hasta 160 °C y se continuó con un incremento de 1 °C/min. hasta 200 °C.
- Temperatura del detector y del inyector 300 °C
- Flujo de nitrógeno 60 ml/min; hidrógeno 40 psi; aire 60 psi.
- Muestra inyectada de 1 ul. a 3 ul.

Se realizaron los cromatogramas de los patrones de los ácidos grasos metilados los cuales permitieron la identificación de sus homólogos en los cromatogramas de las muestras. Para los cálculos se usó el método de la normalización (12-13) y el contenido de humedad se determinó por el método de la AOAC (12).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las Tablas 1-2-3 y 4 se encuentran los valores de lípidos, humedad (dato informativo) y el perfil de ácidos grasos identificados en las diferentes muestras de salchichas.

Las salchichas son uno de los embutidos de mayor variedad y de ellas, la Wieners es la que tiene más demanda en el mercado por lo cual son elaboradas por diversos fabricantes. En la Tabla 1 se reportan los datos obtenidos para cinco marcas diferentes de salchichas wieners donde el contenido de lípidos (con un valor promedio de 25.77%) y el perfil de ácidos grasos se presentan en general comparables. El ácido oleico es el ácido graso predominante con un valor promedio de 44.19%, seguido por el ácido palmítico con 24.37% y el ácido linoleico con 12.52%. Algunas excepciones se presentan, como es el caso de la salchicha «A» que tiene mayor contenido de lípidos (28.81%) y de grasas poliinsaturadas (16.48%); igualmente la presencia de miristoléico en salchicha «C». Los resultados obtenidos para las salchichas wieners son similares a los encontrados por estudios previos (17) (no se especifica el tipo de salchicha, pero se presume que es la wieners, por ser la más común), a excepción del contenido de lípidos, ácido esteárico y oleico que presentaron valores superiores en la presente investigación.

En las Tabla 2 y 3 se estudian diferentes tipos de salchichas, observándose el contenido de lípidos entre un mínimo de 7.10% para las salchichas enlatadas y un máximo de 35.23% que corresponde a la tipo coctel. En general las grasas monoinsaturadas predominan, siendo el principal representante de estas, el ácido oleico con valores que van de 42.54% (salchicha con jamón) a 48.83% (tipo frankfurt); seguida de las grasas saturadas con cifras de ácido palmítico entre 21.46% (tipo bologna) y 26.59% (tipo polaca); el grupo minoritario lo constituyen las grasas poliinsaturadas donde el ácido linoleico es el principal componente con valores de 8.50% (tipo cotto salami) a 12.60% (tipo coctel). Al comparar estos resultados con los publicados en estudios realizados (14,15) en carnes de bovino y porcino, observamos que los ácidos grasos están presentes en ambos casos, con predominio de ácido oleico, palmítico, esteárico y linoleico (este último en la carne de porcino). Estos resultados eran de esperar si tomamos en cuenta que las variedades de salchichas analizadas son elaboradas básicamente con carne de porcino y/o bovino, como lo establecen las normas venezolanas vigentes (16).

TABLA 1
Contenido de humedad, lípidos y perfil de ácidos grasos (1) en salchichas Wieners (2)

g/100 g	A	B	C	D	E	X (4)	DS(5)
Humedad (3)	53.05	55.09	52.84	57.39	55.81	54.84	1.92
Lípidos (3)	28.81	25.42	25.18	24.18	25.26	25.77	1.77
Acidos Grasos (3)							
Saturados							
C 8:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C 10:0	0.01	0.02	0.05	0.00	0.16	0.05	0.07
C 12:0	0.02	0.03	0.006	0.00	0.11	0.04	0.04
C 14:0	1.41	1.31	1.60	1.34	2.15	1.60	0.35
C 16:0	23.26	24.67	23.91	26.02	23.98	24.37	1.05
C 18:0	12.67	12.12	11.51	11.76	11.34	11.88	0.53
Total	37.37	38.15	37.13	39.12	37.74	37.90	0.78
Monoinsaturados							
C 14:1	0.00	0.00	0.22(9)	0.00	0.00	0.00	0.00
C 16:1	2.86	2.68	3.28	2.75	3.57	3.03	0.38
C 18:1	42.50	44.22	45.71	43.82	44.71	44.19	1.18
Total	45.36	46.90	49.21	46.57	48.28	47.26	1.50
Poliinsaturados							
C 18:2	14.62	12.96	11.29	11.85	11.90	12.52	1.32
C 18:3	1.86	1.59	1.43	1.64	1.41	1.59	0.18
Total	16.48	14.55	12.72	13.49	13.31	14.11	1.48
Otros (6)	0.24	0.22	0.35	0.64(9)	0.17	0.25	0.08
Relación P/S (7)	0.44	0.38	0.34	0.34	0.35	0.37	0.04
Relación M/S (8)	1.21	1.23	1.33	1.19	1.28	1.25	0.06

(1) Expresados como gramos de ésteres metílicos en 100 gramos de muestra cruda; (2) A,B,C,D,E muestras de diferentes marcas (3) n=3; (4) Promedio; (5) Desviación estándar; (6) Acidos grasos de 20 o más carbonos, no se usó en el cálculo de P/S y M/S; (7) Relación poliinsaturados/saturados; (8) Relación monoinsaturados/saturados; (9) No se incluyen en el cálculo de X y DS.

TABLA 2
Contenido de humedad, lípidos y perfil de ácidos grasos (1) en variedades de salchichas

g/100 g	Bologna	Cotto Salami	Frankfurt	Lyoner	Polaca	Viena
Humedad (2)	58.41	62.91	55.56	53.60	49.75	52.10
Lípidos (2)	26.81	14.57	21.77	28.54	29.21	20.26
Acidos Grasos(3)						
Saturados						
C 8:0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
C 10:0	0.04	0.05	0.06	0.09	0.07	0.05
C 12:0	0.05	0.02	0.09	0.09	0.07	0.08
C 14:0	1.85	2.02	1.51	1.71	1.52	1.41
C 16:0	21.46	26.37	22.99	25.19	26.59	23.29
C 18:0	12.05	12.82	9.04	13.79	7.50	11.88
Total	35.45	41.28	33.69	40.88	35.75	36.71
Monoinsaturados						
C 14:1	0.00	0.30	0.00	0.09	0.01	0.00
C 16:1	3.40	3.00	3.48	2.73	2.77	3.06
C 18:1	46.80	46.09	48.83	43.24	48.14	45.39
Total	50.20	49.39	52.31	46.06	50.92	48.45
Poliinsaturados						
C 18:2	11.81	8.50	12.20	11.21	11.72	12.64
C 18:3	1.69	0.46	1.44	1.32	1.33	1.59
Total	13.50	8.96	13.64	12.53	13.05	14.23
Otros (3)	0.2173	0.41	0.37	0.27	0.31	0.63
Relación P/S(4)	0.38	0.22	0.40	0.31	0.37	0.39
Relación M/S(8)	1.42	1.20	1.55	1.13	1.42	1.32

(1) Expresados como gramos de ésteres metílicos en 100 gramos de muestra cruda; (2) n=3; (3) Acidos grasos de 20 o más carbonos, no se usó en el cálculo de P/S y M/S; (4) Relación poliinsaturados/saturados; (5) Relación monoinsaturados/saturados.

TABLA 3
Contenido de humedad, lípidos y perfil de ácidos grasos (1)
en variedades de salchichas

	Con Jamón(2)			Enlatada	Tipo Coctel
	A	B	X(4)		
Humedad, g/100 g (23)	67.93	62.20	65.07	76.87	50.82
Lípidos, g/100 g (3)	9.97	15.31	12.64	7.10	35.23
Acidos Grasos(3)					
Saturados					
C 8:0	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00
C 10:0	0.05	0.11	0.08	0.00	0.04
C 12:0	0.04	0.08	0.06	0.11	0.05
C 14:0	1.88	1.73	1.81	2.07	1.73
C 16:0	26.63	24.02	25.33	25.86	23.60
C 18:0	16.12	13.95	15.04	15.10	13.91
Total	44.72	39.91	42.32	43.14	39.33
Monoinsaturados					
C 14:1	0.09	0.04	0.07	0.00	0.00
C 16:1	2.85	3.36	3.11	3.36	3.00
C 18:1	41.22	43.86	42.54	42.79	42.76
Poliinsaturados					
C 18:2	10.09	10.98	10.54	0.37	12.60
C 18:3	0.52	0.74	0.63	0.99	1.17
Total	10.61	11.72	11.17	10.36	13.77
Otros (5)	0.47	0.33	0.40	0.27	0.60
Relación P/S(6)	0.24	0.29	0.27	0.24	0.35
Relación M/S(7)	0.99	1.18	1.09	1.07	1.16

(1) Expresados como gramos de ésteres metílicos en 100 gramos de muestra cruda; (2) Aaa, B muestras de diferentes marcas; (3) n=3; (4) Promedio; (5) Acidos Grasos de 20 o más carbonos, no se usó en el cálculo de P/S y M/S; (6) Relación poliinsaturados/saturados; (7) Relación monoinsaturados/saturados.

En la Tabla 4 encontramos los resultados del análisis realizado a salchichas de pollo y de pavo, en donde se aprecia un menor contenido de lípidos en las salchichas de pollo (16.86%). En relación a los ácidos grasos, las salchichas de pavo presentan un contenido de grasas poliinsaturadas (34.67%) mayor y de saturadas (24.99%), menor al compararlas con las de pollo (25.65% y 31.83% respectivamente).

TABLA 4
Contenido de humedad, lípidos y perfil de ácidos grasos (1)
en salchichas de pollo y pavo

	Pollo(2)			Pavo
	A	B	X(4)	
Humedad, g/100 g (3)	59.57	67.72	64.15	55.78
Lípidos, g/100 g (3)	20.20	13.52	16.86	24.23
Acidos Grasos(3)				
Saturados				
C 8:0	0.00	0.00	0.00	0.00
C 10:0	0.00	0.00	0.00	0.00
C 12:0	0.00	0.04	0.02	0.01
C 14:0	0.58	0.94	0.76	0.64
C 16:0	24.55	23.76	24.16	19.08
C 18:0	6.44	7.35	6.90	5.26
Total	31.57	32.09	31.83	24.99
Monoinsaturados				
C 14:1	0.15	0.06	0.11	0.00
C 16:1	7.04	5.67	6.36	2.69
C 18:1	32.77	36.96	34.87	37.09
Total	39.96	42.69	41.33	39.78
Poliinsaturados				
C 18:2	23.82	23.67	23.75	33.96
C 18:3	2.36	1.45	1.91	0.71
Total	26.18	25.12	25.65	34.67
Otros (5)	0.46	0.44	0.45	0.26
Relación P/S(6)	0.83	0.78	0.81	1.39
Relación M/S(7)	1.26	1.33	1.29	1.59

(1) Expresados como gramos de ésteres metílicos en 100 gramos de muestra cruda; (2) A, B muestras de diferentes marcas (3) n=3; (4) Promedio; (5) Acidos Grasos de 20 o más carbonos, no se usó en el cálculo de P/S y M/S; (6) Relación poliinsaturados/saturados; (7) Relación monoinsaturados/saturados.

Es importante destacar que de los diferentes tipos de salchichas estudiadas, las de pavo y pollo tienen la menor cantidad de grasas saturadas y un contenido bastante importante de ácido linoleico tomando en cuenta el valor relativo nutricional de este ácido esencial.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación ha sido financiada por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela.

REFERENCIAS

1. Connor WE. & Connor SL. The dietary prevention and treatment of coronary heart disease. En: Coronary Heart Disease, eds: Connor WE. and Bristow JD., Philadelphia: J.B. Lippincott, 1984.
2. Kannel WB, Castelle WP & Gordon T. Serum cholesterol lipoproteins and risk of coronary heart disease: the Framingham Study. Ann Intern Med 74:1, 1971.
3. McNamara DJ. Effects of fat modified diets on cholesterol and lipoprotein metabolism. Ann Rev Nutr 273, 1987.
4. Bonanome A. & Grundy SC. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. N Engl J Med 318:1244, 1988.

5. Kinsella JE, Lokesh B., Broughton S. & Whilan J. Dietary polyunsaturated fatty acids and eicosanoids: Potencial effects on the modulation of inflammatory and immune cells. *Nutrition* 6(1):24-44, 1990.
6. Karmalu RA. Eicosanoids in neoplasia. *Prev Med* 16:493, 1987.
7. Dyerberg J. Linolcnate-derivate polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. *Nutr Rev* 44; 125, 1986.
8. Harris WS., Windsor SI. & Dujovne CA. Effects of four doses of n-3 fatty acids given to hiperlipidemia patients for six months. *J Am Coll Nutr* 10:220-227, 1991.
9. Leaf A. & Weber PC. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *N Engl J Med* 318:549, 1988.
10. Folch J., Lees M. & Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 26:497-509, 1957.
11. Association of Official Analytical Chemists. «Official Methods of Analysis», 10th ed., Washington, DC.. Section 26.052, 1965.
12. Association of Official Analytical Chemists. «Official Methods of Analysis», 15th ed. Arlington, Virginia. Section 960.39, 1990.
13. Skoog DA. Leary J. *Introducción a las separaciones cromatográficas*. En: *Análisis instrumental*. McGraw-Hill/Interamericana de España, SA. 4ta. Ed. México, p.700. 1995.
14. Sinclair AJ, Slaterry WJ. & O'Dea K. The analysis of polyunsaturated fatty acids in meat by capillary gas liquid chromatography. *J Sci Food Agric*. 33:771, 1982.
15. Araujo de VC. *Acidos grasos en alimentos cárnicos venezolanos*. Trabajo de ascenso. Facultad de Farmacia Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1995.
16. Covenin. *Norma Venezolana Covenin 412. Salchichas*, Norma General. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1983.
17. Reyes O. & Bosch V. Determinación de ácidos grasos en alimentos de mayor consumo en Venezuela mediante cromatografía en fase gas-líquido. *Acta Cient Ven* 33:453.458, 1982.

Recibido: 03-12-1996

Aceptado: 08-04-1997

Notas

XI Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición "Dr Abraham Horwitz" y XI Congreso Centroamericano de Nutricionistas y Dietistas. Guatemala, noviembre 9-15,1997

Invitación

El Comité Organizador del XI Congreso Latinoamericano de Nutrición y del XI Congreso de Nutricionistas Dietistas de Centroamérica, que se celebrará en la Ciudad de Guatemala del 9 al 15 de noviembre del presente año, invita a participar en este evento a todos los Miembros de SLAN y a la comunidad científica latinoamericana que labora en área afines a la alimentación y nutrición.

El propósito del Congreso es intercambiar información científico-técnica actualizada y válida sobre temas de alimentación y nutrición, relacionada con los esfuerzos realizados hacia el logro de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina.

El Congreso se centra en los siguientes temas: Seguridad Alimentaria y Nutricional a nivel local, Economía Alimentaria, Protección de Alimentos, Alimentos Nutricionados, Educación Alimentaria y Nutricional, Desarrollo y Formación de Recursos Humanos, Micronutrientes, Nutrición de la Mujer y de la Niñez, Dieta y Salud de Adultos, Composición de Alimentos y Vigilancia, Monitoreo y Evaluación.

El programa considera conferencias, simposios, mesas redondas, trabajos libres y exhibiciones. Así mismo, se llevarán a cabo varias actividades precongreso, inclusive Cursos y Talleres.

El idioma oficial del Congreso es el español, sin embargo podrán hacerse presentaciones en inglés y portugués. En algunas sesiones se contará con traducción simultánea del inglés al español.

La temperatura promedio anual de la Ciudad de Guatemala es de 20° C (68°F). En la época del Congreso el clima es ligeramente fresco en la mañana y noche, y cálido a mediodía.

Información sobre la presentación de trabajos libres

Los trabajos libres deben basarse en resultados de investigaciones originales o experiencias prácticas, dentro de la gama de aspectos biológicos, técnicos, metodológicos, epidemiológicos y de salud pública relacionados a la alimentación y nutrición humanas.

Los trabajos serán aceptados siempre que sean de alta calidad científica y realizados con ética profesional, principalmente respecto al manejo de sujetos humanos o animales experimentales. Un resumen del trabajo debe enviarse a una de las direcciones indicadas, antes del 30 de junio de 1997, en forma electrónica a través de un disquete o por vía e-mail, sea en Word Perfect o Microsoft Word, con un límite de 250 palabras.

El resumen debe contener: a) Título del trabajo (mayúsculas), b) Nombre completo de los autores, c) Nombre de su institución, y d) Texto. Para que sea aceptado para la selec-

ción, el resumen debe ir acompañado de la boleta de inscripción debidamente llenada. El Congreso publicará los resúmenes y el Comité Técnico Científico se reserva el derecho de publicar el límite de palabras indicado.

El Comité Científico Técnico del Congreso decidirá si los trabajos libres pueden ser presentados en forma oral o como carteles. El Comité avisará oportunamente a los autores.

Los resúmenes pueden ser enviados en español, portugués o inglés, idiomas en que deberán ser presentados en las exposiciones orales o por medio de carteles.

Presentaciones orales

Las presentaciones orales de los trabajos libres se harán en sesiones programadas de 14:00 a 16:00 horas los días lunes, martes y jueves de la semana del Congreso.

Se contará con facilidades de proyección de diapositivas de 35mm y transparencias. La duración de la exposición será de 10 minutos estrictos, por lo que se recomienda un máximo de 12 diapositivas o transparencias.

Carteles

La exhibición de carteles de los Trabajos Libres se hará de 12:30 a 14:00, los días lunes, martes, jueves y viernes en el Área de Exhibiciones del Congreso.

Los lugares para la colocación de los carteles serán asignados por número. La exhibición debe estar comprendida en un espacio de 1.0 x 1.5 metros.

Envío de resúmenes

Los resúmenes pueden enviarse a través de:
Correo electrónico:

hdelgado@incap.org.gt / rflores@incap.org.gt / mmenchu@incap.org.gt

Correo postal: INCAP, Calzada Roosevelt zona 11, Apartado Postal 1188 Guatemala, C.A.

o INCAP P.O. Box 02-5289 Sección 0951 Miami, Florida 33102-5289 USA

Cualquier aclaración hacerla a las direcciones anteriores o a los teléfonos: PBX (502) 4723762 ó (502) 4715655 Fax:(502) 4736529

Información general

Cuotas de inscripción

Los participantes extranjeros deben pagar los gastos de inscripción con cheque o giro bancario en dólares de Estados Unidos de Norte América, a nombre de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Los participantes guatemaltecos pueden hacerlo en Quetzales en el equivalente al cambio oficial.

El costo de la inscripción para los cursos precongreso se informará en futuras comunicaciones.

Hoteles

Las tarifas corporativas de los hoteles en la Ciudad de Guatemala, por habitación para una o dos personas, oscilan entre los siguientes precios:

Hotel categoría ***** entre US\$75 y US\$95

Hotel categoría **** entre US\$50 y US\$75

Sociales:

Se contará con un programa especial para participantes y acompañantes, que se informará a su arribo al evento.

Aviso importante:

Entre los primeros 50 resúmenes de Trabajos Libres recibidos, se sortearán 5 bolsas viajeras completas (boleto, hotel e inscripción) y 5 financiamientos parciales (hotel e inscripción). Además, W.K. Kellogg Institute otorgará un premio al mejor trabajo de investigación enviado antes del 30 de junio. Se tendrán dos categorías: Estudiantes y Profesionales, los premios serán de US\$ 2,000 y US\$3,000, respectivamente.

Boleta de inscripción:

Nombres: _____
 Apellidos: _____
 Título: _____
 Institución: _____
 Dirección postal: _____

 Estado/Provincia: _____
 País: _____
 Teléfono: _____ Fax: _____
 Dirección electrónica: _____

Envío cheque () o giro () por: US\$ correspondientes a:

	Antes del 30/6/97	Antes del 30/9/97	A partir del 30/9/97
() Socios de SLAN	US\$75	US\$100	US\$125
() No Socios de SLAN	US\$100	US\$125	US\$150
() Estudiantes*	US\$25	US\$35	US\$50
() Acompañante	US\$25		

*Anexo copia de indentificación como estudiante SI () NO ()

Deseo presentar un Trabajo Libre en el área de:

Envío resumen para consideración SI () NO ()
 Deseo concursar para el Premio de W.K. Kellogg SI () NO ()

CONGRESO DE LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICIÓN
 Noviembre 9-15, 1997

SLAN 97

Promoviendo la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina
 Guatemala, Guatemala

Información sobre cursillos pre-congreso serán proporcionados próximamente

Temas centrales:

- SAN a Nivel Local
- Economía Alimentaria
- Protección de Alimentos
- Alimentos Nutritivos
- 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

Este límite para recibir resúmenes 30 de junio de 1997

SLAN 97 CONGRESO DE LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICIÓN
 Noviembre 9-15, 1997
 Guatemala, Guatemala

Anote en su agenda: Congreso SLAN-97

Para mayor información dirigirse a:

Dr. Hernán L. Delgado
 Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
 Apartado Postal 1188
 01901 Guatemala
 Guatemala, G.A.
 Teléfono: FAX (502) 4732762 ó 4735455
 Fax: (502) 4736529

o
 INCAP
 P.O. Box 52889, San José 01951
 Aviano, Florida 33305-5289
 USA

E-Mail: slan97@incap.org.gt / slan97@incap.org
 Web: http://www.incap.org.gt / slan97.htm

SLAN 97 XI CONGRESO SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICIÓN
 "Dr. Abraham Horwitz"
 XI CONGRESO CENTROAMERICANO DE NUTRICIONISTAS Y DIETISTAS
 Noviembre 9-15, 1997
 Guatemala, Guatemala C.A.

Cursillos pre-congreso 2-9 de noviembre, 1997
 Se informará próximamente

Para mayor información dirigirse a:

CONGRESO
Temas centrales:

- Seguridad Alimentaria y Nutricional a nivel local
- Economía Alimentaria
- Protección de Alimentos
- Alimentos Nutritivos
- Educación Alimentaria y Nutricional
- Formación de Recursos Humanos
- Micronutrientes
- Nutrición de la Mujer y la Niñez
- Dieta y Salud en Adolescentes y Adultos
- Vigilancia, Monitoreo y Evaluación
- Composición de Alimentos

Programa

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
08:30 - 09:30	Inauguración	Conferencias Plenarias	Conferencias Plenarias	Conferencias Plenarias	Conferencias Plenarias
09:30 - 10:30	Programa Especial	Debates/Panels Temáticos	Debates/Panels Temáticos	Debates/Panels Temáticos	Debates/Panels Temáticos
10:30 - 12:30	Simpósios	Simpósios	Simpósios	Simpósios	Simpósios
12:30 - 14:00	Exhibición/Manejos	Exhibición/Manejos	Visita a Manejos	Exhibición/Manejos	Exhibición/Manejos
14:00 - 16:00	Presentaciones Orales	Presentaciones Orales	Exhibición	Presentaciones Orales	Recepción de SLAN
16:00 - 18:00	Grupos de Trabajo	Grupos de Trabajo	Guatemala	Sesión de trabajo	Clausura del Congreso
18:00 en adelante	Cerchia de Bienvenida	Exhibición Cultural	Libros	Exhibición Cultural	Fiesta de Despedida

E-Mail: slan97@incap.org.gt
 Web: http://www.incap.org.gt / slan97.htm

Nuevos Libros

PLASTIC PACKAGES FOR FOODSTUFFS

A topical survey of legal regulations and migration testing.

Dr. Karl Figge, NATEC Institut für naturwissenschaftlich-technische Dienste GmbH, Hamburg.

1966. 77 pages, 17 figures, softcover. DM/sFr 36,-/öS 263.- ISBN 3-8047-1454-4 (WVG)

This book aims to introduce to the reader the current state of knowledge and the questions still remaining open in connection with the subject of «plastic packaging materials for foods and migration», and at the same time to indicate the seriousness of the efforts being made by the authorities, industry (packaging manufacturers and packers) and scientists to protect the health of consumers of packaged foodstuffs through preventive measures.

Content:

- Relevance of plastic packages
- Interaction between plastic packages and foodstuffs-migration
- Migration testing of food contact plastics
- Test results of general consequence to migration measurement and theory
- Some remarks on alternative fatty food simulants.
- Evaluation of plastic packaging materials.
- Final remarks
- 125 References

STRATEGIES FOR THE PREVENTION OF BLINDNESS IN NATIONAL PROGRAMMES

A Primary Health Care Approach. Second edition

1997, vii + 104 pages

ISBN 92 4 154492 9

US \$ 25.20

Order no. 1152223

The book has 21 concise chapters presented in four parts. Background information is provided in the first, which introduces the concept of avoidable blindness and explains how well-planned activities, originating at the national level and incorporating systematic community-base action, can do much to eliminate avoidable vision loss, even when staff and resources are limited. Compelling arguments center on the simple clinical activities required, the few basic medicines needed, and the advantages of dealing with eye diseases in the communities where they arise. Chapters also outline the causes of blinding conditions, explain why these are most common in disadvantaged communities, and show how they can be managed through primary, secondary, an tertiary eye care supported by the use of mobile eye services.

The essential components of national programmes are discussed in the second part, which identifies the specific functions and activities that need to be organized and administered at the national level. Simple strategies for the mobilization of national and international resources are also described. Part three, on primary eye care, helps planners understand what a national programme entails in terms of essential clinical activities, personnel and training, supplies and equipment, and training material.

Against this background, the most extensive part provides detailed advice on ways to combat each of the major blinding conditions: trachoma, blinding malnutrition, onchocerciasis, cataract, ocular trauma, glaucoma, and diabetic retinopathy. A chapter on childhood blindness is also included. Each condition is profiled in terms of the present state of knowledge, methods of intervention, preventive or curative actions at various levels, and organizational aspects pertinent to national programmes. Information ranges from advice on the «mass therapy» of communities where blinding trachoma is prevalent, through case management schedules for areas with endemic vitamin A deficiency, to the simple reminder that eye injuries are particularly frequent in rapidly industrializing countries. Though recommended measures draw on the state-of-the-art in technical knowledge, emphasis is firmly placed on simple activities easily carried out at the primary health care level.

CAROTENOIDS AND FOOD PREPARATION: THE RETENTION OF PROVITAMIN A CAROTENOIDS IN PREPARED, PROCESSED, AND STORED FOODS.

Delia B. Rodríguez-Amaya

John Snow, Inc./OMNI Project 1616 N. Ft. Myer Drive 11th
Floor. Arlington VA. 88 páginas 1997.

Esta obra de extraordinario interés para nutricionistas, tecnólogos de alimentos, médicos con especialidad en nutrición y otros profesionales que laboran el área de Ciencias de la Salud, entrega en sus páginas un vasto caudal de conocimientos sobre el tema de los pigmentos carotenoides. Su contenido es el siguiente: Propiedades, Funciones y Acciones de los Carotenoides. Dificultades en medición de niveles de provitamina A. Fuentes importantes de alimentos ricos en provitamina A: Vegetales frondosos; Raíces. Calabazas, Frutas, Aceites de Palma. Cambios en los carotenoides por maduración y post-cosecha. Retención de provitamina A. Efecto de las preparaciones culinarias en el contenido de provitamina A en los alimentos. Estabilidad de provitaminas A durante el almacenamiento de productos industrializados. Efecto de la cocción y del procesamiento en biodisponibilidad de provitamina A. Consideraciones y Recomendaciones finales para los Gerentes de Programas. Investigaciones necesarias. 232 Referencias. 2 Figuras y 14 Tablas.

**APLICACION DE LA BIOQUIMICA A LA EVALUACION
DEL ESTADO NUTRICIONAL**

**María L. Pita Martín de Portela, María Esther Río
y Nora H. Slobodianik**

López Libreros Editores, S.R.L. Córdova 2370. Buenos Aires,
Argentina. ISBN 950-505-218-9. 131 páginas. 1997.

Esta obra de excelente presentación recoge la experiencia y conocimientos de las autoras en sus años de fructífera labor profesional y está dedicada muy acertadamente al eminente Bioquímico argentino Dr. Juan Claudio Sanahuja. Su contenido es el siguiente: Introducción y Generalidades. Evaluación del estado nutricional energético-proteico. Evaluación del estado nutricional con respecto a vitaminas. Evaluación del estado nutricional con respecto a minerales. Nutrientes e inmunidad. Al final de cada Capítulo se incluye bibliografía seleccionada para un total de 388 citas.

COMPOSICION DE ALIMENTOS MEXICANOS

Edición de Aniversario 1996. Instituto Nacional de la Nutrición
Salvador Zubirán.

Vasco de Quiroga N° 15 México, D.F. Tlalpan C.P. 14000.
Impreso en México ISBN. 968-6499-29-6. 248 páginas.

Con motivo de la celebración del 50 aniversario de la fundación del Instituto Nacional de la Nutrición «Salvador Zubirán», se publicó una edición especial de las Tablas de Composición de Alimentos.

Edición de Aniversario, de dicho Instituto. Esta edición de aniversario incluye un número casi tres veces mayor de alimentos que las ediciones anteriores, así como componentes que no se habían considerado previamente. Su contenido está distribuidos en los siguientes apartes:

I. Introducción, II. Guía y datos aclaratorios para el uso de las Tablas, III. Composición y contenido de aminoácidos de alimentos y productos alimenticios: Semillas de cereales y derivados; Semillas de leguminosas y derivados; Otras semillas; Algas y hongos; Frutas; Verduras; Tubérculos, bulbos y raíces; eche y derivados; Huevo; Carnes vísceras y derivados; Pescados y mariscos; Insectos; Azúcares, mieles y dulces; Alimentos Infantiles; Aderezos; Bebidas alcohólicas y no alcohólicas; Varios., IV. Tablas de Factores de conversión: Factores de conversión para calcular la proteína bruta. Factores para calcular el valor energético de los alimentos (kcal), V. Referencias bibliográficas: Relación de alimentos en referencias bibliográficas, VI. Referencias de métodos analíticos, VII. Índice General.

La edición y recopilación estuvieron a cargo de: Héctor Bourges Rodríguez, Josefina Morales de León, Ma. Elena Camacho Parra, Gabriela Escobedo Olea

Dichas tablas tienen un costo de US \$ 25.00 más gastos de envío.

Para mayor información sobre las tablas ver la hoja de Internet:
<http://www.innsz.mx/alimentos/>
e-mail: innsz@aztlan.innsz.mx

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 periodísticas 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 Kathleen 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 Lægeforening, 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, reimpresso 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. Utilícense 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, Colc 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;32:51-65]. *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 psycho-logical health [published erratum appears in *Br J Addict* 1989;84:701]. *Br J Addict* 1988;83:761-4.

Libros y otras monografías18. **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 publicados27. **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:**

AIDSEpidemic 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. London: Rex, 1973.

Trabajos inéditos35. **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*.

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 subscripción 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

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

Efecto de un programa de refuerzo alimentario sobre el crecimiento en talla de una población infantil.
Juliana Kain y Fernando Pizarro..... 101

Crecimiento antropométrico de la población escolar en zonas rurales y suburbanas de Durango, México.
Jorge Alberto Tena-Flores y A. Roberto Frisancho..... 105

Bioquímica Nutricional

Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas.
Diamela Carias, Gladys Velásquez, Anna M. Cioccia, Domingo Piñero, Haydee Inciarte y Patricio Hevia..... 110

Serum level of Zn, Cu and Fe in healthy schoolchildren residing in Mérida, Venezuela.
Oscar M Alarcón, José Reinoso Fuller, Tania M. Silva, Coromoto Angarita, Elfida Terán, Maritza Navas, Pedro Solano, and Milena Agostinelli 118

Microbiología de Alimentos

Efecto de microondas sobre *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp. inoculados en carne molida congelada.
María Laura Arias., Manuel Jiménez y Florencia Antillón..... 123

Ciencia de Alimentos

Evaluation of different solvent systems for the extraction and fractionation of oleoresins from guajillo peppers.
Carlos Abel Amaya Guerra , Sergio Román Othón Serna Saldivar, Enrique Cárdenas and Juan Antonio Nevero Muñoz..... 127

Tannin elimination and improvement of the digestibility of protein sorghum grains.
R.A, Agudelo.,G. Fliedel. and O.M. Alarcón..... 131

Cambios en algunos factores antifisiológicos y nutritivos de las semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) durante la germinación
Raúl Alvarez Venegas, Rutilo Castellanos Molina, Fernando Martínez Bustos y Carlos Cruz Mondragón..... 136

Calidad de pastas suplementadas con salvado de arroz.
E. Sangronis y M.A. Rebolledo 141

Calidad de cocción de pastas largas suplementadas con salvado de arroz.
Sangronis E., Cafiero J. y Mosqueda M..... 146

Tecnología de Alimentos

Desarrollo de una pasta para sopa diseñada de acuerdo a los gustos y recomendaciones nutricias para los ancianos.
Josefina Morales de León , María del Pilar Mercado Godinez y Patricia Cecin Salomón..... 152

Educación Nutricional

Un test para medir el nivel de conocimientos alimentarios y nutricionales al inicio de la Educación Básica.
Daniza Ivanovic Marincovich , Carmen Gloria Castro Gómez y Rodolfo Ivanovic Marincovich..... 157

Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México.
Javier Z. Castellanos, Horacio Guzmán Maldonado, Alicia Jiménez, Carlos Mejía, José de Jesús Muñoz Ramos, Jorge A. Acosta Gallegos, Gabriela Hoyos, Ernesto López Salinas, Diego González Eguiarte, Rafael Salinas Pérez, Julieta González Acuña , Jesús A. Muñoz Villalobos , Pablo Fernández Hernández y Benito Cáceres. 163

Latin Foods. Composición de Alimentos

The starch and total sugar content of Mexican fruit and vegetables.
Claudia P. Sánchez Castillo, Peter J.S. Dewey , Shirley Finnie , María de Lourdes Solano and W. Philip T. James..... 168

Perfil de ácidos grasos en salchichas elaboradas en Venezuela.
Consuelo Araujo de Vizcarrondo y Eduardo Martín 173

NOTAS..... 177

NUEVOS LIBROS..... 179

INFORMACION PARA LOS AUTORES..... 181