

ALAN

Volumen 43. N° 1. Marzo 1.993

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.
- **KELLOGG'S América Latina**
- **Protein Technologies International**
Caracas, Venezuela
- **CONICIT. Venezuela**
-  **PRODUCTOS ROCHE. América Latina**

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 43

MARZO 1993

Nº 1

Contenido

Páginas

EDITORIAL	5
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Influencia del status en hierro en la atención y rendimiento intelectual de un colectivo de adolescentes españoles. Rosa María Ortega, María González-Fernández, Luz Paz, Pedro Andrés, Luis Miguel Jiménez, María Jesús Jiménez, Marcela González-Gross, Ana María Requejo, María Jesús Gaspar ..	6
Situación alimentaria de escolares en relación con su condición social Córdoba, República Argentina. Lucía Batrouni, Alicia Navarro, Jacobo Sabulsky, Silvia Fanto y Angela Rodriguez.....	12
Vitamin C load test in elderly subjects. Rosemary M. Pinto, María do Rosario D.L. Unamuno, Margareth M.P. Rodrigues, J. Ernesto dos Santos, J. Sergio Marchini and J.E. Dutra de Oliveira	20
Bioquímica Nutricional	
Comparative effects of rose hip and corn oils on biliary and plasma lipids in rats. Mariane Lutz Mauricio Torres , Patricia Carreño and Iris González.	23

Algunos condicionantes dietéticos en la colesterolemia de un colectivo de adolescentes. María González Fernández, Rosa María Ortega Anta y Olga Moreiras Tuni.....	28
Ciencias de Alimentos	
Elaboración de harinas procesadas de semilla de gandul. Carolina Mueses, Leonardo de León, Jorge Matute y Ricardo Bressani.....	33
Estudios sobre la posibilidad de aplicación de la harina de gandul en productos elaborados a base de arroz o harina de trigo. Carolina Mueses, Leonardo de León y Ricardo Bressani.....	41
Mejoramiento de la calidad proteínica del sorgo reventado con grano de soya. Ricardo Bressani y Edgar Tuna.....	46
Desarrollo de una fórmula médica a partir de un concentrado proteínico de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>). José Armando Ulloa y Mauro E. Valencia.....	50
Evaluación de la calidad de un producto deshidratado en base a papa (<i>Solanum tuberosum</i>), lupino (<i>Lupinus mutabilis</i>) y huevo. Patricia Glorio Paulet y Zelmira Reynoso Zárate.....	55
Evolução dos fenólicos totais e taninos condensados (Proantocianidinas) durante o desenvolvimento das sementes do feijão (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) José Virgilio Coelho e Franco Maria Lajolo.....	61
Insoluble dietary fiber of grain food legumes and protein digestibility. María Heidi Marques Méndez, Sandra Casa Nova Derivi, María Leonor Fernandes y Andréa Marcia Gomes de Oliveira.....	66
Latin Foods: Composición de Alimentos	
Preparation effects on tortilla mineral content in Guatemala. V.M. Krause, H.V. Kuhnlein, C.Y. López-Palacios, K.L. Tucker, M. Ruz, N.W. Solomons.....	73
Dietary fiber analysis of cassava using gravimetric methods. Carlos Julio Rivera, Andrés G. Gerardi, Ramón Benito Infante, Hernán José Carrasco and Oscar Rodríguez.....	78
NOTAS.....	81
INFORMACION PARA LOS AUTORES.....	83

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 43

MARCH 1993

Nº 1

Contents

Pages

EDITORIAL	5
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Influence of the iron status on the attention and intellectual capability of Spanish adolescents. Rosa María Ortega, María González-Fernández, Luz Paz, Pedro Andrés, Luis Miguel Jiménez, María Jesús Jiménez, Marcela González-Gross, Ana María Requejo, María Jesús Gaspar.	6
Food consumption and social level in primary school children from Córdoba. Argentina. Lucía Batrouni, Alicia Navarro, Jacobo Sabulsky, Silvia Fanto and Angela Rodriguez.....	12
Vitamin C load test in elderly subjects. Rosemary M. Pinto, María do Rosario D.L. Unamuno, Margareth M.P. Rodrigues, J. Ernesto dos Santos, J. Sergio Marchini and J.E. Dutra de Oliveira	20
Biochemical Nutrition	
Comparative effects of rose hip and corn oils on biliary and plasma lipids in rats. Mariane Lutz , Mauricio Torres , Patricia Carreño and Iris González.	23

Influence of the diet on blood cholesterol levels in teenagers. María González Fernández, Rosa María Ortega Anta and Olga Moreiras Tuni.....	28
Food Science	
Production of flours processed with pigeon pea grains. Carolina Mueses, Leonardo de León, Jorge Matute and Ricardo Bressani.....	33
Studies on the possibility of using pigeon pea (<i>Cajanus cajan</i>) flour in products prepared with rice or wheat flours. Carolina Mueses, Leonardo de León and Ricardo Bressani.....	41
Improvement of the protein quality of popped sorghum with soybean grain. Ricardo Bressani and Edgar Tuna.....	46
Development of a medical formula from a chick-pea (<i>Cicer arietinum</i>) protein concentrate. José Armando Ulloa and Mauro E. Valencia.....	50
Quality evaluation of a dehydrated product based on base of potato (<i>Solanum tuberosum</i>), lupin (<i>Lupinus mutabilis</i>) and eggs. Patricia Glorio Paulet and Zelmira Reynoso Zárte.....	55
Evolution of phenolic compounds and tannins in beans during seed development. José Virgilio Coelho and Franco Maria Lajolo.....	61
Insoluble dietary fiber of grain food legumes and protein digestibility. María Heidi Marques Méndez, Sandra Casa Nova Derivi, María Leonor Fernandes and Andréa Marcia Gomes de Oliveira.....	66
Latin Foods: Food Composition	
Preparation effects on tortilla mineral content in Guatemala. V.M. Krause, H.V. Kuhnlein, C.Y. López-Palacios, K.L. Tucker, M. Ruz, N.W. Solomons.....	73
Dietary fiber analysis of cassava using gravimetric methods. Carlos Julio Rivera, Andrés G. Gerardi, Ramón Benito Infante, Hernán José Carrasco and Oscar Rodríguez.....	78
NOTES.....	81
INSTRUCTIONS TO AUTHORS.....	83

Editorial

Al distribuir este Número 1 del Volumen 43 y con el Nº 2 pronto a salir de la imprenta, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN, se pone al día en sus ediciones luego de entregado el Volumen 42, 1992, publicado enteramente en Caracas. Viene al caso recordar que ALAN estuvo bajo la acertada y excelente dirección del Dr. Ricardo Bressani como Editor General, entre 1978 y 1991 y que en 1992, por decisión de la nueva Junta Directiva de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, electa en Puerto Rico, la revista fue trasladada a Caracas. Esta decisión hizo fruncir el ceño a no pocas personas dentro del universo receptor de ALAN. Se vaticinó un atraso en las ediciones y demoras en la publicación de los trabajos. Ciertamente, hubo demoras en la puesta al día del Volumen 42. Era de esperarse. Durante el año pasado Caracas recibió de Guatemala en sucesivos envíos 52 manuscritos, inicialmente repartidos en los 4 números del Volumen 42, así como numerosa correspondencia para ser respondida. Al mismo tiempo comenzaron a recibirse nuevos trabajos enviados directamente a Caracas al igual que un creciente volumen de comunicaciones, relacionadas con la vida de la revista. En atención -afortunadamente- al gran número de manuscritos aceptados y a la afluencia de los nuevos trabajos que se recibían, fue necesario rehacer sobre la marcha la secuencia de publicación, a los fines de dar cabida al mayor número de manuscritos. Con este Número 1, Marzo 1993 y el Nº 2, Junio 1993, el cual esperamos sea distribuido oportunamente, ya se ha descontado distancia.

En el Editorial del Nº 4 Volumen 41, 1991, se informa que en ese año ALAN publicó 51 artículos. Pues bien, creemos que es de interés dentro de estas reflexiones el dar a conocer que entre Julio de 1992 y Abril de 1993, se han recibido directamente en Caracas 49 trabajos para ser considerada su publicación en ALAN. Su distribución por países es la siguiente:

Argentina	1	Honduras	1
Brasil	6	México	15
Costa Rica	2	Nigeria	1
Cuba	1	Panamá	1
Chile	6	Perú	2
Guatemala	3	Venezuela	10

Al presente, unos ya han sido aceptados para su publicación y otros se encuentran en poder de los autores para considerar las observaciones o bien se hayan en proceso de revisión. Es oportuno comentar que el mismo Editorial antes citado, destaca la responsabilidad y la enorme importancia de los Revisores o Arbitros. Efectivamente, la celeridad en la respuesta del Revisor y por supuesto también la del autor para atender las observaciones formuladas, son aspectos claves en la vida y puntualidad de la revista. La tarea pues, no es fácil y solo con una labor de equipo podremos mantener el nivel de excelencia que siempre ha caracterizado a nuestros Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

Dr. José Félix Chávez Pérez
Editor Asociado

Influencia del status en hierro en la atención y rendimiento intelectual de un colectivo de adolescentes españoles

Rosa María Ortega¹, María González-Fernández¹, Luz Paz², Pedro Andrés³, Luis Miguel Jiménez⁴,
María Jesús Jiménez¹, Marcela González-Gross¹, Ana María Requejo¹, María Jesús Gaspar⁵

RESUMEN. Se ha valorado el status en hierro de un colectivo de 64 adolescentes (37 varones y 276 mujeres), con edades comprendidas entre 15 y 16 años (15.94 ± 0.76 años), que cursan sus estudios en un Instituto de Madrid (España), teniendo en cuenta datos dietéticos, hematológicos y bioquímicos. La ingesta de hierro fue cuantificada utilizando la técnica de «registro de consumo de alimentos», durante 5 días, uno de los cuales era domingo, y mediante posterior transformación de los alimentos en energía y nutrientes. Los parámetros sanguíneos cuantificados fueron: hemoglobina, índice hematocrito, valores corpusculares (VCM, HCM y CHCM), sideremia y ferritina. Los anteriores datos fueron relacionados con los resultados de la aplicación de test de atención y de aptitudes escolares (AE), evaluadas a partir de tres dimensiones: verbal (V), razonamiento (R) y cálculo (C). Existe una correlación positiva entre VCM ($r=0.2705$), HCM ($r=0.3370$) y ferritina ($r=0.3383$) con la atención. También existe correlación entre el VCM ($r=0.2995$), HCM ($r=0.3998$), CHCM ($r=0.3134$) y ferritina ($r=0.3970$) con la velocidad demostrada en la prueba de atención, y entre la hemoglobinemia y la capacidad de cálculo ($r=0.22905$). Los adolescentes con mejores resultados en el test de aptitudes escolares, también mostraron cifras más satisfactorias en relación con los parámetros hematológicos y bioquímicos cuantificados, siendo la diferencia significativa para la ferritina, en los varones, y para hemoglobina y CHCM, en la población femenina. Un 19.6% de los adolescentes mostraron niveles de ferritina inferiores a 12 ng/ml, en ellos los resultados de todas las pruebas de función intelectual realizadas fueron inferiores a los de adolescentes con ferritina ≥ 12 ng/ml, siendo la diferencia significativa en relación con muchos de los parámetros cuantificados, y en concreto estas diferencias se dan para ambos sexos, en relación con el factor verbal y la calificación global del test de aptitudes escolares. Los anteriores resultados parecen indicar la existencia de una relación entre el status en hierro y la atención y aptitudes escolares del colectivo de adolescentes estudiado.

SUMMARY. Influence of the iron status on the attention and intellectual capability of Spanish adolescents. Dietetic, hematologic and biochemical data were used to assess the iron status of a group of 64 adolescents (37 males and 27 females), aged 15 to 18 (mean age 15.94 ± 0.76 years), who study in a High School in the comunidad Autónoma de Madrid. All were asked to keep a dietary record during 5 days, one of which had to be a sunday. Iron intake was estimated using the Food Composition Tables of the Instituto de Nutrición (1990). The hematologic survey determined hemoglobin hematocrit mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), serum iron and serum ferritin. These data were correlated with the scores obtained in the attention and school capability test (AT), that gave information about the verbal (V), reasoning (R) and calculus (C) capabilities. There is a positive correlation between MCV ($r=0.2705$), MCH ($r=0.3370$) ferritin ($r=0.3383$) and attention. MCV ($r=0.2995$), MCH ($r=0.3998$), MCHC ($r=0.3134$) and ferritin ($r=0.3970$) were also correlated with the speed capability shown on the attention test and the hemoglobin level was correlated with the calculus capability ($r=0.22905$). The students who obtained higher scores in the school capability test had also better blood parameter values. This was statistically significant for serum ferritin in males students and for hemoglobin and MCHC in female students. 19.6% of the adolescents had ferritin levels lower than 12 ng/ml. Their intelligence test scores were lower to those who had serum ferritin ≥ 12 ng/ml. This difference is statistically significant, in both sexes, for the verbal intelligence and the school capability test scores. Our result suggest that there are a relationship between the iron status and the attention and school cognitive functions of the studied adolescent group.

INTRODUCCION

Sabemos que es necesario cuidar la base física de la conducta, capacidad de atención, recepción y aprendizaje, para conseguir un alto rendimiento intelectual y es indudable

1. Dpto. de Nutrición, F. de Farmacia, Univ. Complutense de Madrid.
2. Dpto. de Personalidad, Modificación de Conducta, F. de Psicología, UNED.
3. Dpto. de Nutrición y Bromatología II (Bromatología). Laboratorio de Técnicas Instrumentales. F. de Farmacia, Unive. Complutense de Madrid.
4. Asociación Pedagógica para la Calidad de la Enseñanza (A.P.I.C.E).

5. Servicio de Análisis Clínicos, Hospital del INSALUD, Guadalajara.
Trabajo realizado con una Ayuda para Grupos Precompetitivos de la Universidad Complutense de Madrid.

que sin una nutrición óptima es imposible conseguir una salud psíquica y una capacidad intelectual satisfactoria (1,2,3,4).

El colectivo de adolescentes debe ser especialmente vigilado, porque en esta etapa de la vida acelerado crecimiento hace que las necesidades de nutrientes sean muy elevadas (5) y por tanto el padecimiento de deficiencias puede ser más frecuente. Además los desequilibrios nutricionales pueden tener repercusiones funcionales de mayor trascendencia que en otras edades (6,7,8).

Entre todos los nutrientes, el hierro merece especial atención por ser frecuente su deficiencia (9,10) y por las importantes misiones que cumple el mineral en el organismo, concretamente juega un importante papel en el funcionamiento del sistema nervioso y en la síntesis y metabolismo de los neurotransmisores (1,3,6,11).

Diversos estudios han puesto de relieve la influencia de la deficiencia en hierro en la conducta y en los resultados de la aplicación de test motores y mentales (1,6,12,13).

Otros autores ponen en relieve claras mejoras de la función cognitiva por suplementación con hierro, siendo las mejoras de los niños anémicos significativamente superiores a las de los no anémicos (14).

El objeto del presente trabajo es valorar el status en hierro de un colectivo de adolescentes y analizar la influencia de su situación, en relación con este mineral, en la atención y aptitud escolar.

MATERIAL Y METODOS

Se ha valorado el estatus en hierro de un colectivo de 64 adolescentes (37 varones y 27 mujeres), con edades comprendidas entre 15 y 18 años (15.94 ± 0.76 años), que cursan sus estudios en un Instituto de Madrid (España), situado en una zona considerada de clase social media. En la valoración se han tenido en cuenta datos dietéticos, hematológicos y bioquímicos.

La muestra estuvo formada por todos los adolescentes, de alguno de los tres grupos de enseñanza secundaria, que fueron seleccionados para participar en el estudio y que voluntariamente quisieron colaborar en la realización del mismo. Los varones objeto de estudio mostraron un peso (64,3 Kg) y una talla (173,9cm) superior a los de las mujeres (con 53,7 kg y 159,8 cm) pero su índice de Quetelet (21 kg/m^2) fué similar al de la población femenina (21.1 kg/m^2).

La ingesta de hierro fue cuantificada utilizando la técnica de «registro de consumo de alimentos», realizado durante 5 días, uno de los cuales era domingo. Los alimentos fueron transformados en energía y nutrientes mediante el empleo de las Tablas de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición (15). La determinación de las Recomendaciones Dietéticas (RD) se hizo utilizando las Tablas de Ingestas Recomendadas de Energía y Nutrientes para la población española (5).

Posteriormente la comparación de las ingestas con las

Recomendaciones Dietéticas (RD) marcadas, permite emitir un juicio sobre la adecuación de la dieta en relación con el hierro.

El estudio hematológico y bioquímico se realizó únicamente en un grupo de 56 adolescentes, 34 varones y 22 mujeres, que fueron los que voluntariamente se prestaron a la extracción sanguínea. La muestras de sangre fueron obtenidos en ayunas a primera hora de la mañana, por punción de la vena cubital.

Los parámetros sanguíneos cuantificados fueron: hemoglobina, índice hematocrito, Volumen corpuscular medio (VCM), Hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de Hemoglobina corpuscular Media (CHCM), mediante la utilización de un analizador Coulter S Plus (16). El hierro sérico se cuantificó por un método colorimétrico utilizando ferrozina como cromógeno (17) y la ferritina por inmunoensayo tipo «Sandwich» (18).

Los anteriores datos fueron relacionados con los resultados de la aplicación de test de atención y de aptitudes escolares (AE), evaluadas a partir de tres dimensiones verbal (V), razonamiento (R) y cálculo (C).

El test de atención consistía en tachar, de forma clara, todas las letras «d» que estuvieran acompañadas de dos apóstrofes, sin dejar ninguna, y evitando tachar las que no cumplieran las anteriores condiciones. Después de realizar la prueba durante cinco minutos se registran: el Nº de aciertos, de errores y omisiones, así como la velocidad (letras y/o líneas revisadas).

Como test de aptitudes escolares (TEA) hemos empleado una adaptación española del «SRA Test of Educational Ability», Science Research Associates (19). Hemos elegido el TEA-3 que el mejor adaptado a las edades objeto de este estudio. Este test está diseñado para evaluar tres dimensiones aptitudinales o factores: verbal (V), razonamiento (R) y cálculo (C), tanto a partir de cada uno de los factores evaluados, como del total combinado de las puntuaciones, se puede obtener un cociente intelectual o un centil.

También se registraron las calificaciones obtenidas por los alumnos, al final del curso, en relación con las asignaturas: latín, lengua española, lengua extranjera, geografía, religión-ética, matemáticas, física-química, educación física y enseñanzas y actividades técnico-profesionales, así como la media de las anteriores asignaturas.

Análisis estadístico: Las diferencias, en función del sexo o de los resultados hematológicas y funcionales, fueron establecidas mediante la aplicación del análisis de varianza y de la prueba de la «t» de Student; en los casos en los que la distribución de resultado fue no homogénea se aplicaron los test de Kruskal-Wallis y de Mann-Whitney. También se han calculado los coeficientes de correlación lineal entre datos dietéticos, hematológicos y bioquímicos con los de atención o de aptitudes escolares.

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta los resultados del estudio dietético, hematológico, bioquímico y de rendimiento intelectual, de los escolares estudiados, agrupados por su sexo, y pone de relieve una situación más satisfactoria, en general, en la población masculina.

TABLA 1
RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PARAMETROS CUANTIFICADOS (X±SE)

	Total	Varones	Mujeres
D Energía (Kcal/día)	2.450±101	2.768±144*	2034±88*
I Hierro (mg/día)	14±0.6	16±0.8*	11.3±0.5*
E Hierro Hemo (mg/día)	4.3±0.2	4.9±0.63*	3.5±0.3*
T Hierro no Hemo (mg/día)	9.7±0.5	11.1±0.6*	7.9±0.4*
A Hierro (% de RD)	85.5±4.3	102.7±05.8*	63±2.9*
A Hierro (mg/1000 Kcal)	5.8±0.1	5.9±0.2	5.9±0.2
S Hemoglobina (g/dl)	14.88±0.18	15.56±0.16*	13.83±0.26*
A I. Hematocrito (%)	44.99±0.49	46.73±0.48*	42.32±0.68*
N VCM (μ3)	89.94±0.64	89.52±0.82	90.60±1.01
G HCM (pg)	29.72±0.26	29.80±0.33	29.59±0.45
R CHCM (g/dl)	33.03±0.16	33.30±0.19*	32.62±0.24*
E Hierro (μg/dl)	81.22±4.53	85.72±5.50	74.68±7.66
Ferritina (ng/ml)	35.68±4.10	37.05±5.60	44.83±6.00
A Atención			
P (aciertos/5 min)	113±3.1	114.7±4.7	110.9±3.9
T Velocidad			
I (Leidas/5 min)	480.6±12.9	486.8±18.1	473±18.6
T Factor verbal	23.1±0.7	24±0.9	21.8±1.2
U Factor razonamiento	17.8±0.5	17.7±0.7	17.9±0.8
D Factor cálculo	15.6±0.6	17.4±0.7*	13±0.9*
Aptitudes escolares	57.1±1.5	59.8±1.6*	53±2.5*
Calificaciones ^a	4.1±0.1	4.1±0.2	4±0.2

* Diferencia significativa (p<0.05)

a Se considera la nota media de 9 asignaturas, valorando el muy deficiente con 1, deficiente=2, suficiente=3, bien=4, notable=5 y sobresaliente=6.

En la Tabla 2 se comparan los resultados en función de que los niveles séricos de ferritina sean menores, o bien iguales o superiores, a 1.2 ng/ml. La presentación de todos los datos, dietéticos, sanguíneos y funcionales, permite tener un mayor conocimiento de la situación global de los individuos incluidos en cada uno de estos grupos. Esta tabla muestra que los resultados del test de atención y de aptitudes escolares, son superiores en los adolescentes con niveles de ferritina más elevados, al comparar con los que presentan niveles deficitarios, siendo la diferencia, en muchos de los casos, significativa.

TABLA 2
RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PARAMETROS CUANTIFICADOS EN FUNCION DE LOS NIVELES DE FERRITINA (X±SE).

	Ferritina <12 ng/ml		Ferritina ≥12 ng/ml	
	Varones (n=4)	Mujeres (n=5)	Varones (n=30)	Mujeres (n=17)
D Energía (Kcal/día)	2321±558	1906±123	2893±174	2139±129
I Hierro (mg/día)	13±3.7	10.9±1.0	173±0.9	12.4±0.7
E Hierro Hemo				
T (mg/día)	3.8±0.8	3.8±0.7	5±0.3	3.6±0.4
A Hierro no Hemo (mg/día)	9.6±3.1	7.1±0.9	12±0.8	8.7±0.5
Hierro (% de RD)	57.1±20.2*	60.7±05.6	113.5±5.8*	68.6±4.1
Hierro (mg/100 Kcal)	5.7±0.4	5.7±0.3	6±0.3	5.8±0.2
S Hemoglobina				
A (g/dl)	15.55±0.37	13.78±0.65	15.63±0.26	14.14±0.34
N I. Hematocrito				
G (%)	45.60±1.37	42.78±1.76	47.24±0.76	43.2±0.92
R VCM (μ3)	87.2±2.54	87.72±2.09	88.16±0.99	90.80±1.57
E HCM (pg)	29.7±0.84	28.26±0.91	29.16±0.37	29.67±0.56
CHCM (g/dl)	34.08±0.51	32.18±0.34	33.09±0.26	32.65±0.25
Hierro (μg/dl)	99.33±10.7	43.80±10.7°	89.31±7.21	95.33±9.86°
Ferritina (ng/ml)	9.8±0.90*	7.02±2.71°	42.78±5.99*	45.00±5.90*
Atención				
A - Aciertos/5 min	90±1	96.4±4.5	103±4.7	104.3±4.8
P - Velocidad	400.5±13.5*	392.4±25.1	441±16.7*	447±21.3
T Factor verbal	18±1*	18.7±3.8°	25.9±1.3*	24±2.2°
I Factor razonamiento	13±1*	17±3.2	18.2±0.8*	16.9±1.3
T Factor cálculo	16±0	10±1°	17.8±1.1	14.4±1.6°
U Aptitudes escolares	47±2*	45.7±7.8°	63.2±2.0*	56.3±4.8°
D Coeficiente intelectual	90±3	86.7±11.9°	106.5±5.3	102±6.6°
Nota de Física-Química ^a	3±0.9*	3.8±0.5	4.5±0.3*	3.9±0.5
Nota de Física ^a	3.5±0.7*	3.4±0.7	4.8±0.2*	3.8±0.4
Calificaciones ^b	3.2±0.9	3.7±0.3	4.4±0.2	4±0.4

* Diferencia significativa entre varones, en función del nivel de ferritina.

° Diferencia significativa entre mujeres, en función del nivel de ferritina.

a Se valora el muy deficiente con 1, deficiente=2, suficiente=3, bien=4, notable=5 y sobresaliente=6.

b Se considera la nota media de 9 asignaturas.

Los resultados y las comparaciones que se establecen al agrupar a los adolescentes en función de su coeficiente intelectual (C.I) se presentan en la Tabla 3. Dado que el percentil 50 de los resultados globales del Test de aptitudes escolares (TEA-3), se corresponde con un coeficiente intelectual de 100, esto nos permitió dividir a los adolescentes en dos grupos, según que su coeficiente intelectual fuera menor, o bien mayor o igual a 100. Esta Tabla también pone de relieve una situación hematológica más satisfactoria en los muchachos con un C.I. más alto, siendo la diferencia significativa para la ferritina en los varones y para la hemoglobina y C.H.C.M. en mujeres.

TABLA 3
RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS PARAMETROS
CUANTIFICADOS EN FUNCION DEL RESULTADO
DEL TEST DE APTITUDES ESCOLARES (TEA-3)
(X±SE).

	C. I. < 100		C.I. ≥ 100	
	Varones (n=4)	Mujeres (n=5)	Varones (n=30)	Mujeres (n=17)
D Energía				
I (Kcal/día)	2822±339	2103±112	2691±170	1933±204
I Hierro (mg/día)	16.4±1.9	11.8±0.8	15.3±0.9	10.6±0.9
E Hierro Hemo				
T (mg/día)	4.7±0.4	3.7±0.4	4.6±0.4	2.9±0.4
A Hierro no Hemo				
(mg/día)	11.7±1.6	8.1±0.5	10.7±0.6	7.8±0.8
Hierro				
(% de RD)	109.4±12.6	65.7±4.6	102±5.8	58.9±5
Hierro				
(mg/1000 Kcal)	5.9±0.3	5.6±0.2	5.8±0.3	5.6±0.3
S Hemoglobina				
A (g/dl)	15.62±0.21	13.16±0.39°	15.50±0.23	14.39±0.34°
N I. Hematocrito				
G (%)	46.61±0.83	40.78±0.95	46.78±0.69	42.97±0.91
R VCM (μ3)				
	89.2±1.34	90.55±1.91	89.63±1.19	91.26±0.49
E HCM (pg)				
	29.9±0.53	29.21±0.78	29.69±0.46	30.54±0.46
CHCM (g/dl)				
	33.53±0.38	32.21±0.35°	33.12±0.25	33.44±0.41°
Hierro (μg/dl)				
	96.38±12.1	65.3±13.1	82.05±7.09	83.63±11.1
Ferritina (ng/ml)				
	21.5±4.36*	38.6±10.9	45.42±7.65*	37.43±10.2
Atención				
A - Aciertos/5 min	111.4±8.3	113.3±6.3	118.7±6.1	114.3±5.5
P - Velocidad	486±35.8	493±30.1	495±22.6	482±20.5
T Factor verbal	19.8±1.1*	18.9±1°	26.4±0.9*	26.3±2°
I. Factor				
T razonamiento	14.8±0.9*	15.9±0.8°	19.4±0.8*	21±1.2°
U Factor cálculo	14.1±1*	10.9±0.5°	19.3±0.7*	16.4±1.4°
D Aptitudes escolares				
Coefficiente intelectual	50±1.3*	45.7±1.6°	65.3±1.4*	64.9±3.1°
Nota de Física-Química ^a	86±5.2*	86.6±2.1°	113.6±2*	113.9±4.1°
Calificaciones ^b	3.6±0.3*	3.2±0.3	4.8±0.2*	5±0.4°
	3.9±0.2	3.5±0.2°	4.5±0.2*	5±0.3°

C.I. = Coeficiente intelectual, el nivel 100 se corresponde con el percentil 50 del TEA-3

* Diferencia significativa entre varones, en función del nivel del test de aptitudes escolares.

° Diferencia significativa entre mujeres, en función del nivel del test de aptitudes escolares.

a Se valora el muy deficiente con 1, deficiente=2, suficiente=3, bien=4, notable=5 y sobresaliente=6.

b Se considera la nota media de 9 asignaturas.

Por último, la Tabla 4 presenta los coeficientes de correlación entre datos dietéticos y sanguíneos con los funcionales, siendo de destacar la existencia de correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre VCM, HCM, CHCM y ferritina, con los resultados de la prueba de atención y entre la hemoglobina y el factor de cálculo.

TABLA 4
COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE DATOS
INDICADORES DE STATUS EN HIERRO
Y DE CAPACIDAD INTELECTUAL

	Atención		Test de aptitudes escolares			
	Aciertos	Velocidad	Verbal	Razona- Cálculo	TEA Global	
Energía						
D (Kcal/día)	-0.1699	-0.0975	0.0658	-0.1118	0.2102	0.1309
I Hierro						
E (mg/día)	-0.2874*	-0.1974	0.1037	-0.1635	0.1358	0.0913
T Hierro Hemo						
A (mg/día)	-0.2208	-0.1684	0.0170	-0.0161	0.0614	0.0653
Hierro no Hemo						
(mg/día)	-0.2618	-0.1717	0.1273	-0.2055	0.1488	0.0891
Hierro						
(% de RD)	-0.2293	-0.1552	0.1413	-0.1357	0.2183	0.1526
Hierro						
(mg/1000 Kcal)	-0.2300	-0.1942	0.1096	-0.1230	-0.1226	-0.0552
Hemoglobina						
(g/dl)	-0.0310	-0.0098	0.1135	0.0673	0.2905*	0.2395
S I. Hematocrito						
A (%)	-0.1387	-0.1479	0.1832	-0.0148	0.2681	0.2552
N VCM (μ3)						
	0.2705*	0.2995*	0.0576	0.1267	-0.0635	0.0323
G HCM (pg)						
	0.3370*	0.3998*	-0.0231	0.2279	0.0286	0.0514
R CHCM (g/dl)						
	0.2338	0.3134*	-0.1245	0.2175	0.1553	0.0480
E Hierro (μg/dl)						
	-0.1406	-0.0804	0.2325	-0.1465	0.2508	0.1938
Ferritina						
(ng/ml)	0.3434*	0.3989*	0.2347	0.0451	0.2365	0.2070

* Correlación estadísticamente significativa

DISCUSION

El estudio dietético pone de relieve la existencia de un consumo deficitario de hierro, especialmente en el caso de la población femenina, que presenta ingestas medias de 63% de lo recomendado (Tabla 1). Estos resultados son del mismo orden (10) y en algunos casos algo inferiores a los encontrados en otros colectivos de adolescentes españoles (9,20).

Entre los varones encontramos un 38.2% de ingestas deficitarias, pero dado que la densidad en hierro de sus dietas es superior al nivel recomendado (de 5.45 mg/1000 Kcal en los menores de 16 años y de 5 mg/1000 Kcal en los que tienen más de esta edad) (5), los consumos deficitarios del mineral pueden ser debidos a restricciones calóricas, dado que el 61.8% de los muchachos tienen consumos energéticos inferiores al nivel recomendado (Tabla 1).

En lo que se refiere a la población femenina, un 73% presenta consumos calóricos inferiores al nivel aconsejable (5), pero la restricción calórico no es el único problema, ya que la deficiente ingesta de hierro afecta a un 96% de las mujeres. Esto se debe a que además de darse algunos casos de déficit energético, la densidad en hierro de la dieta (5.6±0.2 mg/1000 Kcal) es bastante inferior al nivel recomendado (de 7.2 mg/1000 Kcal en las menores de 16 años y de 7.8 mg/1000 Kcal

en las de más edad) (5).

En relación con los componentes de la dieta que influyen en la absorción del hierro, las mujeres tienen un menor consumo de carne (151.3 ± 15.8 g/día frente a 204.2 ± 12.8 g/día en varones) y de fibra (14.7 ± 1.2 g/día frente a 20.6 ± 1.4 g/día en varones) y una ingesta algo superior de vitamina C (125.5 ± 19.4 mg/día frente a 114.1 ± 9.8 mg/día en varones) al comparar con los varones. No se observan diferencias en el consumo de estos moduladores de la absorción de hierro al comparar los adolescentes con C.I. <100 y los que muestran un C.I. ≥ 100 .

Desde el punto de vista hematológico (Tabla 1), nuestros resultados son similares a los observados por diferentes autores, en otros colectivos de adolescentes (9,21,22,23,24), aunque la población femenina, presente niveles algo más bajos a los encontrados en otros estudios (10,20).

No se observa ningún caso de deficiencia en relación con el I. hematocrito, ya que ningún varón tiene cifras inferiores al 40% y ninguna mujer tiene menos de 36%, que son los límites de normalidad fijados para estas edades, según los criterios de diversos autores (23), tampoco se dan cifras deficitarias para el VCM (considerando como límite de normalidad $77 \mu\text{m}^3$), ni para la CHCM (ninguno tiene menos de 30 g/dl) (25).

En lo que se refiere a la hemoglobina, 2.9% de los varones presentan niveles inferiores a 14 g/dl y 13.6% de las mujeres tienen menos de 12 g/dl, límites de normalidad para este parámetro (22,26), también se encuentra en la población femenina un 8.9% de casos de HCM inferior a 27 pg (21).

Respecto al hierro sérico, un 27.3% de las mujeres y un 9.4% de los varones tienen niveles inferiores a 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$, y en relación con la ferritina, un 17.4% de varones y un 21.7% de mujeres tienen menos de 12 ng/ml.

Teniendo en cuenta los resultados sanguíneos, la situación no parece tan grave como se podría esperar a partir de los resultados dietéticos, probablemente como consecuencia de que las recomendaciones dietéticas están fijadas con un margen de seguridad, añadiendo a la media de las necesidades, 2 DS para asegurar la cobertura de la mayor parte de la población. Se observa la existencia de correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre hierro dietético con la hemoglobina ($r=0.3715$) y hematocrito ($r=0.4513$) y de hierro no hemo con los mismos parámetros ($r=0.343$ para hemoglobina y $r=0.4392$ para el I. Hematocrito).

También existen correlaciones positivas entre el peso de los adolescentes con su recuento de hematíes ($r=0.3186$), hemoglobina ($r=0.4518$) y hematocrito ($r=0.3933$) y de la talla con los mismos parámetros ($r=0.4518$) y hematocrito ($r=0.3933$) y de la talla con los mismos parámetros ($r=0.4949$ para los hematíes, $r=0.5033$ para la hemoglobina y $r=0.4876$ para el hematocrito).

Como se pone de relieve en la Tabla 2 los resultados del test de atención y de aptitudes escolares, son superiores en los adolescentes con niveles de ferritina iguales o superiores a 12 ng/ml (límite de normalidad para este parámetro) (27), al comparar con los que presentan niveles deficitarios, siendo la

diferencia significativa en relación con muchos de los valores cuantificados, y en concreto encontramos diferencias significativas para ambos sexos, en relación con el factor verbal y la calificación global del test de aptitudes escolares.

La realización de un análisis de varianza, después de dividir a la muestra en tres grupos, en función del resultado obtenido en el test de aptitudes escolares, pone de relieve la existencia de cifras de hemoglobina y de índice hematocrito significativamente superiores en los grupos con mejores resultados intelectuales. Concretamente los niveles de hemoglobina pasan de 13.9 ± 1.86 g/dl en adolescentes con resultados menores de 50 (percentil 30), a 14.9 ± 1.21 g/dl en los que tienen resultados de 50-60 y a 15.2 ± 1.11 g/dl en aquellos que tienen niveles mayores a 60 (percentil 60), para el test de aptitudes escolares.

Respecto al índice hematocrito los niveles pasan de $42.5 \pm 4.4\%$ a $44.5 \pm 3.5\%$ al pasar del grupo con resultados menores de 50, al que tiene más de 60. Pero dado que en estos resultados juega un papel el sexo, por haber más varones en el grupo con aptitud escolar más alta, hemos procedido a analizar los resultados de varones y mujeres por separado, lo que hace más difícil el encontrar resultados significativos, por reducirse el número de personas incluidas en cada grupo.

La Tabla 3 pone de relieve que los adolescentes (tanto varones, como mujeres) con coeficientes intelectual mayor o igual a 100, tienen un status hematológico más satisfactorio, con niveles de ferritina más altos en el caso de los varones y con niveles de hemoglobina y CHCM superiores, en el caso de la población femenina.

El hecho de que las mujeres estudiadas presenten peores resultados en el test de aptitudes escolares, que los varones, podría estar condicionado por su peor status en hierro, de acuerdo con los resultados dietéticos, hematológicos y bioquímicos obtenidos (Tabla 1).

Es interesante comentar que los adolescentes con el coeficiente intelectual más alto tienen ingestas energéticas y de hierro algo inferiores, aunque sin diferencias significativas, respecto a las que se observan en adolescentes con C.I. <100 (Tabla 3), esto puede ser debido al seguimiento de algún régimen encaminado a controlar el peso, y puede contribuir a atenuar las diferencias entre los parámetros hematológicos de ambos grupos.

Esta tendencia a consumir menos alimentos en general y por tanto menos hierro, por parte de los escolares con mejores resultados en los test de atención y de aptitudes escolares, también queda puesta de relieve por la Tabla 4, que muestra la existencia de relaciones inversas entre parámetros funcionales y dietéticos, siendo esta relación inversa significativa entre ingesta de hierro y número de aciertos en el test de atención.

También pone de relieve la Tabla 4, y es para nosotros de mayor interés, la existencia de correlaciones positivas entre el VCM, HCM y ferritina con el número de aciertos en el test de atención, y de los mismos parámetros más la CHCM con la velocidad demostrada en esta prueba. También es significa-

tiva la correlación entre niveles de hemoglobina y capacidad de cálculo.

Nuestros resultados parecen apoyar la influencia del status en hierro en la capacidad intelectual de los adolescentes, de acuerdo con los resultados indicados por otros autores (1,6,12,13,14).

En este sentido, hemos de tener en cuenta que el aporte correcto de nutrientes asegura que los procesos fisiológicos que son la base de la atención, memoria, inteligencia y conducta psíquica se realicen correctamente (3), pero además es imprescindible para la síntesis en neurotransmisores (3,28) y para otros procesos de formación y renovación del sistema nervioso, relacionados con la transmisión del impulso nervioso y no sólo con el control de la atención memoria, rendimiento intelectual, sino también con la conducta y actitud social del individuo (2,6,13).

Pero además la deficiencia en hierro, también puede influir en el rendimiento intelectual indirectamente, dado que condiciona un deterioro de la salud, con una mayor incidencia de enfermedades, que se asociarán con ausencias repetidas al colegio (6).

Desde el punto de vista económico, si tenemos en cuenta las grandes cantidades de dinero que se invierten en educación, nos damos cuenta de la importancia de evitar que las deficiencias nutricionales (en concreto de hierro), influyan negativamente en el rendimiento intelectual). Además el costo de la corrección de desequilibrios nutricionales, es mucho menor que el de introducción de otras medidas más frecuentemente utilizadas (clases particulares, tratamiento psicológico).

Aunque queda mucho por investigar en este campo, nuestros resultados contribuyen a confirmar que la deficiencia en hierro es uno de los problemas nutricionales más frecuentes entre adolescentes y que puede tener repercusiones, no sólo sanitarias, sino también en las aptitudes escolares del individuo.

REFERENCIAS

- Ashley D.V.M. Nutritional control of brain neurotransmitter synthesis and its implications, *Biblhca. Nutr. Dieta.* 38, 1986.
- Barret D.E. & M. Radke-Yarow. Effects of nutritional supplementation on children a responses to novel, frustrating and competitive situations. *Am J clin Nutr* 42:102-120. 1985.
- Lovenberg W. M. Biochemical regulation of brain function. *Nutr Rev. Supp.* 6-11, 1986.
- Parizkova J. Growth, Functional capacity and physical fitness in normal and malnourished children. *Wld. Rev. Nutr. Diet.* 51:1-44, 1987.
- Instituto de Nutrición (C.S.I.C.). Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población española. Madrid. 1990.
- Buzina R.; J.C. Rema H.W. Dahners & M. Barac-Nieto. Marginal malnutrition in school-aged Colombian boys: functional consequences in maximun exercise. *Am J Clin Nutr.* 37:834-847, 1983.
- Chaves M.F.; Santodomingo M; Muradas & J.A. Fornos. Estudio del estado nutricional de un grupo de niños de edades comprendidas entre 6-15 años en base a criterios antropométricos. *Nutr. clin.* 10:122-125, 1990.
- Ortega R.M.; M. González-Fernández & G.Varela. Influencia del grado de actividad física en el estado nutritivo y hábitos alimentarios de un grupo de adolescentes de la autonomía de Madrid. *Nutr. Clin.* 9 (2):38-45, 1989.
- Ortega R.M.; O. Moreiras; M.C. Montero & M. González-Fernández. Situación nutricional de un grupo de adolescentes de la provincia de Madrid. Correlaciones entre datos dietéticos, hematológicos y bioquímicos. *An Real Acad. Farm.* 56:423-432, 1990.
- Sandstead H.H. A brief history of the influence of trace elements on brain function. *Am J. Clin Nutr.* 43:2933-298, 1986.
- Lozoff B. Methodologic issues in studing behavioral effects of infant iron-deficiency anemia. *Am J. Clin Nutr.* 50 (3 Suppl): 641-51, 1989.
- Pollit R.; C. Saco-Pollit; R.L. Leibel & F.E. Viteri. Iron deficiency and behavioral development in infants and preschool children. *Am J. Clin. Nutr.* 43:55-565, 1986.
- Seshadri S & T. Gopaldas. Impact of iron supplementation on cognitive functions in preschool and school-aged children: the indian experience. *Am J. Clin Nutr.* 50 (3 Suppl): 675-84, 1989.
- Instituto de Nutrición (C.S.I.C.) Tablas de composición de alimentos españoles. Madrid, 1990.
- Cox C.J.; T.M. Haberman & B.A. Payne. Evaluation of the Coulter Counter model S-Plus IV. *Am J Clin. Pathol* 84:297, 1985.
- Stookey L.L. Ferrozine-a new spectrophotometric reagent for iron. *Anal chem.* 42:779, 1970.
- Kaltwaser J.P. & E. Werner, Ed. Serum ferritin methodische und klinische aspekte. Springer verlag Berlin. Heilderberg. New York, 1980.
- Thurstone L.L & T.G. Thurstone. SRA Test of educational ability, science research associates, Inc. Chicago, Illinois, U.S.A., Test de aptitudes escolares, adaptado para España por la Sección de Estudio de Test de TEA Ediciones, S.A., Madrid, 1988.
- Carvajal A.S.; di Marcantonio M.J.; Blazquez R.M.; Ortega & O. Moreiras. Valoración del estado nutritivo de dos colectivos escolares de la provincia de Madrid, de diferente nivel socioeconómico, mediante el empleo de parámetros dietéticos, hematológicos y bioquímicos. *An Real Acad. Farm* 55:549-558, 1989.
- Bailey L.B.; P.A. Wagner; G.J. Christakis & C.G. Davis. Folic acid and iron status of adolescents from low-income rural households. *Nutr. Res* 2(4):397-407, 1982.
- Galan P; S. Hercberg; Y. Soustre M.C. Dop & H. Dupin. Factors affecting iron stores in french females. *Hum Nutr: Clin Nutr,* 39C: 279-287, 1985.
- Liebman M.; M.A. Kenney; W. Billon; A. J. Clark; G.W. Disney; E.G. Ercanly, E. Glover, H. Lewis; S.W. Mook; J.H. MC Coy; P. Schilling; F. Thye & T. Wakefield. The iron status of black and white female adolescents from eight Southern States. *Am J. Clin Nutr.* 38:109-114. 1983.
- Petersen K.M. & L.J. Brant. Growth and hematological changes in the Eskimo children of Wainwright, Alaska, 1968, 1968 to 1977. *Am J. Clin. Nutr.* 39:460-465, 1984.
- Powers H.J.; C.J. Bates; W.H. Lamb; J. Singh; W. Gelman & E. Webb. Effects of a multivitamin and iron supplement on running performance in Gambian children. *Hum. Nutr: Clin. Nutr.* 39C: 427-437, 1985.
- Haillberg L. Iron absorption and iron deficiency. *Hum Nutr. Clin Nutr.* 36C: 259-278, 1982.
- Lindenbaum J. Iron deficiency anemia. En: *Nutrition in Hematology.* Ed. Churchill Livingstone, New York, 149-155, 1983.
- Wurtman R.J.; F. Hefti & e. Melamed. Precursor control of neurotransmitter synthesis. *Pharmac. Rev.* 32: 315-335, 1981.

Situación alimentaria de escolares en relación con su condición social. Córdoba, República Argentina

Lucía Batrouni ¹, Alicia Navarro ¹, Jacobo Sabulsky ¹,
Silvia Fanto ¹ y Angela Rodriguez ²

RESUMEN. Se determinó el consumo diario de alimentos y nutrientes, en niños de escuelas primarias, del Norte de la Provincia de Córdoba, Argentina, en relación a su origen social. Se determinaron cuatro categorías socioeconómicas (C.S.E.), derivadas del lugar que ocupa en el sistema productivo el principal responsable del sustento familiar.

Los datos de alimentación se obtuvieron a través de la aplicación de una encuesta de recordatorio de 24 horas, combinada con pesas y medidas. Los resultados obtenidos sobre indicadores socioeconómicos mostraron diferencias entre las categorías establecidas ($P < 0.001$). En cuanto al consumo de alimentos, los datos revelan diferencias en la ingesta de leche tanto fluida como en polvo ($P < 0.005$), además un consumo deficiente y un alto porcentaje de escolares que no tiene incorporado a su dieta éste alimento. El promedio per-cápita de ingesta de carne fue de más de 100 g. en el grupo en general, observándose diferencias ($P < 0.003$) entre las C.S.E. cuando el consumo supera los 200 g. El consumo de verduras y frutas es bajo. En cuanto a los cereales y leguminosas, se observa una relación inversamente proporcional, ya que la ingesta aumenta a medida que la C.S.E. baja ($P < 0.005$). Al analizar la adecuación de la dieta se encontró que el 53% de los niños de la C.S.E. IV tiene déficit calórico. Mientras que las proteínas presentan un consumo excesivo en el 88% de los escolares estudiados. Otras deficiencias encontradas son las referidas al calcio, tiamina, riboflavina y niacina en todo el grupo en general. Se hallaron diferencias estadísticas entre las C.S.E. en cuanto al consumo de energía, calcio y ácido ascórbico ($P < 0.05$).

INTRODUCCION

El estado nutricional no está distribuido equitativamente al azar en una comunidad dada, sino vinculadó al carácter de la estructura social. Esta determina acceso diferencial a bienes y servicios incluyendo al alimento por lo que se convierte en un factor importante en la generación de los perfiles

SUMMARY. Food consumption and social level in primary school children from Córdoba, Argentina. This report reveals the daily consumption of nourishing food in primary school children coming from the north of Córdoba, Argentina, in relationship with their socio economic status, SES. Four categories were determined according to the place the chief support of the family occupies in the productive system. A 24 hours recall test was applied to obtain nutritional data as well as the weight and method of measure. Differences among the established categories were pointed out by socioeconomic indicators ($P < 0.001$). Powder and liquid milk ingesta showed statistic differences ($P < 0.005$), at the same time, the consumption of this food was poor, and it was not being incorporated into the scholar's diet. The per-capita proportion of meat ingesta was over 100 g, in the whole group. Difference ($P < 0.005$) were noticed among the SES when the consumption was over 200 g. The consumption of fruits and vegetables is low. On the contrary, it was shown an increase in cereals and legumes ingesta as the SES decreased ($P < 0.005$). Analyzing the fitness of the diet it was found that the 53% of SES IV children showed calorie shortage whereas the proteins evaluation revealed excess consumption in the 88% of the studied scholarships. Other deficiencies were also found, such as calcium, riboflavin, thiamine, niacin in the whole group. This study also showed statistic differences with respect to the consumption of energy, calcium and ascorbic acid ($P < 0.05$).

nutricionales y los patrones alimentarios de grupos humanos (1-4).

Es indudable que la alimentación y la nutrición adecuada son fundamentales para la salud y el bienestar del ser humano. El consumo de alimentos es uno de los indicadores más valiosos, no sólo para evaluar el estado nutricional de una población, sino también para planificar y evaluar programas de prevención de la desnutrición infantil, de intervención nutricional y de mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones (5-6).

Diversos estudios existentes sobre ingesta alimentaria en relación a niveles socioeconómicos demostraron que en los

1. Profesores de la Licenciatura en Nutrición. Escuela de Nutrición Facultad de Ciencias Médicas.
2. Licenciada en Nutrición. Miembro del Dpto. de Nutrición, Secretaría de Asistencia Integral. Gobierno de Córdoba. Argentina.

niveles más altos se consume mayor cantidad de alimentos de origen animal y por lo tanto la ingesta proteica sobre pasa los requerimientos. En contraste el aporte energético es deficiente en todos los niveles socioeconómicos, siendo los menos favorecidos los estratos más bajos.

Los aportes proteicos han sido reportados como un 50% de origen animal. Esto aunado a la deficiencia calórica obliga al organismo a utilizar parte de las proteínas para producir energía, ocasionando una innecesaria sobrecarga metabólica a la vez que resulta una fuente calórica onerosa (1,2-7).

Se han comunicado además deficiencias en la ingesta de calcio, hierro, retinol, riboflavina y niacina asociada al nivel socioeconómico (1-8).

La información existente en el República Argentina, sobre perfiles alimentarios es escasa y poco difundida. Ante esta situación se ha recomendado la realización de trabajos de investigación que permitan conocer los patrones de consumo de alimentos a nivel regional y local, como también la adecuación en la ingesta de nutrimentos esenciales (9,10).

Los objetivos del presente estudio fueron determinar el patrón de consumo de alimentos, la adecuación de nutrimentos y detectar las deficiencias nutricionales, en un grupo de ingresante a la escuela primaria en relación a su origen social, lo que ayudaría a satisfacer las necesidades de información básica para el diseño de políticas alimentarias.

MATERIAL Y METODOS

Selección de la muestra

La zona seleccionada se caracteriza por un perfil socioeconómico en el que predominan el atraso y la pobreza.

El universo considerado para obtener la muestra fue de 2.378 alumnos, que constituyen el total de matriculados en el primer grado en 1987, de las escuelas nacionales y provinciales del norte de la Provincia de Córdoba, Argentina.

La muestra estratificada al azar por departamento y por escuela fue de 350 alumnos. De ese total se encuestó un 93% quedando por lo tanto una muestra final de 327 niños.

Categorías socioeconómicas (C.S.E)

La población estudiada se distribuyó en doce posiciones socioeconómicas (P.S.E.), resultante del lugar que ocupa el principal responsable del sustento familiar en el sistema productivo (11). Estas doce P.S.E se reagruparon posteriormente en cuatro conjuntos de relativa homogeneidad interna que denominamos categorías socioeconómicas (C.S.E.) (12).

La C.S.E. I quedó conformada con los empleadores, empleados jerárquicos y trabajadores independientes establecidos. La C.S.E. II incluye a los empleados sin jerarquía. La C.S.E. III reúne a trabajadores vinculados a la producción urbana y agrícola y la C.S.E. IV a los trabajadores temporarios.

Características de la población

Para describir la población estudiada se recabó informa-

ción a través de una entrevista directa con la madre del escolar en la que se indagó:

- Lugar de residencia familiar (urbano-rural).
- Nivel de instrucción de los padres. Se consideró que éste era «muy bajo» cuando los padres eran analfabetos funcionales, «bajo» para primaria incompleta, «regular» primaria completa o media incompleta y nivel «bueno» para quienes al menos concluyeron el ciclo medio de enseñanza.
- Constitución del núcleo familiar. Se establecieron tres categorías: familias integradas por padre, madre e hijos; núcleos constituidos por madres solas a cargo de hijos o unidas en parejas con hombres que no son los padres del niño estudiado y la tercera formada por padres solos y otras personas a cargo del escolar.
- Promedio de hijos por familia.
- Condiciones de vida. Para determinar las condiciones de vida se construyó una variable con las características de la vivienda (materiales de construcción) y el saneamiento (servicio de provisión de agua, eliminación de excretas y residuos). Se formaron así tres categorías de condiciones de vida: adecuada, insuficiente y mala.
- Índice de hacinamiento. Se expresó a través del promedio de personas que duerme en cada habitación excluyendo la cocina, baño y espacios abiertos.

Estudio alimentario

Los datos se recabaron a través de una entrevista directa a la madre o persona encargada de la alimentación del niño, en la que se aplicó una encuesta de recordatorio del consumo de alimentos de 24 horas (13-15). Para el caso de los escolares que se encontraron dentro del programa de Asistencia Alimentaria (copa de leche y/o almuerzo) se combinó con el método de pesas y medidas de la ración consumida en la escuela (6,16).

Se cuantificaron los datos utilizando medidas caseras de volúmenes conocidos y se pesaron «in situ» los alimentos no estandarizados. Posteriormente se tradujeron a unidades uniformes de peso para realizar los cálculos de valor nutritivo. Estos se efectuaron con un programa «ad hoc» de computadora utilizando como base la Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina (17), complementada con otras fuentes de información (18), el programa incluye además las recomendaciones nutricionales NAS/NRC (19). Esto permite la estimación de las necesidades nutricionales y la adecuación de la ingesta de nutrimentos para la población estudiada.

La encuesta fue aplicada por nutricionistas especialmente entrenadas y el instrumento fue validado previamente en una prueba piloto. Los datos recolectados fueron revisados y codificados, descartándose los cuestionarios incompletos.

Para el análisis estadístico se aplicó la prueba de chi-cuadrado y análisis de varianza entre las C.S.E. estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de la población objeto de estudio:

Del total de 327 niños que componen la muestra, al clasificarlos por C.S.E., quedó distribuída de la siguiente manera: 63 niños en la C.S.E. I, 54 niños para la C.S.E. II y 142 y 68 niños en las C.S.E. III y IV respectivamente.

El promedio de edad de los escolares estudiados fue de 6 años 11 meses con un desvío estándar de 8.2 meses. Analizando comparativamente las C.S.E., se encontró que la media etaria más alta corresponde a los niños de la categoría IV, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.001$). Las diferencias encontradas obedecen probablemente al mayor porcentaje de niños de esta condición social que repiten el 1o. grado escolar o a un retardo en su ingreso a la escuela.

Características de los padres:

Se encontró que el mayor porcentaje de la categoría IV reside en zona rural, mientras que la población de la categoría I habita fundamentalmente en zona urbana.

Al analizar la rama de actividad del principal responsable del sustento familiar se observó que el 29% se dedica a la agricultura, el 21% a la industria manufacturera y de la construcción, el 19% corresponde a comercio, educación y salud, un 7.4% son empleadas en servicio doméstico. El resto corresponde a jubilados, empleados en la administración pública y defensa. En cuanto al nivel de instrucción de los padres en la C.S.E. I predomina el nivel bueno (45%), mientras que en la categoría IV sólo el 1% ha finalizado el ciclo medio de enseñanza, encontrándose que la mitad de la población de esta categoría corresponde a analfabetos funcionales ($p < 0.001$).

Respecto a las características de las familias, se encontró que los núcleos familiares constituidos por padre, madre e hijos representan categorías bajas. Por otra parte el porcentaje de familias a cargo de las madres presenta una relación inversa, 31% en la C.S.E. IV contra un 7% en la categoría I ($P < 0.005$).

El promedio global de hijos por familias es de 4. En las categorías I y II se observa un mayor porcentaje de familias con menos de 3 hijos, mientras que la categoría III se asemeja al perfil global, resultando la C.S.E. IV la de mayor porcentaje de familias con más de 4 hijos (53%). El tamaño de la familia resulta una característica socialmente determinante pues las diferencias en el número de hijos entre la C.S.E. son estadísticamente significativas en todos los casos ($P < 0.001$).

En cuanto a las condiciones de vida los resultados obtenidos demuestran que el 71% de las familias de la categoría I viven en condiciones adecuadas, porcentaje que va disminuyendo con el descenso de las C.S.E. hasta un ínfimo de 3.2% en la categoría IV ($P < 0.001$).

Con respecto al índice de hacinamiento se encontró en la categoría I un promedio de 2.1. personas por habitación, contra un 4.8 en la categoría IV; siendo estas diferencias

estadísticamente significativas ($P < 0.001$).

Consumo de alimentos:

En la Tabla 1 se presenta el consumo promedio y D.E. de los alimentos de la dieta del escolar y en la Tabla 2 el porcentaje de escolares que consumieron el alimento el día en que se hizo la entrevista.

El patrón de consumo de alimentos es similar en toda la población estudiada, no obstante se encontraron diferencias en las cantidades ingeridas por los escolares pertenecientes a las diferentes categorías socioeconómicas establecidas.

Se analiza separadamente la ingesta de leche fresca y en polvo porque ésta última es proporcionada por un programa de complementación alimentaria al que tienen acceso en la propia escuela, todos los niños estudiados.

Con respecto a la leche de vaca fluída el promedio de consumo disminuye en relación directa con las C.S.E. Tanto las cantidades ingeridas como el porcentaje de escolares que toman leche presentan los valores más altos en la C.S.E. I. En tanto la ingesta de leche en polvo se incrementa en relación inversa con las categorías estudiadas. Las diferencias halladas para leche fluída y en polvo entre las C.S.E. resultan estadísticamente significativas. Al valorar la ingesta total de ambos tipos de leche en relación a las raciones recomendadas para este grupo etáreo, puede inferirse un consumo insuficiente en todas las categorías. Datos similares han sido reportados en otros estudios latinoamericanos (1,7), como también en Argentina (23) que tiene su correlato con la disponibilidad de este alimento las Hojas de Balance.

En relación al consumo de queso y huevo, el promedio per-cápita es poco apreciable en la dieta de los escolares estudiados, puesto que la media más alta encontrada fue de 9 g para el queso y de 17 g para el huevo, perteneciendo estos valores a la C.S.E. I. Por las bajas cantidades halladas puede deducirse que no se utilizan como alimentos propiamente dichos sino más bien como condimentos o ingredientes accesorios de otras comidas. En especial en la C.S.E. I donde el 65% de los niños utilizan el queso, marcando diferencias significativas con las restantes categorías.

Con respecto a la carne, que es fundamentalmente de origen bovino, el consumo promedio per-cápita fue de más de 100g para todos los escolares estudiados. Solo se hallaron diferencias significativas cuando las cantidades consumidas superan los 200 g diarios, situación que se da en mayor proporción en los niños de la categoría I. Se encontró que más del 90% de los escolares estudiados consumen este alimento lo que marca un rasgo distintivo de la cultura alimentaria argentina. Esta situación difiere de los hallazgos reportados por otros investigadores de países americanos donde el consumo de carne está asociado al nivel socioeconómico (1,21,22).

Las verduras y frutas, son consumidas prácticamente por toda la población estudiada, aunque con bajos niveles de ingesta en todas las categorías, menos de una ración de verduras

y una fruta al día. Los valores hallados coinciden con las Hojas de Balance de Alimentos que reportan una disponibilidad de consumo promedio de hortalizas menor de 50 Kg anuales por habitante (34).

TABLA 1
CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTOS
ESCOLARES, SEGUN C.S.E.

Alimentos	C.S.E. I		C.S.E. II		C.S.E. III		C.S.E. IV	
	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E
Leche fluida (cc) **	203	234	104	146	88	103	53	91
Leche polvo (g) *	15	15	21	15	23	18	28	24
Queso (g)	9	17	6	12	8	21	3	11
Huevo (g) *	17	33	6	18	11	22	6	12
Carne (g)	132	78	118	63	120	69	112	72
Verduras (g)	166	139	151	114	154	108	166	103
Frutas (g)	140	110	138	94	124	103	115	82
Arroz (g) *	11	21	15	28	21	33	25	30
Pastas (g)	18	33	19	33	16	29	13	21
Harinas (g)	8	18	9	17	7	21	12	21
Amasados (g)	25	36	14	26	15	41	9	30
Pan (g)	67	60	82	67	63	51	75	53
Pan casero (g)**	59	55	68	92	98	78	106	93
Leguminosas (g) *	2	7	2	6	5	13	7	9
Grasas (g) *	20	16	15	11	15	9	13	9
Azúcares (g)	38	20	44	24	43	18	40	19
Mermeladas (g) *	7	11	6	14	4	10	2	6
Misceláneas (g)	19	39	13	24	12	21	12	24
Gaseosas (cc)	64	138	33	104	31	98	20	125

* P<0.05

** P<0.005

Con respecto a los cereales, el trigo es el alimento más importante de este grupo, consumido preferentemente en forma de pan de panadería y pan casero elaborado en el hogar. Este último es utilizado en cantidades más elevadas y por un mayor porcentaje de escolares en las categorías más bajas. Por otra parte los niños de la categorías más altas tienden a reemplazar el pan por amasados industrializados como pizza, facturas, galletas, etc. con marcadas diferencias entre las C.S.E. (P<0.01).

Al trigo le sigue en importancia, aunque en cantidades muy inferiores, el arroz, el cual presenta una relación inversa con respecto a las C.S.E. tanto en gramos como en proporción de escolares que lo consumen (P<0.05).

Las pastas, harinas y leguminosas, presentan bajos niveles de ingesta en toda la población estudiada y las cantidades observadas podrían indicar su uso sólo para sopas o como ingredientes complementarios de otros platos. Estos datos contrastan con los reportados en otros estudios de países en vía de desarrollo (1,7,32). Además el considerable grado de

refinación y de industrialización que presentan estos alimentos explicaría el bajo contenido de tiamina encontrado en el presente estudio.

En cuanto al consumo de aceites y grasas se hallaron diferencias significativas entre las categorías. Encontrándose el mayor promedio de consumo per-cápita, (20 g) en la C.S.E. I, considerado adecuado para la dieta del escolar. Cabe destacarse que este grupo está representado en general por aceite de girasol y grasa bovina para los amasados caseros.

El promedio de consumo de azúcares es homogéneo en los escolares estudiados, observándose valores adecuados para este grupo etéreo. Las cantidades de mermeladas, dulces y miel son irrelevantes en todas las categorías establecidas.

Con respecto a las bebidas, el consumo se circunscribe a las gaseosas, presentando la categoría I el mayor promedio de ingesta per-cápita (64 cc), cantidad que disminuye en relación directa con las C.S.E.

TABLA 2
PORCENTAJE DE ESCOLARES CONSUMIDORES
DE ALIMENTOS SEGUN C.S.E.

Alimentos	C.S.E. I		C.S.E. II		C.S.E. III		C.S.E. IV	
Leche fluida *	60	46	29	38				
Leche en polvo	65	78	79	82				
Queso *	65	35	33	27				
Huevo	35	13	32	29				
Carne	94	96	96	93				
Verduras	94	93	97	97				
Frutas	86	82	79	78				
Arroz *	25	32	41	53				
Pastas	36	40	35	39				
Harinas	31	26	34	38				
Amasados **	51	47	25	19				
Pan	83	93	84	96				
Pan casero	76	76	88	82				
Aceite	98	97	98	97				
Azúcares	97	98	96	98				

* P<0.05

** P<0.01

Porcentajes de kilocalorías y proteínas aportados por los alimentos

El aporte porcentual de cada alimento, al total de energía y proteínas, se expone en las Tablas 3 y 4. En cuanto al aporte energético, puede observarse que el porcentaje de los alimentos de origen animal representados por las carnes y leche, disminuye a medida que las categorías descienden, en tanto que la contribución de los cereales, especialmente los derivados del trigo, aumentan en relación inversa con las categorías establecidas, no obstante no se encontraron diferencias significativas. La contribución al aporte energético dado por los cereales, en la presente investigación, es inferior a lo reportado

en países en vías de desarrollo, en tanto que supera algunos hallazgos reportados en países desarrollados (7,31,32).

TABLE 3
PORCENTAJE DE KILOCALORIAS APORTADOS POR
LOS ALIMENTOS EN ESCOLARES
SEGUN C.S.E.

Alimentos	C.S.E.	C.S.E.	C.S.E.	C.S.E.
	I	II	III	IV
Leche fluida	7	4	3	2
Leche en polvo	4	6	7	8
Queso	4	1	2	1
Huevo	1	-	1	-
Carne	20	19	19	17
Verduras	2	2	2	3
Frutas	4	4	3	3
Arroz	2	3	4	5
Pastas	4	4	3	3
Harinas	2	2	2	3
Amasados	5	3	3	2
Pan	12	16	12	14
Pan casero	11	14	19	21
Leguminosas	-	-	1	2
Aceites	10	8	7	6
Azúcares	9	11	10	9
Mermeladas	1	1	1	-
Bebidas	1	1	1	-
Otros	1	-	-	-
Subtotal animal	36	30	32	28
Subtotal vegetal	64	70	68	72
Total	100	100	100	100

TABLE 4
PORCENTAJE DE PROTEINAS APORTADAS POR
LOS ALIMENTOS EN ESCOLARES SEGUN C.S.E.

Alimentos	C.S.E.	C.S.E.	C.S.E.	C.S.E.
	I	II	III	IV
Leche fluida	12	7	5	3
Leche en polvo	7	10	11	13
Queso	2	2	2	1
Huevo	4	-	3	-
Carne	41	39	39	36
Verduras	3	3	3	3
Frutas	2	2	2	2
Arroz	1	2	2	3
Pastas	3	4	3	2
Harinas	1	2	1	2
Amasados	4	2	2	1
Pan	10	14	10	13
Pan casero	9	11	15	17
Leguminosas	1	1	2	3
Subtotal animal	66	58	60	53
Subtotal vegetal	34	42	40	47
Total	100	100	100	100

Con respecto al porcentaje de calorías aportadas por hidratos de carbono, proteínas y lípidos, no se registraron diferencias significativas entre las categorías, observándose que la distribución es más equilibrada en la categoría IV que en la I. Esta última muestra una tendencia que se asemeja a otros estudios de países desarrollados, en donde se registra un mayor aporte de proteínas y lípidos en desmedro de los valores de hidratos de carbono (33).

La relación entre la ingesta de proteína animal y vegetal varía, según las C.S.E. Para la categoría IV se halló un valor de 1:1, similar a lo reportado por otros investigadores, para niveles sociales altos (1). Mientras que en el presente estudio en la categoría I, la proporción fue cercana a 2:1. Esta cifra es coincidente con los resultados de algunas encuestas alimentarias de Argentina y con la disponibilidad de proteínas de origen animal que es del 64% para nuestro país (34).

Adecuación de la dieta

En la Tabla 5 se presenta la media y D.E. de energía y otros nutrientes, la adecuación en la Tabla 6 y la distribución porcentual de escolares según adecuación en los Gráficos 1,2 y 3.

TABLE 5
CONSUMO DE NUTRIMENTOS EN ESCOLARES
SEGUN C.S.E.

Nutrimentos	C.S.E.	C.S.E.	C.S.E.	C.S.E.				
	I	II	III	IV				
	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E
Energía (kcal)	1759	461	1696	512	1740	481	1758	544
Proteínas (g)	63	19	57	18	58	18	58	21
Calcio (mg)*	612	350	502	256	509	294	494	238
Hierro (mg)	10.8	3.5	9.8	3.4	10.1	3.3	10.7	4.1
Tiamina (mg)	0.66	0.21	0.60	0.20	0.63	0.18	0.64	0.21
Riboflavi- na (mg)	1.11	0.45	0.96	0.37	1.05	0.54	0.98	0.40
Retinol (mcg eq)	671	735	696	556	934	1219	780	506
Niacina (mg)	11.0	5.3	9.9	4.2	10.5	5.0	10.5	4.4
Ac. Ascórbico (mg)*	76	54	62	38	59	41	54	33

* P<0.05.

TABLA 6
PORCENTAJE DE ADECUACION PROMEDIO DE
NUTRIMENTOS EN ESCOLARES SEGUN C.S.E.

Nutrimentos	C.S.E. I		C.S.E. II		C.S.E. III		C.S.E. IV	
	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E	Media D.E
Energía (kcal)	98	30	95	28	95	35	90	31
Proteínas (g)	204	65	186	61	189	61	184	64
Calcio (mg) *	76	44	63	32	64	38	62	30
Hierro (mg)	108	36	98	34	101	33	107	42
Tiamina (mg)	71	25	65	22	66	22	63	23
Riboflavina (mg)	105	46	93	38	98	53	87	42
Retinol (mcg eq)	128	144	131	106	171	220	136	95
Niacina (mg)	94	47	85	38	88	46	79	37
Ac. Ascórbico (mg) *170	120	138	85	133	90	121	73	

* $P < 0.05$

GRAFICO 1
Escolares con adecuación menor al 90% en la ingesta de nutrimentos, por C.S.E.

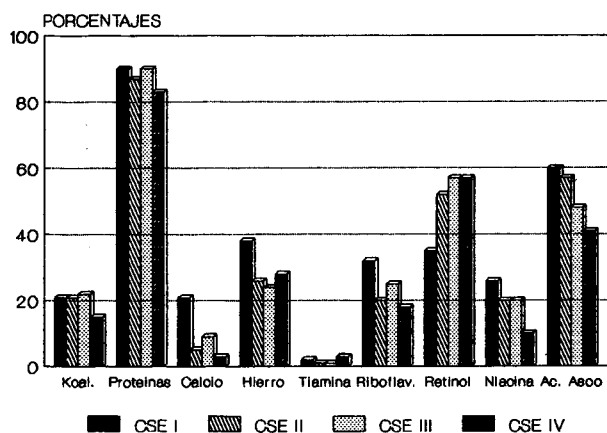


GRAFICO 2
Escolares con adecuación entre el 90 y el 120% en la ingesta de nutrimentos, por C.S.E.

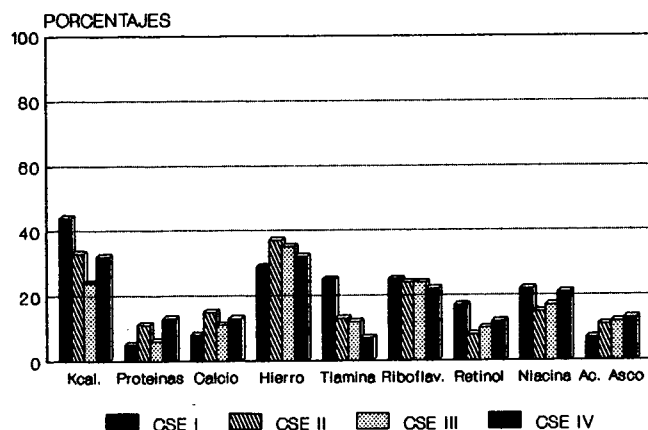
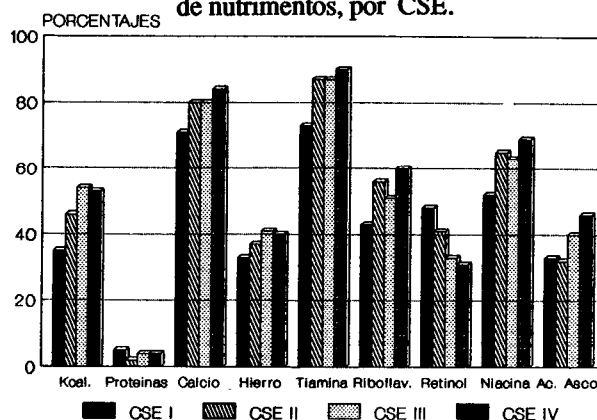


GRAFICO 3
Escolares con adecuación mayor al 120% en la ingesta de nutrimentos, por C.S.E.



Calorías, en cuanto a la ingesta de energía el promedio encontrado en el grupo estudiado fue de 1738 Kcal/día. Al analizar la distribución de escolares de acuerdo al porcentaje de adecuación, por C.S.E. se observó que más de la mitad de los niños de las categorías III y IV se encuentran con un déficit energético, mientras que esta situación sólo se refleja en un 35% de la categoría I ($P < 0.05$). Cabe destacar que en todo el grupo estudiado se detectó un 20% de escolares con déficit energético por debajo del 70% de las recomendaciones.

Proteínas, el consumo promedio del grupo de estudio fue de 59 g/día, (13.5% del V.C.T.). Siendo la ingesta recomendada de 31 g se encontró que el 88% de escolares presentan un consumo excesivo. La principal fuente proteica la constituyen las carnes, seguida por los cereales y derivados; esto es claramente indicativo de los hábitos y costumbres de la población argentina.

El consumo elevado de proteínas y la deficiencia energética, son coincidentes con estudios realizados en nuestro país (34) y con otros datos reportados en la literatura tanto en países industrializados (25-27) como en vías de desarrollo (1,20,22,28).

Calcio, el promedio general fue de 529 mg/día, para una recomendación de 800 mg. El 79% de los escolares presenta un consumo deficiente. Al analizar la ingesta por C.S.E. se detectaron diferencias significativas. Los bajos valores hallados se deben a un consumo insuficiente de leche y derivados, que son las principales fuentes de calcio en nuestro país. Datos similares de encuesta nacional confirman esta tendencia (23,29), que se relaciona con la disponibilidad de este mineral que es de 564 mg/hab/día (34).

Hierro, el promedio hallado para los escolares estudiados fue adecuado, pero al analizar la distribución porcentual de niños según las recomendaciones, se observó que un 33% de la categoría I, se encuentra en déficit, porcentaje que aumenta hasta un 40% a medida que las categorías descienden. Otros estudios en Argentina reportan mayor proporción de escolares en situación de déficit, que las halladas en el presente estudio (34). En contraposición con otros hallazgos

en América Latina, en los escolares estudiados no se encontró asociación entre las categorías (34).

Tiamina, el consumo promedio fue de 0.63 mg/día, lo que demuestra una ingesta deficiente en todos los escolares estudiados, observándose que alrededor del 90% de los niños de las categorías más bajas presentan las mayores deficiencias. Estos valores son alarmantes y convendría en futuras investigaciones utilizar técnicas más precisas para su determinación, además de proponer a nivel nacional el análisis de esta vitamina ya que no se encuentra reportada en los estudios argentinos disponibles. En otras investigaciones de Latinoamérica las deficiencias son de menor magnitud que las halladas en nuestro estudio (1,7).

Riboflavina, el consumo promedio fue de 1.02 mg/día para una recomendación de 1.13 mg por lo tanto, en general, los escolares estudiados presentan deficiencias. Al analizar el comportamiento de este nutrimento por C.S.E. se observó que el 60% de los niños de la categoría IV y el 43% en la I se encuentra en déficit ($P < 0.05$). Estos valores son semejantes a los descritos por otros investigadores (1,21,22,26).

Retinol, el consumo promedio en todas las categorías supera los valores recomendados, no obstante cabe destacar que al analizar la distribución porcentual de acuerdo a la adecuación, según C.S.E., se encontró que el 48% de los niños de la categoría I tienen una ingesta deficiente, porcentaje que va disminuyendo en las restantes categorías, hasta llegar a un 31% de escolares en la C.S.E. IV. La diferencia podría deberse a que estos últimos grupos consumen hígado vacuno. Los hallazgos de retinol en nuestra investigación son coincidentes con otros estudios realizados en Argentina. (29,30) y menores que los reportados en otros países de la región (1,7,32).

Niacina, se registró un consumo promedio de 10.5 mg/día para una recomendación de 12.5 mg. La distribución porcentual de niños, según adecuación y categorías, muestra una situación de déficit en el 52% de la categoría I y un 69% de la IV; datos semejantes han sido informados en otros estudios de América Latina (1,7,21,22,26).

Acido ascórbico, los promedios de consumo superan en general los valores recomendados (45 mg/día), encontrándose diferencias significativas entre las categorías ($P < 0.05$). Al analizar la distribución de la población por niveles de adecuación se encontró un déficit en el 33% de la categoría I, cifra que va en aumento a medida que las categorías descienden, hasta alcanzar el 46% de los niños de la IV. Estos porcentajes de déficit son más bajos que otros reportados en estudios de nuestro medio (34). Esto podría deberse a que en la época en que se realizó la investigación, las frutas de mayor disponibilidad eran los cítricos.

CONCLUSIONES

Las diferencias significativas halladas en los indicadores socioeconómicos utilizados en el presente estudio, demostraron una homogeneidad interna en cada categoría y

heterogeneidad entre ellas, expresando un ordenamiento desde los grupos de más alto nivel en la jerarquización social (C.S.E.I) hasta los más bajos (C.S.E.IV).

El patrón alimentario general de los escolares se caracteriza por el consumo de carne, preferentemente bovina, verduras, frutas, derivados del trigo en especial en forma de pan y leche en polvo.

Al desagregar la información por C.S.E. en relación a la frecuencia de consumo (Tabla 2), la categoría I se distingue por incorporar además leche fluida, queso y productos amasados, la C.S.E. II amasados, y la C.S.E. IV arroz.

En cuanto a la adecuación de nutrimentos las carencias detectadas en el grupo en general fueron una leve deficiencia de energía y niacina y una marcada carencia de calcio y tiamina.

Al interpretar la información por C.S.E. se encontró además deficiencia de riboflavina en las categorías II, III y IV, en esta última se agrega carencia de ácido ascórbico.

El análisis de la distribución porcentual de escolares según niveles de adecuación y por C.S.E., (Gráficos 1,2,3), permitió detectar a los grupos que consumen en exceso o en defecto ciertos nutrimentos, información que se enmascara cuando sólo se emplean medidas de tendencia central.

En síntesis los resultados obtenidos proporcionan información básica factible de ser utilizada en el diseño de políticas alimentarias de nuestro país, tanto en programas educativos como de complementación alimentaria.

REFERENCIAS

1. Ivanovic D., M. Aguayo, M. Vásquez, I. Trufello, D. Ballester e I. Zacañas. Ingesta alimentaria de escolares que egresan de educación básica en el área metropolitana de Santiago, Chile. Arch. Latinoamer. Nutr. 36:379-400, 1986.
2. Batrouni L., S.E. Pérez Gil, J. Rivera y T. González de Cosío. Diferenciación de la situación nutricional del preescolar, según niveles socioeconómicos, en una zona marginal. Arch. Latinoamer. Nutr. 35:565-576, 1985.
3. Sabulsky J., L. Batrouni, S. Fanto, A. Navarro, A. Rodríguez, D. Pilcic y H. Roitter. Determinación social y distribución del estado nutricional en ingresantes a la Escuela Primaria de Córdoba, Argentina. Rev. Chil. Nutr. 16:244, 1986.
4. Mong. P., I. Higuera y M. Valencia. Relación entre ingreso familiar, gasto y consumo de alimentos en zonas urbanas marginales de Sonora, México. Arch. Latinoamer. Nutr. 34:391-403, 1984.
5. García Ulloa A. Valoración de dos procedimientos para estimar el consumo de alimentos en niños en edad preescolar. Arch. Latinoamer. Nutr. 30:384-399, 1980.
6. Flores M. y J. Aranda Pastor. Evaluación dietética a nivel nacional en Costa Rica: cambios en una década. Arch. Latinoamer. Nutr., 30:432-450, 1980.
7. Batrouni L., J. Rivera, S.E. Pérez Gil, T. González de Cosío, A. Yzunza, A. González y A. Chávez. Situación nutricional de barrios marginados de Teziutlán, Puebla. Ed. de la Div. de Nutr. de Comunidad I.N.N.S.Z. México. Publicación L-60, 1983.

8. Abeya Gilardón E.O., N. Gnazzo, M.L. Ortas y M. Vera. Encuesta alimentaria nutricional de escolares en Misiones. C.E.S.N.I. 2:25-39, Buenos Aires, 1983.
9. Centro de estudios sobre nutrición infantil y Sociedad de Pediatría. Seminario sobre Situación Nutricional de los niños en Argentina. C.E.S.N.I. 2:143-144. Buenos Aires, 1983.
10. Conclusiones y Recomendaciones de 5to. Congreso Argentino de Dietistas, Nutricionistas y Lic. en Nutrición. Taller Situación Alimentaria en Argentina. Chaco, Argentina 1988.
11. Bloch C., Z. Quinteros, M.C. Troncoso. El proceso de salud-enfermedad en el primer año de vida. Estudio de una cohorte. Rosario, Argentina 1981, 1982. Cuad. Med. Soc. 32:5-20, 1985.
12. Sabulsky J., L. Batrouni, A. Navarro, S. Fanto y A. Rodríguez. Relación entre desnutrición crónica y condición social en escolares del área norte de la Prov. de Córdoba, Argentina. Arch. Arg. Pediatr. 88:224-231, 1990.
13. Reh E. Manual para encuesta alimentarias. Roma, F.A.O., 1962 (F.A.O. Estudios sobre nutrición 18).
14. Flores M., M.T. Menchú y M.A. Guzmán. Evaluación dietética de familias y preescolares mediante la aplicación de diferentes métodos y técnicas. Area Rural de Nicaragua. Arch. Latinoamer. Nutr., 23:325-344, 1973.
15. Flores M. Metodología en encuestas alimentarias entre preescolares. Arch. Latinoamer. Nutr. 22:359-384, 1973.
16. Madden P., S.J. Godman y H. Guthrie. Analysis of data obtained from elderly subjects: Validity of the 24 hs. recall. Am. Diet. Assoc. 68:143-147, 1976.
17. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. I.N.C.A.P. 1968.
18. Tabla de Composición Química de los Alimentos. Recopilación Escuela de Nutrición. U.N.C., 1981.
19. Food and Nutrition Board, National Research Council: Recommended Dietary Allowances 9th. Rev. Edition. Washington D.C. Academy of Sciences. 1980.
20. Atalah E., E. Díaz, J. Araya y col. Evaluación nutricional de una población infanto-juvenil del Area Norte de Santiago. Pediatría, 22:227-249, 1979.
21. Flores M. Niveles dietéticos de familias y niños según estratos socioeconómicos en el área rural de Panamá. Arch. Latinoamer. Nutr., 25:135-162, 1975.
22. Menchú M.T., Y. Lara y M. Flores. Efecto del nivel socioeconómico de la familia sobre la dieta del niño preescolar. Arch. Latinoamer. Nutr. 23:305-323, 1973.
23. Zeni S., y M.L. Portela. Estado nutricional con respecto al calcio en la Argentina. Arch. Latinoamer. Nutr. 38:209-218, 1988.
24. Arroyave G., M.A. Guzmán y M. Flores. El nivel socioeconómico de la familia y la nutrición en el área rural de Centro América y Panamá. Arch. Latinoamer. Nutr. 26:47-73, 1976.
25. Gilbert I., G. Newel, A. Vaden y A. Dalton. Establishing the need for nutrition education. IV Evaluation of dietary intakes of elementary school children. J. Am. Diet. Assoc. 83:681-686, 1983.
26. Windham C., B. Wyse y R.G. Hansen. Nutrient density of diets in the USDA Nation wide. Food consumption survey, 1977-19789 JL. Adequacy of nutrient density consumption practices. J. Am. Dietet. Assoc. 82:34-43, 1983.
27. Chao E.S.M., G.H. Anderson G.W. Thompson, J.A. Hargreaves y R.D. Peterson. A longitudinal study of the dietary changes of a sample of Ontario children. I Nutrient and Energy intake. J. Canad. Dietet. Assoc. 45: 105-111, 1984.
28. Calvo E.B., J. Islam, N. Gnazzo, M. Ibañez, C. Martínez, R. Bacliuc, E. Quintana y E. Carmuega. Encuesta Nutricional en niños de 2 años de la Provincia de Misiones. II Indicadores dietéticos y hematológicos. Arch. Arg. Pediatr. 85:260-269, 1987.
29. Boyer P., M.L. Portela y M. Rfo. Deficiencias por distorsión de hábitos: un aspecto de la alimentación en Argentina. Cuadernos de Nutrición, 1:12-16, 1986.
30. Carmuega E., Britos, E. Calvo, C. Anigstein. Reformulación del programa de comedores escolares de un partido del gran Buenos Aires. Racionalización de los recursos a las necesidades. C.E.S.N.I. Buenos Aires, 1989.
31. Diva Sanjur. Parámetros ambientales y socioculturales que afectan la alimentación de los países del tercer mundo. Arch. Latinoamer. Nutr. 30:634-655, 1980.
32. Alarcón J., F. Adrino. Diferencias urbano-rurales en la ingesta de alimentos de familias pobres de Guatemala. Arch. Latinoamer. Nutr. 61:327-335, 1991.
33. Lai M., S. Chimabukuro, N. Wenkam y S. Raman. A nutrient analysis of students diet, in the state of Hawaii. J. Nutr. Educ. 14:67-70, 1982.
34. O'Donnell A.M., E. Carmuega. Situación alimentaria y nutricional de Argentina. CESNI 5:S 1-S 13, 1992.

Vitamin C load test in elderly subjects

*Rosemary M. Pinto, María do Rosario D.L. Unamuno, Margareth M.P. Rodrigues, J. Ernesto dos Santos,
J. Sergio Marchini and J.E. Dutra de Oliveira*

Division of Nutrition, School of Medicine of Ribeirão Preto-USP 14049 - Ribeirao Preto, SP, Brazil

SUMMARY. Ascorbic acid fasting serum levels and levels after a test dose were carried out in a group of elderly subjects: nine men with 70 ± 6 years and six women 74 ± 7 years old. They live in the same old folks home and ate similar food. Their ascorbic acid intake was found to be around 20 mg/day. Fasting serum levels found lower values in the women. A load test showed a small increase in the hourly samples, supporting low tissue reserves of the vitamin. Factors such as low intake, absorption, metabolism, body mass and/or excretion of the vitamin in elderly population could explain these results. A marginal vitamin C deficiency is believed to be present in the group and extra ascorbic acid food supply seems to be recommended for these subjects.

RESUMEN. Prueba de sobrecarga de vitamina C en personas de edad avanzada. Los niveles de ácido ascórbico en ayuno y después de una dosis de prueba, fueron determinados en un grupo de individuos de edad: nueve hombre de 70 ± 6 años y seis mujeres de 74 ± 7 años de edad. Ellos tenían los mismos hábitos alimentarios y costumbres. Su ingestión de ácido ascórbico era de 20 mg/día. Los niveles séricos en ayuno fueron más bajos en las mujeres. La prueba de sobrecarga mostró un pequeño aumento en las muestras horarias, evidenciando bajas reservas tisulares de vitamina C. Factores tales como baja ingestión, absorción, metabolismo, masa corporal y/o excreción de la vitamina en los sujetos estudiados, podrían explicar estos resultados. Una deficiencia marginal de vitamina C parece estar presente, por lo cual es pertinente la administración de suplementos de ácido ascórbico en estos individuos.

INTRODUCTION

Most higher species can synthesize and regulate endogenous production of ascorbic acid. Only some birds, flying mammals, guinea pigs and primates have a dietary requirement of vitamin C due to loss of synthetic capacity (1). The clinical manifestations of ascorbic acid deficiency are inanition, debility, anemia, edema of extremities, hemorrhagies at level of capillaries and abnormal osteoid and dentin formation. Loosening of teeth eventually occurs (1,2).

Vitamin C is widely distributed in vegetable dietary sources (3). Consequently, vitamin C deficiency is unusual in economically developed countries and is most commonly associated with chronic illness, food fadism or chronic use of alcohol or drugs. On the other hand, deficiencies are found in economically under developed countries (2) and among poor elderly of developed countries (15,16) but unusually coexist with protein calorie deficiency.

There is evidence that plasma, leukocyte and platelet vitamin C levels decline with advancing age (4,8). This could be linked to a decreased vitamin intake (5,9) or to poor absorption (13). Differences is gender, vitamin C intake and

plasma serum levels of vitamin C is reported in the elderly (6,8). The assessment of ascorbic acid nutriture is made by its serum or leukocyte levels, urinary excretion, fragility tests or load test (7). Serum fasting levels alone are considered a reflex of the previous recent vitamin C intake and low levels may be found in scorbutic as well as nonscorbutic patients. Hourly levels after a load test dose express better tissue stores. They are kept very close to zero in scurvy, increase little in depleted subjects and reach high values in normal persons (7).

This study investigated the vitamin C nutriture of old persons, analysing fasting blood values and their response to an ascorbic acid load test.

SUBJECTS AND METHODS

Volunteers 60 years of age and older were recruited from Ribeirão Preto City Elderly Homes between January and September 1989 by community contacts. They were middle income nine men and six women, eating self-selected diet. No one was taking vitamins. All female subjects were housewives. Male subjects were still active in a variety of occupations. The experimental design was approved by the Ethical Committee

of our Ribeirão Preto University Hospital. Dietary intakes were assessed by analyses of individual records. Dietitians instructed, previously, the volunteers on how to keep accurate food records of each meal and/or snacks eaten on the previous day immediately before the day of load tests. All food records were estimated for nutrient intakes through a food composition table (10).

Venous blood samples were obtained for the study and the general health-nutritional status were assessed through clinical examination and anthropometric indices. Routine serum and urine analyses were carried out in all subjects through usual methods of our Hospital laboratories.

The vitamin C load tests performed, after overnight fast, were carried out as follows: blood samples (3 ml each) were drawn, hourly, between 07:00 and 11:00 a.m. After the first sample blood collection each subject received by mouth 15 mg/kg of ascorbic acid in 150 ml of water. Four other hourly samples were taken. Total ascorbic acid in serum was measured through a 2,4 dinitrophenylhydrazine method (11).

Analyses of variance for repeated measurement was used to demonstrate statistical significance among hourly samples and between men and women (12).

RESULTS

Food intake of the group showed usual Brazilians habits. All the subjects eat rice and beans, some meat, milk and little vegetables. The average daily intake of vitamin C was calculated to be around 20 mg.

Table 1 shows the anthropometric and laboratory data from the elderly men and women. The women had a higher body mass index (kg/m²) and skinfold thickness. Since there was no cardiac failure, renal disease or edema in the sample, the physical examination and data from Table 1 shows women to be fatter than men. None of them, men or women, could be diagnosed as having poor nutritional status.

TABLE 1
MEAN VALUES FOR ANTHROPOMETRIC AND
LABORATORY DATA

	Men		Women	
Number	9		6	
Age (years)	70.0	(7.5)*	74.4	(6.6)
Weight (kg)	55.5	(9.5)	62.2	(16.3)
Height (m)	1.63	(0.91)	1.51	(0.14)
Weight/Height (kg/m ²)	20.9	(3.7)	27.2	(5.3)
Triceps skinfold (mm)	7.6	(2.8)	20.0	(8.8)
Braquial circumference (cm)	23.9	(2.1)	28.6	(5.1)
Muscular circumference (cm)	21.4	(1.8)	27.9	(4.8)
Albumin (g/dl)	4.2	(0.4)	4.1	(0.4)
Hemoglobin (g/dl)	14.5	(1.2)	13.1	(1.6)

* Mean ± (SD)

Vitamin C fasting levels below 0.25 mg/dl was found in several of the subjects. This was mainly true in women. Results of the loading test of vitamin C are shown in Figure 1 for men and Figure 2 for women. The figures show the mean values and their upper and lower 95% tolerance limit. Few women values are outside this limit. The same was not true for men.

FIGURE 1
Mean and 95% tolerance limit of serum ascorbic acid in
nine old men after a vitamin C load test

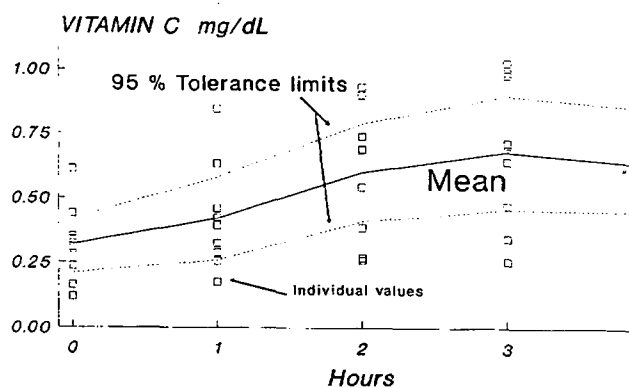
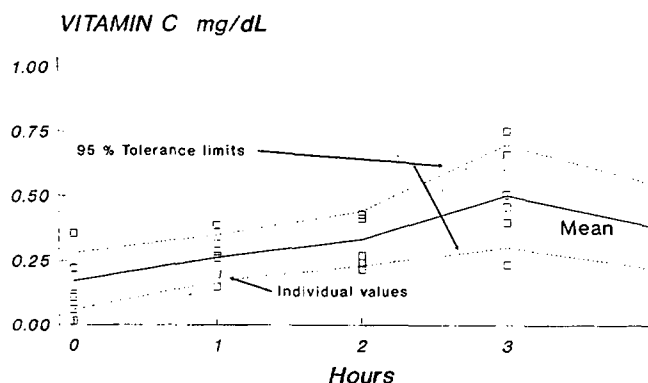


FIGURE 2
Mean and 95% tolerance limit of serum ascorbic acid in six
old women after a vitamin C load test



DISCUSSION

Our findings show low fasting serum levels of vitamin C in our subjects, with a higher mean levels in men than in women. These results could be explained by the low vitamin intake of our patients. Impaired absorption and/or increased urinary excretion were not considered in our studies.

Jacob et al. described body mass index to be inversely related to the plasma levels of ascorbic acid (14). This could, eventually, be another factor to explain the present results considering that our old women sample were heavier than the men.

It is to be noted that most of the elderly serum vitamin C literature data shows higher values in old women than men (6,8,9). The ascorbic acid sex differences have been explained by distinct intakes of vitamin C of free eating population, smoking or even dissimilarities in the metabolism of ascorbic acid. There was no clear differences in the home vitamin intake of our subjects. The fact that most men worked outside could eventually be responsible for a higher intake of vitamin C.

The vitamin C blood curve after a load test reflects tissue stores. An usual finding is a high rise in the first 2/3 hours and a decline after 4 hours, reaching values close to the initial ones. This was not found in our study, there was a moderate increase over fasting values. Highest values were found by the third hour and kept around this level till the last sample. This could also mean an impaired/delayed absorption or a deficient retarded excretion of the vitamin in these elderly persons (13). The simultaneous determination of the urinary vitamin C excretion could certainly help the interpretation of these data.

The low vitamin C blood level increase of our women, after the test dose, confirms the lower fasting samples vitamin C levels found in our study. Only 2 women had vitamin C values higher than 0.5 mg/ml after 3 hours of the load dose. They seem to be more vitamin C depleted than the men studied.

REFERENCES

1. Chatterjee, I.B.. Ascorbic acid metabolism. *Wld. Rev. Nutr.* 30:69-82. 1978.
2. Moran, R. & H.L. Greene. The B vitamins and vitamin C in human nutrition. I. General considerations and obligatory B vitamins. *Am. J. Dis. Child.* 133:192-199. 1979.
3. Sauberlich, H.E. Bioavailability of vitamins. *Prog. Food Nutr. Sci.* 9:1-33, 1985.
4. List, N.D. Perspectives in cancer screening in the elderly. *Clin. Geriatr. Med.* 3:433-439. 1987.
5. Morley, J.E. Nutrition and aging. In: *Principles of Geriatric Medicine and Gerontology*. W.R. Hazzard, R. Andres, E.L. Berman, J.P. Blass (Eds.), 2nd ed. Mc Graw-Hill, Inc, New York, 1990.
6. Itoh, r., K. Yamada, J. Ola, H. Echizen & K. Murakami, Sex as a factor in levels of serum ascorbic acid in healthy elderly population. *Inter. J. Vit. Nutr. res.* 59:365-372. 1989.
7. Dutra de Oliveira, J.E., W.N. Pearson & W.J. Darby. clinical usefulness of the ascorbic acid tolerance test in acurvy. *Am. J. Clin. Nutr.* 7:630-633. 1959.
8. Sasaki, R., T. Kurokawa, T. Kobayasi & T. Tero-Kubota. Influences of sex and age on serum ascorbic acid. *Tohoka J. Exp. Med.* 140:97-104, 1983.
9. Burr, M.L., J.E. Milbank & D. Gibbs. The nutritional status of the elderly. *Age Ageing*, 11:89-96, 1982.
10. Azzoubel, L.M.D., R.W.D. Garcia & M.M.V. Naves. Tabela de composição dos alimentos. In: J.E. Dutra de Oliveira (Ed.). *Nutrição básica*. 1ra. Ed. São Paulo, Sarvier, 1982, 168-249.
11. Bessy, D.A. Ascorbic acid, microchemical methods. *Vitamin Methods*. New York, Academic Press, 1950, vol. 1, p. 303.
12. Zar, J.H. *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs, USA, Prentice-Hall, INC, Second Edition, 1984.
13. Davies, H.E.F., J.E.W. Davies, R.E. Hughes & E. Jones. Studies on the absorption of L-xyloascorbic acid (vitamin C) in young and elderly subjects. *Hum. Nutr. Clin. Ntr.* 38C:463-471, 1984.
14. Jacob, R.A., C.L. Otradovec, R.M. Rusell, H.N. Munro, S.C. Hartz, R.B. McGrandy, E.D. Morrow & J.A. Sadowski. Vitamin C status and nutrient interactions in a healthy elderly population. *Am J. clin. Nutr.* 48:1436-1442, 1988.
15. Porrini, M., P. Simonetti, S. Ciappellano & G. Testolin. Vitamin A, E. and C nutriture of elderly people in North Italy. *Internat. J. Vit. Nutr. Res.* 57:349-355, 1987.
16. Bowman, B.B. & I.H. Rosenberg. Assessment of the nutritional status of the elderly. *Am. J. clin. Nutr.* 35:1142-1151, 1982.
17. Sasaki, R., T. Kurokawa & S. Tero-Kubota. Ascorbate radical and ascorbic acid level in human serum and age. *J. Gerontol.*, 38:26-30, 1983.

Comparative effects of rose hip and corn oils on biliary and plasma lipids in rats¹

Mariane Lutz², Mauricio Torres³, Patricia Carreño⁴, and Iris González⁵

Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Valparaíso, Chile

SUMMARY. The comparative effects of dietary level and time of feeding corn (CO) and rose hip (RHO) oils on bile and plasma lipid composition were studied. 48 males Sprague Dawley rats were divided in two groups fed semipurified diets containing CO or RHO as the only lipid source. Groups of 6 rats were fed ad libitum diets containing 5% or 15% vegetable oil during 15 or 60 days. Food intake was not dependent on the type of oil, and was higher in 15% oil diets ($p < 0.01$), increasing with time of feeding ($p < 0.001$). Bile flow was similar in all groups. Biliary concentrations of cholesterol, phospholipids and bile acids were affected by the time of feeding ($p < 0.001$). Plasma total and high density lipoprotein (HDL) cholesterol levels were higher in 15% oil fed rats ($p < 0.05$). Triglycerides concentrations were similar in all groups. The results indicate that oil concentration and time of feeding were the most important variables affecting the lipid composition of rats, independently of the fatty acid composition of the ingested fats.

RESUMEN. Efectos comparativos de la ingesta de aceites de maíz y rosa mosqueta sobre la composición de lípidos biliares y plasmáticos en ratas. En el presente trabajo se estudiaron los efectos comparativos de la concentración y tiempo de ingesta de aceites de

maíz (CO) y rosa mosqueta (RHO) sobre la composición de lípidos biliares y plasmáticos de ratas. 48 ratas macho *Sprague Dawley* fueron divididas en dos grupos alimentados con dietas semipurificadas elaboradas con CO o RHO como única fuente lipídica. Grupos de 6 ratas se alimentaron durante 15 ó 60 días con dietas que contenían 5% ó 15% (p/p) de los aceites vegetales en ensayo. La ingesta dietaria fue independiente del tipo de aceite ingerido, y fue mayor en las ratas que ingirieron aceites al 15% ($p < 0.01$), aumentando con el tiempo de alimentación ($p < 0.001$). El flujo biliar fue semejante en todos los grupos experimentales. Las concentraciones biliares de colesterol, fosfolípidos y ácidos biliares fueron afectadas por el tiempo de ingesta ($p < 0.001$). La concentración plasmática de colesterol total y unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL) fueron más altas en las ratas que ingirieron dietas que contenían 15% de aceite ($p < 0.05$). Las concentraciones plasmáticas de triglicéridos fueron similares en todos los grupos de animales. Los resultados indican que las variables concentración de grasa dietaria y tiempo de ingesta fueron más importantes que la composición en ácidos grasos de los aceites vegetales ingeridos sobre los parámetros estudiados.

INTRODUCTION

A promotion of the consumption of vegetable oils rich in linoleic (18:2 n-6) and linolenic (18:3 n-3) acids has been observed in the last decade, due to their hypocholesterolemic effect (1,2). This action has been especially highlighted by vegetable oil producers, who also point to the fact that this is

a cholesterol-free dietary fat source.

Corn (*Zea mais*) oil is an edible fat widely used, with linoleic acid reaching nearly 50% its glycerides content. Rose hip (*Rosa moschata Mill*) seed oil is not currently accepted as an edible fat. It presents an extremely high linolenic acid content, near 28%, which induces its rapid oxidation.

In previous experiments, we observed a plasma cholesterol lowering effect of rose hip oil, without measurable change in biliary lipids output (3). Under different experimental conditions, feeding this oil increased biliary concentration of cholesterol (4). The aim of this work was to investigate whether rat plasma and biliary lipid concentrations are related to the type of polyunsaturated oil ingested, its amount in diet and/or period of intake.

Groups of rats were fed diets varying in fat type (corn or

1. Supported by FONDECYT, Project 2025/87-90, Chile.
2. Profesor Adjunto de Nutrición, Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Valparaíso, Casilla 92-V, Valparaíso, Chile.
3. Tesista Cátedra de Nutrición de la Escuela citada.
4. Profesor Auxiliar de Química de Alimentos, Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Valparaíso.
5. Profesor Auxiliar de Fisiología, Escuela de Medicina, Universidad de Valparaíso.

rose hip oils), dietary fat level (5% or 15%) and length of treatment (15 or 60 days). Data on the effects of these variables upon biliary and plasma lipid concentrations are presented.

METHODS AND MATERIALS

Animal and diets

Forty-eight healthy male Sprague Dawley rats weighing 93 ± 20 g were used in this study. Animals were randomly divided into two groups (24 per treatment). One group was fed corn oil, CO, (Mazola) or rose hip oil, RHO, (COESAM) as the only lipid source. The fatty acid composition of oils is shown in Table 1 and the composition of experimental diets is given in Table 2. Rats were fed CO or RHO at 5% (wt/wt) or 15% (wt/wt) level in the diet. Rats were housed individually in wire bottomed cages and kept under controlled temperature and relative humidity conditions, and 12 h light-dark cycles. Animals had free access to food and water.

After 15 or 60 days of dietary treatment, 20 h fasting rats ($n=6$ per group) were anaesthetized with sodium pentobarbital (60 mg/kg body weight, intraperitoneally).

TABLE 1
RELATIVE FATTY ACID COMPOSITION
OF CORN AND ROSE HIP OILS

Fatty acid	g/100g	
	Corn oil	Rose hip oil
14:0	—	0.1
16:0	9.0	3.7
18:0	1.1	1.0
18:1	28.9	17.6
18:2	59.5	49.8
18:3	1.5	27.8

TABLE 2
COMPOSITION OF EXPERIMENTAL DIETS

Ingredient	Amount	
	Low fat diet	High fat diet
	g/100g	
Casein	20.0	20.0
DL-Methionine	0.3	0.3
Mineral mixture ¹	4.0	4.0
Vitamin mixture ¹	1.0	1.0
Cellulose	5.0	5.0
Corn starch	19.7	19.7
Sucrose	45.0	35.0
Vegetable oil ²	5.0	15.0

¹ AIN-76 (American Institute of Nutrition. Report of the AIN ad hoc Committee on Standards for Nutritional Studies. *J. Nutr.* 107:1340-1348, 1977).

² Corn oil or Rose hip oil

Bile and blood sampling

Bile duct was cannulated (PE-10 tubing) and bile was collected in preweighed Eppendorf tubes every 15 min for 60 min. Blood was collected from the abdominal aorta. All samples were frozen (-20°C) until assayed.

Analysis

Biliary and plasma cholesterol concentrations were determined using commercially available enzymatic kits. Plasma and biliary concentrations of total cholesterol were determined using Merckotest 14366 enzymatic UV test. Plasma high density lipoprotein (HDL) cholesterol was measured using the same assay after the precipitation of low density lipoprotein (LDL) and very low density lipoprotein (VLDL) cholesterol fractions with heparin and magnesium ions, removed by centrifugation at $1500 \times g$ for 30 min. LDL and VLDL cholesterol concentrations were estimated by the formula of Friedewald et al (5). Triglyceride concentrations in plasma were determined using Merckotest 14354 enzymatic colorimetric test. Biliary phospholipids were assayed by the colorimetric quantitation of phosphorus (6). Bile acids were measured by the method of Talalay (7), modified (8).

Statistical analysis

All data are expressed as a mean value \pm standard deviation. Results were analyzed by two-way analysis of variance (ANOVA). A probability value (p) of 0.05 or less was considered statistically significant.

RESULTS

Food intake and body growth of rats fed diets containing 5% or 15% vegetable oils are shown in Table 3. Food ingestion was not dependent on the nature of dietary oil. Rats consumed higher amounts of 15% oil diets ($p<0.001$) increasing food intake with time ($p<0.001$). Rats fed 15% oil gained significantly more weight in all periods assayed. Food utilization (efficiency) decreased with time, and was higher in 15% oil diets.

By the end of the experiments, liver weight was similar in the CO and RHO groups, and was affected by oil quantity, as 15% oil fed rats showed larger livers ($p<0.001$). Feeding period was negatively related to relative liver weight ($p<0.001$): it decreased with time as the animals grew.

Bile flow was similar in CO and RHO groups. No significant difference was observed in any of the oil amounts and feeding periods assayed. This result and the biliary concentrations of cholesterol, phospholipids and bile acids are presented in Table 4. The concentration of biliary cholesterol was not dependent on the type of vegetable oil ingested. During the first 15 days of dietary treatment, higher concentration of cholesterol were measured in CO and RHO groups ($p<0.001$). The intake of both vegetable oils caused a decrease in biliary concentration of phospholipids and bile acids with time ($p<0.001$). Phospholipid levels were always lower in CO group, while animals fed RHO exhibited lower bile acids concentration at the same feeding periods.

TABLE 3
FOOD INTAKE, WEIGHT GAIN AND RELATIVE LIVER WEIGHT OF RATS FED THE EXPERIMENTAL DIETS FOR 15 OR 60 DAYS¹

Dietary fat Type	Time %	Days	Food intake g	Weight gain g	Relative liver weight %
Corn oil	5	15	198.3±23.4	77.1±14.0	4.3±0.7
		60	908.8±118.7	267.3±43.3	3.7±0.7
Corn oil	15	15	232.0±20.4	92.2±15.3	4.8±0.1
		60	964.7±82.6	289.0±43.3	3.7±0.2
Rose hip oil	5	15	222.2±30.3	83.50±17.1	4.1±0.3
		60	914.4±107.5	265.2±52.8	4.0±0.4
Rose hip oil	15	15	240.9±12.0	100.8±13.4	5.1±0.5
		60	1012.9±81.9	299.3±25.3	3.9±0.4

¹ Values are mean±S.D. (n=6). Significant effects of variables were evaluated with two-way analysis of variance (ANOVA). Significance levels are indicated under columns as follows:

Type of oil	: NS	NS	NS
Concentration:	: p<0.01	p<0.01	p<0.01
Days of intake	: p<0.001	p<0.001	p<0.001

TABLE 4
BILE FLOW AND BILIARY LIPID CONCENTRATIONS OF RATS FED THE EXPERIMENTAL DIETS FOR 15 OR 60 DAYS¹

Dietary fat Type	Time %	Days	Bile flow uL/g liver/min	Cholesterol mmol/L	Phospho-lipids mmol/L	Bile acids mmol/L
Corn oil	5	15	1.22±0.23	1.15±0.34	3.67±2.20	26.32±8.67
		60	1.36±0.13	0.33±0.07	1.65±0.39	16.85±5.76
Corn oil	15	15	1.51±0.21	0.68±0.13	2.96±0.98	29.74±5.45
		60	1.32±0.30	0.43±0.09	1.53±0.19	17.26±4.42
Rose hip oil	5	15	1.29±0.13	0.72±0.26	3.81±1.20	23.11±4.41
		60	1.37±0.34	0.27±0.02	1.85±0.36	19.17±3.87
Rose hip oil	15	15	1.28±0.14	0.85±0.14	3.14±0.35	25.71±6.96
		60	1.40±0.13	0.43±0.06	1.97±0.39	14.51±5.00

¹ Values are mean±S.D. (n=6). Significant effects of variables were evaluated with two-way analysis of variance (ANOVA). Significance levels are indicated under columns as follows:

Type of oil	: NS	NS	NS	NS
Concentration	: NS	NS	NS	p<0.05
Days of intake	: NS	p<0.01	p<0.01	p<0.01

An elevated cholesterol/phospholipids (C/PL) ratio is considered as a lithogenic index, due to the increase in biliary cholesterol output and/or relative decrease in phospholipids output. C/PL ratio exhibited higher values in 15% oil fed rats, and was not affected by the feeding period of the experimental diets.

Plasma concentrations of cholesterol and triglycerides were not affected by the type of oil ingested or the period of feeding. Data of these parameters are shown in Table 5. The oil content of the experimental diets influenced plasmatic cholesterol level, which was lower in rats fed 15% oil diets (p<0.05). Rats fed 5% RHO exhibited lower cholesterol concentration than 5% CO group (p<0.05) and decreased with time of feeding (p<0.05). Plasma HDL cholesterol fraction was higher in rats fed 15% oils (p<0.05) and decreased with time of feeding (p<0.05). Triglycerides and VLDL concentrations were unaltered by all variables under study. The variations in LDL concentration originated from changes in the other lipid fractions measured, and exhibited a dependence on oil concentration and time of feeding.

TABLE 5
PLASMA LIPID CONCENTRATIONS IN RATS FED THE EXPERIMENTAL DIETS FOR 15 OR 60 DAYS¹

Dietary fat Type	Time %	Days	Cholesterol mmol/L	HDL mmol/L	LDL mmol/L	VLDL mmol/L	Triglycerides mmol/L
Corn oil	5	15	1.68±0.21	1.23±0.20	0.38±0.05	0.11±0.05	0.54±0.24
		60	1.31±0.35	0.73±0.20	0.30±0.18	0.16±0.05	0.79±0.26
	15	15	2.03±0.27	1.44±0.16	0.34±0.10	0.24±0.13	0.82±0.16
		60	2.02±0.22	1.12±0.18	0.71±0.09	0.19±0.06	0.93±0.29
Rose hip oil	5	15	1.24±0.35	1.09±0.19	0.25±0.05	0.17±0.04	0.76±0.28
		60	1.25±0.32	0.85±0.26	0.24±0.04	0.19±0.04	0.95±0.19
	15	15	1.87±0.12	1.38±0.19	0.25±0.14	0.25±0.14	1.25±0.68
		60	1.95±0.15	1.16±0.12	0.64±0.05	1.15±0.04	0.73±0.19

¹ Values are mean±S.D. (n=6). Significant effects of variables were evaluated with two-way analysis of variance (ANOVA). Significance levels are indicated under columns as follows:

Type of oil	: NS	NS	NS	NS	NS
Concentration	: p<0.05	p<0.05	p<0.05	NS	NS
Days of intake	: NS	p<0.05	p<0.05	NS	NS

DISCUSSION

Highly polyunsaturated dietary fat intake produces changes in the membrane fatty acid composition of many tissues. The increase in PUFA content in membranes has been implicated in enhanced activity of enzymes such as Na, K-ATPase, lipoprotein lipase and ACAT(9,10), associated with increased fluidity. Na, K-ATPase, plays a crucial role in exchange processes with blood, affecting bile flow (11,12). The intake

of polyunsaturated oils may be expected to increase bile flow, due to their effect on enzyme activity. However, a direct relationship between membrane fluidity changes and bile flow is not always observed (13,14). None of the experimental conditions induced bile flow modifications in this study. Although dietary modulation of the fatty acid composition may have modified plasma membranes fluidity, the functional implication of this change did not affect bile flow. These results are in agreement with previous studies in which we (4) observed that the intake of high amounts of polyunsaturated oils did not alter the effect of ethinylestradiol, a cholestatic agent that decreases membrane fluidity (15,16).

Our results show that either vegetable oils exerted a significant effect on the biliary concentration of cholesterol or bile acids. Since the biliary concentration of PL was higher in rats fed RHO, it is possible that the intake of high amounts of PUFA, mainly of the (n-3) species, contributed to the synthesis of PL directed for biliary secretion. On the other hand, biliary lipids were not affected by dietary fat level, although C/PL ratio was higher in rats fed 15% oil diets, which also exhibited an increased molar percent cholesterol content. The most outstanding effect on bile lipids concerned the variable time. It exerted a clear-cut influence on the concentration of every biliary lipid species assayed, decreasing in all cases from 15 to 60 days of treatment.

When considering bile flow and lipid concentration, biliary lipid outputs showed similar dependence upon the variables studied. The increase in the time of feeding decreased bile lipid outputs in all groups. These results indicate that biliary lipid output is not dependent on the fatty acyl composition of ingested fats or their amount in the diet, but mainly on the length of feeding.

Dietary supplementation with PUFA is associated with a reduction in plasma cholesterol and triglyceride level (1). The hypocholesterolemic effect of unsaturated fats has been related to their ability to cause a redistribution of cholesterol between plasma and tissues (17). PUFA enhance hepatic LDL receptor activity (18), lipoprotein lipase and ACAT, increasing the cholesterol-ester content in the liver (9). The effect of PUFA is mediated by a decrease in liver lipid synthesis, depressing the formation of TG and VLDL (19). It is currently accepted that the exogenous supply of fatty acids affects the hepatic secretion of VLDL, an effect that is dependent upon their hydrocarbon chain length and saturation characteristics (20).

On a unit weight basis, (n-3) fatty acids have a greater hypocholesterolemic effect than the (n-6) fatty acids (21). Furthermore, the hypotriglyceridemic effect seems to be unique to (n-3) species, which are potent inhibitors of hepatic lipid synthesis (22,23). Balasubramaniam et al (24) observed a significant increase in biliary output of cholesterol in rats fed fish oil, rich in (n-3) fatty acids, concomitantly with a fall in plasma cholesterol levels. These authors proposed an alteration in hepatic plasma membranes to be responsible for an increased uptake of lipoproteins by the liver.

These or other mechanisms were expected to lower plasma lipid concentrations in RHO fed rats; however, our data reveal that the different fatty acid composition of CO and RHO had no effect on any of the lipid species determined, although an effect of dietary fat level was observed.

In summary, we have examined effects of two different vegetable oils on the composition of biliary and plasma lipids and found that the dietary fat level affected the plasma concentration of lipid. It may be concluded that, in spite of the greater P/S index of RHO, included its high amount of linolenic acid, both rose hip and corn oils exerted similar effects on the lipids measured. Together these results indicate that fat concentration and time of intake are the most important variables that determine the effects of dietary lipids on rat tissues.

REFERENCES

1. Goodnight, S.H., Harris, W.S., Connor, W.E. & Illingworth, D.R. Polyunsaturated fatty acids, hyperlipidemia, and thrombosis. *Arteriosclerosis* 2:87-113, 1982.
2. Grundy, S.M. Cholesterol and coronary heart disease: a new era. *J.A.M.A.* 256:2849-2858, 1986.
3. González, I., Celedón, G. Montalar, Y. & Lutz, M. Dietary rose hip and corn oils effects on biliary and plasma lipid patterns and hepatocyte membranes fluidity in rats. *Nutr. Rep. Int.* 40:271-279, 1989.
4. Lutz, M., Carreño, P. & González, I. Cholestasis and biliary excretion of lipids induced by ethinylestradiol in rats fed polyunsaturated oils. *J. Nutr. Biochem.* 2:14-18, 1991.
5. Friedewald, W.T., Levy, R.I. & Frederickson, S.D. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative centrifuge. *Clin. Chem.* 18: 499-502, 1972.
6. Bartlett, G.R. Phosphorus assay in column chromatography. *J. Biol. Chem.* 234: 466-468, 1959.
7. Talalay, P. Enzymic analysis of steroid hormones. *Methods Biochem. Anal.* 8:119-143, 1960.
8. Turley, S.D. & Dietschy, J.M. Re-evaluation of the 3-alpha-hydroxysteroid dehydrogenase assay for total bile acids in bile. *J. Lipid Res.* 19:924-928, 1978.
9. Spector, A.A., Kaduce, T.L. & Dane, R.W. Effect of dietary fat saturation on acylcoenzyme A: cholesterol transferase activity of rat liver microsomes. *J. Lipid Res.* 21: 1647-172, 1980.
10. Yeagle, P.L. Lipid regulation of cell membrane structure and function. *FASEB J.* 3:1833-1842, 1989.
11. Keefe, E.B., Schardschmidt, B.F. & Blankenship, N.M. Studies of relationships among bile flow, liver plasma membrane NaK-ATPase, and membrane microviscosity in the rat. *J. Clin. Invest.* 64: 1590-1598, 1979.
12. Schachter, D. Fluidity and function of hepatocyte plasma membranes. *Hepatology* 4: 140-151, 1984.
13. Smith, D.J. & Gordon, E.R. Membrane fluidity and cholestasis. *J. Hepatology* 5: 362-365, 1987.
14. Smith, D.J. & Gordon, E.R. Role of liver plasma membrane fluidity in the pathogenesis of estrogen-induced cholestasis. *J. Lab. Clin. Med.* 112:679-685, 1988.

15. Davis, R.A., Kern, F., Showalter, R., Sutherland, E., Sinensky, M. & Simon, F.R. Alterations of hepatic Na, K-ATPase and bile flow by estrogen: effects on liver surface membrane lipid structure and function. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75:4130-4134, 1978.
16. Rosario, J., Sutherland, E., Zaccaro, L. & Simon, F.R. Ethinylestradiol administration selectively alters liver sinusoidal membrane lipid fluidity and protein composition. *Biochemistry* 27: 3939-3946, 1988.
17. Zsigmond, E., Song, B. & Angel, A. Dietary polyunsaturated fatty acids enhance the uptake of high-density lipoprotein cholesterol ester by rat adipocytes. *Am. J. clin. Nutr.* 52:289-299, 1990.
18. Fernández M.L. & Mc Namara, D.J. Dietary fat mediated changes in hepatic apoprotein B/E receptor in the Guinea Pig: effect of polyunsaturated, monounsaturated and saturated fat. *metabolism* 38:1094-1102, 1989.
19. Hostmark, A.T., Lystad, E., Haug, A. & Eilertsen, E. Plasma lipids, lipoproteins, and fecal excretion of neutral sterols and bile acids in rats fed various high fat diets or a low fat/high sucrose diet. *J. Nutr.* 119:356-363, 1989.
20. Vance, J.E. & Vance, D.E. Lipoprotein assembly and secretion by hepatocytes. *Ann. Rev. Nutrition* 10:337-356, 1990.
21. Lakshman, M.R. Chirtel, S.J. & Chambers, L.L. Roles of w-3 fatty acids and chronic ethanol in the regulation of plasma and liver lipids and plasma apoproteins A1 and E in rats. *J. Nutr.* 118:1299-1303, 1988.
22. Nestel, P.J., Connor, W.E., Reardon, M.R., Connor, S., Wong, S. & Boston, R. Suppression by diets rich in fish oil of very low density lipoprotein production in man. *J. Clin. Invest.* 74:72-89, 1984.
23. Wong, S., Reardon, M. & Nestel, P. Reduced triglyceride formation from long-chain polyenoic fatty acids in rat hepatocytes. *Metabolism* 34:900-905, 1985.
24. Balasubramaniam, S., Simons, L.A., Chang, S. & Hickie, J.B. reduction in plasma cholesterol and increase in biliary cholesterol by a diet rich in n-3 fatty acids in the rat. *J. Lipid Res.* 26:684-689, 1985.

Algunos condicionantes dietéticos en la colesterolemia de un colectivo de adolescentes

María González Fernández¹, Rosa María Ortega Anta²,
y Olga Moreiras Tuni²

Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense. Madrid.

RESUMEN. Dada la importancia del colesterol como factor de riesgo de patología cardiovascular, el presente trabajo analiza la influencia de la dieta en los niveles de colesterol sanguíneo de un colectivo de 156 adolescentes de ambos sexos, con edades comprendidas entre 14 y 18 años. El estudio dietético, puso de relieve la existencia de una densidad de colesterol en las dietas superior a la recomendada de 100 mg/1000 Kcal, señalando a los huevos, carnes y lácteos como las fuentes alimentarias más importantes de colesterol. No se han encontrado correlaciones estadísticas entre datos dietéticos y sanguíneos, aunque se observa que la población femenina, que es la que presenta la mayor colesterolemia, tiene también la ingesta lipídica más alta y desequilibrada, que los varones. No parece preocupante la situación del colectivo, dado que las cifras de hipercolesterolemia (todas en la población femenina) son muy escasas.

SUMMARY. Influence of the diet on blood cholesterol levels in teenagers. In view of the importance of cholesterol as a risk factor of cardiovascular disease, the present study analyzes the influence of the diet on blood cholesterol levels in a group of 156 teen-ager 14 to 18. The dietetic study pointed out the existence of diet cholesterol density higher than the recommended one of 100 mg/1000 Kcal, being the eggs, meat and the milk products the most important cholesterol food sources. No statistical correlations have been found between dietetic and blood data, though the feminine population, who has the highest colesterolemia, has also the highest and unbalanced lipid intake when compared to men. The standing of this population seems not to be preoccuping, because the hipercolesterolemia data (all in the feminine population) are very few.

INTRODUCCION

La dieta influye en el desarrollo del proceso aterosclerótico por su capacidad de modificar la concentración de lípidos plasmáticos, principalmente del colesterol, y éstos actúan sobre el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Surge entonces la llamada relación «dieta-colesterol-aterosclerosis» (1). Puesto que la aterosclerosis empieza a desarrollarse en la infancia (2), aunque no aparezcan signos clínicos hasta la etapa adulta, la alimentación debe ser vigilada desde edades tempranas debiendo utilizarse nutrición pediátrica preventiva en aquellos niños con antecedentes familiares (3) (4).

Con la edad aumentan las cifras de lípidos totales y de colesterol plasmático (5) (6) (7) (8), en ambos sexos, alcanzándose los niveles máximos hacia los 50 años. En la adolescencia hay una caída por influencia hormonal, más acusada en los varones (9). En las mujeres es mayor la cifra de colesterol que en los varones (8) (10).

La valoración conjunta de dieta y parámetros bioquímicos permite detectar problemas nutricionales ligeros, antes de que lleguen a suponer un problema más grave. La ingesta de alimentos y la absorción y metabolización de los nutrientes influyen en los niveles de determinados parámetros bioquímicos, por lo que éstos se convierten en indicadores del estado nutricional.

Sabemos que la influencia teórica de diversos factores dietéticos, como la excesiva ingesta energética, el consumo de altas cantidades de proteínas de origen animal, alto consumo de grasas (principalmente las saturadas), los déficits en algunos micronutrientes como vitamina A y zinc (11) actúan aumentando los niveles de colesterol.

En casos de malnutrición con déficit proteico-energético

-
1. Profesora Asociada. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. U.C.M. Madrid.
 2. Profesora Titular. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. U.C.M. Madrid.

se produce una disminución del colesterol y de las HDL-colesterol (2) (12). Si la ingesta energética es excesiva hay una subida paralela. El déficit proteico se acompaña de un descenso de lípidos en plasma unido a un acúmulo de los mismos en hígado, debido a la incapacidad hepática de sintetizar la fracción proteica de la lipoproteína encargada de poner los lípidos en circulación.

La ingesta elevada de hidratos de carbono produce un incremento de lípidos totales, colesterol, triglicéridos y ácidos grasos libres (13) y una disminución de las lipoproteínas de alta densidad (14).

La cantidad de grasa de la dieta es muy importante, pero principalmente el tipo de grasa es de gran interés por el efecto de la misma sobre las lipoproteínas transportadoras del colesterol y las distintas fracciones de ácidos grasos, saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, AGS, y AGP, respectivamente (15).

El efecto de la fibra dietética es variable y depende del tipo de fibra. En general, disminuye el nivel sérico del colesterol, principalmente en enfermos hipercolesterolémicos (16,17,14).

La práctica deportiva supone menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, puesto que el ejercicio conlleva una menor tasa de lípidos y colesterol sérico, (18,19,20,21,22).

Aunque España es un país con una dieta típicamente mediterránea, existe en la actualidad la preocupación por los niveles de colesterolemia, dada la evolución que se está produciendo en los hábitos alimentarios hacia el consumo de alimentos con un mayor contenido en grasa saturada. En estos cambios están implicados grupos de población, niños y adolescentes, más dispuestos a la utilización de nuevos alimentos. Por ello, hemos estudiado la ingesta y los niveles de colesterolemia en un colectivo de adolescentes, de ambos sexos y de nivel socioeconómico medio.

MATERIAL Y METODOS

Muestra:

La población estudiada son alumnos de un Instituto de Bachillerato de Madrid. Se seleccionaron alumnos de los tres cursos de BUP y del curso de COU, con edades comprendidas entre los 14 y 18 años, pertenecientes a ambos sexos.

Esta selección fue al azar, mediante el empleo de una Tabla de Números Aleatorios, 190 alumnos de los 1.283 del Centro, lo que supone una fracción de reducción de $190/1.283=0.15=15\%$, que es representativa de la población estudiada. El tamaño mínimo adecuado, se calculó mediante la aplicación de las ecuaciones de Domenech (23).

De los 190 alumnos seleccionados, 156 colaboraron en el estudio, lo que representa un grado de colaboración del 82%.

Para este estudio, se ha subdividido la muestra en cuatro grupos:

- | | |
|----------|------------------------------|
| Grupo 1) | Chicas de 14-16 años (n= 41) |
| Grupo 2) | Chicas de 16-18 años (n= 39) |

- | | |
|----------|------------------------------|
| Grupo 3) | Chicos de 14-16 años (n= 36) |
| Grupo 4) | Chicos de 16-18 años (n= 40) |

y los citaremos con estos números al referirnos a ellos.

Técnicas:

a) Estudio Dietético:

Los datos de Consumo de Alimentos se han obtenido de un «Cuestionario protocolizado de Registro de Alimentos, expresado en medidas de peso o caseras», diseñado para esta finalidad, en el que los escolares, después de haber sido instruidos y con la ayuda de sus padres, anotaban las cantidades de todos los alimentos consumidos durante el día completo. Cada alumno fue encuestado durante una semana, eligiéndose cuatro días no consecutivos en los que uno de ellos fuese no lectivo.

Se determinó el contenido de Energía y Nutrientes, para todos los alimentos ingeridos, utilizando las Tablas de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición (24), codificados en 231 tipos de alimentos diferentes.

Para cada parámetro estudiado se calculó el porcentaje de aporte de la ingesta a las Recomendaciones Dietéticas (RD), calculadas según las Tablas de Ingestas Recomendadas de Energía y Nutrientes para la Población Española (25) teniendo en cuenta edad, sexo y grado de actividad. La comparación de la ingesta con las RD permite enjuiciar su adecuación.

b) Determinación del colesterol plasmático:

Se extrajeron muestras de sangre en ayunas, a primeras horas de la mañana, por punción del dedo con lanceta estéril de un solo uso.

Se determinó el colesterol plasmático, por el método de ROSCHLAN y col. (1975), cuyo fundamento es la reacción entre los ésteres del colesterol y la colesteroesterasa y posterior reacción del colesterol liberado, más el ya existente, con la colesterooxidasa y con la 4-aminofenazona y fenol, en presencia de la peroxidasa. El complejo formado en la última reacción permite, por su coloración, medir la cantidad de colesterol comparándolo con la coloración de una solución standard. La lectura se efectuó a 500 nm (c.v. =3.52%).

c) Tratamiento estadístico:

De los resultados se hicieron las determinaciones:

- Media aritmética.
- Error y Desviación standard.
- Percentiles 25, 50 y 75.
- Valores extremos.
- Correlaciones entre resultados bioquímicos y dietéticos.
- Diferencias significativas, utilizando el test estadístico de la t de Student.

DISCUSION

La ingesta de colesterol, en mg/PC/día es, en cifras absolutas más elevada para los chicos que para las chicas (Tabla 1), con diferencias significativas.

TABLA 1
INGESTA DIARIA DE ENERGIA Y
MACRONUTRIENTES

	Grupo	X(DS)	P25	P50	P75	Extremos
Energía (Kcal)	1	2373(638)a1	1921	2259	2716	963-4227
	2	2353(618)a1	1893	2266	2636	1375-3999
	3	3070(756)	2612	2911	3395	1674-4841
	4	3199(682)	2745	3153	3714	1904-4951
Proteína (g)	1	94(28)a1	78	94	105	36-190
	2	88(25)a1	77	87	94	37-186
	3	119(28)	104	115	129	62-190
	4	120(31)	98	121	134	64-225
Lípidos (g)	1	116(39)a4	95	113	128	28-263
	2	104(33)a1	82	94	124	52-190
	3	132(36)	107	127	145	80-220
	4	141(44)	113	133	161	68-249
Carbohidratos (g)	1	253(75)a1	194	248	290	140-456
	2	274(77)a1	229	263	315	135-450
	3	372(112)	307	359	428	186-645
	4	378(91)	318	354	395	230-581
Fibra (g)	1	17.6(8,5)a2	11.8	15.7	21.6	5.2-49.0
	2	16.9(7.3)a3	12.5	15.0	19.2	4.8-39.0
	3	22.7(9.6)	15.0	22.1	29.8	8.3-45.3
	4	22.2(8.0)	14.6	22.6	28.6	8.0-42.9
Colesterol (mg)	1	386(194)a2	267	369	460	81-1260
	2	341(130)a1	236	334	435	137-641
	3	466(143)	354	454	551	200-753
	4	539(313)	373	447	592	197-1530

Diferencias significativas: a=función del sexo; b=función de la edad (no hay)

1:p<0.001; 2:p<0.05; 3:<0.01; 4:p<0.1

Si consideramos el consumo relacionado con la energía, en mg/1000 Kcal, obtenemos los valores:

1) 163 2) 145 3) 152 4) 168

Según la OMS (26), una adecuada ingesta de colesterol debe establecerse en igual o menor de 100 mg/1000 Kcal.

Los valores medios correspondientes a la población española son 440 mg/PC/día y 150.3 mg/1000 Kcal. Para la Autonomía de Madrid, el consumo medio es 466.7 mg/PC/día y el consumo relativo es 173.8 mg/1000 Kcal, lo que la sitúa en la posición más alta de todas las Comunidades Autónomas (27).

El grupo que más contribuye a la ingesta del colesterol es

el de los huevos, seguido muy de cerca del de carnes y derivados, lácteos, y por último, los productos del mar en muy pequeña proporción (Tabla 2).

TABLA 2
CONSUMO DE COLESTEROL EN ALGUNOS
ALIMENTOS (mg/PC/DIA)

	Grupo1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Carne y derivados	142(136)	114(73)	145(623)	231(299)
Pescados y moluscos	36(33)	32(31)	34(47)	29(35)
Huevos	145(105)	128(94)	188(11)	191(90)
Leche y derivados	56(34)	50(27)	76 (46)	70(36)

Los valores medios de colesterol plasmático encontrados en nuestros adolescentes, son:

1) 164 2) 158 3) 148 y 4) 145 mg/100 ml.

correspondiendo cifras más altas a las chicas que a los chicos, con un ligero descenso, que no llega a ser significativo, al aumentar la edad en ambos sexos. Esto coincide con otros estudios en poblaciones similares (10, 28, 29) que son del mismo orden (Tabla 3).

TABLA 3
COLESTEROL PLASMATICO (mg/100 ml)

Varones	Mujeres	Edad (años)	Referencia
169.0	224.0	15-20	(32)
148.9	144.1	14	(9)
148.0	164.0	14-16	(33)
145.0	158.0	16-18	(33)
152.0	164.5	14-15	(29)
155.1	164.2	16-18	(29)

Parece ser que en la adolescencia se producen, por influencia hormonal específica en cada sexo, un cambio en los niveles de colesterolemia (30,9).

Al analizar la influencia de la ingesta dietética en los niveles de colesterol, observamos que el grupo de chicas de menor edad, que presenta valores más altos de colesterol plasmático (164.0 mg/100 ml) es, precisamente, el que tiene una ingesta lipídica menos favorable, pues el aporte lipídico a la energía total es el más elevado de los cuatro grupos, así como también el de más alto aporte de AGS y AGM (Tabla 4).

TABLA 4
APORTE ENERGETICO (%)

	Proteínas	H de C	Lípidos	AGS	AGM	AGP
Grupo 1	15.8	40.0	44.0	14.7	19.8	4.5
Grupo 2	15.0	43.7	39.8	13.7	17.0	4.0
Grupo 3	15.5	45.4	38.7	13.1	17.0	4.1
Grupo 4	15.0	44.3	39.7	13.3	17.3	4.2

Además, las cifras de colesterolemia son inversas a las encontradas en la ingesta de fibra, menor en las chicas que en los chicos, y ello puede ser debido al efecto de la fibra disminuyendo la absorción y modificando el metabolismo del colesterol (17,14).

No se ha encontrado correlación entre los niveles de colesterol plasmático y las ingestas energética, lipídica y de ácidos grasos. Como es sabido, no suelen encontrarse estas relaciones significativas entre la composición de la dieta y los niveles de colesterol plasmático en estudios a nivel individual en muestras pequeñas, al igual que sucede en el nuestro.

Se toma como valor limitante de colesterolemia los 200 mg/100 ml (4, 31), a partir del cual habrá que prestar atención. En la población estudiada, el valor más alto es de 213 mg/100 ml, superándose el valor de 200 mg/100 ml solamente en los grupos de chicas, que tienen más alta y desequilibrada la ingesta lipídica.

Es indudable el interés que esta valoración tiene como indicativo del estado nutricional y es importante recordar que estos datos son siempre de gran utilidad en la prevención de enfermedades cardiovasculares (9,1).

CONCLUSIONES

- La ingesta de colesterol, en términos absolutos, es mayor en los chicos que en las chicas. Si la referimos a mg de colesterol/1000 Kcal observamos que el consumo relativo es muy similar en ambos sexos, si bien supera ampliamente los 100 mg colesterol/1000 Kcal recomendados por la OMS. Las fuentes alimentarias de colesterol más significativas son los huevos, las carnes y los lácteos.

- El colesterol plasmático es más alto en mujeres, sólo un pequeño porcentaje de las mismas superan los 200 mg/100 ml.

- No se encuentra correlación entre la colesterolemia y los datos dietéticos estudiados.

REFERENCIAS

- Grande Covian, F. «Pescado graso y colesterol, aspectos médicos» en: *Pescado graso, colesterol y enfermedades cardiovasculares*. Publicaciones: Serie Divulgación N°6. FEN. Madrid, 23-26. 1986.
- Hodges, R. E. *Nutrición y Medicina Clínica*. Ed. Interamericana, S.A. México. 38-39, 143-144, 233-253. 1980.
- Newmann, W.P. y Strong, J.P. «Natural history geographic pathology and pediatric aspects of atherosclerosis», Strong, W.B. Ed. *Atherosclerosis: its pediatric aspects*. New York NY. Grune and Stratton. Inc., 15-40. 1978.
- Van Der Haar, F.; Kromhout, D.; Veenman, H. y Zonen, B.V. «Food intake, nutritional anthropometry and blood chemical parameters in 3 selected dutchschool children population». Wageningen, 1-2. 1978.
- Gorvachev, V.V.; Lyakhovets, V.I.; Mrochek, A.G. y Baranov, L.G. «Distribution of lipid fractions and the spectrum of higher fatty acids in the blood serum of healthy people of different ages and sexes». *Regul. Prispobitel' nye Mekh. Norme Patol*, 13-15. 1982.
- Baiocchi, M.R.; Gabardi, E.; Fellin, R.; De Nadai, F.A.; Martini, S. Manzato, E. y Crepaldi, G. «HDL-cholesterol and plasma (sic) lipids in a normal population sample». *G. Arterioscler. (Ital.)*, 8 (1):25-35. 1983.
- Sekimoko H.; Goto Y.; Naito Ch.; Yasugi T.; Okido, M.; Kuzuya, F.; Takeda, R.; y Yamamoto, A. «Changes of serum total cholesterol and triglyceride levels in normal subjects in Japan in the past twenty years». *Jpn. Circ. J.* 47(12):1351-1358. 1983.
- Camara-Besa, S.F.; Bataczan, M. y Eleazar, J.N. «The serum cholesterol and phospholipid levels of the populations of nine regions of the Philippines and their relation to the regional dietary patterns». *Journal of the Philippine Medical Association*, 50(5/6): 65-100. 1974.
- Widhalm, K.; Holzl, M. y Brubacher, G. «Lipids, lipoproteins and alpha-tocopherol: relationship and changes during adolescence». *Am. Nutr. Metab.* 29:12-18. 1985.
- Lambert, D.; Daubrosse, E.; Sreinmetz, J.; Siest, G. y Debry, G. «Reference values of plasma cholesterol and triacylglycerols and lipoproteins for healthy children». *Arch. Fr. Pediatr.*, 41(2):145-150. 1984.
- Lapidus, L.; Anderson, H.; Bengtsson, C. y Boseaus, I. «Dietary habits in relation to incidence of cardiovascular disease and death in women: a 12-year followup of participants in the population study of women in Gohenburg, Sweden». *Am J Clin Nutr.* 44:444-448. 1986.
- Taylor, G.O.; Agbedana, E.O. y Johnson, A.O.K. «High-density-lipoprotein-cholesterol in protein-energy malnutrition». *Br. J. Nutr.* 47(3):489-494. 1982.
- Abdukalykov, E.A. «Features of lipid metabolism with excessive sugar intake». *Lab. Delo.*, 96:561. 1982.
- Albrink, M.J. y Ullrich, I.H. «Interaction of dietary sucrose and fiber on serum lipids in healthy young men fed high carbohydrate diets». *Am J Clin Nutr.* 43:419-428. 1986.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. *Consenso para el Control de la Colesterolemia en España*, 21. 1989.
- Niessen, C.; Brussaard, J.H. y Katan, M.B. «Serum lipids and composition of the diet of 371 students in Wageningen. Description and relations». *Voeding*, 44 (10):350-355. 1983.
- Burr, M. L.; Sweetman, P.M. y Barosi, M.E. «Dietary fiber, blood pressure and plasma cholesterol». *Nutr. Res.*, 5 (5):465-472. 1985.
- Slater, P.E.; Kark J.D.; Friedlander, Y. y Kaufmann, N.A. «Reported physical activity and blood lipids in Jerusalem adults». *Isr. J. Med. Sci.*, 18(11):1144-1149. 1982.
- Sopko, G.; Jacobs, D.R.; Jeffery, R.; Mittelmark, M.; Lenz, K.; Hedding, E.; Lipchik, R. y Gerber, W. «Effects on blood lipids

- and body weight in high risk men of a practical exercise program». *Atherosclerosis*, 49(3):219-229. 1983
20. Danner, S.A.; Wieling, W.; Havekes, L.; Leuven, J. G.; Smit, E. M. y Dunning, A.J. «Effects of physical exercise program». *Atherosclerosis*, 53(1):83-90. 1984
 21. Schriever, H.; Jung, K.; Emke, F. y Assmann, G. «Observations of HLD-components in female probands following an ultra-long distance run of 100 miles». *J. Clin Chem Clin Biochem.*, 23(1):21-25. 1985
 22. Wood, P.D.; Terry, R.B. y Haskell, W.L. «Metabolism of substrates: diet, lipoprotein metabolism and exercise» *Fed. Proc.* 44:358-363. 1985.
 23. Domenech, J.M. (ed). *Bioestadística: Métodos estadísticos para investigadores*, 4ª Edición. Herder, Barcelona. 227-505. 1982.
 24. Instituto de Nutrición (CSIC). «Tablas de composición de alimentos». Madrid. 1983.
 25. Instituto de Nutrición (CSIC) «Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población española». Madrid. 1981.
 26. WHO. Prevention of coronary heart. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 678. Geneve. 1982.
 27. Cabrera Fomeiro, L. y Moreiras Tuní, O. «Calidad nutricional de la ingesta de grasa de la población española». *Rev. Clin. Esp.*, vol. 186, núm. 8. 1990.
 28. O'Keefe, S.J.D.; NDaba, N. y Woodward, A. «Relationship between nutritional status, dietary intake patterns and plasma lipoprotein concentrations in rural black South Africans». *Hum. Nutr., Clin. Nutr.*, 39C:335-341. 1985.
 29. Sánchez-Muniz, F.J.; Cuesta, C. y Castro, A. «Prevalencia y concurrencia de algunos factores de riesgo coronario en una muestra de adolescentes de un Instituto de la Comunidad de Madrid». *Rev. Clin. Esp.*, 186:119-123. 1990.
 30. Christensen, B.; Glueck, C.H.; Kwiterovich, P.; De Groot, I.; Chase, G.; Heiss, G.; Mower, R.; Tamir, I. and Rifkind, B. «Plasma cholesterol and triglyceride distributions in 13.665 children and adolescents the prevalence study of the lipid research clinics program». *Pediatr. Res.*, 14(3): 194-202. 1980.
 31. Owen, G.M.; Garry, P.J.; Seymoure, R.D.; Harrison, G.G.; y Acosta, P.B. «Nutrition studies with white mountain Apache preschool children in 1976 and 1969». *Am. J. Clin Nutr.*, 34:266-277. 1981.
 32. Schüller, A.; Da Vila E.; Jelavic, D. et al. Estudio de los lípidos plasmáticos en un amplio grupo de población supuesta normal de la región centro de España. En «Actas del II Congreso Internacional sobre el valor biológico del aceite de oliva». Torremolinos, 6-9 mayo, 65-96.1975.
 33. González Fernández, M. «Valoración del estado nutritivo de un colectivo de adolescentes, juzgado por la dieta, parámetros bioquímicos y hábitos alimentarios». Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Junio. 1989.

Elaboración de harinas procesadas de semilla de gandul

*Carolina Mueses¹, Leonardo de León², Jorge Matute³,
y Ricardo Bressani⁴*

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Guatemala, Guatemala, C.A.

RESUMEN. El gandul es una leguminosa de alto nivel de producción y de relativo buen valor nutritivo, que no ha sido utilizada en América Latina, de acuerdo al potencial que ofrece. En el presente trabajo se estudió la posibilidad de procesar el grano de gandul para dar origen a una harina intermedia con funcionalidad apropiada para el desarrollo de productos alimenticios. La harina de gandul se produjo a través de un proceso eficiente de descascarado y luego a través de un proceso térmico que mejora su funcionalidad y su valor nutritivo. El mejor método de descascarado fue a través de someter el grano a 5 min. de escaldado, secado con aire a 60°C durante dos horas y luego el descascarado con un molino pulidor de 8 discos, durante 10 minutos. El rendimiento fue de 84% con una eficiencia de descascarado del 70.7%. Para la preparación de las harinas de gandul los procesos térmicos estudiados fueron cocción a presión (15 lb) por 5 y 10 minutos, como referencia; cocido y secado por rodos a 120°C a una velocidad de 4 rpm, y por cocción-extrusión con el material al 18 y 21% de humedad a 270° y 300° F, respectivamente. La selección del proceso se hizo por medio de medidas funcionales, como capacidad de absorción de agua (WAI), solubilidad en agua (WSI), nitrógeno soluble y viscosidad; a través de medidas químicas como proteína total, lisina y metionina disponibles e inhibidores de tripsina, y por medio de una evaluación biológica para digestibilidad y calidad de la proteína. El producto preparado por cocción a presión durante 5 minutos fue nutricionalmente mejor que el de 10 minutos, sin existir diferencias en características funcionales y químicas. El producto secado por rodos fue muy bueno en funcionalidad y apariencia, sin embargo, no fue posible destruir totalmente los inhibidores de tripsina. Los productos de la cocción-extrusión mostraron buena calidad nutritiva y propiedades funcionales atractivas, siendo la mejor la producida a 300°F con una humedad de la harina cruda del orden de 18%. Los tres procesos son adecuados para producir harinas intermedias de gandul de calidad química funcional y nutritivamente adecuada.

SUMMARY. Production of flours processed with pigeon pea grains. Pigeon pea is a legume grain of good production capacity and of a relatively high nutritive value, which has not been used in Latin America on the basis of the potential it offers. In this study experiments were conducted to learn about the possibility of processing pigeon pea to yield an intermediate flour with good functional characteristics for food product development. The intermediate pigeon pea flour was produced through a selection of a process to efficiently dehull the grain followed by a thermic process to improve its functional properties and nutritive value. The best dehulling process was subjecting the grain to a vapor treatment for five minutes, followed by a 2-hour dehydration of surface moisture with air at 60° and dehulling with an 8-disc dehuller for 10 minutes. Yield was 84% with 70.7% dehulling efficiency. Pigeon pea flours were prepared by three thermic processes: pressure cooking at 15 lb (121°C) for 5 and 10 minutes as a reference product; cooking and drying with a drum dryer at 120°C and 4 rpm and by extrusion-cooking with the material with 18 and 21% moisture at 270 and 300°F, respectively. Process selection was based on the functional properties such as water absorption index, water solubility index, soluble nitrogen and viscosity, through chemical analysis of protein, available lysine and methionine and residual trypsin inhibitors, and through a biological evaluation of protein digestibility and quality. Both pressure cooking products had similar functional and chemical characteristics, however, the 5-minute cooked product has higher protein quality than the 10-minute product. The drum-dried product was highly acceptable in terms of chemical composition, appearance and functionality. However, the levels of trypsin inhibitors were high. Flours produced by extrusion-cooking had good nutritional properties and functional characteristics, with the best pigeon pea flour derived from the material adjusted to 18% moisture and processed at 300°F. All the three processes were found to be adequate to produce an intermediate pigeon pea flour of high nutritive value and good functional properties for food product development.

1. Estudiante del Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, INCAP. (M. Sc.) 1991.
2. Investigador, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP. Guatemala.

3. Estadístico asignado a la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP.
4. Coordinador de Investigación en Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP.

INTRODUCCION

El gandul (*Cajanus cajan*) es una leguminosa no convencional, considerada como una fuente importante de nutrientes, la cual podría constituirse en una alternativa para proporcionar una dieta balanceada para las poblaciones de bajos ingresos. Asimismo, podría servir como materia prima para la agroindustria alimentaria. Esta planta posee características de adaptación y manejo que permiten cultivarla en diversas condiciones de suelo y clima. En algunas regiones de América Latina, en particular los países del Caribe usan el grano inmaduro como arveja y además es enlatado (1).

El contenido proteico del gandul varía dependiendo de la especie, y se encuentra entre 15.5 y 28.8% en el grano maduro y entre 7.0 y 23.0% en el grano tierno. Su contenido de carbohidratos totales varía entre 57.3 y 58.2% de los cuales la mayor proporción la constituye el almidón (2-6).

El gandul contiene de 1.2 a 8.1% de fibra cruda, de la cual la hemicelulosa y la celulosa son los componentes predominantes (2).

El contenido total de lípidos se encuentra entre 0.6 y 3.8%. El gandul es una buena fuente de minerales como calcio, fósforo, magnesio, hierro, azufre y potasio (2). Al igual que otras leguminosas, el gandul es una buena fuente de vitaminas solubles en agua, especialmente tiamina, riboflavina, niacina y colina.

La composición de aminoácidos de la proteína del gandul ha sido estudiada extensivamente (2,5,6). Al igual que otras leguminosas, la proteína del gandul es deficiente en metionina y triptófano y rica en lisina (2).

Por consiguiente, desde el punto de vista práctico, el gandul puede constituirse en una fuente adicional de proteína ya que su valor nutritivo se compara favorablemente al del frijol común (2,4).

La información que está disponible sobre digestibilidad de la proteína del gandul es muy variable. Estudios llevados a cabo por Singh y col. (7) han informado que la digestibilidad del grano verde (66.8%) fue mejor que en el grano maduro (58.5%). Sin embargo, estudios realizados por Bressani y col (3) informaron valores muy parecidos para el gandul maduro crudo (77.2%) y el verde crudo (76.0%).

El gandul contiene varios factores tóxicos o antinutricionales, como los inhibidores de tripsina y de amilasa, compuestos fenólicos, fitatos, compuestos cianogénicos, lectinas y saponinas (2).

Los inhibidores de tripsina están ampliamente distribuidos en las plantas y se sabe que el valor nutritivo y la digestibilidad de las leguminosas se ven afectados por estos factores a menos que estas sean sometidas a tratamientos térmicos (8-13).

En nuestros países no existen harinas que puedan servir como productos intermedios que puedan ser utilizadas como sustitutos de la harina de trigo, en la elaboración de productos finales para el consumo. Varios autores (3,14-20) han informado sobre el uso de harinas de leguminosas de grano en

diversidad de productos. El propósito del presente estudio fue evaluar la posibilidad de procesar leguminosas para producir harinas precocidas, las cuales, además de garantizar la disponibilidad constante y con funcionalidad específica, servirían para la preparación de alimentos para consumo humano.

MATERIALES Y METODOS

La materia prima utilizada para el trabajo fue gandul (*Cajanus cajan*) adquirido en el mercado local.

El trabajo se llevó a cabo en varias fases las cuales se describen a continuación:

Fase I: Consistió en optimizar el proceso de descascarado. Para esto se utilizó una pulidora de 8 discos marca MENG con capacidad de 6 kg, activada por un motor eléctrico de 3HP y 1,730 rpm; La eficiencia del descascarado se evaluó por medio de un proceso húmedo y un proceso seco. En el proceso en húmedo el gandul se sometió a un escaldado por 5 min con vapor a 98°C, luego fue secado con aire a 60°C y descascarado durante 5, 10 y 15 min. En el proceso en seco el gandul fue descascarado sin previo procesamiento, también por: 5, 10 y 15 min.

Esta fase fue evaluada a través de tres variables: rendimiento, eficiencia e índice de descascarado. El rendimiento fue calculado como el porcentaje en peso del grano, después de ser sometido al proceso. Para la eficiencia se tomó una muestra de 200 granos de cada lote y se calculó como porcentaje en peso de los granos con más de 75% de la cáscara removida. El índice de descascarado se calculó como el producto del rendimiento por la eficiencia.

Fase II: Esta fase consistió en someter el gandul descascarado a tres procesos térmicos: secado por rodos, cocción-extrusión y cocción a presión.

Para el secado por rodos se usó un secador de doble tambor accionado con un motor eléctrico de 1/4 de HP y que trabaja con vapor saturado a una presión de 100 psi y que tenía un área total de secado de 1,658 pies².

El gandul descascarado se molió y se mezcló con agua en proporción 2.5:1 (agua: gandul). Durante el proceso se alcanzaron temperaturas de 120°C. La velocidad de alimentación fue de 4 rpm.

Para el proceso de cocción-extrusión se usó un extrusor autógeno Brady Crop Cooker, modelo 2160 accionado por un motor Caterpillar de 78 HP. La capacidad de operación del extrusor es de 0.5 TM/h. el grano descascarado fue quebrantado estudiándose cuatro condiciones de procesamiento: 18 y 21% de humedad a 270°F y a 300°F, respectivamente.

El proceso de cocción a 15 lb de presión se usó como parámetro de comparación. El grano descascarado entero se sometió al proceso de cocción en agua durante 5 y 10 minutos.

El producto obtenido de las diferentes condiciones fue molido para obtener las harinas.

Las harinas obtenidas mediante los tres procesos térmicos fueron sometidas a evaluación química, funcional y nutricional.

En la evaluación química se hicieron determinaciones de humedad y proteína (21), lisina disponible (22), metionina e inhibidores de tripsina (23). En las pruebas funcionales se estudió: capacidad de absorción de agua (WAI) (24), índice de solubilidad en agua (WAI) (24), nitrógeno soluble en agua y viscosidad determinada, usando un viscosímetro Brookfield con un 10% de sólidos suspendidos en agua. La muestra fue homogeneizada en una licuadora durante 2 minutos y se dejó ebullición 5 minutos. La temperatura de ebullición alcanzada fue de $90 \pm 5^\circ\text{C}$; luego se enfriaron las muestras hasta una temperatura de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ y se determinó la viscosidad variando las velocidades de giro del «spindle» de 100, 50, 10, 2.5 y 0.5 rpm, usando agujas N° 1 ó N° 2 según el caso.

Para la evaluación nutricional de las harinas se realizó un ensayo de NPR (Razón Proteínica Neta) (25). Las dietas se prepararon con 10% de proteína proveniente de las harinas obtenidas, por los diferentes procesos. A cada dieta se le adicionó 4% de minerales, 5% de aceite refinado de algodón, 1% de aceite de hígado de bacalao, 5% de solución de vitaminas y se ajustó 100% con almidón.

Para el ensayo se usaron ratas blancas de la raza Wistar recién destetadas de 21 días de edad, de la colonia animal del INCAP, asignando ocho animales por dieta. Como control se usó una dieta de caseína al mismo nivel proteico y una dieta libre de nitrógeno (DLN). El experimento duró 14 días con alimentación y agua *ad libitum*. Los cambios en peso de las ratas y el consumo de alimentos fueron determinados cada semana. Se llevó a cabo un ensayo de digestibilidad verdadera *in vivo* de la proteína durante los últimos cinco días de la segunda semana.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fase I. Optimización del proceso de descascarado

Los resultados del proceso de descascarado se describen en la Tabla 1. Se puede observar que el rendimiento del grano fue mayor para el proceso en seco. Sin embargo, este parámetro no fue una buena medida del grado de descascarado para seleccionar el método de descascarado más efectivo. Al tomar esto en consideración, el método húmedo es el superior.

Se realizó un análisis de varianza para establecer si habían diferencias entre el proceso en seco y en húmedo. No se encontró interacción para el rendimiento entre el proceso y el tiempo de residencia ($P=0.34$). Para esta variable hubo diferencias estadísticamente significativas entre el proceso húmedo y en seco ($P=0.0002$) y entre los tres tiempos de residencia estudiados ($P=0.0001$). Para la variable eficiencia de descascarado hubo diferencias entre el proceso en húmedo y en seco, y entre los tres tiempos de residencia estudiados. A pesar de que la interacción entre el proceso y el tiempo de residencia es significativa ($P=0.0098$), no tiene importancia porque no se cruzan los niveles de los factores. Para la variable índice de descascarado, los resultados son los mismos que para la eficiencia de descascarado.

TABLA 1
RESULTADOS DE OPTIMIZACION DEL PROCESO DE DESCASCARADO (n=3)

Proceso	Tiempo (min)	(1)		(2)		(3)	
		Prom	DE	Prom	DE	Prom	DE
Seco	5	95	0	14	4	13	4
	10	90	0	24	8	21	7
	15	85	0	25	7	21	6
Húmedo	5	90	0	28	0	25	0
	10	84	1	70	0	59	1
	15	77	3	72	8	54	7

Prom = Promedio en tres muestras

DE = Desviación estándar

- (1) Rendimiento = $\frac{\text{Peso del grano descascarado}}{\text{Peso inicial del grano con cáscara}} \times 100$ x100
- (2) Eficiencia de Descascarado = $\frac{\text{Peso de granos con un 75\% de cáscara removida}}{\text{Peso de 200 granos con cáscara}} \times 100$
- (3) Índice de Descascarado = $\frac{\text{Rendimiento} \times \text{Eficiencia}}{100}$

Una prueba de Tukey realizada sobre las variables estudiadas (Tabla 2) muestra que no hay diferencias significativas entre el descascarado durante 10 y 15 minutos ($P>0.05$) de residencia para las variables eficiencia e índice de descascarado, pero el proceso de 5 min de residencia si es diferente ($P<0.05$).

El proceso en seco a pesar de que presenta el mayor rendimiento es el que da la menor eficiencia de descascarado, por lo que el proceso húmedo es más eficiente que el seco. No habiendo diferencias entre 10 y 15 min se decidió usar un tiempo de 10 min que producía un mayor rendimiento, que si es diferente significativamente, con respecto al tiempo de 5 min (Tabla 2).

TABLA 2
GRADO E INDICE DE DESCASCARADO A TRES DIFERENTES TIEMPOS PRUEBA TUKEY (n=6)

Tiempo	Rendimiento	Eficiencia de descascarado*	Índice de descascarado*
5 min	92.50 a	20.98 a	19.28 a
10 min	87.07 b	47.27 b	37.74 b
15 min	81.05 c	48.95 b	40.42 b
CME (1)	131.22	964.77	532.73

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes. ALPHA = 0.05

(1) CME = Cuadrado medio del error del ANDEVA.

Los resultados obtenidos indican que el proceso óptimo es el húmedo que con un tiempo de descascarado de 10 min produce un rendimiento de 84% y una eficiencia de descascarado de 70% (Tabla 1). Pruebas adicionales indicaron que la eficiencia de descascarado podría mejorarse aumentando la carga de alimentación del grano y usando un grano más uniforme. Asimismo, la humedad al momento de descascarado es importante, lo cual debería ser objeto de futuros estudios.

Los resultados obtenidos concuerdan con los informados en la literatura, para ésta y otras leguminosas de grano (26,27). Es necesario someter el grano a un pre-proceso húmedo para separar la cáscara que está unida al cotiledón a través de una capa de gomas. Se ha indicado (26,27) que la variedad, factores agroclimáticos y tiempo después de la cosecha afectan la eficiencia de descascarado. La Tabla 3 presenta el contenido de algunos nutrientes y algunas características funcionales de la harina de gandul cruda obtenida del descascarado húmedo. Destaca el alto contenido de lisina en este producto.

TABLA 3
EVALUACIONES QUÍMICAS Y FUNCIONALES DE
LA HARINA DE GANDUL CRUDA-DESCASCARADA

Análisis*	Promedio	DE
Humedad, %	9.56	0.50
Proteína, %	22.08	0.15
Lisina (g/16 gN)	7.75	0.21
Metionina (g/16 gN)	1.80	0.01
Inhibidores tripsina (UTI/mg)	24.87	4.40
Nitrógeno soluble en agua (%)	61.72	1.05
Nitrógeno soluble en NaOH, %	97.80	1.05
WAI (ml abs/g materia seca) (1)	1.43	0.01
WSI (%) (2)	27.80	0.26

* Valores expresados en base seca-Promedios de tres muestras + desviación estándar

(1) WAI = Índice de absorción en agua

(2) WSI = Índice de solubilidad en agua

La cáscara y el polvillo, subproductos del proceso de descascarado fueron sometidos a un análisis proximal. Los resultados se presentan en la Tabla 4. Este subproducto muestra un alto contenido de proteína y altos niveles de fibra cruda, el cual es posible utilizar en alimentación animal.

Fase II. Los resultados de las pruebas químicas y funcionales de la harina de rodos se muestran en la Tabla 5. La humedad del producto fue de 4.36% y el contenido de proteína se mantuvo con relación a los valores de la harina cruda descascarada. El contenido de lisina disminuyó en un 18.6% debido posiblemente a reacciones de empardeamiento que pudieron ocurrir con efecto del proceso.

TABLA 4
ANÁLISIS PROXIMAL DE LA CÁSCARA MAS EL
POLVILLO SUBPRODUCTOS DE DESCASCARADO

	Promedio*
Humedad, %	7.34
Proteína, %	12.20
Extracto etéreo, %	0.93
Fibra cruda, %	33.09
Cenizas, %	7.00

* Promedio de tres repeticiones

TABLA 5
RESULTADOS DE PRUEBAS QUÍMICAS Y
FUNCIONALES DEL PRODUCTO DEL
PROCESO DE RODOS

Análisis*	Promedio	DE
Humedad, %	4.36	0.23
Proteína, %	22.30	0.06
Lisina (g/16 gN)	6.31	0.21
Metionina (g/16gN)	1.67	0.31
Inhibidores de tripsina (UTI gN)	27.50	1.76
Nitrógeno soluble en agua (%)	24.08	2.42
Nitrógeno soluble en NaOH (%)	79.93	2.35
WAI (ml abs/g materia seca) (1)	4.84	0.12
WSI (%) (2)	19.64	0.42
Viscosidad (cp) (3)	948	100

* Valores expresados en base seca

(1) WAI = Índice de absorción de agua

(2) WSI = Índice de solubilidad en agua

(3) Para 10% de sólidos

DE = Desviación estándar

El contenido de metionina se redujo en un 7.2% en la muestra procesada. Los resultados del contenido de inhibidores de tripsina muestran que el proceso de secado por rodos no fue tan efectivo en reducir estos niveles, ya que los valores fueron comparables con los del gandul crudo. Según la literatura (27) en estudios con harina de caupí se ha encontrado, que al aumentar el número de revoluciones por minuto en el secador de rodos no se produce una destrucción completa de los inhibidores de tripsina, debido a que el tiempo de contacto del material con la superficie del rodillo no es suficiente. La velocidad a que fue tratada la suspensión de harina en este estudio fue de 4 rpm, lo que podría sugerir que ésta pudo ser la causa del alto contenido de inhibidores de tripsina en la muestra procesada. Otra posibilidad es que el producto no haya recibido el tratamiento térmico adecuado, debido al descenso de la temperatura del rodo en el momento de la alimentación. También es posible que no haya ocurrido una distribución homogénea del agua adicionada a la harina antes de someterla al proceso, reduciendo así la eficiencia de trans-

ferencia del calor. No obstante los resultados obtenidos en las pruebas químicas, las pruebas funcionales indican que la harina de rodos tiene buena funcionalidad. El nitrógeno soluble en agua (NSA) y soluble en hidróxido de sodio (0.1 N). (NSH) disminuyeron en un 61.0 y 18.3%, respectivamente, por efectos del proceso. El índice de absorción en agua (WAI) aumenta 34 veces, lo cual coincide con los resultados informados en la literatura (28,29).

La disminución de la solubilidad de la proteína en agua se debe a la desnaturalización de la proteína por efecto del calentamiento, un efecto bastante bien reconocido.

El índice de solubilidad en agua (WSI) disminuyó en un 29.3% con el proceso de harina cruda a procesada. Esta variable, que es una medida del grado de modificación de los almidones, es otro indicio de que el proceso no fue suficiente para alterar esta característica.

La harina obtenida por este proceso tenía muy buena apariencia y el color era muy atractivo.

Para el proceso de cocción a presión el contenido de humedad es bajo comparado con el de la harina cruda (Tabla 6). Los resultados estadísticos muestran que hay diferencias significativas ($P=0.0214$) en el contenido de humedad entre el proceso de 5 y 10 min. Para el contenido de proteína no hay diferencias ($P=0.7977$) entre los dos tiempos de cocción y los resultados obtenidos son comparables a los de la harina cruda.

TABLA 6
RESULTADOS DE PRUEBAS QUIMICAS Y
FUNCIONALES DEL PROCESO DE
COCCION A PRESION (n=9)

Análisis*	Cocción 5 min		Cocción 10 min	
	Promedio	DE	Promedio	DE
Humedad, %	4.36	0.20	4.91	0.55
Proteína, %	22.29	0.46	22.24	0.44
Lisina (g/16 gN)	7.26	0.50	7.26	0.16
Metionina (g/16gN)	1.93	0.60	1.83	0.14
Inhibidores de tripsina (UTI/ mg)	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrógeno soluble en agua %	20.77	3.81	19.30	1.70
Nitrógeno soluble en NaOH %	76.97	5.97	58.85	6.02
WAI (ml abs/g materia seca) (1)	2.27	0.30	1.94	0.20
WSI (%) (2)	16.08	1.69	16.94	0.87
Viscosidad (cp) (3)	164	28	185	47

* Valores expresados en base seca

(1) WAI = Índice de absorción de agua

(2) WSI = Índice de solubilidad en agua

(3) Para 10% de sólidos

DE = Desviación estandard

La lisina prácticamente no es afectada por la cocción, ya que los resultados para 5 y 10 min son iguales y sólo ligeramente más bajos que la harina cruda ($P=0.9853$).

Los resultados de inhibidores de tripsina revelan que el proceso fue adecuado para destruir estos factores antifisiológicos.

En cuanto a los resultados de las pruebas funcionales, el nitrógeno soluble en agua disminuyó en un 66% en relación a la harina cruda. El proceso de 10 min produjo una harina con un contenido igual de nitrógeno soluble en agua, pero no significativamente ($P=0.3124$) diferente a la harina con 5 min de cocción. Para nitrógeno soluble en hidróxido las diferencias entre el proceso de 5 y 10 min fueron significativas ($P=0.0110$).

Para el WAI se observó un aumento en ambos casos, en relación al WAI de la harina cruda. El WSI disminuyó en un 41% sugiriendo que el proceso no fue suficiente para inducir mayores modificaciones en los almidones presentes.

La viscosidad que fue baja no fue estadísticamente significativa ($P=0.2850$) entre el proceso de 10 y 5 min.

Los resultados parecen indicar que la harina procesada durante 5 minutos tiene mejores características funcionales que la procesada durante 10 min, mientras que las características químicas son similares entre los dos tiempos de cocción.

En el proceso de cocción-extrusión con los datos analíticos mostrados en la Tabla 7, los análisis estadísticos indican que no hay efecto de la humedad ($P=0.7711$) ni existe interacción humedad* temperatura ($P=0.5870$).

TABLA 7
RESULTADOS DE PRUEBAS QUIMICAS Y
FUNCIONALES DEL PROCESO DE
COCCION-EXTRUSION (n=6)

Análisis*	Humedad 18%				Humedad 21%			
	270°F		300°F		270°F		300°F	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Humedad %	7.54	1.23	7.95	0.42	7.43	1.43	8.29	0.33
Proteínas %	21.69	0.50	21.71	0.18	21.63	0.33	22.00	0.34
Lisina g/16 gN	7.55	0.76	7.61	0.36	7.28	1.46	6.74	0.42
Metionina g/16 gN	1.57	0.01	1.44	0.07	1.08	1.46	6.74	0.42
Inhib. tripsina (UTI/mg)	12.00	1.25	10.55	1.30	12.00	1.22	6.91	1.23
Nitrógeno sol. en agua %	29.56	9.70	23.66	4.19	27.55	8.38	20.13	0.66
Nitrógeno sol. en NaOH %	87.66	12.02	86.61	6.41	82.07	16.51	69.80	4.13
WAI ml abs/g materia seca (1)	2.44	0.50	2.78	0.39	2.40	0.33	3.11	0.12
WSI % (2)	36.13	9.04	35.70	1.89	36.57	8.68	32.54	1.05
Viscosidad (cp) (3)	558	40	327	2	572	45	172	23

* Valores expresados en base seca

(1) WAI = Índice de absorción de agua

(2) WSI = Índice de solubilidad en agua

(3) Para 10% de sólidos

DE= Desviación estandard

Para el caso de la lisina a la humedad de 18% el valor fue ligeramente mayor para 300°F que para 270°F, no siendo significativo ($P=0.5113$).

Los resultados estadísticos muestran que no hay efecto de la temperatura, de la humedad ni de la interacción entre ambos. El bajo valor del contenido de lisina de la harina procesada con 21% de humedad a 300°F puede deberse a reacciones de empardeamiento, indicio de éste es el color pardo que tenía esta harina con respecto a las otras.

Los resultados de metionina son parecidos a los de lisina. Los valores de ambos aminoácidos disminuyeron con respecto a los de la harina cruda, en 16.6% para la humedad de 18% y en un 36.1% para la humedad del 21 a las dos temperaturas de procesamiento.

Con respecto a los inhibidores de tripsina los resultados indican que el proceso no fue tan efectivo como se esperaba. El contenido de estos factores antinutricionales sólo se redujo a la mitad en la mayoría de los casos. El valor fue más bajo para la temperatura de 300°F a 21% de humedad; estos resultados confirman los datos de la literatura en el sentido que para una eficiente destrucción o inactivación de los inhibidores de tripsina, se necesita humedad y temperatura altas.

Para las propiedades funcionales se encontró que el nitrógeno soluble en agua disminuyó considerablemente ($P=0.0205$). El comportamiento coincide con la informado en la literatura (29,30). Se produjo una disminución del NSA ($P=0.0254$) y un aumento de WAI ($P=0.0019$). Es importante destacar que para 21% y 300°F que fue donde se produjo la mayor reducción de NSA, fue también donde se produjo el mayor aumento de WSI. Los resultados parecen indicar que el proceso provocó una desnaturalización de las proteínas.

Parece ser que la temperatura es la única condición responsable de la disminución de NSA ($P=0.0254$). Los resultados estadísticos para el WAI, coinciden con los del NSA; sólo la temperatura afecta esta variable ($P=0.0019$).

Para el caso del índice de solubilidad en agua, el proceso térmico produjo un aumento en un 25% en comparación con la harina cruda. Las temperaturas alcanzadas en el proceso fueron adecuadas para modificar el almidón, aumentando su solubilidad.

El proceso de extrusión provoca cambios en los carbohidratos de las leguminosas, favoreciendo así una mayor utilización de las proteínas. Esto puede ser debido al aumento de su digestibilidad. Esto se logra debido a que durante el proceso se logra un mejor contacto entre las partículas de la materia y el calor, lo que hace que la molécula de proteína sea más susceptible a la acción de enzimas (31).

Comparando el proceso de extrusión con el de rodos, el WAI y el WSI aparentan ser mayores para la harina de extrusión, pero la viscosidad aparenta ser mejor para la harina de rodos. Esto coincide con los datos informados en la literatura (24).

Los resultados de la evaluación nutricional se muestran en la Tabla 8. Se llevó a cabo una prueba de Tukey para establecer si habían diferencias estadísticas.

TABLA 8
RESULTADOS BIOLÓGICOS DE HARINAS DE
GANDUL PREPARADAS
POR DIFERENTES PROCESOS (n=8)

Proceso*	Ganancia en peso promedio, g		Alimento consumido promedio, g		Eficiencia (1)		NPR**		Digestibilidad verdadera, %	
	\bar{X}	DE	\bar{X}	DE	$\bar{X}_{(2)}$	DE	$\bar{X}_{(2)}$	DE	$\bar{X}_{(2)}$	DE
Rodos	9	2	110	10	0.08	2.20b	0.21	81.14b	4.14	
Cocción										
5 min	36	5	150	20	0.23	1.82c	0.25	79.64b	3.22	
10 min	30	5	141	21	0.21	1.47f	0.23	82.82b	3.21	
Extrusión										
270F/18%	28	4	142	21	0.20	1.48f	0.20	81.70b	4.39	
300P/18%	41	12	161	31	0.25	2.10bc	0.30	80.00b	2.41	
270F/21%	34	7	147	20	0.23	1.74e	0.18	80.54b	4.14	
300F/21%	50	4	190	12	0.26	2.00bc	0.22	80.19b	2.30	
Caseína	49	3	170	12	0.29	2.78a	0.13	92.94a	2.00	

* Dietas con un 10% de proteína

** NPR=Razón Proteínica Neta

(1) Eficiencia = peso/alimento

(2) Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas

X = Promedio de 8 repeticiones

DE = Desviación estándar

El proceso de rodos fue el que presentó el valor de NPR más alto. Sin embargo, al observar la ganancia de peso, el alimento consumidos y la eficiencia alimenticia, se observa que son los valores más bajos. Esto puede deberse a que fue subprocesado lo que se denota por el alto contenido de inhibidores de tripsina. Se sabe que los factores antifisiológicos imparten a las leguminosas sabores desagradables y afectan la utilización del alimento.

No hubo diferencias significativas entre las harinas de rodos, y las de extrusión a 300°F y 18%, y 300°F y 21% ($P>0.05$) y entre éstos y los obtenidos por cocción ($P>0.05$).

Los valores más bajos fueron informados para la cocción a presión durante 10 min y para la extrusión a 270°F y 18%.

Se observan las diferencias entre la cocción a 5 y 10 min ($P=0.0043$). Es evidente que un mayor tiempo de cocción produce deterioro del valor de NPR. Con respecto a la extrusión un cambio de temperatura y humedad afectan los valores de NPR.

En cuanto a la digestibilidad, la prueba estadística indica que no hay diferencias significativas entre los procesos variando entre 79.6 y 82.8% ($P>0.05$). La literatura también informa valores de digestibilidad para el grano crudo entre 67-77%. Los tres procesos estudiados parecen adecuados para mejorar este valor, aunque comparables con los de la caseína.

Luego de haber realizado las pruebas químicas, funcionales y biológicas se eligieron las mejores harinas de cada proceso, para establecer comparaciones entre procesos, las cuales se muestran en la Tabla 9. Las harinas seleccionadas fueron la producida por rodos, la de 5 minutos de cocción, y

las dos harinas producidas por cocción-extrusión. Como ya se indicó anteriormente, los diferentes procesos rinden harinas con características diferentes, destacándose la lisina disponible, el contenido de metionina, el de inhibidores de tripsina, el WAI y WSI, y la viscosidad.

TABLA 9
RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBAS
QUIMICAS, FUNCIONALES Y BIOLOGICAS
DE LAS HARINAS DE LOS PROCESOS
CONSIDERADOS COMO LOS MEJORES

Análisis	Rodos	Cocción 5 min	Extrusión 300°F 18%	Extrusión 300°F 21%
Humedad, %	4.36±0.23	4.37±0.20	7.95±0.42	8.29±0.33
Proteína, %	22.30±0.06	22.29±0.46	21.71±0.18	22.00±0.34
Lisina g/16 gN	6.31±0.21	7.26±0.50	7.61±0.36	6.74±0.42
Metionina g/16gN	1.67±0.31	1.93±0.60	1.44±0.07	1.23±0.80
Inhibidores de tripsina (UTI/mg)	27.50±1.76	0.00	10.55±1.30	6.91±6.91
Nitrógeno soluble en agua %	24.08±2.42	20.77±3.81	23.66±4.19	20.13±0.66
Nitrógeno soluble en NaOH %	79.93±2.35	76.97±5.97	86.61±6.41	69.80±4.13
WAI, ml abs/g materia seca (1)	4.84±0.12	2.27±0.30	2.78±0.39	3.11±0.12
WSI, % (2)	19.64±0.02	16.08±1.69	35.70±1.89	32.54±1.05
Viscosidad (cp) (3)	948±100	164±28	327±2	172±23
NPR	2.20±0.4	1.82±0.25	2.10±0.30	2.00±0.22
Digestibilidad	81.14±4.14	79.64±3.22	80.0±2.41	80.19±2.30

* Los resultados están expresados en base seca

(1) WAI = Índice de absorción de agua

(2) WSI = Índice de solubilidad en agua

(3) Para 10% de sólidos

Las harinas extruidas a 300°F presentaron buenas propiedades funcionales y los mayores valores de NPR. Los datos en la Tabla 9 podrían utilizarse para fines de identidad del producto intermedio que se intentó producir en este estudio. Sin embargo, la única forma práctica de decir cómo podría funcionar un ingrediente dado en un sistema alimenticio, es incorporarlo a la formulación y evaluar el producto final. El trabajo indica la posibilidad de producir harinas de leguminosas no-convencionales con características químicas, funcionales y nutricionales, para el desarrollo de productos.

REFERENCIAS

- Rahman, A.R. Effect of chemical pre-treatment on the quality of dehydrated pigeon peas. *J. Agr. Niv. Puerto Rico*, 43:172-181, 1961.
- Salunke, D.K.; J.K. Chavan & S.S. Kada. Pigeon peas as an important food source. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 25:103-145, 1985.
- Bressani, R., R.A. Gómez-Brenes & L.G. Elías. Calidad nutricional de la proteína de gandul tierno y maduro y su valor suplementario a los cereales. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 36:108-116, 1986.
- Morton, J.H. The pigeon pea (*Cajanus cajan*, mill sp) a high protein tropical bush legume. *Hort. Science*, 11:9-11, 1976.
- Singh, V., R. Jambunathan & K. Narayanan. Biochemical changes in developing seeds of pigeon peas (*Cajanus cajan*). *Phytochem.*, 19:1291-1295, 1980.
- Yadav, S.P. Amino acid composition of developing pigeon peas (*Cajanus cajan*) seeds. *J. Agric. Food Chem.* 31:1360-1362, 1983.
- Singh, V., R. Jambunathan, K.B. Saxena & D.G. Faris. Nutritive value of green and mature pigeon pea seeds. p. 332. En: Food legume improvement for Asian farming systems. E.S. Wallin & D.E. Buth (eds). Khon Kaen, Thailand, Proc. Internat. Workshop. September 1-5, 1987.
- Jaffe, W.G. Amylase inhibitors in legume seeds. *Nutr. Rept. Internat.*, 7 169-176, 1973.
- Liu, K. & A.M. Markakis. An improved colorimetric method for determining antitryptic activity in soybean products. *Cereal Chem.*, 66:415-422, 1989.
- Sathe, S.K. & D.K. Salunke. Studies on trypsin and chymotrypsin inhibitors activities, hemagglutinating activity and sugar in the Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *J. Food Sci.*, 46:626-629, 1981.
- Seidl, D., M. Jaffe & W.G. Jaffe. Digestibility and proteinase inhibitors action of a kidney bean globulin. *J. Agric. Food Chem.*, 17:1318-1322, 1989.
- Singh, V. Antinutritional factors of chickpea and pigeon peas and their removal by processing. *Plant foods human nutr.* 38:351-361, 1980.
- Singh, V. and M.R. Jambunathan. Protease inhibitors and in vitro protein digestibility of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Mill sp). and its wild relatives. *J. Food Sci. Technol.*, 18:246-247, 1981.
- Coffan, C.W. & V.V. García. Functional and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. *J. Food Technol.* 12:473-475, 1973.
- Sosulski, F.N. & A.R. MC Curdy. Functionality of flours, protein fractions and isolates from field beans and faba beans. *J. Food Sci.*, 54:10010-1014, 1987.
- Chavan, J.K. & S.K. Duggar. Synergistic effect of different pulses on the protein quality of rice. *J. Sci. Food Arg.* 29:230-233, 1978.
- Owsu-Ansah, Y.J. & S.M. MC Curdy. Pea protein. A review of chemistry, technology of production and utilization. *Food Rev. Internat.*, 7:103-134, 1991.
- Fallers, D.A. & M.M. Bean. Composite flours. *Food Revs. Internat.* 4:213-235, 1988.
- MC Matters, K.H. Use of peanut and cowpea flours in selected fried and baked foods. p. 8-18. In *Plant Proteins: Applications, Biological Effects and Chemistry*. R.L. Ory (ed). ACS Symposium Series 312, 1986.
- Kelin, B.P. & M.A. Raidl. Use of field pea flours as protein supplements in foods. p.19-31. In: *Plant Proteins. Applications, Biological Effects and Chemistry*. R.L. Ory (ed). ACS Symposium Series 312, 1986.
- Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. Washington, D.C. 1970.
- Hurrell, R.F., P. Lermna & K.J. Carpenter. Reactive lysine in

- foodstuffs as measured by a rapid dye binding procedure. *J. Food Sci.*, 44:1221-1231, 1979.
23. Peniazek, D., Z. Grabarek & M. Rakoska. Quantitative determination of the content of available methionine and cystine in food protein. *Nutr. Metabol.*, 18:16-22, 1975.
 24. Anderson, R.A., H.V. Conway, V.F. Pfeifer & E.I. Griffin Jr. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion-cooking. *Cereal Sci. today*, 14:4-12, 1969.
 25. Ramakrishnaiah, N. & P.P. Kurien. Variabilities in the dehulling characteristics of Pigeon pea (*Cajanus cajan*) cultivars. *J. Food Sci. Technol.* 20:287-291, 1983.
 27. MC Watter, K.H., M.S. Chnnan, Y.C. Hung & A.L. Branch. Effect of predecortication drying temperature in cowpea paste characteristic and functionality in preparation of akara. *Cereal Chem.*, 65:23, 1988.
 28. Bressani, R., L.G. Elías, M.J. Huevo & J.E. Braham. Estudios sobre la producción de harinas precocidas de frijol caupí solos o combinados mediante cocción-deshidratación. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27:247-259, 1977.
 29. Johnson, D.W. Functional properties of oilseed proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 46:402-407, 1970.
 30. Vivala, E.D. & A.A. El-Dash. Extruso de farinha de guandú (*Cajanus cajan* Mill sp) 1. Efeito dos variaveis dos produtos extrudados. *Ciencia e Technol. Alim.*, 7:97-116, 1987.
 31. Chefterl, J.C. Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chem*, 20:263-283, 1986.

Estudios sobre la posibilidad de aplicación de la harina de gandul en productos elaborados a base de arroz o harina de trigo

Carolina Mueses¹, Leonardo de León² y Ricardo Bressani³

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Guatemala, Guatemala, C.A.

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue desarrollar alimentos que contengan harinas procesadas de gandul (*Cajanus cajan*). Las harinas de gandul, descritas en otro estudio, fueron preparadas de un grano descascarado por cocción atmosférica, cocción por extrusión y cocción-deshidratación usando un deshidratador de rodillos. Las mezclas de harina de gandul con arroz cocido fueron evaluadas biológicamente por complementación proteínica, a través de la relación proteínica neta (NPR). Los resultados de este ensayo indicaron que las mezclas tienen un valor proteínico alto en amplios límites que van de 80:20 a 40:60. Para los estudios de la evaluación de las harinas de gandul obtenidos de diferentes procesos, se utilizó una mezcla 80 de arroz y 20 de gandul. Todas las harinas de gandul dieron un valor proteínico similar. Con base en esos resultados se prepararon tres productos: un atole, un licuado de frutas con gandul y arroz y en otro caso, con 15% de leche. Con las harinas de gandul en mezclas con arroz y harina de trigo se prepararon galletas. Tanto el atole como el licuado de frutas tuvieron muy buena aceptabilidad. Las galletas con harina de gandul, sólo, no fueron aceptables desde el punto de vista físico y de apariencia, pero sí aquellas preparadas con 75% de harina de trigo y 25% de harina de gandul. El estudio demuestra la posibilidad de preparar y utilizar harinas de leguminosas tropicales para el desarrollo de diversos productos alimenticios agradables y de buen valor nutritivo.

SUMMARY. Studies on the possibility of using pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour in products prepared with rice or wheat flours. The present study reports on the development of foods containing processed pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour. The pigeon pea flours described in a previous publication were prepared from dehulled pigeon peas by cooking in autoclave, by extrusion-cooking and by cooking/dehydration by drum-drying. Mixtures of cooked pigeon peas and rice were first evaluated biological through a protein complementation design using NPR. The results of this study showed that the two products had high protein quality and were similar when mixed in ratios of 80:20 to 40:60. For the evaluation of the processed pigeon pea flour, mixtures with rice (80:20) were used. All pigeon pea flours gave similar protein quality values. On the basis of these results three products were developed and tested. One was a gruel («atole»), a second a fruit-flavored thick drink with and without 15% milk. Cookies were also prepared with a series of blends of pigeon pea flour (extrusion-cooked) and wheat. The gruel and the fruit flavored products had high acceptability based on a sensory evaluation test. Cookies with 100% pigeon pea flour were unacceptable, however, mixtures of 75% wheat flour and 25% pigeon pea flour gave cookies of attractive appearance and good taste. The study showed the possibility of preparing and utilizing tropical grain legume flours for food products of relatively high acceptability and nutritive value.

INTRODUCCION

El gandul (*Cajanus cajan*) es una leguminosa importante como fuente de proteína en las regiones tropicales y

subtropicales del mundo. En la India, el gandul se consume en forma de *dhal* (grano maduro descascarado), como pasta saborizante y en forma de sopas (1). En Puerto Rico, la República Dominicana, Trinidad y algunos otros países de América Latina, el gandul se come como verdura (2,3). Se enlata particularmente en Puerto Rico y en la República Dominicana (4,5). En algunos países como Guatemala y Panamá se consume verde, cocido y mezclado con arroz cocido (4,5).

La combinación de leguminosas con cereales genera una

1. Estudiante de postgrado del Curso de Ciencia y Tecnología de Alimentos, CESNA/INCAP. 1991.
2. Investigador, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, INCAP. Guatemala.
3. Coordinador de Investigación en Ciencias Agrícolas y de Alimentos, del INCAP. Guatemala.

mezcla proteica de un valor nutritivo comparable al de la proteína animal (6).

Se ha indicado que la mezcla leguminosa: cereal, tiene un valor nutricional superior al de sus componentes por separado, pero existe un punto de combinación donde se observa el efecto complementario óptimo (6,7). Las leguminosas son buenas fuentes de lisina y su mayor deficiencia es en aminoácidos azufrados. Por su parte los cereales tienen bajo contenido proteico, son deficientes en lisina, pero tienen cantidades adecuadas de aminoácidos azufrados. Estas características favorecen la complementación entre las leguminosas y los cereales. Asimismo, las leguminosas de grano aportan a las mezclas con cereales, cantidades adecuadas de calcio, fósforo y hierro.

En muchos países en desarrollo existe la necesidad de disponer en el mercado de alternativas alimenticias de alto valor nutritivo, de fácil preparación y que tengan buena aceptabilidad de parte de la población. Por otro lado, la harina de trigo, tan usada en nuestros países cada vez es más difícil de conseguir y por consiguiente las importaciones son cada vez mayores, todo lo cual hace a las poblaciones de países en desarrollo más dependientes de importaciones de otros países.

Una forma de hacer uso de semillas de leguminosas comestibles diferentes al frijol soya, y al frijol común es a través de la producción de harinas de otras leguminosas de grano que puedan ser utilizadas en productos alimenticios aceptables. Varios autores han informado sobre alimentos para el destete basados en leguminosas y cereales (8,9), mientras que en otros casos, las harinas de leguminosas se han usado en la preparación de pan, galletas y otros productos de panadería (10-18).

El objetivo de este trabajo fue estudiar las posibilidades de aplicación de la harina de gandul cuya preparación fue descrita anteriormente (19) en el desarrollo de productos alimenticios.

MATERIALES Y METODOS

Ensayo de complementación

Se utilizó gandul (*Cajanus cajan*) adquirido en un mercado local de Guatemala. Además se utilizó arroz pulido de primera y leche integral en polvo.

El gandul se sometió a cocción en autoclave a 15 psi y 121°C durante 20 min. Por otro lado, el arroz se cocinó durante 8 min a 15 psi y 121°C. Posteriormente se deshidrataron con aire caliente a 60°C hasta lograr un peso constante. Luego fueron molidas en un molino de martillos con una malla N° 40. Se tomaron muestras en duplicado para análisis de nitrógeno (20). Se llevó a cabo un ensayo biológico para establecer la complementación entre el gandul y el arroz. Las harinas se combinaron a un mismo nivel proteico (7.8%). Cada componente aportó un porcentaje de proteínas distribuido de la siguiente forma: 100:00, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100 (gandul:arroz) para elaborar seis dietas.

Estas mezclas se utilizaron en la preparación de dietas que incluían además: 4.0% de mezclas minerales (21), 5.0% de aceite de semilla de algodón, 1.0% de aceite de hígado de bacalao, y almidón de maíz para completar 100%. Además las dietas fueron suplementadas con una solución de vitaminas del complejo B (22). Cada dieta preparada en esa forma se suministró a ratas de la raza Wistar de 21 días de edad, de la colonia animal del INCAP. Los animales se colocaron en jaulas individuales con agua y alimento *ad libitum*. Cada grupo de ratas estuvo integrado por 4 machos y 4 hembras. Como testigo se usó una dieta a base de caseína al mismo nivel proteico que las dietas experimentales y una dieta libre de nitrógeno (DLN). La duración del experimento fue de 14 días. Las ratas se pesaron cada semana, y al final se calculó la relación proteínica neta (NPR). Se llevó a cabo un ensayo de digestibilidad verdadera *in vivo* de la proteína. Para esto se recolectaron las heces de los grupos experimentales, del grupo de la dieta de caseína y DLN, durante los últimos siete días del ensayo. Las heces se secaron con aire a 60°C, se limpiaron, se pesaron y se molieron. A estas muestras se les determinó su contenido de nitrógeno (20) para el cálculo de digestibilidad.

Calidad nutricional de mezclas de gandul procesado y arroz

En una segunda fase, se evaluaron harinas de gandul derivadas de varios procesos descritos anteriormente (19). Brevemente, estas harinas se elaboraron con gandul descascarado a través de los siguientes procesos: a) cocción a presión durante 5 min; b) cocido-secado por rodos; c) extrusión-cocción a 18% de humedad y 300°F y d) extrusión-cocción a 21% de humedad y 300°F. Estas harinas se mezclaron con arroz cocido a presión. La proporción en que fueron mezcladas fue 80:20 (arroz:gandul), según los resultados obtenidos en la fase anterior. Con las mezclas se prepararon dietas para suministrarlas a las ratas y llevar a cabo un ensayo biológico de relación proteínica neta siguiendo la metodología descrita anteriormente. Todas las dietas de todos los ensayos biológicos se analizaron por su contenido de nitrógeno (22) para fines del cálculo de NPR y digestibilidad de la proteína.

El ensayo biológico se realizó para establecer si habían diferencias nutricionales entre estas harinas de gandul en mezclas con arroz.

Los resultados fueron analizados por medio de análisis de varianza y prueba de Tukey.

Elaboración de productos a base de gandul procesado

Para darle aplicación a las harinas obtenidas se mezcló gandul preparado por extrusión-cocción (18% humedad / 300°F) con arroz en una proporción 80:20 y se le adicionó 15% de leche, basado en el cálculo del puntaje químico de la mezcla gandul:arroz:leche. Los productos se prepararon con 10% de sólidos, después de realizar pruebas de viscosidad para determinar qué porcentaje de sólidos daba la consistencia de atole. La viscosidad se determinó con un viscosímetro Brookfield. La muestra al 10% de sólidos suspendidos en agua

se homogeneizó durante 2 minutos. Luego se hirvió durante 5 min y se dejó en reposo hasta cuando la temperatura llegó a 30°C. Luego se determinó la viscosidad. Con esta mezcla se preparó un atole y un licuado de frutas y se realizó un panel sensorial para determinar su aceptabilidad. El atole se preparó con 80 g de arroz, 13.5 g de harina de gandul, 200 g de leche y una rodaja de canela, para dar un litro de atole. El licuado de frutas consistió en 32.0 g de arroz, 4.0 g de harina de gandul, 5.4 g de leche, 94.0 g de papaya, 94.0 g de piña y 77.0 g de azúcar. Esta mezcla proporcionó 400 ml de licuado, usando con lo indicado 250 ml de agua. En la evaluación se usó una escala hedónica de 9 puntos que va de 1=desagrada extremadamente hasta 9=agrada extremadamente, con 30 panelistas no entrenados.

Por otro lado, se prepararon galletas con mezclas de trigo y gandul con el objetivo de determinar el comportamiento de la harina de gandul procesada por extrusión-cocción en la preparación de galletas. Las mezclas de trigo:gandul fueron 100:0, 75:25, 25:75 y 0:100. Para 250 g de harina de trigo o de cualquier mezcla se utilizaron 100 g de grasa vegetal, 150 g de azúcar, 2.59 g de sal, 2 ml de vainilla y un ml de yemas de huevo. Se hicieron determinaciones de grosor y peso de las galletas.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 presenta los resultados de la complementación proteínica entre la harina de gandul y la de arroz.

TABLA 1
RESULTADOS BIOLÓGICOS DE LAS MEZCLAS
GANDUL: ARROZ

Mezcla* gandul: arroz (1)	Ganancia de peso pro- medio, g		Alimento consumido promedio, g		Efic. (3)	NPR**		Digestibilidad verdadera, %	
	Prom. (2)	D.E. (2)	Prom. (2)	D.E. (2)		Prom. (2)	D.E.*** (2)	Prom. (2)	D.E.*** (2)
100:0	19	13	143	13	0.13	2.53	0.57c	76.33	3.54m
80:20	31	5	168	30	0.18	3.12	0.60c	73.66	10.31m
60:40	38	6	180	2	0.21	3.43	0.38b	74.16	4.18m
40:60	35	3	181	12	0.19	3.39	0.27b	75.60	5.96m
20:80	37	3	172	24	0.21	3.49	0.21b	75.67	6.65m
0:100	37	3	177	10	0.21	3.39	0.27b	72.43	9.63m
Caseína	45	7	185	8	0.24	3.76	0.46m	93.39	1.41d

Alpha = 0.05

* Dietas con un % de proteína de 7.9

** NPR=Razón Proteínica Neta

*** Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

(1) Mezclas a base de proteínas

(2) Prom. = Promedio de 8 repeticiones.

(3) Eficiencia = Ganancia de peso/alimento consumido

DE= Desviación estándar

Grados de libertad del error = 35

Suma de cuadrados del error = 2.35

Las mezclas presentaron valores entre 83 y 93% del valor de la caseína. Se observó que no habían diferencias estadísticas entre las mezclas 80:20, 60:40, 40:60. Estos resultados coinciden con los estudios de complementación realizados para mezclas de arroz y frijol (7), en los que también se encontró calidad nutritiva alta en amplio rango de complementación. Los datos presentados en la Tabla 1 señalan que la mezcla de 80 partes de proteína provenientes del arroz y 20 partes de proteína provenientes del gandul tienen un puntaje químico de lisina de 83%. Este puntaje para el arroz solamente es de 69% y para el gandul de 140%. Esto indica que en una mezcla 80:20 arroz:gandul el aminoácido limitante es de gran importancia. Aunque el aminoácido limitante podría ser la metionina, es más probable que sea la treonina, en vista de que las dos fuentes de proteína contienen cantidades limitadas de ese aminoácido, con el agravante de que la treonina es el segundo aminoácido limitante en la proteína del arroz (23).

El efecto complementario entre las dos fuentes de proteína no es tan fuerte como se ha descrito para otras mezclas de cereales y leguminosas (6,24) posiblemente por las limitaciones que existen en lisina, metionina y treonina en el gandul (25-27) y en el arroz (23). Desde el punto de vista de combinar la tecnología con lo nutricional, este amplio rango es una ventaja, porque permite formular una gama de mezclas, dependiendo de factores como disponibilidad de materia prima, precio, características organolépticas del producto final, hábitos alimenticios y las necesidades nutricionales de la población (es decir si se necesita mayor cantidad de proteínas) sin que esto vaya en detrimento de la calidad nutricional.

La Tabla 2 muestra los resultados de la evaluación de la calidad proteínica de las mezclas de gandul procesado por cocción durante 5 minutos, y por extrusión-cocción (19), y arroz en una proporción 80:20. Los resultados estadísticos mostraron que no hay diferencias significativas en el NPR y digestibilidad entre las diferentes mezclas de arroz y gandul procesado. Aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa, la mezcla que produjo la mayor ganancia de peso fue la preparada con harina sometida al proceso de extrusión-cocción, 300°F/21% de gandul:arroz (20:80).

Las pruebas funcionales de las harinas indicaron que éstas podían ser utilizadas para diferentes fines, tales como bebidas instantáneas, atoles o cereales para comer en el desayuno. El índice de absorción de agua de la mezcla gandul extruido:arroz (en la proporción 80:20) fue de 2.83 ml por gramo y el índice de solubilidad fue de 4.70%.

Se esperaba que el índice de solubilidad hubiera aumentado por la incorporación de almidón de arroz, pero los resultados parecen indicar que el proceso de cocción al que fue sometido el arroz no fue adecuado para modificar sus almidones.

Se estudió la viscosidad de la mezcla y se determinó para diferentes porcentajes de sólidos: 7,8,9 y 10%. La viscosidad (cp) fue de 94.1, 245.9, 1,542 y 1,593, respectivamente. Para 9 y 10% de sólidos la diferencia en viscosidad no fue muy

grande, pero la mezcla de 10% de sólidos era muy espesa y no tenía consistencia de atole sino de engrudo. Se decidió, por consiguiente, usar la mezcla de 9% de sólidos.

TABLA 2
RESULTADOS BIOLÓGICOS DE LAS MEZCLAS DE
ARROZ Y HARINAS DE
GANDUL PROCESADAS EN PROPORCIÓN 80:20

Proceso*	Ganancia de peso promd., g		Alimento consumido promedio, g		Efic. Peso Alim.	NPR**		Digestibilidad verdadera, %	
	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.		Prom.	D.E.***	Prom.	D.E.***
	(1)		(1)		(1)		(1)		(1)
Rodos/ arroz	46	7	184	15	0.25	2.46	0.32b	79.07	1.57d
Cocción 5 min	43	5	176	14	0.24	2.43	0.31b	76.90	2.29d
Extrusión 300°	46	4	187	12	0.24	2.41	0.27b	79.44	1.76d
F/21% arroz									
Extrusión 300°	48	4	190	12	0.24	2.50	0.22b	78.18	1.63d
F/18%									
Arroz									
Caseína	49	3	170	12	0.29	2.78	0.13a	92.97	2.00c

* Dietas con un 7.9% de proteínas

** NPR = Razón Proteínica Neta

*** Alpha=0.05 los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

(1) Prom = Promedio de 8 repeticiones.

D.E = Desviación estándar.

Se llevaron a cabo pruebas de aceptabilidad de dos productos: un atole y un licuado de frutas, usando una escala hedónica de 9 puntos; los resultados se muestran en la Tabla 3. Con relación al atole, igual número de panelistas respondieron que les gustaba extremadamente (33%), moderadamente (33%), y un 23% respondió que les gustaba mucho.

TABLA 3
RESULTADOS DE PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD
DEL ATOLE Y DEL LICUADO DE FRUTAS

Grado de Escala*	% de Panelistas	
	Atole	Licuado de frutas
Gusta extremadamente	33	10
Gusta mucho	23	33
Gusta moderadamente	33	30
No gusta, pero no desagrada	7	7
Gusta ligeramente	5	20

* Grados de una escala hedónica de 9 puntos. Los otros puntos de la escala tuvieron 0%

Para el caso del licuado de frutas el mayor porcentaje de panelistas (33%) contestó que les gustaba mucho, un 30% contestó que les gustaba moderadamente y un 10% que les gustaba extremadamente. En cuanto al sabor los comentarios fueron con relación al dulzor, y ésta es una característica que depende mucho del gusto de cada persona. No hubo ningún comentario acerca del sabor residual o desagradable. Con respecto a la consistencia o textura, el comentario más común fue la presencia de gránulos, lo cual sugiere la necesidad de moler el producto más finamente.

Estos resultados muestran la buena aceptabilidad que tuvieron los productos, puesto que a la mayoría (86%) de los panelistas les gustó.

Buscando otra posible aplicación de las harinas se prepararon galletas usando una mezcla de harina de gandul extruida y trigo.

Con el objeto de establecer comparaciones se estudió el aspecto, sabor, comportamiento de la masa, tamaño de las galletas y peso; los datos se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4
PESO Y GROSOR DE LAS GALLETAS A BASE DE
GANDUL Y TRIGO (N=5)

Mezcla	Grosor, cm	Peso (1)	Relación (2) Ancho-Grueso
100% trigo	1.40	104.34	8.40
75% trigo	1.35	103.90	8.10
25% gandul			
50% trigo:	1.37	102.50	8.22
50% gandul			
25% trigo:	1.37	109.40	8.22
75% gandul			
100% gandul	1.16	97.75	6.96

(1) Promedio del peso de cuatro galletas (g)

(2) Producto del grosor x ancho (6.0 cm).

Con respecto al comportamiento de la masa para preparar las galletas, la masa de galleta con 100% de gandul no alcanzó la consistencia adecuada, ya que no quedaba compacta sino se separaba. Fue la masa que necesitó mayor cantidad de agua. Las otras mezclas dieron masas muy buenas.

Las galletas con 100% de gandul presentaron muy mal aspecto, se desmoronaron con facilidad, debido a la poca compactación de la masa; sin embargo, con la sustitución de sólo el 25% de la harina de gandul por harina de trigo, mejoró, lográndose una compactación adecuada y un aspecto atractivo.

Sería necesario llevar a cabo pruebas adicionales y un panel sensorial para determinar la aceptabilidad de las galletas y las características deseables. Sin embargo, el objetivo de hacer las galletas era buscar posibles alternativas para el uso de la harina, y los resultados obtenidos muestran que sí es

posible elaborar galletas a base de gandul, ya que las propiedades funcionales de la harina lo permiten. Estos datos confirman resultados de otros autores (10-18). Estos resultados indican la factibilidad de producir harinas de leguminosas de producción en el trópico para el desarrollo de alimentos de buena aceptabilidad y alto valor nutritivo. La disponibilidad de estas harinas no sólo sugieren la alternativa de desarrollar agroindustrias, sino también le dan otro mercado a los agricultores para sus productos.

REFERENCIAS

- Salunke, D.K., J.K. Chavan & S.S. Kadam. Pigeon peas as an important food source. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.*, 25:103-145, 1985.
- Sing, L., M.P. Shringyavastaya & A.K. Gupta. Characteristics and utilization of vegetable types of pigeon peas (*Cajanus cajan* L., Mill sp). *Indian J. Nutr. Diet.* 14:8-10, 1977.
- Días-Rivera, M., P.R. Hepperly, G. Rivera & L. Almodovar-Vega. Weed-crop competition in pigeon peas in Puerto Rico. *J. Agric. of the University of Puerto Rico.* 69:201-223, 1985.
- Parsi-Ros, O., E.J. Rodríguez-Sosa, J. Cruz-Cay & M.E. Cintrón-Muñoz. Processing and the nutritional contents of canned and fresh pigeon peas (*Cajanus cajan* (L)). *J. Agric. of the University of Puerto Rico*, 71:33-41, 1987.
- Parsi-Ros, O., E.J. Rodríguez-Sosa, J.R. Cruz-Cay & M.E. Cintrón-Muñoz. Processing and storage and the nutritional content of pigeon peas (*Cajanus cajan* (L)). *J. Agric. of the University of Puerto Rico*, 71:43-51, 1987.
- Bressani, R., A.T. Valiente & C. Tejada. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combinations of limetreated corn and cooked black beans. *J. Food Sci.* 27:394-400, 1962.
- Vargas, E., R. Bressani, L.G. Elías & J.E. Braham. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijo. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 23:579-599, 1982.
- Marero, L.M., E.M. Payumo, E.C. Librando, W.N. Lainez, M.D. López & S. Homuno. Technology of weaning food formulations prepared from germinated cereals and legumes. *J. Food Sci.* 53:1391-1398, 1988.
- Mallesi, N.G., M.A. Daoudou & A. Chandrasekhar. Development of weaning food formulations based on malting and roller drying of sorghum and cowpea. *Internat. J. Food Sci. Technol.* 24:511-519, 1989.
- Sathe, S.K., V. Iyer & D.K. Slunkhe. Functional properties of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins. Amino acid composition, in vitro digestibility and application to cookies. *J. Food Sci.* 47:8-11, 1981.
- Sathe, S.K., J.G. Ponte, Jr., P.D. Rangnekar & D.K. Slunkhe. effect of addition of the great northern bean flour and protein concentrates on rheological properties of dough and baking quality of bread. *Cereal Chem.*, 58:97-100, 1981.
- Gayle, P.E., M. Knight, J.S. Adkins & B.F. Harland. Nutritional and organoleptic evaluation of wheat breads supplemented with pigeon pea (*Cajanus cajan*) flour. *Cereal Chem.*, 63:136-138, 1986.
- Deshpande, S.S., P.D. Rangnekar, S.K. Sathe & D.K. Slunkhe. Functional properties of wheat-bean composite flours. *J. Food Sci.* 48:1659-1662, 1982.
- D'Appolonia, B.L. Use of untreated and roasted navy beans in bread making. *Cereal Chem.*, 55:898-907, 1978.
- Bahnassey, Y., K. Khan & R. Harrold. Fortification of spaghetti with edible legumes. I. Pysicochemical, antinutritional, amino acid, and mineral composition. *Cereal Chem.*, 63:210-215, 1986.
- Bahnassey, Y. & K. Khan. Fortification of spaghetti with edible legumes. H. Rheological, processing and quality studies. *Cereal Chem.*, 63:215-219, 1986.
- Wolf, H., C. Cafate & E. Yáñez. Fortificación del pan con harina de frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) I. Aspectos farinológicos y de panificación. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 39:613-619, 1989.
- Yáñez, E., H. Wulf, C. Cafati, B. ACEvedo & V. Reveco. Fortificación del pan con harina de frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.). II Valor nutritivo del pan fortificado. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 39:620-630, 1989.
- Mueses, C., L.F. De León & R. Bressani. Elaboración de harinas procesadas de semilla de gandul. *Arch. Latinoamer Nutr* 43:-1993.
- AOAC. Official methods of analysis of the Association of Agriculture Chemists. 11th. ed Washington, D.C. The Association, 1970.
- Hegsted, D.M., R.C. Mills, C.A. Elvehjem & E.B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138:459-460, 1941.
- Manna, L & S.M. Hauge. A possible relationship of vitamin B13 to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202:91-96, 1953.
- Bressani, R.L. G Elías & B.O. Juliano. Evaluation of the protein quality of milled rice differing in protein content. *J. Agric. Food Chem.*, 19:1028-1034, 1971.
- Bressani, R. complementary amino acid patterns. Chap 16. In: Nutrients in processed foods. Proteins. D.L. White and D.C. Fletcher (Eds). Acton, Mass., Publishing Sciences Group Inc., 1974, p. 149-166.
- Singh, V. & B.V. Eggum. Factors affecting the protein quality of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.). *Plant Food Human Nutr.* 34:273-283, 1984.
- Bressani, R., R.A. Gómez-Brenes & L.G. Elías. Calidad nutricional de la proteína de gandul tierno y maduro y su valor suplementario a los cereales. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 36:108-116, 1986.
- Braham, J.E., R. Maddaleno Vela, R. Bressani & R. Jarquín. Efecto de la cocción y de la suplementación con aminoácidos sobre el valor nutritivo de la proteína del gandul (*Cajanus sp*). *Arch. Venezol. Nutr.* 15:19-32, 1965.

Mejoramiento de la calidad proteínica del sorgo reventado con grano de soya

Ricardo Bressani ¹ y Edgar Tuna ²

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
(INCAP) Guatemala, Guatemala, C.A.
Oficina Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud - Washington, D.C.

RESUMEN. En el presente estudio se evaluó la composición química y la calidad proteínica del sorgo reventado por un proceso térmico en seco. Los resultados químicos indicaron pérdidas en extracto etéreo y un aumento en fibra cruda. Asimismo, se encontraron pérdidas en los aminoácidos esenciales, lisina y triptófano, del orden del 26 y del 45%, respectivamente. Esta pérdida en aminoácidos fue confirmada a través de pruebas biológicas, en las cuales, la calidad de la proteína del sorgo crudo con base en PER fue del 32% del valor de caseína y del 8% para el sorgo expandido (reventado). Se encontró también, que la digestibilidad aparente y verdadera fueron menores para el sorgo reventado que para el crudo. Con el fin de corregir esta pérdida de calidad proteínica, el sorgo expandido fue suplementado con 5, 10 y 15% de soya tostada. Aunque no se detectó un incremento en calidad evaluado por NPR, sí se encontró un aumento en peso conforme aumentaba el nivel de soya. Esto fue atribuido a que la proteína en la dieta aumentó con respecto al nivel de soya en ésta. En un ensayo biológico adicional, con 15% de grano de soya tostada, se encontró un aumento estadísticamente significativo en NPR, equivalente a 74.5% del valor de caseína; mientras que para el sorgo expandido sin suplemento, el valor relativo a caseína fue del 30%. Con base en estos resultados, se formuló una mezcla de 36% de sorgo reventado, 10.5% de soya entera tostada, 3.5% de ajonjolí sin cáscara y 50% de azúcar morena. Este producto es superior al producto comercial en cantidad, calidad de proteína y en contenido energético.

SUMMARY. Improvement of the protein quality of popped sorghum with soybean grain. The present study was carried out to evaluate the chemical composition and protein quality of popped sorghum by thermic dry processing. The chemical results indicated losses in the ether extract and increases in crude fiber. Likewise, losses were found in the essential amino acids, lysine and tryptophan, of 26 and 45%, respectively. The loss in these amino acids was confirmed by biological studies in which the protein quality of the raw sorghum, based on a PER was 32% of the casein value and of 8% for the popped sorghum (expanded). It was also found that the apparent and true digestibilities were lower for the popped sorghum than for the raw grain. In order to correct this loss in protein quality, the popped sorghum was supplemented with 5, 10 and 15% of roasted soybeans. Although no increase in quality was observed as evaluated by NPR, an increase in weight was found, as the soybean level in the diet was increased. This was attributed to the fact that the protein in the diet increased with respect to the soybean level. In an additional biological assay carried out with 15% of roasted soybean, a statistical significant increase in PER was found, equivalent to 74% of the casein value, while for the expanded sorghum without supplement, the relative casein value was of 30%. On the basis of these results an «alboroto» was formulated with 36% of popped sorghum, 10.5% whole roasted soybean, 3.5% dehulled sesame grain and 50% brown sugar. This product is superior to the commercial product in protein quality and quantity, as well as in energy content

INTRODUCCION

El sorgo blanco se utiliza en varios países centroamericanos para extender el maíz como tortilla (1,2), cuando este último

escasea. Asimismo, el sorgo como harina se utiliza en pequeños porcentajes para panificación (1) y el grano reventado y mezclado con azúcar o panela y otras semillas, principalmente ajonjolí, se usa para la preparación de un bocadillo dulce conocido como «alboroto». Otras aplicaciones han sido el uso de este cereal en la preparación de alimentos de alto valor nutritivo (3). En un estudio anterior (4) se encontró que el proceso de reventado del sorgo destruye la calidad de la proteína, reduciendo los niveles de lisina, el aminoácido

1. Coordinador de la Investigación en Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
2. Estudiante de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Este estudio fue parte del trabajo de tesis previo a optar a una Licenciatura, 1990.

esencial más limitante en este cereal (5). Con esto en mente, el propósito del presente estudio fue el de desarrollar un producto similar al alboroto, que contuviese mejor contenido de nutrientes y superior calidad proteínica.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó una mezcla de muestra de sorgo blanco en grano de estudios anteriores (4,6). El material fue luego dividido en dos partes, usando una tercera parte como sorgo crudo y dos terceras partes para procesarlo como sorgo reventado. El sorgo reventado se preparó de acuerdo con el método de expansión que ya fuera publicado (4). Se tomaron 4 muestras de sorgo crudo y 4 de sorgo reventado para fines de análisis proximal llevado a cabo según la metodología de la AOAC (7). Además, se analizaron lisina disponible (8) y triptófano (9).

El resto del material fue utilizado para pruebas de calidad proteínica por medio del método de NPR (10) y para fines de suplementación con soya. La soya utilizada fue primero humedecida durante 2 a 3 horas y luego se sometió a un tratamiento térmico a 150°C por 15 minutos. Esto permitió la separación de la cáscara y dejó el cotiledón para fines de suplementación.

Para la evaluación de la calidad proteínica del sorgo crudo y reventado, se utilizaron las dietas descritas en la Tabla 1. La cantidad de harina de sorgo para las dietas con sorgo crudo y reventado se calculó para que contuvieran la misma cantidad de proteína (8.4%).

TABLA 1
DESCRIPCION DE LAS DIETAS PARA LA
EVALUACION BIOLOGICA DEL SORGO NO
REVENTADO EN COMPARACION CON EL
REVENTADO

Ingredientes	Dietas			
	1	2	3	4*
Harina con sorgo crudo (g)	3600	—	—	—
Harina con sorgo reventado (g)	—	3280	—	—
Aceite vegetal (ml)	200	200	200	50
Minerales (g)	160	160	160	40
Aceite de bacalao (ml)	40	40	40	10
Almidón (g)	—	320	3231	900
Caseína (g)	—	—	369	—
Total (g)	4000	4000	4000	1000
Solución vitamínica (ml)	200	200	200	50

* Dieta libre de nitrógeno

El efecto suplementario de la soya al sorgo reventado se evaluó mediante las dietas descritas en la Tabla 2, usando 0, 5, 10 y 15% de soya tostada. No se intentó en este primer ensayo preparar dietas isoproteicas. Sin embargo, en un segundo ensayo, se suplementó el sorgo reventado con 15% de harina de soya tostada ajustando la proteína en la dieta a un 8.5%. En todos los ensayos biológicos se utilizaron 8 ratas por grupo de 22 días de edad de la colonia del INCAP. Las ratas fueron colocadas en jaulas individuales con alimentación y agua *ad libitum*. Se pesó el alimento a ser consumido y el aumento en peso cada 7 días por un total de 14 días. La digestibilidad de la proteína fue evaluada durante los últimos 7 días del ensayo de Utilización Proteica Neta (NPR) o índice de Eficiencia Proteica (PER), recolectando los materiales fecales producidos durante ese período.

TABLA 2
DESCRIPCION DE LAS DIETAS PARA LA
EVALUACION BIOLOGICA SORGO+SOYA

Ingredientes	1	2	3	4	5	6*
Harina con sorgo crudo (g)	1800	1700	1600	1500	—	—
Soya tostada (g)	—	100	200	300	—	—
Aceite vegetal (ml)	100	100	100	100	100	100
Minerales (g)	80	80	80	80	80	80
Aceite de bacalao (ml)	20	20	20	20	20	20
Almidón (g)	—	—	—	1580	1800	1800
Caseína (g)	—	—	—	—	220	—
Total (g)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Solución vitamínica (ml)	100	100	100	100	100	100

* Dieta libre de nitrógeno

Con base en los resultados de los estudios biológicos y en la composición química de muestras de alboroto comercial, se formuló un alimento con sorgo reventado, ajonjolí, grano de soya y panela (azúcar morena). Los resultados de los estudios fueron analizados estadísticamente utilizando el paquete estadístico SAS versión 604, por medio de análisis de varianza y prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto del proceso de reventado sobre la composición química proximal, lisina disponible y triptófano se describen en la Tabla 3. El proceso de reventado redujo el contenido de agua, lo cual se esperaba debido al proceso térmico aplicado. Además se observó un aumento significativo ($<P0.05$) en fibra cruda que podría ser el resultado de las reacciones entre proteína y carbohidratos catalizado por la temperatura del proceso. Este efecto es de un interés nutricional que amerita ser estudiado con mayor detalle en el futuro. Tanto la lisina

disponible como el triptófano se redujeron significativamente ($P < 0.05$). La reducción en lisina fue de 26%, mientras que para el triptófano la pérdida fue del 45%. Estas pérdidas indudablemente se traducen en una calidad proteínica inferior. Esto está indicado en los resultados de la Tabla 4 en donde se observa que las ratas en la dieta de grano reventado consumen menor cantidad de alimento, tuvieron menor ganancia en peso y menor PER y NPR ($P < 0.05$). Con respecto a la digestibilidad de la proteína, tanto la aparente como la verdadera fueron superiores en el sorgo crudo que en el reventado. El análisis estadístico demostró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre la dieta con el grano no reventado, la dieta con el grano reventado y lo mismo sucede en la comparación contra la caseína, teniendo, según la prueba de Tukey, mayor eficiencia proteica el sorgo crudo (0.80) que el reventado (0.26), ambas por debajo de la caseína que tuvo un valor de 2.46 ($P < 0.05$).

TABLA 3
COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL.
COMPARACION ENTRE GRANO DE
SORGO CRUDO Y REVENTADO DE SORGO

	Grano	
	Crudo g/100g	Reventado g/100 g
Humedad	11.68±0.03	8.30±1.46
Proteína	9.32±0.63	9.18±0.70
Extracto etéreo	3.44±0.82	2.76±0.50
Fibra cruda	2.47±0.38	4.45±0.68
Ceniza	1.51±0.13	1.45±0.18
Carbohidratos*	71.56	73.87
Lisina disponible	0.227±0.03	0.169±0.04
Triptófano	0.047±0.006	0.026±0.006

* Por diferencia

TABLA 4
CALIDAD PROTEINICA Y DIGESTIBILIDAD DEL
SORGO CRUDO Y SORGO REVENTADO

Producto	Alimento ingerido promedio g	Aumento en peso promedio g	PER	NPR	Digestibilidad	
					Aparente %	Verdadera %
Sorgo crudo no reventado	222±11.6	17±2.9	0.80±0.11	1.62±0.12	86.6±1.64	91.0±1.69
Sorgo reventado	168±20.8	2±4.3	0.26±0.16	1.23±0.50	79.2±1.82	84.9±1.75
Caseína	406±24.1	108±13.0	2.46±0.18	3.12±0.28	92.9±0.83	94.5±0.78

Promedio ±D.E.

Lo mismo fue evidente con respecto al NPR. El análisis estadístico encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dietas. De acuerdo con la prueba de Tukey, el grano crudo tiene mayor NPR (1.62) sobre el grano reventado, que tiene 1.10 y ambos por debajo de la caseína, que tiene 3.42. Las pérdidas en lisina y en triptófano son responsables por la baja calidad proteínica del sorgo reventado.

Con respecto a la digestibilidad aparente (DA) estadísticamente se encontraron diferencias significativas entre las dietas ($P < 0.05$). De acuerdo con la prueba de Tukey, la mayor DA fue de la dieta de caseína con 92.96%; luego la dieta con sorgo no reventado, con 86.58% y por último, la dieta preparada con sorgo reventado con 79.18% ($P < 0.05$). Esto se repitió, como era de esperarse, con respecto a la digestibilidad verdadera. Estadísticamente, existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dietas, teniendo el mayor valor, según la prueba de Tukey, la dieta preparada con sorgo no reventado (90.97%), seguido por la de sorgo reventado (84.93%), ambas por debajo de la de caseína, que tuvo 94.52% de digestibilidad verdadera.

La baja digestibilidad del sorgo reventado térmicamente, está probablemente asociada al incremento en fibra cruda. Sin embargo, se ha sugerido que la gamma-kafirina forma uniones químicas difíciles de digerir al tratar el sorgo térmicamente (12).

Los resultados del primer ensayo de suplementación con soya tostada se describen en la Tabla 5. La información indica que a mayor nivel de soya se incrementó el consumo de alimento y el aumento en peso ($P < 0.05$). El análisis estadístico indicó con respecto al NPR que de las cinco dietas únicamente caseína, la dieta con el valor más alto, presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) según la prueba de Tukey. No se encontraron diferencias estadísticas entre las cuatro dietas con sorgo ($P < 0.05$). Asimismo, el consumo de alimento y el aumento en peso varió significativamente entre dietas. Sin embargo, no hubo un claro incremento en la calidad proteínica. Esto podría atribuirse a que existe un efecto en la calidad proteínica causado por el nivel proteínico en la dieta. El contenido de proteína en la dieta aumentó conforme incrementaba el nivel de soya. Es posible también que el proceso de tostado redujese la capacidad suplementaria de la soya. Por consiguiente, se realizaron otros ensayos biológicos cuyos resultados se describen en la Tabla 6. En este caso la presencia de 15% de soya entera tostada se tradujo en un aumento estadísticamente significativo, en peso y en calidad proteínica, la cual fue de 74% del valor de caseína en comparación con 30% del valor de caseína del sorgo expandido no suplementado.

TABLA 5
EFECTO SUPLEMENTARIO DE LA SOYA TOSTADA
AL SORGO EXPANDIDO

Nivel de soya % dieta	Alimento ingerido promedio g	Aumento en peso promedio g	NPR
0	83±14.0	1.5±2.98	1.87±0.30
5	93±8.3	6±3.6	1.95±0.41
10	106±13.5	12±4.0	1.88±0.18
15	112±13.1	17±4.6	1.93±0.19
Caseína	200±25.7	62±12.9	3.53±0.54
Promedio ± D.E.			

TABLA 6
CALIDAD PROTEINICA DEL GRANO REVENTADO
DE SORGO CON 15% DE
GRANO DE SOYA TOSTADA*

Producto	Alimento consumido promedio g	Aumento en peso promedio g	NPR
Sorgo expandido	84±13.9	2±2.7	1.18±0.22
Sorgo expandido + 15% soya tostada	154±16.1	35±6.7	2.98±0.25
Caseína	159±11.6	47±8.2	4.00±0.45

Proteína en dietas: 8.7%

Con base en los resultados anteriores, se formuló un alimento con 72 g de sorgo reventado, 21 g de soya tostada y 7 g de ajonjolí. La relación 3 a 1 entre la soya el ajonjolí ha sido de mejor calidad proteínica que sólo soya o sólo ajonjolí (11). La proteína del ajonjolí es deficiente en el aminoácido lisina; sin embargo, es buena fuente de aminoácidos azufrados. Por el contrario, la soya es fuente rica en lisina. El sorgo reventado puede usarse entero o molido. A un peso de la mezcla de sorgo reventado, soya y ajonjolí se le adicionó el mismo peso de panela (azúcar morena), previamente disuelta en agua. Después de mezclado y moldeado, el producto se deshidrata con aire caliente. Esto aglutina las materias primas dándoles la estructura deseada. La composición química del producto actualmente en el mercado, está indicada en la Tabla 7, en donde también se muestra el producto elaborado en este estudio. El producto del mercado contiene sólo ajonjolí, aumentando de esta manera el contenido de grasa y de proteína, pero no mejora la calidad de ésta. Por el contrario, el producto formulado contiene soya y ajonjolí, con lo que se contribuye a un mayor contenido de proteína, energía y mejor calidad proteínica. Estos análisis indican que son productos nutricionalmente adecuados en contenido energético y canti-

dad de proteína. Aunque no se evaluó biológicamente el producto comercial, se puede deducir de su composición de ingredientes, que la calidad proteínica no es tan buena como la del producto elaborado en el presente estudio.

TABLA 7
COMPOSICION QUIMICA DEL ALBOROTO
COMERCIAL Y DEL DESARROLLADO
EN EL PRESENTE ESTUDIO*

	Comercial	Producto este estudio
Humedad	8.7	(8.5)
Extracto etéreo	2.6	(5.0)
Fibra cruda	1.6	(1.5)
Proteínas	3.5	(7.8)
Cenizas	2.2	(2.0)
Carbohidratos (por diferencia)	81.4	(75.2)

* Fórmula: 72% sorgo reventado, 21% de soya y 7% de ajonjolí. Partes iguales de esta fórmula se mezclaron con panela.

REFERENCIAS

- Bressani, R. El sorgo en alimentación humana. En: Memoria de la Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de investigación de Sorgo organizada por la Comisión Latinoamericana de Investigación de Sorgo. Guatemala, 1985, p 1-37.
- Serna-Salvador, S.O., D.A. Knabel, L.W. Rooney, T.D. Tanksley, Jr. & A.M. Sproule. Nutritional value of sorghum and maize tortillas. *J. Cereal Sci.* 7:83-94, 1988.
- Bressani, R., A. Aguirre & N. S. Scrimshaw. All-vegetable protein mixtures for human feeding. II. The nutritive value of corn, sorghum, rice and buckwheat substituted for lime-treated corn in INCAP vegetable Mixture eight. *J. Nutr.* 69:351-355, 1959.
- Tuna, E. & R. Bressani. Composición química de 11 variedades de sorgo antes y después del reventado. *Arch. Latinoamer* 42, 291-300. 1992
- Jansen, G.R. The amino acid fortification of cereals. En: *New protein foods. Vol. 1A Technology.* A.M. Altschul (Ed.). New York. Academic Press, Inc. 1974, p 39-120.
- Bressani, R & E. Tuna. Diferencias varietales en capacidad de reventado del sorgo (*Sorghum vulgare*). *Arch Latinoamer Nutr.* 42, 275-282. 1992
- AOAC. Official Methods of Analysis. 11 ed. Washington D.C., The Association, 1976.
- Hurell, R.F., P. Lerman & K.J. Carpenter. Reactive lysine in foodstuffs as measured by a rapid dye binding procedure. *J. Food Sci.*, 44:1221-1228, 1979.
- Villegas, E., E. Ortega & R. Bauer. Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de proteína de los cereales. El Batán, México, CIMMYT, 1982.
- Bender, A.E. & B.H. Doell. Biological evaluation of proteins: a new aspect. *Brit. J. Nutr.* 11:140-148, 1957.
- Bressani, R. Suplementación de cereales con mezclas de soya y ajonjolí. Datos no publicados.
- Kirleis, A. W. The prolamines of sorghum: Their role in protein digestibility. In: Conference on The Nutritional Improvement of Sorghum. West Lafayette, IN, Purdue University, 1990.

Desarrollo de una fórmula médica a partir de un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*)

José Armando Ulloa¹ y Mauro E. Valencia²

RESUMEN. Se desarrolló una fórmula médica utilizando como fuente de proteína un concentrado proteínico de garbanzo obtenido por ultrafiltración (67.8% de proteína), además de sacarosa, aceites de maíz y coco, una mezcla vitamínica, una mezcla de minerales, metionina, lecitina y sabor a leche, para cumplir con la norma establecida por la FAO/WHO. Los ingredientes se mezclaron en agua a 50° C, para luego secar esta mezcla por aspersión utilizando temperaturas del aire de entrada y salida al secador de 170 y 90°C, respectivamente. El valor nutritivo del alimento elaborado se estimó mediante la Relación Neta de Proteína (RNP), la Utilización de Nitrógeno (UN). El análisis proximal arrojó los siguientes resultados: proteína 16.0% (con 4.9/16 N de lisina reactiva), extracto etéreo 25.8%, humedad 4%, cenizas 3.2% y carbohidratos 51.0%. Los valores del RNP, R-RNP, UN, R-UN fueron 3.95, 83.6, 3.55 y 82.6 respectivamente, comparados con los valores de caseína de 4.72, 100, 4.29 y 100. De acuerdo a esto, se puede concluir la gran potencialidad del concentrado proteínico de garbanzo como ingrediente de fórmulas de uso médico

SUMMARY Development of a medical formula from a chick-pea (*Cicer arietinum*) protein concentrate. A medical formula was developed from a chick-pea (*Cicer arietinum*) protein concentrate obtained by ultrafiltration (67.8 % of protein). Additionally sucrose, methionine, milk flavor, and mixtures of corn and coconut oils, vitamins and minerals were used, to perform FAO/WHO standards. All ingredients were blended in water to 50°C, and the mixture was spray-dried with a Spray-drier using inlet and outlet air temperatures of 170 and 90°C respectively. The nutritive value of the formula was evaluated with the Net Protein Ratio (NPR), Nitrogen Utilization (NU) and both relatives values to casein ANRC (R-NPR and R-NU). The proximal analysis of the infant formula was: protein 16.0% (with 4.9 g/16 g N of reactive lysine), fat 25.8%, moisture 4.0%, ash 3.2% and carbohydrates 51.0%. The values of NPR, R-NPR, NU and R-NU were 3.95, 83.6, 3.55 and 82.5 respectively. This results shown the chick-pea protein concentrate, potentially utilizable as a ingredient in the formulas for medical purposes.

INTRODUCCION

Las fórmulas médicas o terapéuticas cumplen una función muy importante dentro de la nutrición infantil, cuando por alguna razón el consumo de la leche, ya sea materna o de vaca, se contraindica a la alimentación del lactante. Este tipo de fórmulas por una parte son el vehículo de todos los nutrientes que el lactante requiere, y por otro lado ayudan a desvanecer algún trastorno prevalente (1), como puede ser el caso de la intolerancia transitoria a la lactosa, padecimiento muy frecuente en la población infantil mexicana, derivado principalmente de infecciones gastrointestinales y manifestada por problemas de tipo diarreico. Desde hace tiempo en el mercado mexicano se encuentran disponibles dos fórmulas infantiles de tipo médi-

co, las cuales contiene como fuente principal de proteína a la harina de soya. Ambas fórmulas al parecer proporcionan todos los nutrientes necesarios, así como los niveles adecuados, de acuerdo con los estándares relacionados con la elaboración de este tipo de alimentos, por lo que cabría esperar una buena respuesta cuando son proporcionados a los lactantes que no toleran la leche (2). Desafortunadamente existe la evidencia de que en caso de la intolerancia a la lactosa en lactantes, los sustitutos de leche elaborados a base de harina de soya, no son efectivos debido a que el control de la diarrea no es rápido (3); aunado a lo anterior, se ha observado el efecto de formación de gases en el intestino, la presencia de cólicos y una tendencia ocasional a incrementar la dermatitis (4). Por otra parte, el uso de harinas en la elaboración de fórmulas infantiles, suministra una gran carga de almidón que no puede ser plenamente utilizado por lactantes cuya edad es inferior a los 4-6 meses de edad (5), lo cual significa que estos alimentos solo pueden administrarse eficazmente a lactantes mayores de seis meses. Por ello las fórmulas médicas infantiles elaboradas a base de

1. Coordinador del Programa de Investigación en Ingeniería y Tecnología. Coordinación de Investigación Científica. Universidad Autónoma de Nayarit. Apartado Postal 243 Tepic Nay. México.
2. Jefe de la División de Nutrición. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Aptdo. Postal 1725 Hermosillo, Son. México.

harina de soya se han desechado en otros países, y en su lugar se han diseñado otras cuya fuente de proteína son los concentrados o aislados proteínicos, y que recientemente en México se han introducido al mercado a través de su importación.

En base a lo anterior el presente trabajo se realizó con la finalidad de probar la potencialidad de un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*) obtenido por ultrafiltración, en el desarrollo de una fórmula médica.

MATERIALES Y METODOS

El desarrollo de la fórmula médica, consistió en establecer el tipo de ingredientes y su proporción a utilizar, así como también el tipo de procesamiento necesario y su evaluación química y nutricional.

Como fuente de proteína se utilizó un concentrado proteínico de garbanzo, obtenido por ultrafiltración de acuerdo a Ulloa et al (6), cuya composición química y calidad nutritiva se muestra en la Tabla 1, al cual se le adicionó 1.37 g/16 g N se metionina para mejorar su valor nutritivo (7); mientras que como fuente de carbohidratos y grasas se utilizaron sacarosa y mezcla de aceites de maíz y coco respectivamente. En base a lo anterior, la formulación final fue considerada para alcanzar una adecuada distribución calórica entre las proteínas, carbohidratos y grasas, de acuerdo a las normas establecidas (8).

TABLA 1
COMPOSICION QUIMICA Y CALIDAD NUTRITIVA
DEL CONCENTRADO PROTEINICO
DE GARBANZO OBTENIDO POR
ULTRAFILTRACION^a

Características	Valor
Proteína (g/100g)	67.8
Lisina reactiva (g/16 gN)	4.9
Carbohidratos (g/100g)	10.8
Grasa (g/100 g)	17.3
Fibra cruda (g/100 g)	0.0
Cenizas (g/100 g)	4.9
Calcio (mg/100 g)	96.8
Fósforo (mg/100 g)	26.3
Sodio (mg/100 g)	306.8
Relación de eficiencia proteínica (REP)	86.0
Relación neta de proteína (RNP)	81.3
Utilización de nitrógeno (UN)	83.3

^a De acuerdo a Ulloa et al. (6) y Ulloa y Valencia (7). Los resultados de las pruebas biológicas corresponden a los valores del concentrado proteínico de garbanzo adicionado de 1.37 g/16 g de N de metionina y relativos de la caseína ANRC con un valor de 100.0

Las vitaminas fueron proporcionadas a través de una premezcla producida comercialmente por la Compañía Productos Roche, S.A. de C.V. La premezcla vitamínica SP 3.308 utilizada, es un polvo fino color amarillo consistente en una mezcla de vitaminas A, D, E, mononitrato tiamina, riboflavina, clorhidrato de piridixina, cianocobalamina, nicotinamida, D-pantotenato de calcio, ácido fólico y vitamina C, estandarizada con lactosa. La premezcla de vitaminas se adicionó para cubrir las recomendaciones de estos nutrimentos en las fórmulas infantiles con un margen de protección amplio para asegurar las pérdidas por procesamiento y manejo. En el caso de la vitamina C, el margen de seguridad fue de un 100% en base a la cantidad mínima necesaria.

Los minerales se adicionaron mediante una premezcla, la cual fue expresamente preparada a partir de fuentes individuales de: fosfato tricálcico, citrato de potasio, cloruro de potasio, cloruro de magnesio, cloruro de sodio, sulfato ferroso, sulfato de cinc, sulfato de manganeso y yoduro de potasio, todos de grado alimenticio. La premezcla de minerales utilizado en un nivel adecuado, cubre las recomendaciones de los minerales respectivos, para las fórmulas infantiles (8).

Finalmente para brindar una mejor apariencia al producto, se utilizó lecitina de soya como emulsificante y como saborizante esencia de leche (Firmenich de México, S.A. de C.V.).

El procesamiento empleado para la obtención de la fórmula médica en forma de polvo, se puede reducir a lo siguiente: a) mezclado de los ingredientes, el cual se llevó a cabo utilizando agua a 50°C y agitación mecánica, siendo tales ingredientes adicionados al agua uno a uno hasta lograr su completa incorporación, para ajustar el contenido de sólidos a 30% y, b) luego de tener preparada la fórmula médica en forma líquida, ésta se secó en un secador de Aspersión Niro Atomizer Mod. 6331 (Copenhagen, Denmark), bajo las siguientes condiciones: temperatura del aire de entrada y salida al secador a 170 y 90°C respectivamente.

La calidad de la proteína de la fórmula médica, se evaluó en términos de la Relación Neta de Proteína (RNP) de acuerdo al método de Bender y Doell (9), y de la utilización de Nitrógeno (UN) de acuerdo a McLaughlan (10), así como de los valores relativos de ambos (R-RNP y R-UN). Para efectos de comparación con la RNP, el UN se expresará en función de la proteína consumida. El factor de mantenimiento del UN se calculó en base a la pérdida promedio del peso del grupo de ratas alimentadas con una dieta libre de nitrógeno durante la segunda semana, la cual fue de 11.9%.

Las dietas se formularon para contener un 10% de proteína. Ya que de antemano se sabía que dada la composición teórica de la fórmula médica infantil, no sería posible ajustar el contenido de grasa al 8% de la dieta prueba, tal como lo marca el protocolo de la AOAC (11), el nivel de grasa de la dieta control de caseína ANRC (Bioserv. Inc., N.J. E.U.A. se ajustó al mismo valor logrado en la dieta prueba. Los demás ingredientes de las dietas se ajustaron a los niveles establecidos para

la formulación de las dietas en la determinación de la Relación de Eficiencia Proteica (11).

Para la realización de las pruebas biológicas, se utilizaron ratas machos Sprague Dawley recién destetadas con pesos iniciales de 45-55 g, las cuales se colocaron individualmente en jaulas de acero inoxidable, en un cuarto mantenido a una temperatura de 23 ± 10 c y $50 \pm 10\%$ de humedad relativa, con un período alternado de luz-oscuridad de 12 horas. Las ratas se dividieron en 3 grupos de 10 animales cada uno. Un grupo recibió la dieta control de caseína ANRC, otro la dieta libre de nitrógeno y el restante la dieta prueba. La asignación de los grupos de animales a las dietas fue completamente aleatoria. Se proporcionó agua y alimento *ad libitum*. Se suministró una porción de la dieta cada tres o cuatro días y la dieta que no se consumió se secó y pesó para la determinación del consumo de alimento. Las ratas se pesaron el mismo día que se les proporcionó el alimento.

En el análisis de resultados de las pruebas biológicas, se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. Se aplicó un análisis de varianza de un solo criterio de clasificación y cuando el resultado del análisis de varianza de acuerdo al diseño especificado rechazó la hipótesis de igualdad de medias, se utilizó la prueba de rango múltiple de Newman (12) y Keuls (13) conocida como SNK.

El contenido de humedad, cenizas, fibra cruda, grasa y nitrógeno de Kjeldahl se determinaron mediante los métodos de la AOAC (11). El contenido de proteínas se obtuvo al multiplicar el nitrógeno total por 6.25. La lisina reactiva se determinó de acuerdo al método de Hurrell et al. (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

El conjunto de los ingredientes utilizados en el desarrollo de la fórmula médica, así como la proporción empleada de cada uno de ellos se muestra en la Tabla 2. El análisis proximal del producto secado por aspersión se observa en la Tabla 3. De acuerdo a esto, los niveles de proteína, grasa y carbohidratos, así como la contribución calórica de cada uno de ellos a la fórmula infantil desarrollada se encuentra dentro de los rangos de las recomendaciones sugeridas para este tipo de alimentos (8), al igual que las fórmulas médicas infantiles que contienen como fuente de proteína a un aislado de soya y que están disponibles en México (Tabla 4). el aporte de minerales y vitaminas, tomando como base los niveles utilizados de ambas premezclas se muestran en las Tabla 5 y 6 y los valores logrados también observan los límites permitidos para este tipo de nutrimentos.

TABLA 2
CONTENIDO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS
EN LA FORMULA MEDICA

Ingrediente	g/100 g
Concentrado proteínico de garbanzo	24.30
Aceite de maíz	9.67
Aceite de coco	12.53
Sacarosa	45.07
Minerales ^a	4.00
Lecitina	3.26
Sabor a leche ^b	0.75
Metionina	0.22
Mezcla de vitaminas ^c	0.26

^a Cada Kg de minerales contiene 493 g de fosfato tricalcio, 246,9 g de citrato de potasio, 98,8 g de cloruro de potasio, 37 g de cloruro de magnesio, 117.3 g de cloruro de sodio, 6.17 g de sulfato ferroso, 2.36 g de sulfato de cinc, 69.14 mg de sulfato de manganeso y 18.52 mg de yoduro de potasio.

^b Proporcionado por Firmenich de México, S.A. de C.V.

^c Proporcionada por Productos Roche, S.A. de C.V. Cada Kg de la premezcla vitamínica contiene 8.5 millones de U.I. de vitamina A, 2.20 millones de U.I. de vitamina D, 30 g de vitamina E, 3.5 g de tiamina, 4.0 g de riboflavina, 2.5 g de clorhidrato de piridoxina, 0.08 g de cianacobalamina, 45.0 g de nicotinamida, 23.0 g de pantotenato de calcio, 0.15 g de ácido fólico y 310.0 g de ácido ascórbico.

TABLA 3
ANALISIS PROXIMAL DE LA FORMULA MEDICA
ELABORADA A BASE DEL CONCENTRADO
PROTEINICO DE GARBANZO

Componente	g/100 g
Proteína	16.0
Grasa	25.8
Carbohidratos	51.0
Fibra cruda	0.0
Cenizas	3.2
Humedad	4.0

TABLA 4
COMPARACION DE LA COMPOSICION DE LOS NUTRIMENTOS MAYORES DE LAS FORMULAS ELABORADAS A PARTIR DEL CONCENTRADO PROTEINICO DE GARBANZO Y AISLADO PROTEINICO DE SOYA, CON LOS ESTANDARES PERMITIDOS

Nutrimentos	Fuente de proteína de la fórmula			
	Concentrado de garbanzo	Aislado de soya		Recomendación ^c
		A ^a	B ^b	
Proteína:				
(g/100 kcal)	3.2	2.7	3.1	1.8-4.5
(% kcal)	12.8	10.6	12.4	
Grasa:				
(g/100 kcal)	5.2	5.4	5.3	3.3- 3.6
(% kcal)	46.4	48.9	47.2	30.0-54.0
Carbohidratos:				
(g/100 kcal)	10.2	10.2	10.2	
(% kcal)	40.8	40.5	40.4	40.0-50.0
Kcal/100 g de fórmula	500	515	515	
Kcal/l de fórmula preparada a dilución normal	640	680	680	640-680

^a Producto elaborado en Holanda por M&R Laboratories B.V. Zwolle y distribuido en México por Abbott Laboratories de México, S.A. de C.V. México, D.F.

^b Producto elaborado por Wyett Vales, S.A. México, D.F.

^c FAO/WHO (8)

TABLA 5
APORTE DE MINERALES DE LA FORMULA MEDICA COMPARADO CON LOS VALORES DE LOS ESTANDARES^a

Minerales	Aporte/100 kcal	Recomendaciones ^b	
		Mínimo	Máximo
Calcio (mg)	157.4	50	N.E.
Fósforo (mg)	80.2	25	N.E.
Potasio (mg)	153.3	80	300
Cloruros (mg)	116.5	55	150
Magnesio (mg)	7.6	6	N.E.
Sodio (mg)	50.9	20	60
Hierro (mg)	1.8	1	N.E.
Cinc (mg)	0.8	0.5	N.E.
Manganeso (ug)	20.2	5	N.E.
Iodo (ug)	11.3	5	N.E.

^a De acuerdo al nivel utilizado de la mezcla de minerales y al aporte de minerales del concentrado proteínico.

^b FAO/WHO (8). La relación de calcio: fósforo no deberá ser menor de 1.2 ni mayor de 2.0

^c No especificado

TABLA 6
APORTE DE LA PREMEZCLA VITAMINICA A LA FORMULA MEDICA COMPARADO CON LOS VALORES DE LOS ESTANDARES

Vitaminas	Aporte/100 kcal	Recomendaciones ^a	
		Mínimo	Máximo
Vitamina A (U.I)	340	250	500
Vitamina D (U.I)	40	40	40
Vitamina E (U.I)	120 (mg)	3 ^b	^c N.E.
Tiamina (µg)	140	40	N.E.
Riboflavina (µg)	160	60	N.E.
Piridoxina (µg)	100	35	N.E.
Cianobalaminina (µg)	3.2	0.15	N.E.
Nicotinamida (µg)	1800	250	N.E.
Acido pantoténico (µg)	900	300	N.E.
Acido fólico (µg)	6	4	N.E.
Acido ascórbico (mg)	16	8	N.E.

^a FAO/WHO (8)

^b Puede ser 0.7 U.I/g de ácido linoleico

^c No especificado

La composición de las dietas suministradas en las pruebas biológicas se muestra en la Tabla 7 y la estimación del valor nutritivo de sus proteínas expresado como RNP y UN, así como sus valores relativos a caseína en la Tabla 8. De acuerdo a esto, la calidad nutritiva de la proteína de la fórmula médica comparada con el de caseína de 4.72, 100.0, 4.29 y 100.0 fue de 3.95, 83.6, 3.55 y 82.6 medido en términos de la RNP, R-RNP, UN y R-UN.

TABLA 7
COMPOSICION DE LA DIETA PARA LA EVALUACION BIOLOGICA DE LA FORMULA MEDICA^a

Ingredientes	Caseína	Fórmula médica
Caseína ANRC	11.7	—
Fórmula médica	—	62.5
Aceite de algodón	15.1	0.0
Mezcla de minerales ^b	5.0	3.0
Mezcla de vitaminas ^c	1.0	1.0
Colina	0.2	0.2
Almidón	33.5	16.2
Sacarosa	33.5	16.1

^a En g/100 g

^b Bioserv. NJ. E.U.A. La premezcla de minerales contiene lo siguiente en g/kg de dieta: aluminio 0.0005, calcio 11.8, cloro 4.79, cobre 0.0175, flúor 0.0027, yodo 0.0030, hierro 0.385, magnesio 0.3818, manganeso 0.0055, fósforo 2.53, potasio 5.88, sodio 1.396, azufre 0.1162 y cinc 0.0637.

^c Bioserv NJ. E.U.A. La premezcla vitamínica contiene los siguientes en g/kg de dieta: ácido ascórbico 0.45 biotina 0.0002, pantotenato de calcio 0.03, ácido fólico 0.0009, inositol 0.05, menadiona 0.02, niacina 0.04, ácido para-amino-benzoico 0.05, piridoxina 0.01, riboflavina 0.01, tiamina 0.001, vitamina A 9000 U.I., vitamina D 1000 U.I., vitamina E 25 U.I.

TABLA 8
CALIDAD NUTRITIVA DE LA FORMULA MEDICA
EN TERMINOS DE LA RELACION NETA DE
PROTEINA (RNP), UTILIZACION DE NITROGENO
(UN), Y DE LOS VALORES RELATIVOS A AMBOS
(R-RNP Y R-UN)^a

Fuente de proteína	RNP	R-RNP	UN	R-UN
Caseína	4.72b	100.0	4.29b	100.0
Fórmula médica	3.95c	83.6	3.55c	82.6

^a Las medidas con diferentes letras son significativamente distintas (SNK, $p < 0.05$).

CONCLUSIONES

Mediante el presente estudio se demuestra que es posible obtener una fórmula médica, utilizando como fuente de proteína el concentrado proteínico de garbanzo obtenido por ultrafiltración que cumple cabalmente con las normas establecidas para la elaboración de este tipo de productos.

La calidad nutritiva de la fuente de proteína utilizada, no sufrió deterioro mediante el procesamiento recibido para obtener el producto final, tal y como se puede apreciar en los valores relativos de la RNP y UN antes y después de dicho procesamiento (Tabla 1 y 8), lo cual también concuerda con los valores de lisina reactiva (Tabla 1 y 3).

Finalmente, tomando en consideración que el garbanzo representa una fuente alimenticia tolerable en la nutrición infantil (3,15) y los resultados logrados aquí, la fórmula médica infantil desarrollada a base del concentrado proteínico de garbanzo obtenido por ultrafiltración, representa una buena alternativa a las ya existentes a base de harina de soya y a las recientemente introducidas al mercado mexicano a base de aislados de soya importadas de otros países.

REFERENCIAS

1. Brostrom, K. Human milk and infant formulas: nutritional and immunological. En: Textbook of Pediatric Nutrition. (Ed) M.R. Suskind (Ed) New York, Rave Press, 1959, p. 41-64.
2. Ulloa, J.A. Fórmulas médicas infantiles. *Convergencia: Revista de Investigación de la Universidad Autónoma de Nayarit*. 1(5):66-68. 1986.
3. Garagarza, M. El garbanzo como complemento alimenticio. *Información científica y tecnológica*. 3:17-18, 1981.
4. Decock, A. Soy protein isolates in hypoallergenic infant formulations and humanized milks. *J. Am. Oil chemists' Soc.* 51:1994-2001, 1974.
5. Shulma R. J., W.W. Wong, Ch. S. Irving, B. L. Nichols, B. L. & P. D. Klein. Utilization of dietary cereal by young infant. *J. Pediatric*. 103:23-27, 1983.
6. Ulloa, J.A., Z.H. García-Quintero & M. E. Valencia. 1986. Obtención de un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*) por ultrafiltración. *Arch. Lat. de Nutr.* (aceptado).
7. Ulloa, J.A. & M.E. Valencia. Calidad nutritiva de un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*) obtenido por ultrafiltración. *Arch. Latinoamer Nutr.* 42:428-431. 1992
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World health Organization. Codex Alimentarius Commission. Recommended International Standards for Foods for Infant and Children. Rome, Italy. Joint FAO/WHO Food Standars Programme, 1977
9. Bender, A.E. & B.H. Doell. Biological evaluation of protein: a new aspect. *Brit. J. Nutr.* 11:140-148, 1957.
10. McLaughlan, J.M. The relative nitrogen utilization method for evaluation protein quality. *J. AOAC*. 59:42-45, 1976.
11. AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 14th. ed Washington, D.C., The Association, 1984.
12. Newman, D. The distribution of range in sample from a normal population, expressed in terms of a independent estimate of standard deviation. *Biometrika*. 31:20-30, 1939.
13. Keuls, M. The use of the studentized rank in connection with analysis of variance. *Euphytica*. 1:112-122, 1952.
14. Hurrell, R.F., P. Lerman & J. Carpenter. Reactive lysine in foodstuffs as measured by a rapid dye-binding procedure. *J. Food Sci.* 44:1221-1224, 1979.
15. Barja, I., P. Muñoz, G. Salinano, E.M. Vallejos, E. Rodríguez & M.A. Tagle. Infant feeding formula based on chick-pea (*Cicer arietinum*) its use as the sole food in healthy infants. *The Indian J. of Nutr. and Diet.* 11:335-341, 1974.

Evaluación de la calidad de un producto deshidratado en base a papa (*Solanum tuberosum*), lupino (*Lupinus mutabilis*) y huevo ¹

Patricia Glorio Paulet ² y Zelmira Reynoso Zárate ³

Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú

RESUMEN. Después de la evaluación matemática de 20 mezclas conteniendo proporciones variables de papa (P), lupino (L) y huevo entero (H) expresadas en base seca, permanenciando constante el huevo en 6%, se seleccionó la mezcla 60:34:6 (P:L:H) por ser de mejor valor nutricional destinada a la alimentación de niños pre-escolares.

Cuando la suspensión de la mezcla conteniendo 18% de sólidos fue secada en un deshidratador de tambor se obtuvo un rendimiento de 20% de escamas con buenas características de absorción y un contenido de humedad de 3.5%. Siendo su aporte proteico y energético de 26.7% y 407.4 kcal/100 g respectivamente.

Las hojuelas o escamas en forma de salsa tipo «huancaína» tuvo mayor aceptación que las preparadas en forma de puré en la evaluación sensorial.

Durante el almacenamiento por 90 días en condiciones de medio ambiente (18.6° C y 85% H.R. en promedio), las hojuelas empacadas adecuadamente no mostraron evidencia de contaminación microbiana; sin embargo presentaron problemas de rancidez después de 45 días.

SUMMARY. Quality evaluation of a dehydrated product based on potato (*Solanum tuberosum*), lupin (*Lupinus mutabilis*) and eggs. After a mathematical evaluation of 20 mixtures containing different proportions of potato (P), lupin (L) and whole egg (E) on dry basis and kept the latter component in a constant amount of 6 per cent, a mixture of 60:34:6 (P:L:E) was chosen for a further experimental work at a lab level because of his better nutritional value for the pre-school children feeding.

When an eighteen percent suspension of the mixture mentioned above was dehydrated in a drum drier an adequate yield of flakes was obtained with an appropriate water absorption.

The sensory evaluation test of the dehydrated product as a sauce indicated a higher acceptance than purées.

On the other hand, during a 90 days period storage test of the product as flakes, it did not showed microbiological problems, although after 45 days rancidity appeared in the dehydrated product.

INTRODUCCION

El lupino, tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*) se caracteriza por su alto contenido de aceite y proteína alcanzando valores promedios de 20% y 40% respectivamente. Se constituye en una alternativa para mejorar la nutrición de la población rural y urbana del Perú, su cultivo se adapta a las tierras marginales por encima de los 3.000 msnm, donde pocos prosperan (1).

Se conoce que la proteína del lupino es limitante en metionina y también en treonina (2). Antes de su consumo los granos deben ser desamargados, a fin de eliminar los alcaloides. El proceso se inicia con la limpieza y selección, luego una cocción en agua por 45 minutos, lavado con agua potable en circulación durante 3 a 4 días en promedio y finalmente un secado, empleando un deshidratador de aire caliente o los rayos solares (3).

La papa, fuente principal comestible en el área andina, contiene en promedio 25% de materia seca, correspondiente más del 80% al extracto libre de nitrógeno constituido mayormente por almidón fuente excelente de calorías (4). De la proteína presente en aproximadamente 8% en base seca, 71% corresponde a la tuberina, existiendo además gluteína, albúmina, globulina y prolaminas; todas ricas en lisina y limitantes también en aminoácidos azufrados (5).

1. Compendio del trabajo de investigación de tesis presentado para optar el Grado de Magister Scientiae en la Especialidad de Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM.
2. Docente. Dpto. Ciencia de Alimentos y Productos Agropecuarios. Facultad de Industrias Alimentarias, UNALM.
3. Profesora Principal. Dpto. Ciencia de Alimentos y Productos Agropecuarios. Facultad de Industrias Alimentarias, UNALM.

El huevo es una fuente proteica de excelente calidad rica en aminoácidos azufrados (6).

Se han realizado varias investigaciones en mezclas usando materia prima de origen vegetal, con la finalidad de aprovechar los efectos de complementación proteica y obtener productos de consumo masivo de bajo costo (7,8).

La presente investigación pretende elaborar un producto semi-instantáneo tipo escamas en base a papa: lupino: huevo (P:L:H); evaluar su calidad nutricional y estabilidad durante el almacenamiento. Producto destinado a la alimentación de niños pre-escolares, sector vulnerable que muestra deficiencias nutricionales en las áreas de extrema pobreza del Perú.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó harina integral de lupino (*Lupinus mutabilis*) procedente de granos desamargados empleando el método tradicional, cuya composición porcentual (g/100) fue como sigue: humedad 6.1, proteína 47.7, carbohidratos 10, extracto etéreo 24.1, fibra 9.8 y cenizas 2.3. Se utilizó papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad Yungay y huevo entero de gallina.

Equipos

Secador de doble tambor rotatorio Overton G.F. modelo 20, 45 cm de diámetro, longitud de 60 cm, y espacio entre rodillos 0.15 mm.

Métodos

Se determinó la humedad, proteína (N \times 6.25), extracto etéreo, fibra, cenizas y carbohidratos por diferencia (9). Se evaluó la energía disponible, a partir del análisis químico proximal, utilizando los factores de Atwater según lo recomendado por FAO/OMS/UNU (10).

Para seleccionar la mezcla se recurrió al cálculo del cómputo químico, en base a los datos de FAO/OMS/UNU (10) y el descrito por Miller y Payne (11).

Se encontró el índice de absorción de agua a través del método recomendado por Andersen et. al (12). Los resultados fueron analizados por análisis de varianza y el ensayo de rangos múltiples de Duncan.

Se determinó el rendimiento en base húmeda (g de escamas recolectadas después del secado/g de materia prima que ingresan al proceso).

Se calculó la humedad de equilibrio de la mezcla deshidratada, siguiendo el método gravimétrico y estático de las soluciones saturadas acuosas de varias sustancias (13), haciendo el ajuste de los datos experimentales mediante los métodos de B.E.T. y G.A.B. (14).

En las pruebas biológicas (15) se utilizaron ratas blancas albinas de la raza Holtzman machos de 21 a 23 días de edad, en un número de 10 por tratamiento en la determinación del índice de eficiencia proteica (PER). Para la prueba de NPU se seleccionaron 8 ratas provenientes de 8 camadas diferentes de 8 ratas cada una. Para la digestibilidad aparente se utilizó 6

ratas machos de 28 a 33 días de edad. Las raciones fueron formuladas a fin de lograr un 10.6% de energía proveniente de proteínas; 9.9% de proteína y 371 kcal de energía fisiológicamente digestible. Fueron adicionados además una mezcla de vitaminas y de sales minerales en porcentaje de 5% y 4% respectivamente; además de coronta molida como fuente de fibra (2-4%).

Se determinó los valores de acidez y peróxido en las escamas de acuerdo a los métodos de la AOAC (9) y Pearson (16). Se realizaron análisis de microorganismos aerobios viables; de coliformes y numeración de hongos y levaduras (17).

En la evaluación sensorial se utilizó un panel semientrenado conformado por 16 personas, empleando la prueba de Scoring. Las escamas fueron ofrecidas a los panelistas en forma de puré y en forma de un tipo de salsa «salsa a la Huancaína» (salsa picante empleada en el Perú para cubrir papas cocidas y peladas).

Se formularon 20 mezclas empleando proporciones variables de papa, lupino y huevo expresadas en base seca; manteniendo el huevo constante en 6%. Se calculó el cómputo químico o score (10) y por el método matemático de predicción del valor proteico propuesto por Miller y Payne (11) se predijo los valores de NDp Cal% (porcentaje de calorías netas utilizado con fines de síntesis tisular). Se utilizó el aminograma de la papa reportado por Collazos (4), del lupino desamargado por Shoenerberger (18) y del huevo en polvo (6).

$$\text{Score} = \frac{\text{mg de aminoácidos en un g de proteína}}{\text{mg de aminoácido en la combinación de referencia}} (1)$$

$$\text{NDpCal \%} = \frac{\text{Score} \times P (54-P)}{(54-P_m)}$$

$$\text{NDpCal \%} = \% \text{ de calorías netas proteicas dietarias}$$

$$P = \% \text{ de calorías de origen proteico}$$

$$\text{Score} = \text{Score proteico basado en datos químicos}$$

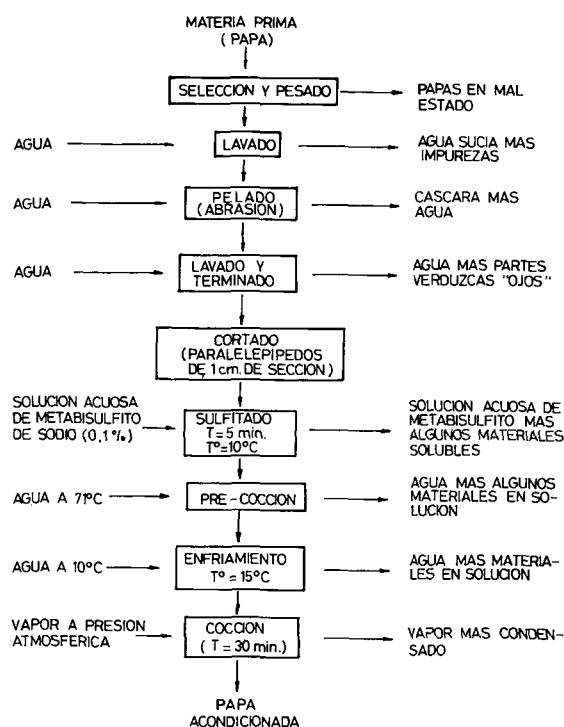
$$P_m = \% \text{ de calorías proteicas requeridas para el mantenimiento } 400/\text{score}$$

(1) Aminograma patrón de la leche de vaca reportado por Araya (19).

Parte experimental

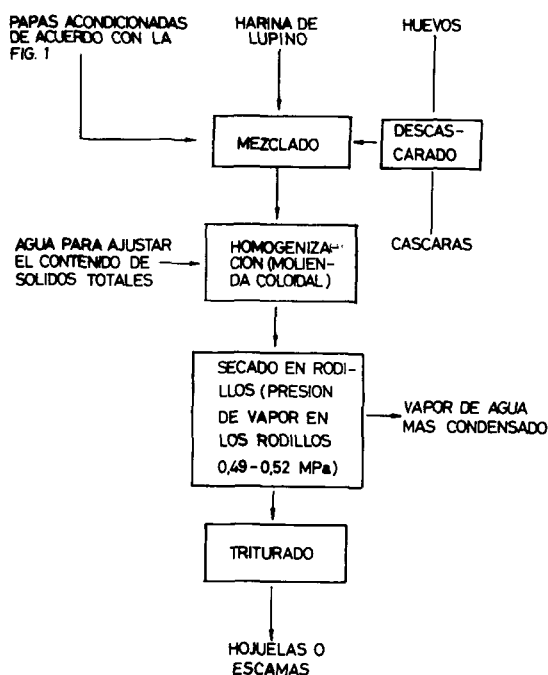
El acondicionamiento de la papa, Figura 1, sigue lo recomendado por Talburt y Smith (20), Hanson (21) y Sullivan (22). Tratamiento que evita la excesiva elasticidad y pastosidad del producto rehidratado.

FIGURA 1
Flujo de acondicionamiento de la papa



De la Figura 2, los pesos de papa, harina de lupino y huevo fueron calculados considerando su humedad inicial a fin de mezclar cantidades apropiadas de materia seca.

FIGURA 2
Flujo para la elaboración de las escamas conteniendo papa:lupino:huevo



Antes del secado se preparó suspensiones conteniendo 15, 18 y 20% de sólidos, las cuales pasaron a través del tambor rotatorio a velocidades de 2 y 4 rpm. Las que acondicionaron el tiempo de secado. El vapor de agua utilizado para calentar el equipo alcanzó una presión de 0.49-0.52 MPa (5-5.3 kg/cm²) correspondiente a 150°C aproximadamente.

Se determinó la humedad, índice de absorción y rendimiento de las escamas.

Se realizaron los análisis químicos, la humedad de equilibrio y la evaluación biológica de las escamas de mejor valor nutricional. Luego se determinó la evaluación sensorial y el estudio de almacenamiento por 90 días a medio ambiente (18.6° C y 85% H.R.); empacándolas en bolsas de polietileno de alta densidad dentro de cajas de cartón duplex.

RESULTADOS Y DISCUSION

De la Tabla 1, se eligió la mezcla 60:34:6 (P:L:H) por su alto valor proteico y NDpCal %.

TABLA 1
VALORES DE SCORE O COMPUTO QUIMICO Y VALOR PROTEICO (1) DE LAS MEZCLAS DE PAPA:LUPINO:HUEVO

Proporción P:L:H	Aminoácidos limitante	Cómputo químico	P% (2)	NDpCals% (2)	NPUop pronosticado (3)
0:94:6	TTP(4)	53.6	41.7	5.8	14.0
4:90:6	TTP	54.2	40.7	6.3	15.4
10:84:6	TTP	55.3	39.0	6.9	17.6
14:80:6	TTP	56.1	37.9	7.3	19.2
20:74:6	TTP	57.4	36.2	7.8	21.7
24:70:6	TTP	58.4	35.0	8.2	23.5
30:64:6	TTP	60.0	33.2	8.7	26.3
34:60:6	TTP	61.2	32.0	9.0	28.3
40:54:6	TTP	63.3	30.1	9.5	31.6
44:50:6	TTP	64.8	28.8	9.8	34.0
50:44:6	TTP	67.5	26.9	10.2	38.0
54:40:6	TTP	69.5	25.5	10.4	41.0
60:34:6	MET+CIS(5)	71.5	23.5	10.6	45.0
64:34:6	MET+CIS	72.6	22.1	10.5	47.7
70:24:6	LIS(6)	72.7	19.9	10.1	51.0
74:20:6	LIS	72.7	18.5	9.8	53.0
80:14:6	LIS	72.7	16.2	9.2	56.6
84:10:6	LIS	72.8	14.7	8.6	58.9
90: 4:6	LIS	72.8	12.3	7.7	60.0
94: 0:6	LIS	72.8	10.7	7.0	64.9

(1) Valor proteico relacionado al valor de NDpCals% (calorías netas de origen proteico).

(2) P% = % de calorías proteicas

(3) NP Uop = Utilización Proteica Neta (operativa)

(4) TTP = Triptófano

(5) MET+CIS = Metionina + Cistina

(6) LIS = Lisina

Evaluación del producto deshidratado

Cuando la suspensión con 18% de sólidos de la mezcla 60:34:6 (P:L:H) fue deshidratada a velocidades de 2 y 4 rpm, las escamas contenían humedades inferiores y superiores al 6% respectivamente. Descartándose emplear 4 rpm por cambios en el color y sabor de las escamas durante el almacenamiento. Se conoce que hojuelas de camote con humedades superiores a 6% tuvieron problemas de deterioro (23).

Al deshidratar las suspensiones que contenían 15, 18 y 20% de sólidos de la mezcla elegida, las hojuelas provenientes de la suspensión de 18%, presentaban bajos contenidos de humedad, elevado índice de absorción y alto rendimiento en base húmeda (Tabla 2). Un índice de absorción elevado del producto precocido deshidratado, indica mayor grado de gelatinización del almidón durante el tratamiento térmico, ocasionando menor destrucción de los grupos hidrofílicos de los carbohidratos y proteínas y menor retrogradación de los almidones (12). Se eligió la suspensión de 18% de sólidos como la apropiada para el secado.

La composición proximal de las escamas, Tabla 3, indica valores altos de proteínas, carbohidratos y grasas.

TABLA 2
CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS ESCAMAS (1)

Mezcla (2)	Sólidos (%)	Humedad (%)	Índice de absorción (g de gel / g de mtra.)	Rendimiento (4) %
	15	4.61 a	5.13 e (3)	19.23
60:34:6	18	3.58 a	5.95 f	19.83
	20	4.65 a	5.89 f	19.09

(1) Secado en tambor (0.49-0.52 MPa) y 2 rpm.

(2) Papa:Lupino:Huevo (60:34:6)

(3) Los promedios que no comparten las mismas letras dentro de cada columna, son significativamente diferentes ($P < 0.05$) en la prueba de Duncan

(4) Base húmeda

Evaluación nutricional de las escamas u hojuelas

Según los cálculos matemáticos (Tabla 1) se predijo un valor de score del 71% para la mezcla 60:34:6. Los datos de la Tabla 4 confirman las predicciones, alcanzando valores de PER y NPU mayores de 71% respecto a la caseína; asimismo la digestibilidad es superior a 90%.

TABLA 3
ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS ESCAMAS (1)

g/100g (2)	Base húmeda	Base seca
Humedad	4.9	0.0
Proteína (Nx6.25)	26.7	28.1
Grasa	12.2	12.8
Fibra	5.6	5.9
Carbohidratos (por diferencia)	47.8	50.2
Cenizas	2.9	3.1
Energía (Kcal)	407.4	428.2

(1) Papa: Lupino:Huevo (60:34:6)

(2) Promedio de cuatro determinaciones

TABLA 4
ENSAYOS BIOLÓGICOS EN LAS ESCAMAS (1)

Tratamiento	Corregido	PER		Digestibilidad		NPU	
		% (2)	% (2)	% (3)	% (2)		
Caseína	2.5	100	91.9	100	62	100	
Escamas	1.9	76	86.3	94	46.7	75.4	

(1) Papa: Lupino:Huevo (60:34:6)

(2) En relación a la caseína 100%

(3) Dieta estudiada con 10% de proteína

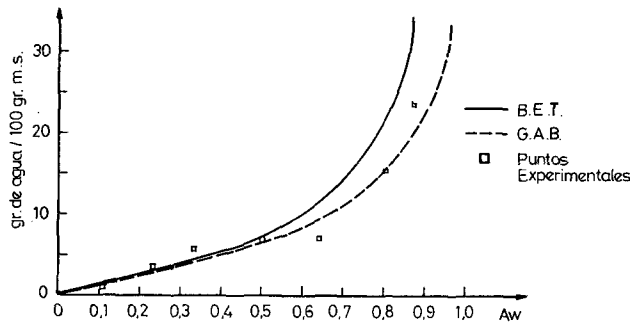
Según FAO/OMS/UNU (10), las diferencias en digestibilidad podrían deberse a características intrínsecas de las proteínas, naturaleza de la pared celular, presencia de otros factores dietéticos que modifican la digestión como fibra, polifenoles alimentarios y reacciones que alteran la liberación de nutrientes.

Se escogió la mezcla 60:34:6 por su mejor valor nutricional destinada para niños pre-escolares. De las Normas CODEX (24), los requerimientos de los niños de corta edad, deben ser cubiertos con proteínas de calidad no inferior al 70% del valor de la caseína, y un contenido de proteína superior al 15% en base seca. Se debe recordar que no es tan exigente el requerimiento de aminoácidos azufrados en los niños pre-escolares como en los lactantes (10).

Determinación de la humedad de equilibrio

Se determinó la humedad de equilibrio de las hojuelas de la mezcla seleccionada utilizando soluciones sobresaturadas, manteniendo la temperatura a 25°C, graficándose luego la isoterma de adsorción (Figura 3).

FIGURA 3
Isoterma de adsorción de agua de la mezcla
papa:lupino:huevo (60:34:6)



El ajuste utilizando el modelo de G.A.B. (14) emplea la ecuación $A_w/W = \alpha A_w^2 + \beta A_w + \delta$ (en la cual se representa $\alpha = K(1/C-1)/W_m$, $\beta = (1-2/C)/W_m$ y $\delta = 1/W_m C K$). Siendo W_m = contenido de agua correspondiente a la saturación de todos los sitios de absorción primaria de una molécula de agua conocido en la teoría de B.E.T. como agua de monocapa. C = Constante de Guggenheim relacionada con el calor de sorción de las multicapas; K = Factor corrector de las propiedades de las moléculas de multicapa con respecto a las del líquido valor relacionado con el calor de condensación del vapor de agua pura y el calor de sorción de las multicapas. Para el ajuste del total de los puntos experimentales, el porcentaje de error alcanzó 17.6%.

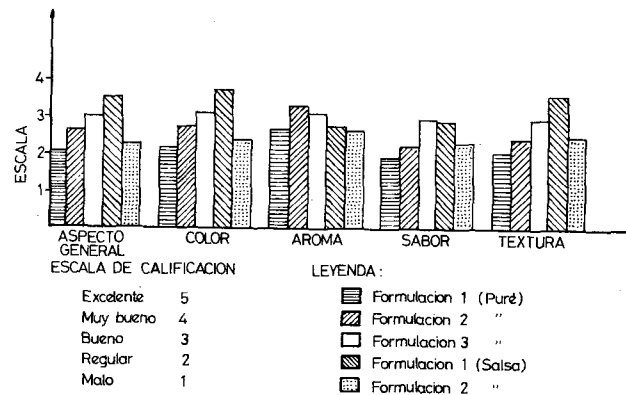
Cuando se utilizó el modelo de B.E.T. para el ajuste de los puntos experimentales hasta niveles de A_w inferiores a 0.5; el porcentaje de error alcanzó 15%. Se recomienda el uso de esta ecuación desde que el producto deshidratado en estudio difícilmente superaría el valor de A_w de 0.5.

El valor de monocapa fue de 4.67 y 5.49 g de agua/100g de m.s. utilizando la ecuación de B.E.T. y modelo de G.A.B. respectivamente, diferencia que está en el rango de las encontradas por Labuza et al (25). El conocimiento de la isoterma permitirá determinar la humedad necesaria en el producto para mantener la A_w de 2 a 3, rango en el cual se minimiza la oxidación de lípidos (26).

Pruebas de evaluación sensorial

Comparando la aceptabilidad de las escamas de 60:34:6 (P:L:H) preparada bajo la forma de puré (Figura 4) y otra en salsa tipo «huancaína»; esta última tuvo mayor preferencia por los panelistas. Como es obvio el sabor de las escamas puede mejorar notablemente añadiendo otros ingredientes y/o sazonadores durante la preparación. En general las salsas permiten incorporar mayor número de ingredientes.

FIGURA 4
Resultados de la prueba de scoring



Almacenamiento

Las escamas 60:34:6 (P:L:H) mostraron incrementos en el valor de acidez durante el almacenamiento (Tabla 5). Siendo al principio muy acelerado, tal vez debido a la presencia aún activa de algunas lipasas, sin embargo se torna moderado después de los 45 días. A partir de los 10 días incrementa lentamente el valor de peróxido de las escamas, para luego acentuarse después de los 45 días, a causa de las reacciones de oxidación autocatalíticas (Figura 6). Afortunadamente hasta los 45 días, las hojuelas tienen valores de peróxido aceptables según Pearson (16).

TABLA 5
VALOR DE PEROXIDO Y ACIDEZ DE LAS
ESCAMAS (1)

Controles	Días de almacenamiento		
	5	45	95
Peróxido (mEq/kg)	0	3.5	42
Acidez % (2)	5.8	10	10.6

(1) Papa: Lupino:Huevo (60:34:6)

(2) Calculado como ácido oleico

Las escamas no presentaron evidencias de contaminación microbiana durante los 90 días de almacenamiento. Aunque el recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables, demostró un incremento de 1.4×10^4 ufc/g en las escamas recientemente preparadas hasta 34×10^4 ufc/g a los 90 días; valores inferiores al límite permisible en alimentos deshidratados. La ausencia de coliformes, hongos y levaduras indica un adecuado manipuleo durante el procesamiento.

CONCLUSIONES

1. Se eligió la mezcla 60:34:6 (P:L:H) como la de mejor valor nutricional, destinado a los niños pre-escolares.

2. Las escamas elaboradas a partir de la mezcla 60:34:6 (P:L:H) logró un PER de 1.9, NPU de 46.7% y la digestibilidad de 86.3%. Valores superiores al 70% de la calidad de la caseína utilizada como referencia.
3. Para el secado en tambor empleando una velocidad de 2 rpm fue necesario preparar una suspensión de 18% de sólidos de la mezcla 60:34:6 (P:L:H).
4. El aporte proteico y energético de las escamas alcanzó 26.7% y 407.4 kcal/100 g respectivamente.
5. Las escamas elegidas preparadas en forma de salsa tipo «huancaína» tuvo mayor aceptación que aquella en forma de puré en la evaluación sensorial.
6. El valor de monocaloría encontrado para el producto deshidratado fue de 4.6 (B.E.T.) y 5.40 (G.A.B.)g agua/100g m.s. respectivamente.
7. Durante el almacenamiento al medio ambiente (valores promedio de HR 85% y temperatura 18.6°C) las escamas no tuvieron problemas de contaminación microbiana; sin embargo se detectó enranciamiento después de los 45 días.

Agradecimiento

El presente trabajo se realizó con el apoyo económico del Consejo de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) del Perú.

REFERENCIAS

1. Chávez, G.A. Program for lupine, tarwi or chocho production in the peruvian highland the outlook and limitations. In: «Proceeding of the first international lupine workshops» p.264-279. Eshborn, Germany. 1980.
2. McLean, Jr. W.C., Graham, G.G., Planck, R.P., López de Romaña. Plasma free aminoacids in children consuming lupin protein with and without methionine supplementation. J. Nutr. 113(4):779-585. 1983.
3. FAO. «El cultivo y la utilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)» R. Gross (Ed.) Roma 141-191. 1982.
4. Collazos, Ch., White, P., White, H., Viñas, E., Alvistur, E., Urueta, R., Vásquez, J., Díaz, C., Quiñoz, A., Roca, A., Hegsted, M. Herrera, N., Fachin, A., Robles, N., Hernández, Hegsted, M., Herrera, N., Fachin, A., Robles, N., Hernández, E., Bradfield, R. «La composición de los alimentos peruanos» 5ta. Edición, Ministerio de Salud Lima. p.19. 1975.
5. Wojnowska, I., Poznanski, S. y Bedmarsky, W. Processing of the potato protein concentrates and their properties. J Food Sci. 47:167-172. 1981.
6. United States Department of Agriculture (USDA), Composition of foods, dairy and egg products raw, processed and prepared. Handbook N°8-1 USDA. Revised by Posati. P.L. y Orr, M.L. Washington D.C. 1976.
7. Bengoa, H.G. Elaboración de sopas deshidratadas a partir de arroz, quinua y frijol. Tesis U.N.A.L.M. Industrias Alimentarias. Perú. P. 35-37. 1981.
8. Traver, L.F., Bookwalter, G.N., Kwolek, W.F. A computer based grafical method for evaluation of protein quality of food blends relative to cost. Food Technology 33(6):72-78. 1981.
9. A.O.A.C. «Official Methods of Analysis». 13th ed. Association of Official Analytical Chemists», Washington, D.C. 1980.
10. FAO/OMS/UNU. «Necesidades de energía y proteínas». Organización Mundial de la Salud. Ginebra. 1985.
11. Miller, D.S., Payne, P.R. Problems in the prediction of protein values of diets: The use of food composition tables. J. Nutr. 74:413-418. 1961.
12. Anderson, R.A., H.F. Pfeifer y E.L. Griffin. Gelatinization of corn gritz by roll and extrusion cooking. Cereal Sci. Today 14(1):4, 1969.
13. Martínez, F. Estudios de la relación de humedad, actividad de agua de algunos alimentos. Anales Científicos U.N.A. 5:193-203. 1967.
14. Jowitt, R., Escher, F. Hallstrom, B., Meffert, H., Spees, W., Vos, G. «Physical properties of foods». Applied Science Publisher L.T.D. England. London. p. 44-45. 1983
15. Ordoñez, P.A. Manual de prácticas de nutrición avanzada. Universidad Nacional Faustino Sánchez Carrión. Fac. Bromatología y Nutr. p. 45. 1985.
16. Pearson, D. «Técnica de laboratorio para análisis de alimentos». Editorial Acribia. Zaragoza. España. p. 137. 1976.
17. Mossel, D.A. y Quevedo, F. «Control microbiológico de alimentos. Métodos recomendados». Centro Latinoamericano de enseñanza e investigación bacteriológica alimentaria. 1967.
18. Shoenenberger, H. Some antinutritive substances in Lupinus compared with other leguminies en:»Proceeding of the first international lupine workshop» Eshborn, Germany p:702-703. 1980.
19. Araya, H. Análisis del significado práctico de los requerimientos de aminoácidos en la nutrición humana. Arch Latinoamer Nutr 34:630-639. 1984.
20. Talburt y Smith. «Potato processing» AVI. Publishing Inc. Westport., Conn. p. 13-239. 1967.
21. Hanson, L.P. «Commercial processing of vegetables». Park Rodge. N.J. Noyes Data Corp. 1975.
22. Sullivan, J.F., Kozempel, M.F., Egoville, M.J. y Telley, E.A. Loss of aminoacids and water soluble vitamins during potato processing. J. Food. Sci. 50(5):1249-1253. 1985.
23. Zapata, A.S. Estudio técnico para la obtención de la harina y hojuelas instantáneas de camote. Tesis U.N.A.L.M. Industrias alimentarias, p. 15. 1978.
24. FAO/OMS. «Normas CODEX para regímenes especiales para lactantes y niños de corta edad. «Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comisión del CODEX alimentarius. Roma. 1982.
25. Labuza, T.P., Kaanane, A. y Chin, J.Y. Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated foods. J. Food. Sci. 50(2):385-388. 1985.
26. Cheftel, J.C. y Cheftel, H. «Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos» Tomo I. Editorial Acribia. España p.29. 1976.
27. ITINTEC. Harinas sucedáneas procedentes de leguminosas de grano alimenticio Perú. Norma técnica nacional. 1975.

Evolução dos fenólicos totais e taninos condensados (Proantocianidinas) durante o desenvolvimento das sementes do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

José Virgilio Coelho¹ e Franco Maria Lajolo²

RESUMO. Acompanhou-se a evolução totais e dos taninos condensados (proantocianidinas) do feijão aroana 80 (*Phaseolus vulgaris* L.), durante seu desenvolvimento (10 a 45 dias após a antese). Nesta fase os teores de fenólicos totais e de taninos condensados aumentaram por unidade de sementes, até o 31º e 21º dias após a antese, respectivamente seguindo-se uma diminuição até a colheita (45 dias após a antese). Foram constatadas evidências de que ocorre polimerização durante o desenvolvimento da semente do feijão, devido à diminuição gradativa do teor de catequina e aumento de seus polímeros (compostos intermediários), além do aumento gradativo da capacidade de inibição de α -amilase.

SUMMARY. Evolution of phenolic compounds and tannins in beans during seed development. The evolution of phenolic compounds and tannins (proanthocyanidins) of bean seeds, *Phaseolus vulgaris* L., (cultivar aroana 80), from anthesis to maturity (10 to 45 days after anthesis), was investigated. During seed development, phenolic compounds and tannins contents increased by seed unit, until the 31st and 21st day after anthesis respectively, decreasing afterwards. The gradual decrease in catechin and the increase of its polymers (intermediate compounds), as well as the gradual increase in α -amylase inhibition capacity were indications that tannins polymerize during seed development.

INTRODUÇÃO

Os polifenólicos formam um grupo heterogêneo de compostos, considerados metabólitos secundários das plantas, estando largamente distribuídos nos vegetais. Dentre eles estão os taninos que são divididos em dois grandes grupos: os hidrolizáveis e os não hidrolizáveis ou condensados, para os quais tem sido adotado o termo proantocianidinas (1).

Os taninos apresentam a capacidade de interação com proteínas através de ligações de hidrogênio (2,3,4), ligações hidrofóbicas (3,4), ligações iônicas e ligações covalentes (5). A intensidade dessas ligações depende de vários fatores como o tamanho, a conformação e carga da proteína, o pH do meio (6) e do grau de polimerização dos taninos (7,8). Esta interação poderá ocorrer tanto com as proteínas dos alimentos, como com as enzimas do trato gastrointestinal.

O feijão, *Phaseolus vulgaris* é uma leguminosa muito consumida em diversas regiões do mundo, principalmente no Brasil, onde constitui-se numa importante fonte de proteínas

e outros nutrientes. Entretanto, apresenta em muitas variedades principalmente as de coloração marrom, vermelho e preto um teor mais alto de taninos (9,10,11) o que poderia comprometer o melhor aproveitamento de suas proteínas.

Apesar da importância que os taninos podem desempenhar na nutrição, não foram ainda totalmente esclarecidos aspectos da sua estrutura, síntese e polimerização, no feijão. O objetivo deste trabalho foi o de acompanhar a evolução dos fenólicos totais e dos taninos condensados (proantocianidinas) durante o desenvolvimento das sementes do feijão.

MATERIAS E METODOS

Materiais- O feijão utilizado foi a cultivar Aroana 80, uma cultivar precoce que apresenta maior uniformidade de desenvolvimento, obtido do Instituto Agronômico de Campinas. (+) catequina, (-) epicatequina, Sephadex LH-20 e α -amilase pancreática (A-4268) foram adquiridos da Sigma Chemical Co. Todos os demais reagentes foram os da melhor qualidade disponível. Para a cromatografia, foi utilizado papel Whatman Nº 1.

Métodos - Desenvolvimento do feijão- As amostras de feijão foram plantadas em vasos, no viveiro do Instituto Agronômico de Campinas e as vagens colhidas aos 10, 15, 24, 28, 31, 42 e

1. Professor Adjunto-Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia-UFMG-Belo Horizonte-MG. Brasil.
2. Professor Titular-Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas-USP-Caixa Postal 30.786, CEP 05508, São Paulo, SP-Brasil.

45 dias após a antese. Após a colheita, as sementes foram contadas, pesas e separadas em diversos lotes para as análises. Exceto para a determinação de umidade, todas as amostras foram congeladas a -20°C até o momento da análise.

Análises químicas- A determinação de umidade foi realizada de acordo com a AOAC (12). O peso médio das sementes do feijão foi calculado dividindo-se o peso pelo número total de sementes. A porcentagem de cascas foi obtida separando-se os cotilédones manualmente e pesando cascas e cotilédones após dessecar a $+40^{\circ}\text{C}$, durante 48 horas.

Para a determinação de fenólicos totais foi utilizado a técnica de Swain e Hillis (13) e para os taninos condensados a de Price et al (14). O extrato utilizado nessas análises foi preparado a partir de 4 g das sementes do feijão em 20ml de metanol, que foram colocados em um tubo de centrífuga, o conjunto imerso em banho de gelo e o material triturado em um homogeneizador marca Kinemática GmbH Krieff-Luzern. A pasta foi centrifugada (7000 rpm/15 min), o sobrenadante guardado e o resíduo extraído mais 3 vezes, com ajuda de agitador magnético, durante 20 minutos. Os sobrenadantes foram reunidos e concentrados em evaporador rotatório, a temperatura não superior a 40°C , ao abrigo da luz e o volume acertado para 10 ml com metanol. Foi utilizada a catequina como padrão e os resultados foram expressos em miligramas de fenólicos totais e miligramas de taninos, em equivalentes de catequina, por 10 sementes.

Separação dos fenólicos - Para o fracionamento dos fenólicos, foram utilizados os extratos obtidos acima, contendo 3,5 mg de fenólicos totais (determinados pelo Folin-Denis, segundo Swain e Hillis (13)). A separação foi feita através de uma coluna com Sephadex LH-20(20,5 x 1,4 cm) por eluição com etanol a 95°GL (fluxo 18 ml/hora e fração de 3 ml) até que a absorbância do eluato fosse igual a zero. Em seguida eluiu-se com acetona a 50% em água até que a absorbância a 540nm fosse igual a zero. Os extratos correspondentes aos picos foram reunidos, concentrados e dosados quanto aos teores de fenólicos totais, segundo a técnica de Swain e Hillis(13).

Cromatografia - As frações dos fenólicos obtidos acima foram cromatografadas em papel Whatman N^o1, juntamente com os padrões catequina, epicatequina e proantocianidina isolada do feijão aroana 80, nas concentrações de 1mg/ml. Como fase móvel foi utilizada n-butanol: ácido acético: água (14:1:5). Após a secagem do papel, o cromatograma foi revelado com o reagente de vanilina ácido p-toluenosulfônico, de acordo com Roux e Maihs (15).

Capacidade de inibição enzimática - A atividade da α -amilase pancreática foi determinada de acordo com a técnica de Bernfeld (16), com modificações. O substrato, solução de amido a 1%, foi preparado segundo a técnica de Strumeyer (17). Para a determinação da capacidade de inibição da α -

amilase pelos fenólicos, foram utilizadas as frações correspondentes ao último pico da eluição com etanol (Fig. 3) e a referente a eluição com acetona-água. A concentração de enzima (α -amilase) foi fixada em 1,2 μg de proteína e a de fenólicos, variável. O tempo de pré-incubação dos taninos com a enzima foi de 5 minutos e a reação realizada a 37°C .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento do feijão - A Tabela 1 mostra a porcentagem de matéria-seca, o peso médio das sementes e a porcentagem de cascas do feijão aroana 80 durante seu desenvolvimento. A través destes dados observa-se que entre 24 a 31 dias, há um aumento bastante acentuado da matéria seca. Através da Tabela 1, verifica-se também que o peso médio das sementes aumenta progressivamente até o 31^o dia após a antese e a partir deste período ocorre uma queda brusca até a época da colheita (45 dias). Os dados obtidos por Loewenberg (18) são bastante próximos aos deste trabalho, sendo que o pico máximo foi em torno do 35^o após a antese.

TABELA 1
PORCENTAGEM DE MATERIA SECA, PESO MEDIO
DAS SEMENTES E PORCENTAGEM DE CASCAS DO
FEIJÃO AROANA 80 DURANTE SEU
DESENVOLVIMENTO

Dias após a antese	Matéria seca (g/100g)	Peso médio das sementes (g) (base úmida)	Cascas (g/100g)
10	15,2	0,061	55,4
15	18,7	0,123	ND
18	21,1	0,185	22,0
21	24,1	0,247	ND
24	26,5	0,323	ND
31	56,7	0,508	ND
42	79,3	0,303	ND
45	87,1	0,233	10,4

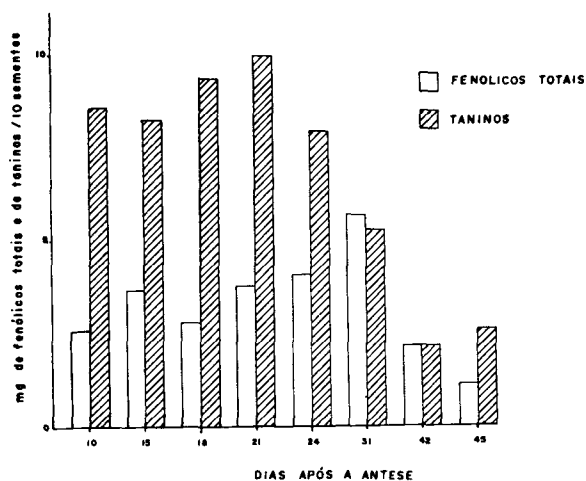
ND = Não determinado

Durante o desenvolvimento do feijão houve uma diminuição progressiva na porcentagem da casca em relação ao peso da semente. Assim, aos 10 dias após a antese, a casca representa cerca de 55% do peso e no final, ou seja, 45 dias após a antese, representava apenas 10%. Esse resultado final e bem próximo ao encontrado por Bressani et al (10) que em cultivares de feijão preto, vermelho e branco encontraram de 6,97 a 9,29% e aos de Deshpande e Cheryan (19), cujos resultados variaram de 8,0 a 8,2% em quatro cultivares diferentes.

Perfil dos fenólicos totais e dos taninos durante o desenvolvimento do feijão - A Figura 1 mostra os teores de fenólicos totais e de taninos, extraídos com metanol absoluto.

Os resultados foram expressos em miligramas de fenólicos totais e miligramas de taninos, ambos em equivalentes de catequina, por 10 sementes. A expressão dos resultados por sementes é devido à grande variação de porcentagem de cascas em relação às sementes (Tabela 1), durante o processo de desenvolvimento e ao fato desses compostos estarem quase que totalmente nas cascas do feijão, conforme observado por vários autores (9,19,20).

FIGURA 1
Teores de fenólicos totais e de taninos do feijão aroana 80 durante o desenvolvimento

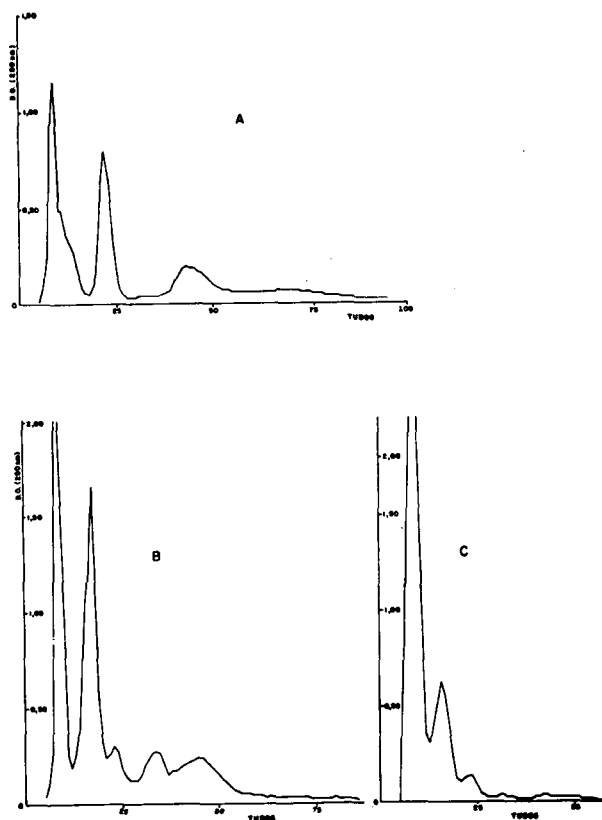


Observa-se que os teores de taninos são superiores aos de fenólicos totais, o que é uma aparente incoerência, pois os taninos constituem apenas uma fração dos fenólicos totais. Entretanto, foi constatado que, utilizando-se a catequina como padrão nesta dosagem, há uma aparente super estimativa do teor de taninos (20). Este fato foi também observado com a tanino condensado isolado do sorgo (14). Por outro lado, como relação aos fenólicos totais verifica-se o inverso, ou seja, a utilização da catequina como padrão subestima o teor de taninos expressos como fenólicos totais (20).

Ainda, através da Figura 1, pode-se observar que tanto os fenólicos totais com os taninos apresentam uma tendência de aumentar o seu teor, chegando ao máximo aos 31 e 21 dias após a antese, respectivamente, quando então diminuem. Esses dados, à primeira vista sugerem que a partir destes dias não haveria mais síntese ou translocação dos mesmos à semente. Possivelmente o que continuaria ocorrendo, seriam mudanças na estrutura desses compostos, como a polimerização. Essa hipótese tornase viável se se observar a Figura 2, onde são apresentados os perfis de eluição dos fenólicos através de uma coluna com Sephadex LH-20, com etanol. Aos 10 dias após a antese, (Fig. 2,A) observa-se um pico inicial que corresponde a substâncias fenólicas mais simples e pigmentos (nessa fase, principalmente a clorofila) seguida de um pico que corresponde à catequina (verificado através de cromatografia em papel) e um outro pico que,

provavelmente, é um derivado da catequina, talvez seu dímero, pois apresenta um Rf um pouco menor e dá reação positiva com a vanilina. Aos 31 dias após a antese (Fig.2,B) continua sendo eluído em primeiro lugar a fração correspondente aos fenólicos mais simples e pigmentos, seguida da fração catequina. Logo após, aparecem mais três picos e não apenas um, como aos 10 dias. Esses fenólicos apresentam Rf (s) decrescentes em relação à ordem de eluição e dão reação positiva com a vanilina. Possivelmente são derivados da catequina com níveis diferentes de polimerização. Aos 45 dias após a antese (Fig.2,C) continua aparecendo em primeiro lugar, a fração correspondente aos fenólicos mais simples e pigmentos (agora com predominância quase total de um pigmento vermelho) e, em segundo lugar o pico da catequina, porém com uma área bem menor. Após esse pico, tem-se um alisamento que provavelmente corresponderá aos fenólicos polimerizados e que só serão eluídos com acetona-água. Quanto à eluição das formas mais polimerizadas, com acetona-água, independente do estágio de maturação, ou do solvente empregado, foi obtido somente um pico, observado através da medida da absorbância a 540 nm.

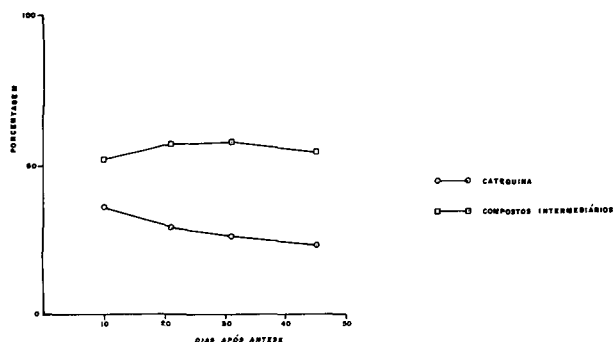
FIGURA 2
Perfis dos fenólicos eluídos da coluna de Sephadex LH-20 com etanol contidos nos extratos do feijão Aroana colhidos: 10 dias após a antese (A), 31 dias após a antese (B) e 45 dias após a antese (C)



Considerando - se a porcentagem da catequina (caracterizada a través da cromatografia de papel) e de seus derivados, compostos intermediários, que são eluídos com etanol, dos extratos obtidos durante o desenvolvimento do feijão (Fig. 3), pode-se observar que o teor de catequina diminuiu gradualmente e os compostos intermediários tendem a aumentar até o 31° dias, diminuindo discretamente nos 45 dias após a antese. Como a catequina está diminuindo e os intermediários estão aumentando, parece provável que a catequina não esteja sendo mais sintetizada ou o seja numa velocidade menor e aquela já existente estaria se polimerizando, ou seja, tornando-se um intermediário. Ou, ainda, sua síntese ou translocação à semente seria menor que sua utilização. Quando os intermediários diminuem aos 45 dias, mesmo que seja uma diminuição pequena, supõe-se que estejam polimerizando e, nesse caso, passam a ser eluídos somente com acetona-água.

FIGURA 3

Porcentagem de catequina (monômeros) e de compostos intermediários durante o desenvolvimento do feijão Aroana 80, após a eluição de seus extratos da coluna de Sephadex LH-20 com etanol



Inibição da α -amilase pancreática - O teor de fenólicos (fração etanol, último pico e fração acetona) necessários para inibir 40% da atividade enzimática da α -amilase diminuem à medida que a semente desenvolve, como pode ser visto através da Tabela 2. Observa-se que os taninos condensados apresentam maior capacidade de inibição da atividade enzimática do que os fenólicos eluídos no último pico da fração etanol. Os fenólicos utilizados, cujos resultados estão contidos na Tabela 2, (fração etanol) devem, teoricamente apresentar um peso molecular semelhante, independente do estágio de desenvolvimento da semente. Com a polimerização, aqueles que atingem um grau mais elevado, não são mais eluídos com etanol, mas com acetona-água. No último pico estarão aqueles que já não são mais monômeros, nem talvez dímeros, mas que provavelmente tenham 3 ou 4 unidades. Logo é de se esperar que eles apresentem um comportamento muito parecido quanto à capacidade de interação com as proteínas. Dos taninos (fração acetona) deve-se esperar um comportamento diferente, ou seja, com o avanço do

desenvolvimento, que eles se polimerizem mais e apresentem maior capacidade de inibição da atividade da α -amilase. Aliás, foi o que realmente ocorreu, com exceção do 31° dia após a antese, quando apresentou a menor capacidade de inibição.

TABELA 2
TEORES DE FENOLICOS NECESSARIOS PARA INIBIR 40% DA ATIVIDADE ENZIMATICA DE α -AMILASE

Dias após a antese	μg de fenólicos ¹ (fração etanol)	μg de fenólicos ² (fração acetona)
15	6,2	1,45
31	5,2	2,55
45	4,9	0,25

1. Última fração eluída com etanol
2. Fração única eluída com acetona a 50%

CONCLUSÕES

Os teores de fenólicos totais e de taninos, durante o desenvolvimento do feijão aroana 80, aumentaram até o 31° e 24° dias após a antese, respectivamente. Após esse período, apresentam uma diminuição e tendência à estabilização.

Tendo em vista os perfis de eluição dos fenólicos do Sephadex LH-20, a diminuição gradativa da catequina acompanhada do aumento de seus polímeros (compostos intermediários) e do aumento da capacidade de inibição da α -amilase pancreática, pode-se constatar que há polimerização destes fenólicos (taninos) durante o desenvolvimento das sementes do feijão.

REFERÊNCIAS

1. Haslan, E. Vegetable tannins. *Recent Adv. Phytochem*, 12:475-523, 1979.
2. Gustavson, K.H. Interaction of vegetable tannins with polyamides as proof of the dominant function of the peptide bond of collagen for its binding of tannins. *J. Polymer Sci.*, 12:317-324, 1954.
3. Oh, H.J., Hoff, J.E., Armstrong, G.S. & Haff, L.A. Hydrophobic interaction in tannin-protein complexes. *J. Agric. Food. Chem.*, 28:394-398, 1980.
4. Artz, W.E., Bishop, P.D., Dunker, A.K., Shamis, E.G. & Swanson, B.G.H. *Agric. Food Chem.*, 35:417-421, 1987.
5. Wehr, H.M. Reactions of protein with phenols and quinones: evaluation of amino acid modification and protein digestibility. PH. D. Thesis. Oregon State Univ. 1973.
6. Hagerman, A.E. & Butler, L.G. The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. *J. Biol. Chem.*, 256:4494-4497, 1981.
7. Bate-Smith, E.C. Haemanalysis of tannins: The concept of relative astringency. *Phytochem.*, 12:907-912, 1973.
8. Porter, L.J. & Woodruffe, J. Haemanalysis of tannins: The relative astringency of proanthocyanidin polymers. *Phytochem.*, 23:1255-1256, 1984.

9. Elias, L.G. Fernández, D.G. Bressani, R. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of bean protein. *J. Food Sci.*, 44:524-527, 1979.
10. Bressani, R., Elias, L.G. & De Espanha, M.E. Posibles relaciones entre medidas físicas, químicas y nutricionales en frijol común (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoam. Nutr.*, 31:550-570, 1981.
11. Deshpande, S.S. & Cheryan, M. Determination of phenolic compounds of dry beans using vanillin, redox and precipitation assays. *J. Food Sci.*, 52:332-334, 1987.
12. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th ed. Washington, D.C., The Association, 1980, p.211.
13. Swain, T. & Hillis, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I-The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* 10:63-68, 1959.
14. Price, M.L., Van Scoyoc, S & Butler, L.G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.*, 26:1214-1218, 1978.
15. Roux, D.G. & Maihs, R.E. Selective spray reagents of the identification and estimation of flavonoid compounds associated with condensed tannins. *J. Chromat.*, 4:65-74, 1960.
16. Bernfeld, P. Amylases, a and B. *Methods in enzymology*. New York, Academic Press, 1955, v.I, p. 149.
17. Strumeyer, D.H. A modified starch for use in amylase assays. *Anal. Biochem.*, 19:61-71, 1967.
18. Loewenberg, J.R. The development of bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) *Plant Physiol.*, 30:24-250, 1955.
19. Deshpande, S.S. & Cheryam, M. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *J. Food Sci.*, 50:905-910, 1985.
20. Coelho, J.V. Fenólicos totais e taninos durante o desenvolvimento do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Sao Paulo, Universidade de São Paulo, 1987, 117 p. (Tese de Doutorado).

Insoluble dietary fiber of grain food legumes and protein digestibility

María Heidi Marques Méndez¹, Sandra Casa Nova Derivi²,
María Leonor Fernandes³ y Andréa Marcia Gomes de Oliveira⁴

Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, Brasil

SUMMARY. The present work aimed to verify the digestibility of cooked whole food grain legumes. Samples of beans (*Phaseolus vulgaris* and *Vigna sinensis*), chickpeas (*Cicer arietinum*) and lentils (*Lens culinaris*) were used in the experiment. The interrelationship between the insoluble dietary fiber presented in the food grain legumes and the low protein digestibility was studied. The insoluble dietary fiber and the proteic nitrogen presented in the neutral detergent fiber (NDF) were determined. «In vivo» digestibility was performed in rats fed with diets containing cooked grain legumes, casein and protein free diet. The experiments were performed on rats over a period of 21 days. High excretion of nitrogen was observed by rats fed with cooked food grain legumes compared to casein diet. «In vitro» digestibility was performed by enzymatic hydrolysis with pepsin and trypsin. No significant differences were found between «in vivo» and «in vitro» digestibility. The heat treatment caused increased in the values of insoluble dietary fiber by the complexation of its components with protein and aminoacids. The results obtained showed the increased of the insoluble dietary fiber, in the cooked samples compared with raw samples. Significant values of protein nitrogen were found in the NDF, suggested that it was originated by complexation with proteins and aminoacids. This fact contributed to become proteic nitrogen nonavailability decreasing consequently the digestibility of the proteins.

RESUMEN. Fibra dietaria insoluble de leguminosas y su influencia en la digestibilidad. El objetivo del presente estudio fue verificar la digestibilidad de tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), *Vigna sinensis*, *Cicer arietinum* y *Lens culinaris*. La relación entre el nitrógeno proteico presente en la fibra insoluble y la baja digestibilidad de las proteínas de las leguminosas fue estudiada. La fibra insoluble y el nitrógeno proteico presente en la NDF fueron determinadas. Se usaron ratas machos, alimentados con dietas a base de leguminosas, caseína y dieta libre de nitrógeno, para la determinación de la digestibilidad «in vivo». La duración del experimento fue de 21 días. Fue observada alta excreción del nitrógeno fecal en las ratas alimentadas con dietas de leguminosas comparadas con la dieta de caseína. La digestibilidad «in vitro» fue determinada a través de la hidrólisis enzimática con pepsina y tripsina. No fueron encontradas diferencias significantes entre la digestibilidad «in vivo» e «in vitro». El tratamiento térmico causa el aumento de fracción fibra insoluble debido a la formación de complejos de los componentes de la fracción con proteínas y aminoácidos. Los resultados obtenidos muestran el aumento de la fracción fibra insoluble de las muestras cocidas en relación a las muestras crudas. Valores significantes de nitrógeno proteico fueron encontrados en los residuos de la NDF y sugieren la interacción de las proteínas y aminoácidos con los componentes de la fracción fibra insoluble. El nitrógeno proteico presente en la NDF contribuye en la fracción no utilizada del nitrógeno no proteico, disminuyendo, en consecuencia, la digestibilidad de las proteínas de las leguminosas.

INTRODUCTION

The food grain legumes constitute an important source of dietary protein for large segments of world's population. The grain legumes have a high percentage of protein, however, their nutritive value is limited by the low digestibility of protein. Dietary fiber causes decreased utilization of many nutrients, including proteins.

Many authors have shown that heat treatment induces

1. Prof. Adjunto do Departamento de Bromatologia da Universidade Federal Fluminense
2. Prof. Titular do Departamento de Bromatologia da Universidade Federal Fluminense
3. Prof. Assistente do Departamento de Bromatologia da Universidade Federal Fluminense
4. Bolsista da FAPERJ

quantitative modifications in the dietary fiber components (1, 2, 3, 4, 5).

The increased faecal nitrogen excretion observed in food grain legumes was correlated to decrease in the digestibility of dietary protein (6, 7, 8).

The objective of the present work was to verify the relationship between proteic nitrogen present in insoluble dietary fiber (NDF) and the low protein digestibility of grain legumes.

MATERIAL AND METHODS

Materials

Studies were performed with three varieties of cooked whole common beans (*Phaseolus vulgaris*, L): black beans (cultivar BR1—Xodó and commercial); «carioca» beans (cultivar and commercial) and white beans (commercial); blackeye pea (*Vigna sinensis*) (commercial); chickpea (*Cicer arietinum*) (commercial) and lentil (*Lens culinaris*) (commercial).

Black bean -cultivar BR1-Xodó and «carioca cultivar» were obtained from Estação Experimental de Campos-RJ. The commercial samples were purchased from a local supermarket.

For the biological assay weaning rats of the «Wistar» strain were used and casein diet, protein-free diet and diet based on grain legumes. The diets for all the biological experiments were prepared at a 12,50% protein. The composition of 100 g of diet based on grain legumes was as follow: test sample flour calculated weight to give 8% fat; 4% mineral mixture (The mineral mixture contained 17 mg CuSO₄, 517 mg Mn SO₄, 17 mg KI, 16g CaCO₃, 11,6 KCl, 417 mg Mg SO₄, 6,6 NaCl, 11,6 Na₂ HPO₄, 47 g Ca₃ (PO₄)₂, 333 mg ferric citrate and 217 mg zinc carbonate); 1% vitamin mixture (The vitamin mixture used contained 500 mg thiamine, 500 mg riboflavin, 2 g Ca pantothenate, 3 mg vitamin B₁₂, 500 mg vitamin B₆, 200 g choline chloride, 150 mg retinol, 1,25 g ergosterol, 5 g vitamin E, 2 g vitamin K, 5 g niacin, 200 mg folic acid, 100 g ascorbic acid, 100 g inositol, 10g p-aminobenzoic acid and 30 mg biotin made up 1000 g with sacarose).

Methods

The grain legumes and the diets were analysed for moisture content, lipids, ash, proteic nitrogen, NDF, ADF, lignin, starch and pectic substances. Moisture contents, lipids and ash were determined by the procedures described in the methods of Analyses of Institute Adolfo Lutz (9).

Proteic nitrogen was determined by the microkjeldahl method (10), and the protein content was calculated by multiplying the proteic nitrogen by 6,25.

Insoluble dietary fiber was determined using the neutral detergent fiber (NDF) and the acid detergent fiber (ADF). The NDF was estimated by the method modified by Méndez at al (11), applying the following procedure:

Gelatinization of starch with 15 ml of 0.5 N NaOH for 15 min with constant stirring, at 37°C; incubation of 2 hours with 5 ml of 22,5 g% amyloglycosidase* solution in acetate buffer, pH 4,8, to remove starch and reflux in neutral detergent solution for 1 hour. The residue was filtered through a preweighed sintered glass filter crucible, was washed with hot water and acetone. It was dried in a 110°C oven, for 12 hours, cooled in a dessicator, and weighed.

Acid detergent fiber was determined applying the method described by Van Soest (12). Lignin was determined in the residue of ADF. The residue was added 72% H₂ SO₄ at 0-4°C for 3 hr and was occasionally stirred with a glass rod. After hydrolysis, the residue was filtered, and washed with hot water, acetone, dried in a 110°C oven, for 12 hours, cooled in a dessicator and weighed.

Pectic substance were extracted by the method described by Mc Cready and Mc Comb (13) and were determined by the carbazol method (14).

Starch was extracted by the technique purpose by Dekker and Richards (15) and was determined according to Areas and Lajolo (16).

For the biological experiment, 60 males weanling rats of the «Wistar» strain, weighing 35-40 g, were distributed in groups of six animals and fed with the following diets:

- | | |
|----------|--|
| Group 1 | - Casein diet |
| Group 2 | - Protein-free diet |
| Group 3 | - Diet based on common bean black, cultivar BR1-Xodó |
| Group 4 | - Diet based on common bean black, commercial |
| Group 5 | - Diet based on common bean «carioca», cultivar |
| Group 6 | - Diet based on common bean «carioca», commercial |
| Group 7 | - Diet based on common bean white, commercial |
| Group 8 | - Diet based on blackeye pea, commercial |
| Group 9 | - Diet based on chickpea, commercial |
| Group 10 | - Diet based on lentils, commercial |

Composition of diets are given in Table 1

* Amyloglycosidase E.C. Nº 3.2.1.3 from Rhizopus, Sigma Chemical Co. A7255, activity of 5000-10.000 U/solid g.

TABLE I
COMPOSITION OF DIETS*. g/100 g DRY MATTER

Diets	Casein	Protein free	Common bean Black Cultivar BR1-Xod6	Common bean Black Commercial	Common bean Carioca Cultivar	Common bean Carioca Commercial	Common bean White Commercial	Blackeye pea Commercial	Chickpea Commercial	Lentil Commercial
Determination										
Protein	13.27	—	14.50	14.84	16.33	14.84	16.70	14.15	13.47	14.34
Lipid	2.69	2.59	3.82	4.27	4.66	4.87	6.92	5.82	9.94	4.39
Ash	4.74	3.80	5.84	6.40	6.45	6.39	7.14	5.86	5.94	5.41
Total dietary fiber	3.64	3.94	10.24	12.33	10.01	11.33	10.12	10.30	7.51	9.97
Cellulose	3.61	3.93	5.22	5.67	6.01	6.34	5.85	5.29	4.15	4.78
Hemicelluloses	0.03	0.01	1.27	1.23	0.67	1.08	0.73	3.62	1.17	3.64
Lignin	—	—	1.43	1.95	1.01	1.04	0.75	0.22	0.56	0.45
Soluble pectin	—	—	1.46	1.48	1.44	1.20	2.45	1.13	1.06	0.97
Protopectin	—	—	0.86	2.00	0.87	1.67	0.34	0.03	0.57	0.13
Carbohydrate	75.93	89.54	65.79	60.57	63.39	61.74	61.31	60.86	58.11	66.70

*Diets based on grain legumes are supplemented with 0.03% DL-methionine

The experiment was performed over a period of 21 days. Rats were housed in individual cages. Diets and water were fed ad libitum. Food intake was recorded daily and body weight was recorded each 2 days.

Values of nitrogen ingestion were calculated by the food intake. The faeces were collected daily and dried at 55°C. The fecal samples were pooled by dietary group at the end of test period; ground in a laboratory mill and the proteic nitrogen determined by the microKjeldahl method of AOAC (10).

The apparent digestibility coefficient was calculated according to the formula:

$$\text{Apparent digestibility} = \frac{(\text{ingested N} - \text{fecal N}) \times 100}{\text{ingested N}}$$

The true digestibility coefficient was calculated according to the formula:

$$\text{True digestibility} = \frac{\text{ingested N} (\text{fecal N} - \text{endogenous N}) \times 100}{\text{ingested N}}$$

«In vitro» digestibility was determined for casein and cooked grain legumes employing the method of Akesson and Sttammann (17). Total aminic nitrogen was determined after

acid hydrolysis of the samples with 10 ml of HCl and reflux for 22 hours at 110°C, according to the method described in USP XXI (18).

Student - Fisher test (19) was applied to verify the relationship between digestibility coefficients «in vivo» and «in vitro».

RESULTS AND DISCUSSION

The studies reported confirmed that the residual activity of the antinutritional (antitrypsin and phytohemagglutinin) after heat treatment is very low (20, 21, 22). Therefore, these factors have not contributed to the low protein digestibility of cooked grain legumes.

Other factors also contributed to low digestibility of grain legumes:

1. The heat treatment was responsible for interaction and complexation of proteins with other components, as lignin, cutins and polyssacharides and the formation of Maillard polymers (23).

All of these complexes were characterized by insolubility and indigestibility and therefore quantitatively recovered in the insoluble dietary fiber.

Table 2 shows the increased for the insoluble dietary fiber in the cooked samples against raw samples. Significant differences were observed in the value of lignin in the common beans samples.

Differences in the percentage of non hidrolysated protein present in the insoluble dietary fiber were observed (Table 6): lentils (32,59%) and blackeye pea (27,51%) having the higher value and common bean white (5,19%) the lowest value and the other samples having the average value of about 19%.

These results suggested interactions of aminoacids and proteins with components of the insoluble dietary fiber. The protein content of grain legumes are given in Table 2.

2. The proteins of beans presented greater resistance to action of digestive enzymes. Schneeman (24) suggested that the mechanism by wich fiber influence enzyme activity was that part of enzyme was absorbed into the fibre matrix decreasing the availability of enzyme activity and that may be responsible for the decrease in protein digestibility.
3. Many authors (6) (7) (8) (22) (25) (26) have attributed the low digestibility of grain legumes proteins, verified in biological assays, to the increased in the fecal nitrogen.

The increase in the fecal nitrogen could be originated.

- a) An intestinal fermentation resulting in a bacterial protein synthesis increase.
- b) An increase excretion of endogenous fecal nitrogen.
- c) In complexation of nitrogen with the components of insoluble dietary fiber.

The correlation coefficient between percentage of retained protein in NDF residue and «in vitro» digestibility ($y=7x+40.4628$ and $r=0.7901$) in the common beans (*Phaseolus vulgaris*) and ($y=0.84x+71.74$ and $r=-0.7001$) in the blackeye pea, chickpea and lentils shows the negative influence of the retained nitrogen in the NDF residue and the digestibility was significantly acentuated in the common beans samples than the other grain legumes investigated.

The results of «in vivo» and «in vitro» digestibility are given in Tables 4 and 5, respectively. No significant differences were found (Student-test: $t=0.07$ and $n=10$) between «in vivo» and «in vitro» digestibility at 0.001, 0.01 and 0.05 levels.

The correlation coefficient between of «in vitro» and «in vitro» digestibility ($9y = 93.3x - 5.67$ and $r = 0.9927$), showed there was no difference between the enzymatic and biological methods, in the grain legumes samples.

The results suggest that increase in fecal nitrogen could be originated by the nitrogen present in protein and or aminoacid complexed with insoluble dietary fiber. The resulting complexes are compounds insoluble and indigerible.

The proteic nitrogen found in NDF contributed to the fraction of nonavailable proteic nitrogen decreasing consequently the digestibility of the grain legumes protein.

TABLE 2
VALUE OF PROTEIN AND INSOLUBLE DIETARY FIBER IN COOKED* DRY AND RAW LEGUMES, g/100g DRY MATTER

Grain Legumes	Determination	Protein	Insoluble dietary fiber		
			Cellulose	Hemice-llulose	Lignin
Common bean (Black)					
Cultivar BR1-Xod6					
	Raw	21.23	5.37	1.82	0.68
	Cooked	24.04	7.85	2.62	2.74
Common bean (Black) Commercial					
	Raw	19.48	5.47	0.57	0.89
	Cooked	20.09	7.20	0.47	3.93
Common bean (Carioca) Cultivar					
	Raw	18.36	5.10	0.94	0.26
	Cooked	20.61	8.25	0.44	1.72
Common bean (Carioca) Commercial					
	Raw	14.70	4.96	0.66	0.83
	Cooked	18.31	9.00	0.42	1.55
Common bean (White) Commercial					
	Raw	15.53	3.60	0.31	0.69
	Cooked	18.31	7.29	0.46	1.08
Blackeye pea commercial					
	Raw	21.52	7.17	6.25	1.68
	Cooked	25.42	8.20	3.74	1.65
Chickpea Commercial					
	Raw	18.24	4.32	0.22	0.42
	Cooked	19.88	5.66	4.33	0.49
Lentil Commercial					
	Raw	22.72	4.95	1.22	0.66
	Cooked	23.72	6.80	4.58	0.78

* Cooked for 30 min. under pressure.

Table 3 shows the nitrogen in the NDF residues and the amount of retained protein in the NDF residues.

TABLE 3
NITROGEN IN THE NDF RESIDUE AND RETAINED PROTEIN IN THE NDF RESIDUE (COOKED* DRY GRAIN LEGUMES)

Determination Grain Legumes	Nitrogen (g) in 100 g of NDF	Retained protein (g) in NDF residue in 100 g of grain legumes**	Retained protein (g) in NDF residue, in 100 g of protein***
Common bean (Black) Cultivar BR1-Xodó	2.26	1.87	7.78
Common bean (Black) Commercial	2.44	1.77	8.81
Common bean (Carioca) Cultivar	1.91	1.24	6.03
Common bean (Carioca) Commercial	1.98	1.36	7.42
Common bean (White) Commercial	0.57	0.31	1.72
Blackeye pea Commercial	1.93	1.64	6.45
Chickpea Commercial	1.24	0.81	4.09
Lentil Commercial	2.22	1.70	7.17

* Cooked for 30 min, under pressure

** $\frac{\% \text{ Protein in NDF} \times \text{NDF}}{100}$

*** $\frac{\% \text{ Protein in NDF in grain legumes} \times 100}{\text{Protein}}$

TABLE 4
APPARENT AND TRUE DIGESTIBILITY OF CASEIN DIET AND DIETS* BASED ON GRAIN LEGUMES

Diets	Nitrogen Intake (g)	Fecal Nitrogen (g)	Apparent Digestibility (%)	True Digestibility (%)
Casein	4.977±0.686	0.4933±0.081	90.12±0.49	92.30±0.65
Protein-free	—	0.107±0.018	—	—
Common bean (Black) Cultivar BR1-Xodó	3.866±0.696	11.536±0.287	60.1±4.70	62.21±3.23
Common bean (Black) Commercial	4.422±1.304	1.858±0.436	53.37±3.73	59.97±3.37
Common bean (Carioca) Cultivar	5.112±0.714	1.855±0.376	63.75±4.58	65.86±4.53
Common bean (Carioca) Commercial	5.517±0.496	2.316±0.076	57.75±3.85	59.71±3.68
Common bean (White) Commercial	5.631±1.119	1.958±0.285	64.79±2.78	66.78±2.32
Blackeye pea Commercial	4.189±0.787	1.028±0.069	75.02±3.67	77.64±3.16
Chickpea Commercial	4.724±0.546	1.074±0.194	77.38±1.68	79.67±1.94
Lentil Commercial	4.512±0.853	1.119±0.135	75.03±1.73	77.47±1.31

* Diets based on grain legumes are supplemented with 0,03% DL-methionine Experiment was performed over a period of 21 days.

TABLE 5
«IN VITRO» DIGESTIBILITY OF CASEIN AND
COOKED* DRY GRAIN LEGUMES

Grain legumes	Total Aminic Nitrogen (%)	Hydrolysed Nitrogen (%)	«In vitro» Digestibility (%)
Casein	12.76	12.28	96.24
Common Bean (Black) Cultivar BR1-Xodó	4.30	2.60	60.47
Common Bean (Black) Commercial	3.83	2.26	59.01
Common Bean (Carioca) Cultivar	3.90	2.64	67.69
Common Bean (Carioca) commercial	3.57	2.16	60.50
Common Bean (White) Commercial	3.56	2.38	66.85
Blackeye pea Commercial	4.65	3.56	76.56
Chickpea Commercial	3.66	2.90	79.23
Lentil Commercial	4.00	3.12	78.00

* Cooked for 30 min under pressure

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the financial support received from the Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Rio de Janeiro, Brazil, and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Brazil.

REFERENCES

- Anderson, N.E. & Clydesdale, F.M. Effects of processing on the dietary fiber content of wheat bran, pureed green beans, and carrots. *J. Food Sci.*, 45:11533-11537, 1980.
- Herranz, J.; Vidal-Valverde, C. & Rojas Hidalgo, E. Cellulose, hemicellulose and lignin content of raw cooked Spanish vegetables. *J. Food Sci.*, 46:1927-1933, 1981.
- Johnston, D.E. & Oliver, W.T. The influence of cooking technique on dietary fiber of boiled potato. *J. Food Technol.*, 17:99-107, 1982.
- Reistad, R. & Frolich, W. Content and composition of dietary fibre in some fresh and cooked Norwegian vegetables. *Food Chem.*, 13:209-2224, 1984.

TABLE 6
PERCENT OF NON HIDROLYSATED PROTEIN
PRESENT IN THE INSOLUBLE DIETARY FIBER

Grain legumes	% Retained protein in NDF residue	% Non hydrolysed protein	% Non hidrolysated protein present the insoluble dietary fiber
Common Bean (Black) Cultivar BR1-Xodó	7.78	39.53	19.68
Common Bean (Black) Commercial	8.81	40.99	21.49
Common Bean (Carioca) Cultivar	6.03	32.31	18.66
Common Bean (Carioca) Commercial	7.42	39.50	18.78
Common Bean (White) Commercial	1.72	33.15	5.19
Blackeye pea Commercial	6.45	23.44	27.51
Chickpea Commercial	4.09	20.77	19.69
Lentil Commercial	7.17	22.00	32.59

* Cooked (for 30 min under pressure) and dry

- Derivi, S.C.N.; Méndez, M.H.M.; Rodrigues, M.C.R. & Fernandes, M.L.A. A fração fibra de dieta em alimentos crus e processados. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 38(4):965-978, 1988.
- Tobin, G. & Carpenter, R.J. The nutritional value of the dry bean (*Phaseolus vulgaris*): a literature review. *Nutr. Abst. Rev.*, 48:919-936, 1978.
- Oliveira, A.C. & Sgarbieri, V.C. The influence of rat endogenous nitrogen excretion on the assessment of bean protein quality. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 32:425-426, 1986.
- Marques, U.M.L. & Lajolo, F.M. Digestibility of beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) albumins an globulin Gi contribution of endogenous nitrogen and sulfur. In: *Advances in bean research: chemistry nutrition and tecnology*. Lajolo, F.M. & Marquez, U.M.L. (Ed.) São Paulo, USSP, 1988, p.3
- Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 3 ed, Sao Paulo, SP, 1985, p.21-227, 42.
- Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 114 ed. Washington, D.C. The Association, 1984, p. 988.
- Méndez, M.H.M.; Derivi, S.C.N.; Rodrigues, M.C.R.; Fernandes, M.L. & Machado, R.R.L.D. Método de fibra detergente neutro

- modificado para amostras ricas em amido. Ciênc. Tecnol. Aliment., 5(2): 123-131, 1985.
12. Van Soest, P.J. Use of detergents on the analysis of fibrous feed II. A rapid method for determination of fiber and lignin. J. Ass. Off. Agric. Chem., 46:829-835, 1963.
 13. McCready, R.M. & McComb, E.A. Extraction and determination of total pectic material in fruits. Analyt. Chem., 24(21):1986-1988, 1952.
 14. Bitter, T. & Muir, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. Analyt. Biochem., 4:330-334, 1962.
 15. Dekker, R.F.M. & Richards, G.N. Determination of starch in plant material. J. Sci. Food Agric., 22:441-444, 1971.
 16. Aréas, J.A.G. & Lajolo, F.M. Determinação enzimática específica de amido, glicose, frutose e sacarose em bananas pré-climatéricas. An. Far. Quim. S. Paulo, 20:307-318, 1980.
 17. Akeson, W.R. & Stahmann, M.A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. J. Nutr., 83:22557-22611, 1964.
 18. Pharmacopeia of The United States of America, 21 ed. rev. United States Pharmacopeia Convention, Rockville, 1985, p.911-912.
 19. Morrison, D.F. 1979. Multivariate statistical methods. New York, Mc Graw-Hill, 1967, 338 p.
 20. Antunes, P.L. & Sgarbieri, V.C. Effect of heat treatment on the toxicity and nutritive value of dry bean (*Phaseolus vulgaris*, var. rosinha G2) protein. J. Agric. Food Chem., 28 (5):9335-938, 1980.
 21. Kakade, M.L. & Evans, R.J. Growth inhibition of rats fed raw, navy beans. (*Phaseolus vulgaris*). J. Nutr., 90:191-198, 1966.
 22. Leeds, A.R. Dietary fibre: mechanisms of action. Intern. J. Obes., 11(5): 33-113, 1987.
 23. Van Soest, P.J. Dietary fibers: their definition and nutritional and properties. Amer. J. Clin. Nutr., 31s: 12-220, 1978.
 24. Schneeman, B.O. A research note: effect of plant fiber on lipase, trypsin and chymotrypsin activity. J. food. Sci. 43(2):6344-635, 1978.
 25. Bender, A. & Mohamadiha, H. Low digestibility of legume nitrogen. Proc. Nutr. Soc., 40(2):66A, 1981.
 26. Stephen, A.M. & Cummings, J.H. The microbiological contribution to human faecal mass. J. Med. Microbiol., 133;; 433-56, 1980.

Preparation effects on tortilla mineral content in Guatemala

V.M. Krause, H.V. Kuhnlein, C.Y. López-Palacios, K.L. Tucker, M. Ruz,
N.W. Solomons

Center for Studies of Sensory Impairment, Aging and Metabolism.
Hospital de Ojos y Oídos «Dr. Rodolfo Robles V.» - Guatemala Ciudad Guatemala 01011
School of Dietetics and Human Nutrition Macdonald Campus of McGill University - Canada H9X 1C0

SUMMARY. We have previously reported that in Guatemala, the calcium, iron, and zinc contents of tortillas from rural areas are higher than that of tortillas from urban centers. This study examines variation in the calcium, iron, zinc and copper content of tortilla according to the implements used for making tortillas and inquires as to whether preparation effects mediate rural-urban variation in tortilla mineral content. Tortilla samples and information on how the tortillas were prepared were collected from the female heads of a total of 50 households from three rural, two semi-urban and one low income urban community. Samples of lime used for making tortillas were collected from 31 households. To grind masa, a hand mill was found to be used in some rural households whereas a motorized mill predominated in the semi-urban and urban areas. Most women used grinding stones called the «mano y metate» to further refine the texture of the masa. Tortillas prepared with the combined use of the hand mill and «mano y metate» had a significantly ($p < 0.05$) higher iron content. Use of the «mano y metate» was also associated with a significantly ($p < 0.05$) higher zinc content. These results suggest that the use of certain grinding implements may mediate rural-urban variation in tortilla iron and zinc content. The cooking surface, pot used for nixtamalization, source of water, and amount of lime used did not significantly account for variation in the content of these minerals. Key words: Tortilla, preparation effects, iron, zinc, Guatemala

RESUMEN. Efectos de la preparación sobre el contenido de minerales en la tortilla. Guatemala. Previamente hemos comunicado que el contenido de calcio, hierro y zinc es más alto en tortillas

de maíz provenientes de áreas rurales que en aquellas de áreas urbanas de Guatemala. Este estudio investigó la variación en el contenido de calcio, hierro, zinc y cobre de tortillas de acuerdo a los implementos utilizados para su preparación; interesó conocer además, si estos efectos explican las diferencias urbano-rural en cuanto a la composición de minerales reportadas anteriormente. Se estudió un total de 50 hogares ubicados en: tres comunidades rurales, dos semi-urbanas y una localidad urbana de bajo nivel socioeconómico. Se entrevistó a las dueñas de casa requiriendo información respecto a la forma de preparación de las tortillas, colectándose simultáneamente muestras de esas. En 31 hogares se tomaron además, muestras de la cal utilizada para la cocción del maíz. Como instrumento de molienda del maíz cocido (masa), se encontró el uso de molinos manuales en algunas áreas rurales, en cambio el molino motorizado es la opción más utilizada en áreas urbanas y semi-urbanas. La mayoría de las mujeres utiliza mano y metate para refinar la textura de la masa. Tortillas preparadas utilizando en forma combinada el molino manual y mano, y metate presentaron un contenido significativamente mayor del hierro; el empleo de mano y metate también ocasionó un incremento en el contenido de zinc. Estos resultados sugieren que los implementos usados en la molienda del maíz pueden mediar las variaciones rural-urbano del contenido de hierro y zinc en tortillas. Otros factores como la superficie de cocción, tipo de olla usada en el proceso de nixtamalización, origen del agua y cantidad de cal, no mostraron efectos significativos sobre el contenido mineral de las tortillas. Palabras claves: Tortilla, efectos de preparación, hierro, zinc, Guatemala.

INTRODUCTION

The tortilla, a flat-cake made of alkali-treated maize, is an important staple of the traditional Guatemalan diet. Alarcón and Adrino found that in 1987, the consumption of maize products accounted for 70% and 27% of total dietary energy

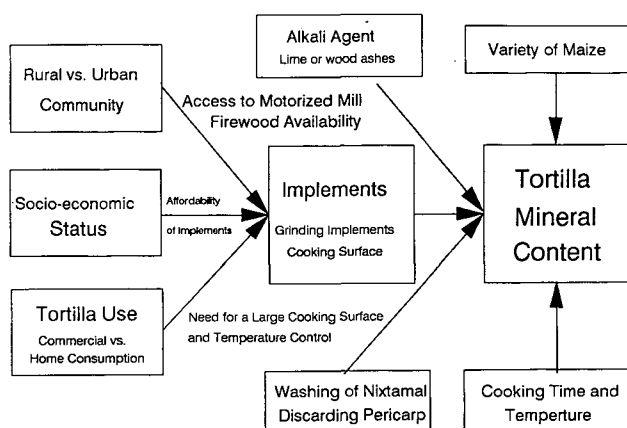
in rural and urban Guatemalan communities, respectively (1).

In Guatemala, tortillas are made by boiling dried maize in a mixture of limestone (approx 1%) and water to separate the outer hull of the maize kernel and soften the grain (2). After being left to stand overnight, the limed-cooked maize (nixtamal) is washed and ground to form a soft moist dough (masa).

Finally, a small ball of masa is formed into a patty and cooked on a «comal», a surface of clay or sheet metal over an open fire. Reviews on the technology, chemistry and nutritional value of tortillas have recently been published (3,4).

We have previously reported that in Guatemala, the calcium, iron, and zinc contents of tortillas from rural areas appear to be higher than that of tortillas from urban centers (5). Figure 1 presents a theoretical framework of factors which may affect tortilla mineral content and account for the variation therein. Although the factors in Figure 1 were not all examined in this study, they should be kept in mind when interpreting the present results and planning future research.

FIGURE 1
Factors affecting tortilla mineral content



Socio-economic status may determine rural-urban variation in tortilla mineral content by influencing which implements can be afforded. People without the financial resources to pay for motorized milling may use the less costly hand-operated, stone grinding implements, the «mano y metate». Rural-urban variation may also be mediated by the presence of a motorized mill. The choice of cooking surface may be influenced by firewood availability.

Previous studies suggest that the most proximate factors influencing the mineral content of tortilla appear to be the variety of maize, the source of alkali, pre-soaking prior to nixtamalization, cooking time and temperature, and the extent of washing of the nixtamal (6,7,8). These factors have been examined primarily in relation to variation in the calcium content of tortilla.

The use of certain implements in the grinding of nixtamal may also affect the mineral content of tortilla. The «mano y metate» appear to enhance the iron and zinc content of traditional Hopi and Pima indigenous maize foods (9,10). Contributions to the mineral content of food could also result from the type of cooking surface used (11).

This paper examines variation in the mineral content of

tortilla according to the implements used for making tortillas and inquires as to whether preparation effects might mediate rural-urban variation in tortilla mineral content.

MATERIAL AND METHODS

A. Sample collection and interviewing

This study was conducted during the pre-harvest season of June and July, 1987. Tortillas were collected from the female head of a total of 50 households of Kekchi indigenous people from three rural, two semi-urban and one low income urban community described previously (12).

The female head of each household was interviewed to determine:

- amount of maize prepared as tortilla on the day the samples were collected.
- type and source of maize and alkali agent, and source of water for tortilla-making.
- grinding implements, cooking surface, and pot used to prepare the tortillas.

One to five tortillas, depending on availability, were purchased from each household at their local value at that time, three to five tortillas for ten centavos. The tortillas were weighed individually on a balance accurate to within one gram, packaged into clean plastic bags, and maintained at -10°C until just prior to analysis. Tortillas were cooled to room temperature prior to weighing.

In 31 households, a sample of the lime used for tortilla preparation was also taken. Moist samples of lime were maintained at -10°C until just prior to analysis. Lime samples of a dry powdery nature were weighed, transferred to glass test tubes and maintained at room temperature. The amount of lime used per pound of maize was estimated in the following way: the tortilla-maker was asked to provide a sample equivalent in amount to that which she had used to prepare the batch of tortillas from which the samples were collected. This amount was divided by the number of pounds of maize used to prepare tortillas on the same day.

B. Laboratory procedures

Moisture analysis was performed on individual tortillas according to the method of the A.O.A.C. (13). Following moisture analysis, dry tortilla matter was pulverized with a porcelain mortar and pestle. For each of the 50 households, a composite sample was made by pooling the pulverized, dry tortilla matter from the tortillas of a particular household. Subsequent analyses were performed on aliquots of the composite samples.

Ashing was performed in a porcelain crucible. Approximately one gram of dry matter from a composite sample was ignited at 550°C for six hours in a Sybron Thermolyne Furnatro II furnace. Following ignition, crucibles

were weighed to four decimal places on a Mettler AE 200 electronic balance.

Following ashing, the ash residue in the crucible was taken up in approximately one ml of concentrated HCL (Allied Chemicals) and quantitatively transferred to an acid-washed 10 ml volumetric flask. For iron, zinc and copper, the digests were diluted with double glass-distilled de-ionized water using an automated Hamilton dilutor (Microlab Model). For calcium, the final dilution was made with 1% lanthanum oxide. The dilutions were read on a Perkin Elmer atomic absorption apparatus (Model 2308) at the appropriate settings as specified by the manufacturer of the instrument (14). Standard solutions were prepared from Fisher Certified Atomic Absorption Reference Solutions.

Moisture, ash, and mineral analyses of tortilla were performed in duplicate analyses which agreed to within 5% for 80% of the analyses and to within 9% in the remaining 20%.

Procedures for ash and mineral analyses of lime were performed as for tortillas.

C. Data treatment

Analysis of variance was performed using the general linear model procedure of SAS on the mainframe computer at McGill University (15).

To analyze the relationships between aspects of preparation and tortilla mineral content, all variables and all possible interaction effects were entered into the full model. One by one the least significant variable was removed from the full model and the analysis was repeated on reduced models. The final models include only the implements used in preparation (grinding implement or cooking surface) since none of the interactions or other variables had significant effects.

RESULTS

All tortillas were made from white maize bought from local vendors. In 34 households that prepared tortillas exclusively for consumption by household members, the mean (\pm Std. Dev.) amount of maize prepared per person per day was 1.6 (\pm 0.8) pounds. As previously published, the 50 tortilla samples were found to contain a mean of 1.6 g ash, 10.7 g crude protein, 202 mg calcium, 2.7 mg iron, 3.4 mg zinc, and 0.33 mg copper per 100 g dry matter (5). A subset of six samples was found to have a mean crude fat content of 2.3 g, 4.7 g acid detergent fiber, 79.2 g total carbohydrate and 373 kcal per 100 g dry matter. The mean moisture content of the 50 samples was 46.4%.

Types of implements used

As shown in Tables 1 and 2, the predominant types of implements used varied more between than within communities. A hand mill was used in some rural households whereas a motorized mill was commonly found in the semi-urban and urban areas. All but three of the 50 households

reported to use the «mano y metate» to further refine the texture of the masa. The three households which used only the mano y metate on the day the samples were collected cited the prohibitive cost of the motorized mill (five to 25 centavos per batch of masa) as the reason for using the hand implements.

TABLE 1
RURAL-URBAN VARIATION IN THE TYPES OF
GRINDING IMPLEMENTS
USED IN TORTILLA-MAKING

Grinding Implements	Rural (n=15)	Semi-urban (n=21)	Urban (n=14)
Mano and Metate	1	0	0
Hand Mill & Mano and Metate	9	1	0
Electric Mill	2	0	1
Electric Mill & Mano and Metate	3	20	13

n= number of households from which tortillas were collected.

TABLE 2
RURAL-URBAN VARIATION IN THE TYPES OF
COOKING SURFACES USED IN TORTILLA-MAKING

Cooking surface	Rural (n=12)	Semi-urban (n=19)	Urban (n=14)
Sheet metal	3	9	8
Barrel top	2	2	1
Clay	7	8	5

n= number of households from which tortillas were collected.

In rural areas, the clay comal was most common. In the semi-urban and urban areas, all women who prepared tortillas exclusively for home consumption used sheet metal or a barrel top. Only the 13 women who sold tortillas used a clay comal. Tortilla-makers reported a preference for the clay cooking surface because it provides a larger surface area and allows for greater temperature control. In the communities where firewood is less readily available, and usually purchased, sheet metal cooking surfaces seemed to be preferred because of their fuel efficiency.

Preparation effects on mineral content

Tortillas prepared with different types of grinding implements were found to vary significantly ($p < 0.05$) in their iron and zinc content (Table 3). Grinding with the hand mill and «mano y metate» was associated with a significantly ($p < 0.05$) higher iron content. The grinding bits in both the hand and motorized mills are made with wrought iron, a likely source of adventitious iron. The two tortillas ground only with the «mano y metate» had a significantly ($p < 0.05$) higher mean

zinc content. When tortillas are not also ground with a hand or motorized mill, the extent of grinding with the «mano y metate» is likely greater, thus accounting for the higher zinc content of tortillas ground exclusively with the «mano y metate».

TABLE 3
THE MINERAL CONTENT OF TORTILLA PREPARED
WITH DIFFERENT GRINDING IMPLEMENTS

Grinding Implement(s)	n1	Iron Mean±Std. Err. (mg/100g dry weight)	Zinc
Mano & Metate	2	2.5±0.5a	4.0±0.2a
Mano & Metate & Hand Mill	10	3.8±0.2b	3.2±0.1b
Motorized Mill	3	2.7±0.4a	3.4±0.2b
Motorized Mill & Mano y Metate	35	2.5±0.1a	3.5±0.05b
Model	50	F=7.76 p=0.0003	F=3.72 p=0.02

n1 = number of households from which tortillas were collected. Means in the same column with the same letter are not sig. different, $p < 0.05$.

In five households, more than one type of cooking surface was used on the day the samples were collected. For this reason, these samples were excluded from the analysis of the effect of the cooking surface. Tortillas cooked on a barrel top had a slightly but not significantly higher iron content (Table 4). If indeed the cooking surface contributes iron, this effect may have failed to attain statistical significance because comparatively more iron was contributed by the grinding implements, thus overshadowing the effect of the cooking surface.

TABLE 4
THE IRON AND ZINC CONTENT OF TORTILLA
PREPARED WITH DIFFERENT
COOKING SURFACES

Grinding Surface	n1	Iron Mean±Std. Err. (mg/100g dry weight)	Zinc
Sheet Metal	20	2.5±0.2	3.5±0.08
Barrel Top	5	3.3±0.4	3.4±0.16
Clay	20	2.9±0.2	3.4±0.08
Model	45	F=1.74 p=0.19	F=1.42 p=0.25

n1 = number of households from which tortillas were collected.

The pot used for nixtamalization and the source of water did not significantly account for variation in the content in tortilla of any of the minerals of note. None of the possible models for tortilla calcium for copper content were significant (not shown).

Alkali agent (lime)

Limestone was used as the alkali agent for the preparation of all tortilla samples. All households purchased lime locally at the market or store. Two households reported occasional use of wood ashes as a source of alkali. One household also used ground sea shells obtained from a local river. The higher price of lime was cited as the reason for using alternativa sources of alkali.

The mean and standard deviation for the quantity of lime used per pound of maize was 6.5 ± 3.7 g. The mean ash content of all 33 lime samples was 83.6%. Calcium and iron comprised 39.6% and 16.7% of the dry weight of lime respectively. Zinc and copper were present only in trace amounts. Significant inter-community differences in the mineral content of lime were not found (not shown). Correlations between the amount of mineral in the quantity of lime used and tortilla mineral content were low and none were significant.

DISCUSSION

These results suggest that the use of certain grinding implements may mediate rural-urban variation in tortilla iron and zinc content. Kuhnlein and Calloway also found that fine grinding contributes manganese, phosphorous, a slight increase in calcium, and a seven fold increase in the iron content of traditional Hopimaize foods (9). Environmental factors such as firewood availability may explain the choice of cooking surfaces used in tortilla preparation. Brouwer et al. also describe changes in food preparation patterns as a coping strategy in the increasing firewood shortage in developing countries (16).

That grinding implements did not have a significant effect on tortilla calcium content is no surprise since the contribution of calcium from the lime-water likely overshadows other factors. According to Trejo-Gonzalez et al., the concentration of lime always exceeds the saturation point of calcium hydroxide in water (8). Under such conditions one would not expect the calcium content of tortilla to be limited by the concentration of calcium in the cooking water, but rather by the capacity of the maize to take up calcium. Eighteen genetically different strains of maize were found to vary from 990 to 1690 mg/kg in their capacity for calcium uptake (8). Tortilla calcium content is also positively associated with the duration of steeping and cooking time (6).

The mean calcium content of the present lime samples (39.6%) is comparable with the value of 34% reported in the United States/Canadian Tables of Food Composition (17). In contrast, these tables report that limestone contains only

0.35% iron. Soil contamination may be responsible for the higher iron content observed in our samples. Bressani suggests that changes in the mineral content of tortilla during tortilla-making may be related to impurities and the nature of the lime used (3). As we observed only trace amounts of zinc and copper, this is not likely the case for these two minerals.

The role of the tortilla as a source of dietary minerals must be examined in the context of their bioavailability, and of other items in the diet. Solomons et al. have shown that when added to a test meal, tortilla inhibits the absorption of dietary zinc (18). Reinhold and García-López report that the fiber content of tortilla may also cause disturbances in absorption of calcium and iron (19). Further studies are required to determine the biological value of adventitious iron and zinc which appear to be contributed during the preparation of tortillas.

Acknowledgments

The authors appreciate the time and knowledge shared by the Kekchi women who participated in this study. Dr. I. Alii, Dr. E. Chávez, Ms. M. Chahbazi, Ms. D. Gaulin, Dr. J. Rheume and Ms. A. Zamani are acknowledged for their guidance during the laboratory analyses at McGill University. Statistical assistance was provided by Dr. Shahrokh Khanizadeh. We wish to acknowledge Dr. Ricardo Bressani of INCAP for valuable discussions in the initial phase of the field work. This research was made possible by an award to VMK from the International Health Exchange Program of the Canadian Public Health Association, funded by the International Development Research Center, Canada.

REFERENCES

- Alarcón, J.A. Adrino, F.J. Diferencias urbano-rurales en la ingesta de alimentos de familias pobres de Guatemala. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 41:327-335, 1991.
- Bressani, R., R. Paz y Paz, N.S. Schrimshaw. Corn nutrient losses. Chemical changes in corn during preparation of tortillas. *Agric. Food Chem.*, 6:770-774, 1958.
- Bressani, R. Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas. *Food Rev. Internat.*, 6:225-264, 1990.
- Serna-Saldivar S.O., M.H. Gómez, L.W. Rooney. The chemistry, technology and nutritional value of alkaline-cooked corn product. Chapter 4: *Adv. Cereal Sci. and Tech.*, 10:243-307, 1990.
- Krause, V.M., N.W. Solomons, K. Tucker, C.Y. López-Palacios, M. Ruz, H.V. Kuhnlein. rural-urban variation in the calcium, iron, zinc and copper content of tortilla and intake of these minerals from tortilla by women in Guatemala. *Ecol. Food and Nutr.* In press.
- Morad, M.M., F.Y. Iskander, L.W. Rooney, C.F. Earp. Physicochemical properties of alkali-cooked corn using traditional and presoaking procedures. *Cereal Chem.*, 63:255-259, 1986.
- Saldana, G., H.E. Brown. A research note. Nutritional composition of corn and flour tortillas. *J. Food Sci.*, 49:1202-1205, 1984.
- Trejo-González A., A. Feria-Morales, C. Wild-Altamirano. The role of lime in the alkaline treatment of corn for tortilla preparation. *Adv. Chem. Ser.*, 198:2245-2263, 1982.
- Kuhnlein, H.V., D.H. Calloway. Adventitious mineral elements in Hopp diets. *J. Food Sci.*, 44:2822-285, 1979.
- Greenhouse R. Preparation effects on iron and calcium in traditional Pima foods. *Ecol. Food and Nutr.*, 10:221-225, 1981.
- Moore, C.V. Iron nutrition and requirements. *Series Haematologica*, 6:1-14, 1965.
- Krause V.M., K. Tucker, C.Y. López-Palacios, M. Ruz, H.V. Kuhnlein, N.W. Solomons. Rural-urban variation in limed maize use and tortilla consumption by women in Guatemala. *Ecol. food and Nutr.* In press.
- AOAC. Official methods of analysis. 12th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 1975.
- Perkin-Elmer Corp. Analytical Methods for Atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, C.T., 1976.
- Statistical Analysis Systems Institute. User's guide. Raleigh, N.C., 1979.
- Brouwer, I.D. L.M. Nederveen, A.P. den Hartog, A.H.C. Vlasveld. Nutritional impacts of an increasing fuelwood shortage in rural households in developing countries. *Prog. in Food and Nutr. Sci.*, 13:349-3611, 1989.
- United States/Canada. Food Composition Tables. National Academy Press, Washington, D.A. Third Revision. 1982.
- Solomons, N.W., R.A. Jacob, O. Pineda, F. Viteri. Studies on the bioavailability of zinc in man. II. Absorption of zinc from organic and inorganic sources. *J. Lab. Clin. Med.*, 94:335-343, 1979.
- Reinhold, J.G., J.S. García-López, P. Garzon. Binding of iron by fiber of wheat and maize. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 34:1384-1291, 1981.

Dietary fiber analysis of cassava using gravimetric methods

Carlos Julio Rivera ¹, Andrés G. Gerardi ², Ramón Benito Infante ³,
Hernán José Carrasco ⁴ and Oscar Rodríguez ⁵

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina, Escuela de Bioanálisis
y Escuela de Nutrición y dietética. Universidad de Managua, Nicaragua

SUMMARY. We report the application of a method which combines digestion with pancreatin and neutral detergent treatment in the analytical study of dietary fiber from cassava. The use of pancreatin previous to the detergent extraction enabled rapid filtration, thus giving more reproducible results for neutral detergent fiber (NDF). Acid detergent fiber (ADF), hemicellulose, lignin and pectin were also determined. The values obtained for NDF (4.65%) and pectin (1.17%) are very important, considering their role in the digestive process.

RESUMEN. Análisis de fibra dietética en casabe utilizando métodos gravimétricos. Se reportan la aplicación de métodos que combinan la digestión con pancreatina y la extracción con detergente neutro en el estudio del contenido de fibra dietética en casabe. A las muestras se les determinó FDN, FDA, hemicelulosa y lignina. Los valores de 4,65 para FDN y 1,17 para pectina son de suma importancia considerando el papel de ambos en el sistema digestivo humano. El empleo de pancreatina antes de la extracción con detergente promueve una filtración rápida con el beneficio de resultados más reproducibles.

INTRODUCTION

Cassava is a typical home food made from *Manihot esculenta crantz*, that is produced and consumed in several country areas of Venezuela. In particular the autochthonous Indian groups have a high consumption of this food. The cholesterol levels of these populations with a high cassava intake have been found to be lower than those from urban areas, and one reason for this could be the high content of dietary fiber (DF) in cassava (3). The DF from other foods is associated with the control of digestion and absorption of different components from foods, including lipids, proteins etc. Also, DF is associated with a reduction in some human

diseases such as: bowel cancer, diabetes, hypercholesteremia, amongst others (4,6). For the above reason, it is important to determine the precise content of DF in order to design effective and convenient diets for humans. Although, there are methods which combine enzymatic and gravimetric procedures to determine DF of food samples, most of these give useful results with material that is relatively poor in starch (2,15,16), as they are unsatisfactory for the quantitative determination of DF in starch-rich food (20). These methods are in addition, relatively expensive and not accessible to small laboratories. We tested, however, procedures which combine amylase and detergent treatment to overcome the problem presented by starch (18). We report the analysis of the following DF components of cassava: hemicellulose, cellulose, lignine and pectin. The total starch content was also included in these analysis.

MATERIALS AND METHODS

Cassava was purchased four times per year at different dates in San José de Río Chico, Miranda State, Venezuela. Each stock sample (n=4) was dried between 24 and 48 hrs until reaching constant weight at 50±5°C. All samples were milled

- 1 Jefe de la Cátedra Bioquímica A, Escuela de Bioanálisis, Facultad Medicina, U.C.V.
- 2 Miembro de la Cátedra de Bioquímica A, Escuela de Bioanálisis, Facultad de Medicina, U.C.V.
- 3 Miembro del Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, U.C.V.
- 4 Miembro del Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Medicina, U.C.V.
- 5 Miembro del Departamento de la Cátedra de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad de Managua, Nicaragua.

to a particle size less than 0.4 mm in a Cyclone mill (Tecator, Sweden) and sifted in two groups: (i) 20-30 mesh and (ii) 60-80 mesh. For each stock sample, three assays by octuplicates were carried out.

Analysis of dietary fiber.

0.5g dried samples of cassava were incubated at 40°C for 6 hrs in the presence of 0.033 mg/ml pig-pancreatin (Merck, West Germany) in 0.1M phosphate buffer, 0.056 M NaCl, pH 7.0 (Merck, INC) following the method of Hart and Fisher (7), and slight modification by Asp et al (2). Each sample was washed by filtration with hot water, then with 50 ml acetone and dried to constant weight at 100°C.

The dietary fiber determination was made using the neutral detergent method modified by Holechek and Vavra (8) in order to reduce the time of the assay, as well as the amounts of sample and reactants used. Thus permitting the processing of a greater number of samples. This method was applied to the cassava sample previously digested by pancreatin. The acid detergent method was applied to 0.5 g of the first sample group (20-30 mesh) according to Van Soest (22) and modification by Holechek and Vavra (8). Starch was determined in 2,463 g of the second sample group (60-80 mesh) by the method of Hart and Fisher (7).

Pectin was measured starting from the second sample group (60-80 mesh). Briefly, 1.0 gr of this sample was washed with diethyl-ether and dried (1). Pectin was then extracted from the sample according to the method of Sabir (19) and quantitated by the method of Dische (5), modified by McCready (13) and Knutson and Jeanes (12).

Hemicellulose, cellulose and lignin was determined according to Van Soest (22).

The statistical analysis employed was Analysis of Variance (non parametric) by Shefler (21).

RESULTS

When the Van Soest method (22) was applied to a cassava sample, the NDF yielded values about 85% of the dry weight, and with the iodine test this NDF sample was strongly positive. This suggests the presence of starch (data not shown). In addition, the slow rate of filtration during this procedure was a serious problem.

We decided, therefore, to apply the modification to this procedure suggested by Robertson and Van Soest (18). Who proposed the use of amylase and neutral detergent to overcome the problem of high levels of starch. We used first the amylase followed by the detergent because if this order is inverted, the residual starch content increased (unpublished results). This has also been found in other assays with bran, using neutral detergent and amylase (18).

This modified method yielded values of $4.65 \pm 0.45\%$ for DF, which is 2.73 times higher than that reported by the National Nutrition Institute (INN) of Venezuela (10). Also the

sample was negative to the iodine test, indicating that most of the starch was solubilized.

This difference is probably because the INN determined crude fiber, which is in lower concentration than dietary fiber, and the latter corresponds better to the natural fiber processed during food digestion. On the other hand it is important to note that the first step, in which pancreatin is used, allowed a rapid filtration with an enhancement in reproducibility and precision, previously described by McQueen and Nicolson (14). This is particularly true for vegetable foods with a high content of starch, such as cassava. Values for acid fiber ($2.79 \pm 0.43\%$) are shown in Table 1. This value probably corresponds to cellulose ($1.76 \pm 0.29\%$) and lignin ($0.54 \pm 0.04\%$), the latter being one of the dietary fiber components which, together with pectin, are reported to affect cholesterol levels (9).

TABLE 1
DIETARY FIBER AND STARCH FROM
CASSAVA (%)

	Mean	±	SD	C.V
NDF	4.65		0.45	9.84
ADF	2.79		0.43	15.48
Hemicellulose	1.96		0.25	13.07
Cellulose	1.76		0.29	17.37
Lignin	0.56		0.04	7.34
Pectin	1.17		0.10	8.74
Starch	83.02		5.26	6.34

Values are in relative percentage for dry samples.

NDF estimates cellulose, lignin and hemicellulose.

ADF estimates cellulose and lignin.

Abbreviations:

NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; C.V.: coefficient of variation.

If the values in Table 1 (NDF, hemicellulose, pectin, starch) are added to the protein content (1.3%), fat content (0.6%) and ash (0.9%) published by the I.N.N. (10), we obtain 93.6% of the total dried cassava composition. The coefficients of variation (C.V.) showed a minimum value for starch of 6.34 and a maximum value of 17.37 for cellulose (Table 1) indicating homogeneity in the estimations.

DISCUSSION

We could not determine quantitatively DF in cassava without applying pancreatin, due to the difficulty in filtering the viscous solution formed by starch. Although the NDF shown in Table 1 resulted negative to the iodine test, it is not possible to eliminate the possible presence of retrograde starch (20).

From the data obtained we confirm the convenience of applying methods which combine the use of pancreatin and detergent in the determination of DF. Most of the methods

available for the determination of DF give useful results with samples which are relatively poor in starch. Our result of a 1.17% pectin content in DF may be very important, because it retains significant amounts of water in the digestive tract, due to its gelifying property. This, combined with its reported effect in lowering human serum cholesterol levels (11,15), supports the hypothesis of cassava dietary fiber as being a factor in decreasing the cholesterol levels in our Indian population. Experimental studies have frequently, but not invariably, supported this observation. Nevertheless, many factors which may be unrelated to dietary fiber, such as food forms, processing, low intake of fats, intake of unknown vegetable foods, may also affect the rate of digestion. We are interested in measuring the content of pectin in several vegetable foods and to correlate its consumption with other factors in urban area. The above method allow more precise determination of the content of dietary fiber, abolishing the artifacts produced by other components. Further work will be required to determine the effect of such components in lowering the cholesterol levels, and the possible protective role of dietary fiber.

Acknowledgments

Acknowledgments are due to Dr. Neil R. Lynch (Instituto de Biomedicina, U.C.V.) for reading this manuscript, and financial support by C.D.C.H. from U.C.V.: M09-7/85, M-10.106.87, N° 10-13 2446-90.

REFERENCES

1. Association of Official Agricultural Chemistry. Official Methods of Analysis of the AOAC. 14th ed. Washington, D.C., 1984, p 95.
2. Asp, N.G.; Johansson, C.G.; Hollmer, H. and Siljeström, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric food Chem*, 31, 476-482, 1983.
3. Bosch, V. and Carnejo, G. Serum lipoprotein of Amazonian indians and inhabitants of an urban area of Venezuela fractionated by preparative ultracentrifugation. *Metabolism* 133, 11456-61, 1964.
4. Cummings, J.H. and Bingham, S.A. Dietary fibre, fermentation and large bowel cancer. *Cancer Surv* 6, 601-21, 1987.
5. Dische, Z. New color reactions for determinations of sugars in polysaccharides. In *Methods of Biochemical Analysis*, vol II, (D. Glick, Ed.), Interscience, New York, 1955, p.313
6. Ebeling, P.; Yki-Jarvinen, H.; Aro, A.; Helve, E.; Sinisalo, M. and Kolvisto, V.a. Glucose and lipid metabolism and insulin insensitivity in type 1 diabetes: The effect of guar gum. *Am J Clin Nutr* 48, 98-11033, 1988.
7. Hart, F.L. and Fisher, H.J. *Modern food analysis*. Springer-Verlag, New York, U.S.A. 1971. p.70.
8. Holechek, J.L. and Vavra, M. Comparison of micro and macro digestion methods for fiber analysis, *J Rug Mgmt* 35, 799-801. 1982.
9. Holloway, W.D.; Tasman-Jones, C. and Maher, K. Pectin digestion in humans. *Am J Clin Nut* 37, 22533-55, 1983.
10. I.N.N. *Tabla de composición de alimentos para uso práctico* M.S.A.S. Publication N° 40, Caracas-Venezuela. 1983.
11. Keys, A.; Grande, F. and Anderson, J.T. Fiber and pectin in the diet and serum cholesterol concentration in man. *Proc Soc Exp Biol Med*. 106-555-58, 1961.
12. Knutson, C.a. and Jeanes, A. New modification of carbazole analysis: Application to heteropolysaccharides. *Anal Biochem*. 224, 470-811, 1968.
13. McCready, R.M. Pectin and pectin acid methods. *Carboh Chem* 5, 1167-170. 1963.
14. McQueen, R.E. and Nicholson, J.F.W. Fiber analysis. *J. Assoc Offic Anal Chem* 621, 676-680, 1979.
15. Olson, A.; Gray M.G. and Chiu M-C Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. *Food Technol* 411, 71-80, 1987.
16. Prosky L.; Asp, N-G; Furda I.; Devries, J.G.; Schweizer, T.P.F. and Harland, B.F. Determination of total dietary fiber in food products: Collaborative study. *J. Assoc Offic Anal Chem* 68, 677-679.
17. Reiser, S. Metabolic effects of dietary pectins related to human health. *Food Technology* 41, 91-99, 1987.
18. Robertson, J.B. and Van Soest, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In *basic and clinical nutrition*. Eds. W.P.T. James and O. Theander. Marcel Dekker Inc. 1981. vol 3, pp 12233-1156.
19. Sabir, M.A.; Sosulski, F.W. and Stewart, J.C. Polymetaphosphate and oxalate extraction of sunflower pectins. *J. Agric Food Chem* 24, 348-350, 1976.
20. Selvendran, R.R.; ring, S.G. and Du Pont, S. Determination of the dietary fiber content of the EEC samples and a discussion of the various methods of analysis. In *basic and clinical nutrition*. Eds. W.P.T. James and O. Theander. Marcel and Dekker Inc. 1981. vol 3, pp 95-119.
21. Shefler, Bioestadística. Edit. Fondo Educativo Interamericano. México. 1979.
22. Van Soest, P.J. Collaborative study on acid-detergent fiber and lignin. *J. Assoc Offic Agric Chem* 56, 781-784, 1973.

Notas

X Congreso Latinoamericano de Nutrición.

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), invita a la familia latinoamericana de nutrición a reunirse en Caracas en noviembre de 1994 con motivo de su X Congreso el cual llevará el nombre del Dr. José María Bengoa.

En esta ocasión, la capital venezolana servirá de sede a nuestro máximo evento y esperamos compartir con todos, además de un interesante programa científico, su hospitalidad, su agradable clima y las facilidades turísticas que le rodean.

El evento se realizará en el hotel Caracas Hilton, ubicado frente al famoso Teatro Teresa Carreño y a los museos de Arte Contemporáneo, de Bellas Artes, de Ciencias Naturales y de Los Niños. El complejo hotelero que éste integra con el Anaeco Hilton ofrece facilidades de alojamiento que incluyen desde habitaciones a U.S. \$ 120 hasta apartamentos de dos y tres habitaciones a un costo de sólo U.S. \$ 25 por persona. Además, su proximidad a la línea central del moderno Metro de Caracas facilita el acceso a otros hoteles de la ciudad.

El X Congreso Latinoamericano se iniciará con las Conferencias en memoria de los Dres. Conrado F. Asenjo y E.V. McCollum, patrocinada esta última por el American Institute of Nutrition, y su programa comprende la realización de simposios, mesas redondas, cursos y presentaciones de trabajos libres, abarcando las más importantes áreas del campo de la nutrición.

Inmediatamente antes del Congreso se realizará el III Taller sobre Nutrición y Salud en Áreas Urbanas y se ofrecerán Cursos sobre planificación, realización, presentación y publicación de trabajos científicos, computación en nutrición y soporte nutricional, entre otros.

La inscripción en el Congreso tendrá un costo de US\$ 100 para los miembros solventes de SLAN y de U.S. \$ 150 para los participantes no miembros que se inscriban antes del 31 de Mayo de 1994.

La SLAN ofrece financiar los gastos de viajes, hotel e inscripción para el autor o coautor de cada uno de los primeros cincuenta trabajos científicos aceptados, y los de hotel e inscripción para los siguientes cincuenta. En esta ocasión, considerando la realidad de muchos países de la región, no se exigirá el pago de la inscripción antes de considerar los resúmenes de los trabajos; en cambio, estos deberán enviarse acompañados de un cheque por sólo U.S. \$ 20 no reembolsables. Quienes no obtengan financiamiento de la Sociedad

deberán de completar el pago de su inscripción al notificárseles su aceptación.

Los autores de trabajos libres podrán también competir por el premio Kellogg's, acerca del cual informaremos más detalladamente en nuestro próximo boletín. En él también incluiremos las instrucciones para la presentación de los resúmenes y los formatos correspondientes.

CICTA-4. IV Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

El Comité Organizador de la Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos se complace en invitar a la cuarta edición de este evento, que se celebrará en el Palacio de Convenciones de La Habana, del 23 al 27 de marzo de 1994.

Como en las anteriores ediciones, se aceptarán trabajos en todas las áreas de la Ciencia y la Tecnología de los Alimentos, incluyendo los aspectos químicos, bioquímicos, microbiológicos, sensoriales, tecnológicos y económicos del procesamiento, conservación, distribución y consumo de los alimentos.

En esta ocasión, además de las sesiones acostumbradas, la Conferencia centrará su atención en tres temáticas generales de gran interés.

- la industria alimentaria y su relación con el medio ambiente
- la utilización de la soya en la alimentación, y
- la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología de los Alimentos en los países iberoamericanos,
- a las que se dedicarán sesiones plenarias, ilustradas con conferencias impartidas por especialistas de reconocido prestigio internacional, orientado a provocar un enriquecedor intercambio de ideas entre los participantes.

Para mayor información contactar a:

Ing. Alvaro García Uriarte.
Comité Organizador de CICTA-4/Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.

Carretera a Guatao, km 3^{1/2} La Lisa/Ciudad de La Habana, C.P.19200/Cuba
Teléfono: 29.9247. - Télex:511123 minal cu y 511609 palco cu. Fax: 33.1657 y 22.8382

IV Simposio Internacional en Medicina Ortomolecular.

Entre el 16 y 17 de Septiembre de 1993, tendrá lugar en el Maksoud Plaza Hotel, Sao Paulo, Brasil, el referido Simposio. Los temas a tratar son: Conceptos básicos de radicales libres y estrés oxidativo; Toxicidad del oxígeno y otros oxidantes; Teoría sobre radicales libres y envejecimiento: origen y aplicaciones; Información actualizada que respalda la teoría de radicales libres y envejecimiento; Perspectiva en evaluación clínica del estrés oxidativo; Efectos tardíos de la radiación; Algunos enfoques clínicos aplicados a patologías humanas; Antioxidantes; Vitaminas antioxidantes en la prevención de enfermedades; Regulación de la expresión genética durante el estrés oxidativo. El symposium contará con la participación de

26 expositores procedentes de Sur América, los Estados Unidos y Europa y al mismo tiempo se llevará a efecto una Reunión Paralela para el público en general sobre el tema: «Radicales libres y terapias antioxidantes». Los idiomas son portugués e inglés con traducción simultánea.

Para mayor información, favor dirigirse a:

SOMA Relações e Comunicações s/c Ltda.
Rua Atlântica, 81
Jardim América
CEP 01440-000
Sao Paulo, SP
Brasil

Información para los autores

A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. Los *Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. Los *Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los *Trabajos de Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de las poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las contribuciones deben ser en papel tamaño carta, a máquina y a doble espacio. Se sugiere un máximo de 20 cuartillas.
2. Los trabajos por triplicado serán remitidos a los Editores de la revista, después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.
3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio de los Editores, ocupen un espacio desproporcionado.

C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

1. Título

La primera página del manuscrito debe contener el título completo del trabajo en mayúsculas, nombre completo y apellido del autor, institución de origen con letras iniciales mayúsculas y el resto en minúscula. (En la página siguiente debe indicarse el cargo que cada autor desempeña, identificándolos debidamente).

2. Resumen en el idioma original del artículo

Este debe ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones.

3. Introducción

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas.

4. Material y Métodos

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substancias del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de su uso general.

5. Resultados

Estos se presentarán en lo posible en Tablas y/o Gráficas que serán respaldadas por cálculos estadísticos, evitando la repetición de datos y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados. Si hubiera subdivisiones ellas se encabezarán con un subtítulo.

- a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías de papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.
- b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto marginal. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.
- c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.
- d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.
- e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.
- f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados, incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.
- g) En cada columna se indicará claramente la medida usada por ej. mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión % sino, por ej. g/100 ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.
- h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráfica.

6. *Discusión*

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de **Resultados y Discusión**. Lo expresado en los incisos a) y h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. El título del trabajo también debe redactarse en inglés. Si el trabajo original es en inglés, el resumen debe presentarse en español, así como el título del trabajo también en este idioma.

8. *Agradecimiento (si lo hubiere)*

9. *Citas bibliográficas y Referencias bibliográficas*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la sección Referencias bibliográficas, al final del trabajo, se aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

- a) De revistas:
Liendo Coll, P & JM Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. Arch Venez Nutr 5:39-50, 1954.
- b) De libros:
Gómez P, F Silvio & R Gámora. Los Aminoácidos en alimentos. Caracas, Ed Futura, 1972, p.30.
- c) De libros sin autor individual:
Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12th ed. Washington, DC, The Association, 1975, p. 30.
- d) De un artículo o capítulo de un autor(es) consignado en un libro publicado por casa editora:
Hoskins, WG & M Charles. Macaroni production. En: The Chemistry and Tecnology of Cereals as Food and Feed. SA Matz (Ed.). Westport, Conn, The Avi Publishing Co. 1959, p. 274-320.
- e) De citas de compendios:
Krebs, HA & K Henseleit. Urea formation in animal body. Z Physiol Chem, 210:33-66, 1932. (Original no consultado; compendiado en Chem Abst 26: 5624, 1923).

10. *Notas al pie de la página*

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos, consecutivos colocados como post-fijo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

11. *Abreviatura y siglas*

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de la del idioma original del artículo, por ej. DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. Nomenclaturas

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. Resultados numéricos

Al consignar números se usará la coma (,) para indicar decimales, p. ej. 35,7; 389,9; y el punto (.) para indicar miles, millones, etc.

D. SEPARATAS

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US \$3.00 por página de 50 separatas. El autor(es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

E. CARGO POR PAGINA

La Revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de SLAN ha creado un cargo de US \$ 10,00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud dirigida en ese sentido por el autor(es). Tan pronto como su factura sea cancelada, se les proporcionará 15 separatas libres de costo.

Protein Technologies International

Pone a su disposición una gran variedad de Proteínas Aisladas de Soya, de alta calidad nutricional y diferentes Fibras de Soya, elementos importantes en la elaboración de productos alimenticios de calidad y a costos accesibles. La Proteína Aislada de Soya satisface los requerimientos de aminoácidos esenciales para niños y adultos señalados por la OMS/FAO/UNU. La Proteína Aislada de Soya y la Fibra de Soya son ingredientes de gran versatilidad que se utilizan en la preparación de diversos alimentos de alto valor nutricional como: Productos cárnicos, lácteos, cereales, bebidas nutritivas y sucedáneos.



Para mayor información llame o escriba a las siguientes direcciones:

Casa Matriz-USA:

Checkerboard Square
St. Louis, MO 63164
Phone: (800) 344.6937
Telex: 447240 RAL PRO STL
Fax: (314) 982.1121
International and Missouri:
(314) 982.1277

México:

Ingenieros Militares No. 105
Colonia Lomas de Sotelo
C.P. 11200 Mexico D.F.
Phone: (525) 395.9190 / 557.1888
Fax: (525) 395.8303

Venezuela:

Torre Diamen. Piso 1
Oficinas 17-18. Chuao
Centro Comercial Tamanaco
Caracas, 1060 Venezuela
Phone: (582) 91.3729 or 91.5732
Telex: (395) 21585 PURIN VC
Fax: (582) 91.6587

Brasil:

Rua Lopes
Amaral 72
04544-040
Sao Paulo-Brasil
Phone: 829.3666
Fax: 828.9229

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, actualmente en Venezuela, a los vocales representantes de Area o a los Capítulos de SLAN en los respectivos países.

El Consejo Directivo está integrado por: Eleazar Lara Pantin (Presidente), Hernán Delgado (Presidente Electo), Yolanda Hernández de Valera (Secretaria), Maritza Landaeta de Jiménez (Tesorera), Mauro Valencia (Vocal por México y Centro América), Rebeca de Angelis (Vocal por Brasil y Paraguay), Santiago Muzzo (Vocal por Argentina, Chile y Uruguay) y Manuel Grillo (Vocal por las Islas del Caribe).

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), que comparte actualmente la sede de la Sociedad en Caracas, Venezuela. Los manuscritos para publicación deben ser enviados al Editor General, Dr. Virgilio Bosch, o al Editor Asociado, Dr. José Félix Chávez P.

La correspondencia para SLAN o ALAN debe dirigirse al apartado 62.778, Chacao, Caracas 1060, Venezuela o a sus números de fax: 58 41 571475 y 58 2 284 8543.

¿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:**

Artes Finales: Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 752.52.68

Portada: Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 261.66.48

Impresión: Refolit C.A., Caracas, Venezuela
Teléfonos (02) 93.38.31 - 93.75.08 - 93.02.64
Fax: (02) 93.70.08

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 constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Dr. Eleazar Lara Pantin
Presidente Electo	Dr. Hernán Delgado
Secretario	Dra. Yolanda H. de Valera
Tesorero	Dra. Maritza L. de Jiménez
Vocal	Dr. Mauro Valencia
Vocal	Dra. Rebeca De Angelis
Vocal	Dr. Santiago Muzzo
Vocal	Dr. Manuel Grillo
Presidente Saliente	Dr. Jaime Ariza Macía

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	Dr. Virgilio Bosch Román
Editor Asociado	Dr. José Félix Chávez Pérez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1992 - 1994

Dr. Juan Alvarado	Dr. Hernán Delgado
Dr. Héctor Araya	Dr. J. E. Dutra de Oliveira
Dra. Julia Araya	Dr. Werner G. Jaffé
Dr. Jaime Ariza M.	Dr. Franco M. Lajolo
Lic. Adriana Blanco	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dr. José Belizán	Dr. Reynaldo Martorell
Lic. Concha M. de Bosque	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Héctor Bourges	Dra. Josefina Morales
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Alejandro O'Donnell
Dr. Odoardo Brito A.	Dra. Nelly Pak
Dr. Adolfo Chávez	Dr. Nelson de Souza
Dr. José Félix Chávez	Dr. Emilio Vargas

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.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Contenido

	Páginas
EDITORIAL	5
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Influencia del status en hierro en la atención y rendimiento intelectual de un colectivo de adolescentes españoles. Rosa María Ortega, María González-Fernández, Luz Paz, Pedro Andrés, Luis Miguel Jiménez, María Jesús Jiménez, Marcela González-Gross, Ana María Requejo, María Jesús Gaspar ..	6
Situación alimentaria de escolares en relación con su condición social Córdoba, República Argentina. Lucía Batrouni, Alicia Navarro, Jacobo Sabulsky, Silvia Fanto y Angela Rodríguez.....	12
Vitamin C load test in elderly subjects. Rosemary M. Pinto, María do Rosario D.L. Unamuno, Margareth M.P. Rodrigues, J. Ernesto dos Santos, J. Sergio Marchini and J.E. Dutra de Oliveira	20
Bioquímica Nutricional	
Comparative effects of rose hip and corn oils on biliary and plasma lipids in rats. Mariane Lutz , Maurício Torres , Patricia Carreño and Iris González.	23
Algunos condicionantes dietéticos en la colesterolemia de un colectivo de adolescentes. María González Fernández, Rosa María Ortega Anta y Olga Moreiras Tuni.....	28
Ciencias de Alimentos	
Elaboración de harinas procesadas de semilla de gandum. Carolina Mueses, Leonardo de León, Jorge Matute y Ricardo Bressani.....	33
Estudios sobre la posibilidad de aplicación de la harina de gandum en productos elaborados a base de arroz o harina de trigo. Carolina Mueses, Leonardo de León y Ricardo Bressani.....	41
Mejoramiento de la calidad proteínica del sorgo reventado con grano de soya. Ricardo Bressani y Edgar Tuna.....	46
Desarrollo de una fórmula médica a partir de un concentrado proteínico de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>). José Armando Ulloa y Mauro E. Valencia.....	50
Evaluación de la calidad de un producto deshidratado en base a papa (<i>Solanum tuberosum</i>), lupino (<i>Lupinus mutabilis</i>) y huevo. Patricia Glorio Paulet y Zelmira Reynoso Zárate.....	55
Evolução dos fenólicos totais e taninos condensados (Proantocianidinas) durante o desenvolvimento das sementes do feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) José Virgilio Coelho e Franco Maria Lajolo.....	61
Insoluble dietary fiber of grain food legumes and protein digestibility. María Heidi Marques Méndez, Sandra Casa Nova Derivi, María Leonor Fernandes y Andréa Marcia Gomes de Oliveira.....	66
Latin Foods: Composición de Alimentos	
Preparation effects on tortilla mineral content in Guatemala. V.M. Krause, H.V. Kuhnlein, C.Y. López-Palacios, K.L. Tucker, M. Ruz, N.W. Solomons.....	73
Dietary fiber analysis of cassava using gravimetric methods. Carlos Julio Rivera, Andrés G. Gerardi, Ramón Benito Infante, Hernán José Carrasco and Oscar Rodríguez.....	78
NOTAS.....	81
INFORMACION PARA LOS AUTORES.....	83