

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXV

SEPTIEMBRE, 1985

No. 3

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 aquéllos 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*).

El precio de la suscripción es de US\$ 40.00 (4 números), incluyendo gastos de correo.

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*).

The subscription is US\$ 40.00 per yearly volume (4 issues), including mailing costs.

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

**INCAP
Apartado Postal 1188
Guatemala, Guatemala, C. A.**

**Colabore con su Revista, divulgándola y enviando
sus artículos para su publicación**

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

Se autoriza la reproducción del material publicado en esta revista a condición de que se cite su procedencia y se envíen ejemplares de las publicaciones que contengan textos reproducidos a la Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

Productos de distinción para la alimentación infantil

Wyeth* **FORMULA S-26***

La primera fórmula infantil en ofrecer proteína
en la que predomina la lactalbúmina
Y la proporción proteica fisiológica de la leche materna.

Wyeth* **SMA***

Nutrición equilibrada administrada a millones de lactantes
Fortificada con vitaminas y minerales esenciales.

**La elección lógica
en más de 100 países en todo el mundo**



A la vanguardia en el campo de la nutrición infantil

La leche materna es la mejor para el bebé. El objetivo de la fórmula para la alimentación infantil es el de reemplazar o complementar la leche materna cuando la crianza al pecho no es posible o resulta insuficiente o bien cuando la madre decide no amamantar.

La buena nutrición de la madre es importante para poder establecer y mantener la alimentación al pecho. El uso parcial prolongado o extenso de fórmulas para la alimentación infantil antes de haberse establecido firmemente la crianza al pecho puede dificultar el mantenimiento de la misma. Podría resultar difícil establecer posteriormente la alimentación al pecho si ésta no se emplea desde el principio.

En asuntos relacionados con la alimentación infantil deben seguirse los consejos del profesional respectivo. La fórmula para la alimentación infantil debe ser preparada y usada según indican las instrucciones. El uso innecesario o incorrecto de la fórmula para la alimentación infantil puede crear riesgos para la salud. Deben tenerse presentes las consideraciones sociales y económicas al decidir qué tipo de alimentación habrá de utilizarse.

Wyeth International Limited, Philadelphia, PA 19101 U.S.A.

* marca registrada

Copies of articles from this publication are now available from the UMI Article Clearinghouse.

For more information about the Clearinghouse, please fill out and mail back the coupon below.

UMI Article Clearinghouse

Yes! I would like to know more about UMI Article Clearinghouse.
I am interested in electronic ordering through the following system(s):

- DIALOG/Dialorder ITT Dialcom
 OnTyme OCLC ILL Subsystem
 Other (please specify) _____
 I am interested in sending my order by mail.
 Please send me your current catalog and user instructions for the system(s) I checked above.

Name _____

Title _____

Institution/Company _____

Department _____

Address _____

City _____ State _____ Zip _____

Phone (____) _____

Mail to: University Microfilms International
300 North Zeeb Road, Box 91 Ann Arbor, MI 48106

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXV

Septiembre, 1985

No. 3

CONTENIDO

	Pag.
EDITORIAL	377
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Bocio endémico en escolares de la Provincia de Salta, Argentina. — <i>Cecilia Morón, María C. Pérez Somigliana, José V. Nordera, Sonia D'Andrea, Raquel Katz, Elvira Virgili, Beatriz Córdoba y Graciela Giménez</i>	383
Características antropométricas de escolares egresados de Educación Básica y Media en el Area Metropolitana de Santiago de Chile. — <i>Daniza Ivanovič, Gladis Barrera, María de la Luz Alvarez y Santiago Muzzo</i>	394
Nueva alternativa para el cálculo de recomendaciones de ingesta de proteína en humanos. Necesidades de proteína de una población adulta alimentada con dietas a base de arroz y frijol. — <i>Emilio Vargas, Ricardo Bressani, Delia A. Navarrete, J. Edgar Braham y Luiz G. Elías</i>	406
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Relación entre los niveles de inclusión de pulpa de café y contenido proteínico en raciones para animales monogástricos. — <i>R. A. Gómez-Brenes, G. Bendaña, J. M. González, J. E. Braham y R. Bressani</i>	422
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Development of a compressed product made with sardine. — <i>Héctor Bourges R., Josefina C. Morales de León y Hildeliza Sierra</i>	438
Effects of cone opening, initial moisture content and multiple extrusion on the protein quality of extruded soybean using the Brady Crop Cooker. — <i>Alfredo Lam-Sánchez, Ricardo Bressani, Mario Roberto Molina, Luiz Gonzaga Elías, Jorge Mario González and José Fernando Durigan</i>	447

Calidad biológica del aislado proteínico de hojas de <i>Atriplex numularia</i>. — Sara I. L. de Mucciarelli, José A. Cid, Mirta A. L. de Arellano, Silvia Fernández, Norma G. de Lúquez y Mario A. Chirino.	458
Calidad microbiológica de los quesos producidos a nivel artesanal en Costa Rica. — Isabel García Dangla, Rafael Murillo Solís, Candy Barquero y Beatriz Núñez.	466
Estudios bioquímicos y nutricionales de la semilla germinada de soya. — María Joaquina Morón Jiménez, Luiz G. Elías, Ricardo Bressani, Delia A. Navarrete, Roberto Gómez-Brenes y Mario R. Molina.	480
Extracción y cuantificación de los polifenoles de la pulpa de café. — L. Amparo García A., A. Jeanette Vélez R. y Martha P. de Rozo.	491
Studies on the development of infant foods from plant protein sources. Part II. Effect of processing conditions on the chemical and nutritive properties of chickpea. — Abdul Khaleque, Luiz G. Elías, J. Edgar Braham and Ricardo Bressani.	496
Concentrados proteínicos de la palma africana (<i>Elaeis guineensis</i>, Jacquin). Proceso de extracción y propiedades funcionales. — Emperatriz Pacheco de Delahaye.	509
Industrial corn flour enrichment with whole amaranth flour and milling fractions in corn-based products. — A. Sánchez Marroquín and S. Maya.	518
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL	537
NUEVOS LIBROS.	543
OTRAS PUBLICACIONES	545
NOTAS.	547
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 34 No. 4, 1984	549
INFORMACION PARA LOS AUTORES.	551

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXV

SEPTEMBER, 1985

No. 3

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	377
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Endemic goiter in school-children of the Province of Salta Argentina. — <i>Cecilia Morón, María C. Pérez Somigliana, José V. Nordera, Sonia D'Andrea, Raquel Katz, Elvira Virgili, Beatriz Córdoba and Graciela Gimenez .</i>	383
Anthropometric characteristics of students graduated from Basic and Secondary Education in the Metropolitan Area of Santiago de Chile. — <i>Daniza Ivanović, Gladys Barrera, María de la Luz Alvarez and Santiago Muzzo . .</i>	394
A new approach to estimate recommended dietary protein intake in humans. Protein requirements of an adult population fed diets based on rice and beans. — <i>Emilio Vargas, Ricardo Bressani, Delia A. Navarrete, J. Edgar Braham and Luiz G. Elías</i>	406
EXPERIMENTAL NUTRITION	
Relation between the inclusion of coffee pulp levels and protein content in rations for monogastric animals. — <i>R. A. Gómez-Brenes, G. Bendaña, J. M. González, J. E. Braham and R. Bressani.</i>	422
FOOD SCIENCE	
Development of a compressed product made with sardine. — <i>Héctor Bourges R., Josefina C. Morales de León and Hildeliza Sierra.</i>	438
Effect of cone opening, initial moisture content and multiple extrusion on the protein quality of extruded soybean using the Brady Crop Cooker. — <i>Alfredo Lam-Sánchez, Ricardo Bressani, Mario Roberto Molina, Luiz Gonzaga Elías, Jorge Mario González and José Fernando Durigan.</i>	447

Biological quality of the leaf protein isolate of <i>Atriplex numularia</i>. — Sara I. L. de Mucciarelli, José A. Cid, Mirta A. L. de Arellano, Silvia Fernández, Norma G. de Lúquez and Mario A. Chirino	458
Microbiological quality of home-made cheese in Costa Rica. — Isabel García Dangla, Rafael Murillo Solís, Candy Barquero and Beatriz Núñez	466
Biochemical and nutritional studies on germinated soybean seeds. — María Joaquina Morón Jiménez, Luiz G. Elías, Ricardo Bressani, Delia A. Navarrete, Roberto Gómez-Brenes and Mario R. Molina	480
Extraction and quantification of the polyphenols of coffee pulp. — L. Amparo García A., A. Jeannette Vélez R. and Martha P. de Rozo.	491
Studies on the development of infant foods from plant protein sources. Part II. Effect of processing conditions on the chemical and nutritive properties of chickpea. — Abdul Khaleque, Luiz G. Elías, J. Edgar Braham and Ricardo Bressani.	496
Oil palm (<i>Elaeis guineensis</i>, Jacquin) protein concentrates. Extraction process and functional properties. — Emperatriz Pacheco de Delahaye. . .	509
Industrial corn flour enrichment with whole amaranth flour and milling fractions in corn-based products. — A. Sánchez-Marroquín and S. Maya. .	518
PERMANENT WORKING GROUP OF SLAN ON FOOD AND NUTRITIONAL SURVEILLANCE SYSTEMS	537
NEW BOOKS	543
OTHER PUBLICATIONS.	545
NOTES	547
CONTENTS OF THE JOURNAL TURRIALBA: Volume 34, No. 4, 1984 . .	549
INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS	551

EDITORIAL

DR. J. EDGAR BRAHAM..... In Memoriam



El día 4 de julio de 1985 el destino segó la vida de quien fuera uno de los más respetables y valiosos elementos de nuestro conglomerado científico latinoamericano en materia de nutrición y bioquímica. El Dr. Braham —Edgar— como familiarmente lo llamáramos, dejó de existir en plena madurez de la vida y cuando tanto tenía por ofrecer a la ciencia.

En una muy breve recapitulación, intentaremos esbozar su trayectoria académica y científica.

Después de completar sus estudios académicos de postgrado en la Universidad de Wisconsin en 1958, se incorporó al personal científico del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá e inició actividades en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos. Su incorporación se basó no sólo en el hecho de haber llevado a feliz término sus estudios de Ph. D. en Bioquímica, sino también en la capacidad científica de que había dado plena prueba durante el período de dos años en el que hombro a hombro con el Dr. Robert L. Squibb, distinguido investigador norteamericano, trabajó en

el área de Ciencias Avícolas. Podría decirse que fue éste el nacimiento de la industria avícola en Guatemala, pues las investigaciones realizadas por los Dres. Squibb y Braham marcaron el principio de la identificación y evaluación de los recursos nacionales disponibles para la alimentación de aves de corral.

Fue también en 1958 cuando la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP entró en funciones bajo una estructura que desde entonces ha venido evolucionando. El Dr. Braham pasó a ocupar el cargo de Asistente al Jefe de dicha División, con la misión de organizar, administrar y dirigir las investigaciones en que en ese entonces se ocupaba la División. Por aquellos años se estudiaba el valor nutritivo de la tortilla y los efectos de las variedades de maíz y de su procesamiento. Un hallazgo de importancia fue el demostrar que la biodisponibilidad del calcio en la tortilla era prácticamente del 1000/o; este hecho ayudó a explicar por qué las poblaciones que no consumen leche (fuente de calcio), no acusan síntomas de deficiencia de este mineral, ni raquitismo.

Fue entonces que se inició, asimismo, una serie de estudios sobre la utilización de recursos naturales en el desarrollo de productos alimenticios destinados al hombre. En el caso del INCAP, el trabajo se centralizó en productos como el ajonjolí y la harina de semilla de algodón. Por razones de orden económico, los trabajos se encaminaron hacia el mejoramiento de la calidad nutricional de la harina en cuestión, aun sabiendo que este material contiene gopipol, substancia de acción antifisiológica. Fue en esta área, precisamente, en la que el Dr. Braham hizo contribuciones de gran importancia; se dedicó al estudio, a fondo, del metabolismo del gopipol y sus efectos en la utilización del hierro, y al metabolismo de la hemoglobina, valiéndose de ensayos en pollos en crecimiento, gallinas y cerdos. Durante esa época este destacado profesional también trabajó en el análisis de los recursos locales, lo que contribuyó en gran medida a que plasmase en realidad la Tabla de Composición de Pastos, Forrajes y Otros Alimentos de Centro América y Panamá que se necesitase con urgencia y que tanta aceptación ha tenido en el área. Sus estudios sobre la calidad proteínica y el metabolismo de la proteína en animales de experimentación también tuvieron repercusiones relevantes.

Por allá por los años 1970 se reconoció la necesidad de formalizar el entrenamiento académico de estudiantes que constantemente acudían al INCAP a realizar investigación. Fue así que la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos propuso a la Dirección del Instituto el establecimiento de un Curso formal de Postgrado en Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal, en asociación con la Universidad de San Carlos de Guatemala. La idea fue acogida con beneplácito, y se nombró al Dr. Braham Director del Curso, cargo que desempeñó con particular eficiencia y dedicación desde 1971. Sin restarle importancia a las actividades científicas cumplidas anteriormente, el cabal cumplimiento de sus responsabilidades como Director del Curso, fue quizás el aporte más significativo del Dr. Braham en lo que a capacitación de recursos humanos se refiere, perfilándose una vez más como valiosísimo elemento, cuya ausencia hoy lamentamos.

No nos cabe la menor duda que esos profesionales que con procedencia de toda la Región Latinoamericana, desde México hasta la Argentina y Chile, ingresaron al Curso y culminaron felizmente sus estudios, recordarán siempre al Dr. Braham como la persona que más los ayudó en el logro de su desarrollo integral; supo comprender sus problemas, y siempre estuvo dispuesto a alentarlos en sus estudios y a guiarlos con sus sabios consejos. El malogrado profesional los vio arribar a las aulas del Instituto un

tanto inmaduros, quizás, y los vio salir de ellas con la deseada competencia y madurez, proceso fructífero en el que fue él, decididamente, el pilar fundamental de ese positivo cambio. Esta aseveración ha sido confirmada en múltiples ocasiones, no sólo al finalizar el estudiante el Curso, sino años después, a través de la considerable correspondencia que de sus exalumnos solía recibir con regularidad. El papel que desempeñó en este aspecto fue simplemente vital, y sin lugar a dudas, su labor en cuanto a la formación de recursos humanos, fue un paso firme hacia el desarrollo futuro de América Latina.

Ajeno a ello, nunca se negó al cumplimiento de otras labores, y fue él quien calladamente, también se ocupó de editar todos los artículos científicos elaborados en la División, propuestas de investigación a someter a consideración de entidades ajenas al Instituto, así como capítulos completos de libros, monografías e informes técnicos, aspectos en los que demás está decir, su labor será inolvidable.

En lo personal mucho habría que decir, ya que estaba dotado de una personalidad única: amable, siempre dispuesto a escuchar y, de hecho, no escatimó en vano esos sanos consejos que solía impartir porque son muchos los favorecidos que los tendrán siempre presentes. Mantuvo excelentes relaciones con superiores y subalternos quienes hoy día siguen apreciando con profunda nostalgia, ese privilegiado espíritu. De vasta cultura, fuera del Instituto sus principales aficiones eran la lectura y la música. Porque era ávido para leer, contaba con prodigiosa memoria, y las facetas de su saber eran realmente múltiples. Nunca dejaban de asombrar aquellos matices de que estaba dotado. Formó una enorme y rica biblioteca personal en la que entretuvo largas horas su inquieta mente, y él mismo aprendió a empastar sus propios libros, catalogándolos según su campo, en prodigioso orden. Contaba, asimismo con un rico repertorio de música clásica, y fue ese recinto, su Biblioteca, un verdadero refugio y un oasis para él en su fructífera vida.

Hombre modesto por excelencia, nunca tuvo pretensiones y siempre cumplió con la mayor eficiencia y dedicación todas las responsabilidades que tuvo a bien aceptar, a pesar de constituir para él una enorme carga, ya que su salud en los últimos días, fue un tanto precaria. Dada su calidad humana y sus múltiples aportes a la investigación científica y en materia de formación de recursos humanos, es lástima que toda esa capacidad no hubiese sido aquilatada, quizás, en su justo valor.

Ahora, en lo que a nuestra Revista se refiere, debido a su gran acervo literario y profundos conocimientos técnicos, el Dr. Braham, ajeno a las actividades de que hemos dado cuenta, asumió las funciones de Editor Asistente desde que Archivos Latinoamericanos de Nutrición principió a funcionar en estas oficinas en 1978. Su tarea en este sentido fue ardua, tesonera y decididamente positiva. Por sus manos pasaban cuidadoso escrutinio todos los artículos a ser publicados en la Revista. A pesar de sus múltiples responsabilidades investigativas y docentes ante el INCAP, y después de un día de fatigosa brega, jamás negó su colaboración, y su dedicada labor en ese rubro fue francamente fundamental para ALAN.

En verdad, colegas, hemos perdido un valiosísimo elemento, y justo es rendir ahora este ínfimo tributo al Dr. Braham, quien supiera ser sembrador infatigable, dedicándole este número de Archivos.

Gracias Edgar, muchas gracias. Recibe este homenaje de quienes supimos apre-

ciarte, aquilatando tus méritos en su justo valor. Archivos Latinoamericanos de Nutrición y todo su personal, no olvidarán jamás todo lo que hiciste para que este órgano divulgativo ocupase el sitio que hoy le corresponde en el rubro de la comunicación científica en esta Región de las Américas.

Ricardo Bressani
Editor General

TRABAJOS DE INVESTIGACION

BOCIO ENDEMICO EN ESCOLARES DE LA PROVINCIA DE SALTA, ARGENTINA

Cecilio Morón,¹ María C. Pérez Somigliana,² José V. Nordera,² Sonia D'Andrea,^{1,2} Raquel Katz,¹ Elvira Virgili,¹ Beatriz Córdoba¹ y Graciela Giménez¹

Instituto de Endocrinología y Metabolismo de Salta, e
Instituto Nacional de Investigaciones Nutricionales,
Salta, Argentina

RESUMEN

La Provincia de Salta, ubicada en el noroeste de la República Argentina, presentaba una severa endemia de bocio-cretinismo.

El objetivo del presente trabajo, por lo tanto, fue evaluar los resultados de la profilaxis con sal yodada vigente desde 1963. Así, en 1980-1981 se determinó la prevalencia de bocio en un total de 16,935 escolares de 4 a 15 años, y en una submuestra de 401 niños, el índice de yodo/creatinina urinaria. Se encontró que la prevalencia de bocio en la citada Provincia, era de 16.10/o.

Diez de sus Departamentos, los de mayor desarrollo socioeconómico y en los que se concentra más de la mitad de la población, acusaron prevalencias inferiores a 100/o, límite considerado como de endemia. En los 13 restantes, en especial los de menor desarrollo, con zonas montañosas de difícil acceso y cuya población consume sal sin yodar proveniente de salinas naturales, las cifras superaron dicho límite.

La yoduria promedio fue de 104.0, μg I/g Cr, encontrándose 4.50/o inferior a 25 μg .

A los 20 años de profilaxis se ha logrado, pues, erradicar parcialmente la endemia. Sin embargo, debe promoverse el consumo de sal yodada e incluso el suministro de aceite yodado, en aquellas zonas en las que la prevalencia continúa siendo elevada.

INTRODUCCION

Las regiones de endemia bociosa de la República Argentina se hallan a lo largo de las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes.

Manuscrito modificado recibido: 24-6-85.

1 Miembros del Instituto de Endocrinología y Metabolismo, Mariano R. Castex 35, 4400 Salta, República Argentina.

2 Del personal científico del Instituto Nacional de Investigaciones Nutricionales, Bartolomé Mitre 647, 4400 Salta, Argentina.

Dentro de dichas regiones se encuentra la Provincia de Salta, situada en el extremo noroeste del país, con una superficie de 154,775 km² y una población de 662,870 habitantes (1).

En el año 1963, por Ley Provincial (2), se comenzaron a aplicar las medidas profilácticas mediante la yodación de la sal con yodato de potasio en la proporción de 1:25,000 y, a partir de 1968, por Ley Nacional (3), en la de 1:30,000.

Se han realizado numerosos estudios en escolares con miras a caracterizar la endemia, antes de la profilaxis y posteriormente para evaluar los resultados de la misma (Tabla 1). En el año 1924 Lewis encontró 87.40/o de bocio en los escolares del Valle de Lerma (4); en 1958-62 Oñativia *et al.* (5) repitieron el estudio en la misma zona, encontrando una prevalencia similar, 89.60/o, y en la Capital, de 41.30/o.

Con el objeto de determinar el estado actual de la endemia bociosa y evaluar los resultados obtenidos con la legislación vigente, se estudió la prevalencia de bocio y la excreción urinaria de yodo en escolares de todos los Departamentos que integran la Provincia.

TABLA 1

PREVALENCIA DE BOCIO ENDEMICO EN ESCOLARES DE SALTA,
ARGENTINA, 1924 - 1975

Año	Lugar	No. de examinados	o/o de bocio
Antes de la profilaxis:			
1924	Valle de Lerma*	1,278	87.4
1958	Valle de Lerma*	1,174	89.6
1958-62	Capital	17,148	41.3
Durante la profilaxis:			
1967	Gral. Güemes	289	40.8
1968	Capital	6,983	26.4
1969	Gral. San Martín	348	31.9
1969	Orán	168	44.0
1970	Valle de Lerma*	5,013	41.1
1975	Los Andes	395	68.1
1975	Santa Victoria	278	97.8
1975	Capital	4,861	16.5
1975	Valle de Lerma*	3,791	39.9

* Incluye los Departamentos de Cerrillos, Chicoana, Guachipas, La Caldera, La Viña y Rosario de Lerma.

MATERIAL Y METODOS

El estudio abarcó un total de 16,935 escolares de 4 a 15 años: 8,976 varones y 7,959 mujeres, correspondientes a la totalidad de los Departamentos (Tabla 2), los que representan el 11.00/o del total de la población escolar de la Provincia. De esta manera se superó el mínimo de 10/o recomendado para áreas densamente pobladas, y el 30/o para zonas no densamente pobladas (6).

TABLA 2

POBLACION DE ESCOLARES ESTUDIADA EN LA PROVINCIA DE SALTA, ARGENTINA, 1980-1981

Departamentos	Varones	Mujeres	Total
Anta	129	131	260
Cachi	208	210	418
Cafayate	134	130	264
Capital	4,830	4,239	9,069
Cerrillos	448	377	825
Chicoana	332	333	665
Gral. Güemes	133	112	245
Gral. San Martín	222	199	421
Guachipas	176	150	326
Iruya	57	47	104
La Caldera*	130	95	225
La Candelaria	72	67	139
La Poma	70	55	125
La Viña	461	417	878
Los Andes	120	107	227
Metán	121	118	239
Molinos	101	90	191
Orán	183	127	310
Rivadavia	107	104	211
Rosario de la Frontera	107	132	239
Rosario de Lerma	566	477	1,043
San Carlos	115	109	224
Santa Victoria	154	133	287
Total	8,976	7,959	16,935

* Estudio efectuado en 1983.

En los Departamentos del Valle de Lerma, incluyendo la Capital, se estudiaron las mismas escuelas que habían sido seleccionadas en encuestas anteriores. En el resto de los Departamentos se eligieron al azar dos escuelas, una de la localidad cabecera, y otra del área rural.

El estudio fue realizado en los años 1980 y 1981, a excepción del de La Caldera, que se efectuó en 1983.

Un grupo de profesionales con entrenamiento previo practicó el examen físico de la tiroides, utilizando la clasificación de bocio endémico de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), que considera bocio a los grados I, II y III (6).

En una submuestra seleccionada al azar, que integraron 401 niños —el 2.40/o del total de los escolares estudiados de acuerdo a lo recomendado (6)— se recolectó orina basal en ayunas. Se determinó el contenido de yodo mediante el método de Zak modificado por Benotti, y creatinina por el método del picrato alcalino. Los resultados se expresaron como índice de yodo/creatinina urinaria de acuerdo a Follis (7, 8).

TABLA 3

PREVALENCIA DE BOCIO EN ESCOLARES DE LA PROVINCIA DE
SALTA, ARGENTINA, 1980 — 81

Departamentos	No. de escolares estudiados	Clasificación, o/o				Total con bocio, o/o
		0A	0B	I	II	
Anta	260	18.5	46.1	27.3	8.1	35.4
Cachi	418	9.3	48.4	33.7	8.6	42.3
Cafayate	264	51.1	34.1	13.7	1.1	14.8
Capital	9,069	69.2	25.7	5.0	0.1	5.1
Cerrillos	825	86.0	11.0	1.9	1.1	3.0
Chicoana	665	41.4	53.2	5.3	0.1	5.4
Gral. Güemes	245	30.6	58.0	10.6	0.8	11.4
Gral. San Martín	421	28.3	46.3	20.9	4.5	25.4
Guachipas	326	26.1	59.2	14.4	0.3	14.7
Iruya	104	11.5	33.7	36.5	18.3	54.8
La Caldera	225	66.1	28.1	5.8	0.0	5.8
La Candelaria	139	77.0	15.8	5.8	1.4	7.2
La Poma	125	13.6	45.6	36.8	4.0	40.8
La Viña	878	72.8	23.1	3.6	0.5	4.1
Los Andres	227	40.5	27.8	22.5	9.2	31.7
Metán	239	87.9	10.0	2.1	0.0	2.1
Molinos	191	7.3	57.6	33.0	2.1	35.1
Orán	310	18.7	38.7	32.3	10.3	42.6
Rivadavia	211	60.7	34.6	4.2	0.5	4.7
Rosario de la Frontera	239	84.9	13.4	1.7	0.0	1.7
Rosario de Lerma	1,043	78.8	17.9	3.3	0.0	3.3
San Carlos	224	42.4	37.1	19.6	0.9	20.5
Santa Victoria	287	11.1	33.8	37.3	17.8	55.1
Total*	16,935	51.3	32.6	13.1	3.0	16.1

* Prevalencia ponderada según población.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se constataron las prevalencias siguientes para el total de la Provincia: grado 0A, 51.30/o; grado 0B, 32.60/o; grado I, 13.10/o, y grado II, 3.00/o. No se detectaron bocios grado III, y sólo se encontró un bocio nodular grado II en el Departamento de Cachi. La prevalencia total de bocio en la Provincia fue de 16.10/o (Tabla 3), oscilando entre 1.70/o en Rosario de la Frontera y 55.10/o en Santa Victoria. En 10 Departamentos se determinaron prevalencias inferiores a 100/o, y en 13, superiores a dicho límite, considerando como de endemia. Cabe destacar que entre los primeros se encuentran los Departamentos del Valle de Lerma, incluyendo Capital, zona de mayor desarrollo socioeconómico, y en los restantes, los pertene-

TABLA 4

PREVALENCIA DE BOCIO EN ESCOLARES DE LA PROVINCIA DE SALTA, ARGENTINA, 1980 - 81

Departamento	Varones		Mujeres	
	No. de examinados	o/o con bocio	No. de examinados	o/o con bocio
Anta	129	32.6	131	38.2
Cachi	208	40.4	210	44.3
Cafayate	134	15.7	130	13.8
Capital	4,830	5.3	4,239	4.9
Cerrillos	448	3.3	377	2.7
Chicoana	332	6.6	333	4.2
Gral. Güemes	133	14.3	112	8.0
Gral. San Martín	222	20.7*	199	30.7*
Guachipas	176	16.5	150	12.7
Iruya	57	61.4	47	46.8
La Caldera	130	7.0*	95	4.2*
La Candelaria	72	8.3	67	6.0
La Poma	70	47.1	55	32.7
La Viña	461	4.8	417	3.4
Los Andes	120	35.0	107	28.0
Metán	121	1.7	118	2.5
Molinos	101	37.6	90	32.2
Orán	183	42.6	127	42.5
Rivadavia	107	4.7	104	4.8
Rosario de la Frontera	107	1.9	132	1.5
Rosario de Lerma	566	4.4*	477	1.9*
San Carlos	115	17.4	109	23.9
Santa Victoria	154	58.4	133	51.1
Total**	8,976	15.9	7,959	16.3

* $P \leq 0.05$.

** Prevalencia ponderada según población.

cientes a zonas montañosas y los de menor desarrollo. Se observó una alta correlación entre las prevalencias de bocio grado I y II ($r = 0.79$), y entre los de grado 0A y 0B ($r = -0.82$).

Las prevalencias de bocio según sexo se aprecian en la Tabla 4. En la mayoría de los Departamentos éstas fueron ligeramente mayores en los varones, sin acusar diferencias significativas, a excepción de Rosario de Lerma y La Caldera. En el Departamento de General San Martín, en cambio, la prevalencia fue significativamente mayor en las mujeres ($P \leq 0.05$). En cuanto a la prevalencia total, ponderada según población, ésta fue de 15.90/o en los varones y de 16.30/o en las mujeres.

En la Figura 1 se observa, al analizar por grupo etario y sexo que, en general, la prevalencia de bocio ascendió en ambos sexos con el aumento de edad. A los cinco años, la prevalencia de 2.70/o en los varones y de 2.80/o en las mujeres, alcanza 27.5 y 33.30/o a los 15 años, respectivamente. Además, se aprecia que en los niños menores de 10 años la prevalencia se encuentra por debajo del límite de endemia.

Con el propósito de analizar la evolución de la endemia, se compararon con la prevalencia actual, las constatadas en los estudios realizados con anterioridad. En algunos Departamentos las primeras encuestas se hicieron durante la vigencia de la ley de profilaxis; en la Figura 2 se muestra que el porcentaje de descenso de esa prevalencia fue de 72.10/o en General Güemes, a 3.20/o en Orán; sin embargo, en todos ellos la prevalencia actual excede de 100/o.

Los Departamentos del Valle de Lerma estudiados desde 1924 (Figura 3), revelaron una prevalencia constante hasta 1958; luego, durante la profilaxis, descendió de 89.60/o a 4.90/o en 1980-81, es decir que tuvo

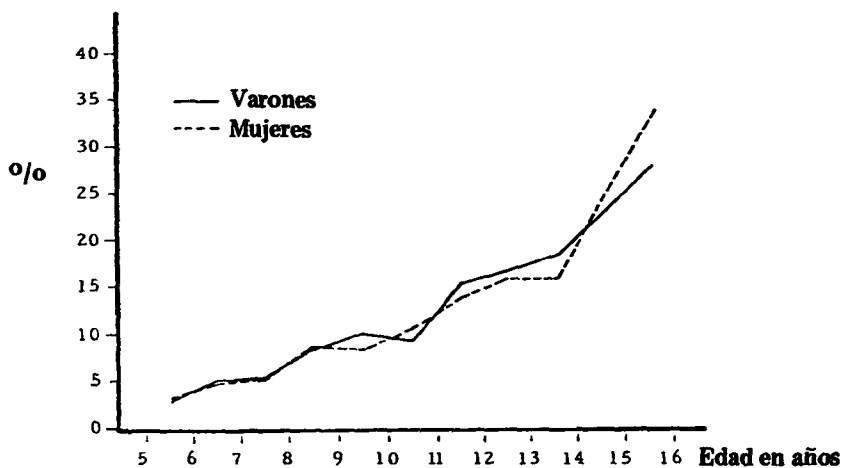


FIGURA 1

Prevalencia de bocio en escolares, por edad y sexo, en la Provincia de Salta, Argentina, en 1980-81

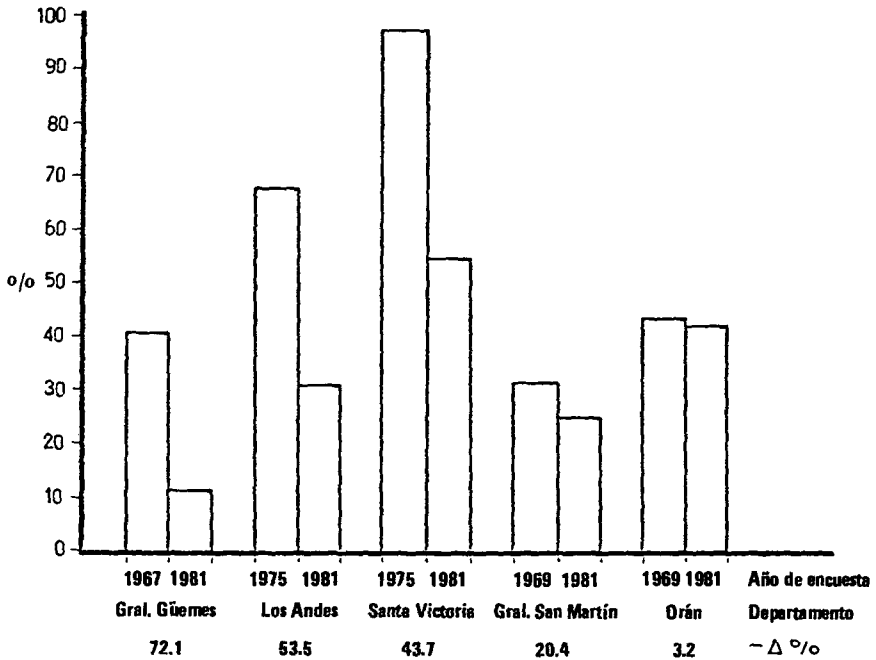


FIGURA 2

Evolución de la prevalencia de bocio en escolares de algunos Departamentos de la Provincia de Salta, Argentina

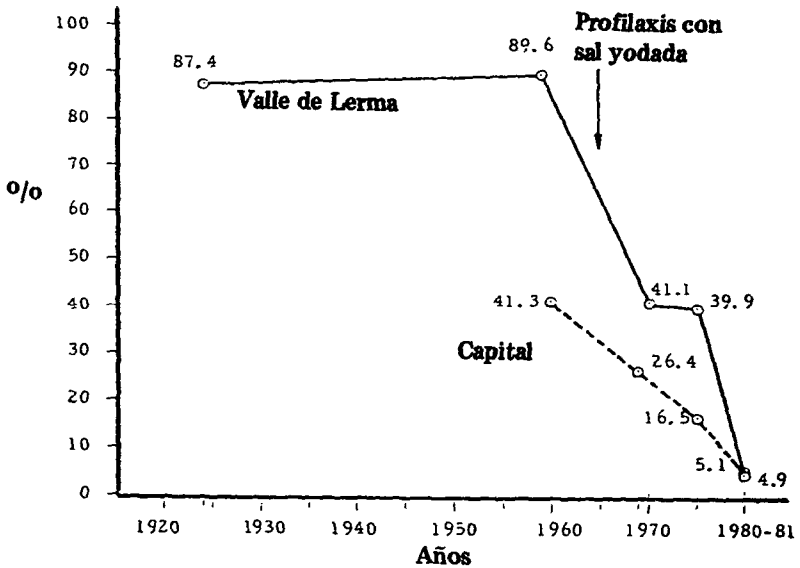


FIGURA 3

Evolución de la prevalencia de bocio en escolares del Valle de Lerma y Capital, Salta, Argentina

un descenso de 950/o. En Capital, la prevalencia inicial de 41.30/o en 1958-62, se redujo a 5.10/o en 1980-81, o sea que sufrió un descenso de 880/o.

En la evolución de la endemia, los tipos y grados de bocio siguieron en su desaparición o disminución, el orden siguiente: 1o) nodulares; 2o) difusos, grado III; 3o) difusos, grado II y 4o) difusos, grado I. En el Valle de Lerma, excluyendo la Capital, en 1924, el 62.30/o de los bocios correspondían al grado I; 35.70/o eran grado II; 0.40/o, grado III, y 1.60/o, nodulares. En contraste, en 1980-81, el 92.70/o eran grado I y 7.30/o grado II, advirtiéndose la ya citada ausencia de bocios grado III, y la presencia de sólo un caso de bocio nodular.

El índice de yodo/creatinina acusó un promedio de 104.0 ± 79.0 μg I/g Cr. El 190/o de los valores obtenidos estaban por debajo de 50 μg , valor mínimo considerado como aceptable; el 720/o se ubicó entre 50 y 200 μg , y el resto por encima de esta última cifra (Figura 4). Por lo tanto, hubo un significativo incremento en relación al promedio de 9.27 ± 1.66 μg I/24 hr observado en 1961, antes de la profilaxis.

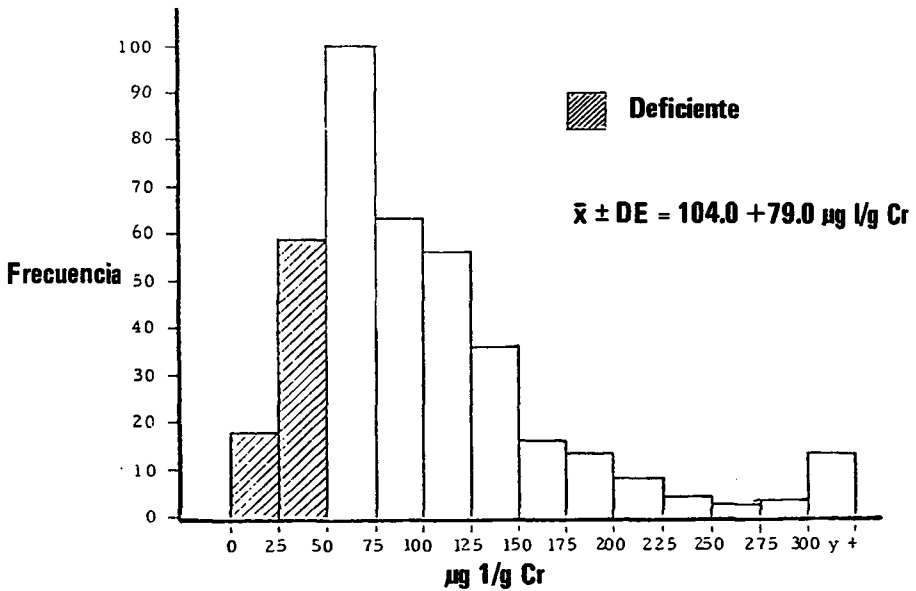


FIGURA 4

Índice de yodo/creatinina urinaria en escolares de la Provincia de Salta, Argentina, 1980-81

La severidad de la endemia, clasificada antes de la profilaxis en grado III, por encontrarse cretinismo endémico, excreción urinaria de yodo menor de 25 μg I/g CR y alta prevalencia de bocio, se puede catalogar en la actualidad como de grado I, ya que no se han registrado nacimientos de cretinos y la excreción promedio de yodo es mayor de 50 μg . Además,

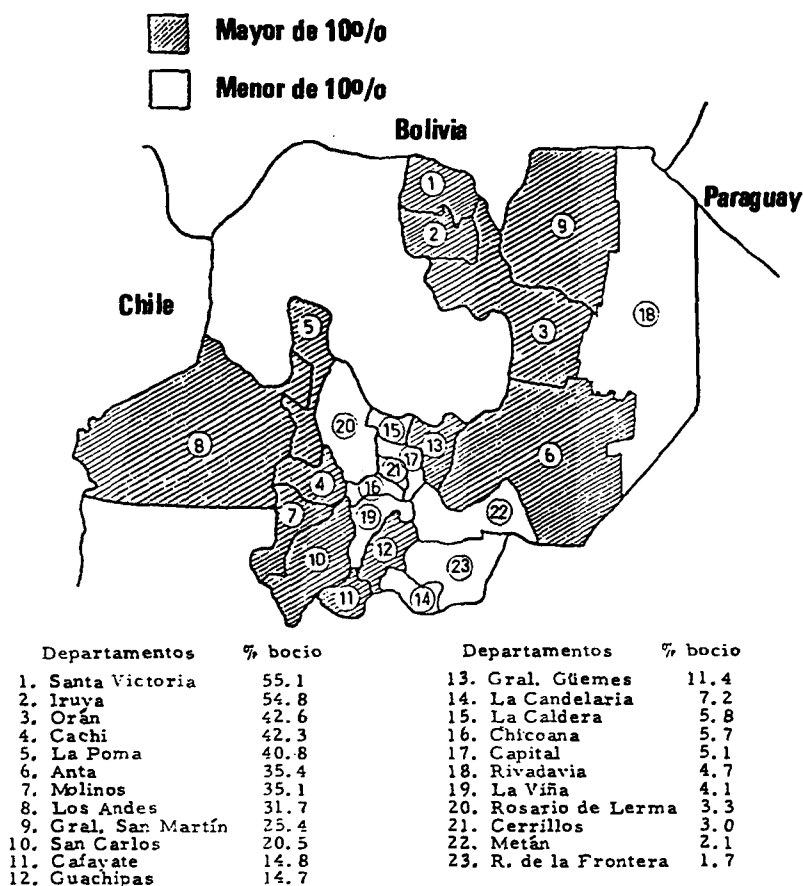


FIGURA 5

Prevalencia de bocio en escolares de la Provincia de Salta, Argentina, 1980-81

hubo una franca disminución de la prevalencia de bocio (6, 9).

Para evaluar el estado de nutrición de yodo, Follis distingue cinco grupos de población según la magnitud de la excreción urinaria de yodo, desde el grupo I, en el que no aparecen yodurias inferiores a 50 µg I/Cr, hasta el grupo V, en el que casi todas las yodurias están por debajo de 25 µg (10). En la Provincia de Salta se constató 4.5% de yodurias inferiores a esta cifra, por lo que se le ubica en el grupo III que fija como límite máximo el 15%.

CONCLUSION

La endemia bociocretínica en la Provincia de Salta ha revelado diferencias regionales debidas a las características geográficas y de desarrollo que ya eran evidentes antes de la yodación de la sal. En la Capital se obser-

vaba la menor prevalencia mientras que en los Departamentos del Valle de Lerma se duplicó la misma. Sin embargo, con la profilaxis se produjo un descenso en todos ellos, llegando a cifras similares por debajo del nivel de endemia.

En los Departamentos restantes, en especial los de menor desarrollo socioeconómico y además con zonas montañosas de difícil acceso y salinas naturales (Iruya, Santa Victoria, Los Andes), se produjo un descenso de las prevalencias. A pesar de ello, en la actualidad todavía presentan cifras elevadas.

Estos hallazgos revelan que, a pesar de la legislación vigente, la penetración de la sal yodada no se produjo uniformemente ni con la misma magnitud en toda la Provincia. En efecto, esto fue confirmado por estudios de consumo de sal yodada en la población (11), y por las diferentes yodurias observadas (12).

En resumen, a los 20 años de vigencia de la profilaxis con sal yodada, la Provincia de Salta tiene una prevalencia de bocio de 16.10/o en niños escolares, con cifras inferiores al 100/o —límite por arriba del cual se considera endemia— en diez Departamentos que concentran más de la mitad de la población de la Provincia (Figura 5). Esto revela claramente la efectividad de la medida profiláctica, pero salta a la vista la necesidad de promover el consumo de sal yodada en aquellas zonas que aún acusan prevalencias elevadas. Incluso, como acción inmediata, se recomienda el suministro de aceite yodado, por vía bucal, en las zonas más afectadas (13).

SUMMARY

ENDEMIC GOITER EN SCHOOL-CHILDREN OF THE PROVINCE OF SALTA, ARGENTINA

The Province of Salta, located in the northwest of Argentina, showed severe endemic goiter-cretinism.

The purpose of our work, therefore, was to evaluate the results of the iodized salt prophylaxis measure implemented since 1963.

In 1980-1981 the prevalence of goiter was determined in 16,935 school children whose ages ranged from four to 15 years. The urinary iodine/creatinine index was also determined in a subsample of 401 children. Findings revealed that the goiter prevalence in the Province was 16.10/o.

In 10 Departments of the Province, those with greater socioeconomic development and denser population, the prevalences found were below 100/o, limit established as endemic. In the remaining 13 Departments, especially in those less developed—where mountainous regions make their access difficult and hence, their populations consume non-iodized salt obtained from natural salt basins—values exceeded this limit.

The average ioduria was 104.0 ug I/g Cr, with 4.50/o presenting values below 25 ug.

After 20 years of prophylaxis, endemic goiter has therefore been partially eradicated. It is suggested, however, that consumption of iodized salt and, even the supply of iodized oil in those areas where prevalence is high, be recommended.

BIBLIOGRAFIA

1. Argentina. Censo Nacional de Población y Vivienda 1980. Serie B, Características Generales, Salta, República Argentina. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires, 1981.
2. Argentina. Decretos Leyes No. 190 y 191, año 1956; Decretos No. 19034 y 3893, año 1962. Provincia de Salta.
3. Argentina. Ley No. 17259, año 1967; Decreto No. 34277 año 1967; Decreto No. 1742, año 1968. República Argentina.
4. Lewis, J. T. Características del bocio endémico en las Provincias del Norte. *Sem. Med. B. Aires*, 31(2): 713, 1924.
5. Oñativia, A., D. A. Escalante, C. Morón, J. V. Nordera & M. C. Pérez Somigliana. **Epidemiología de la Endemia Bociocretinica en la Provincia de Salta.** Salta, Instituto de Endocrinología. 1975. (Serie de Monografías Médicas No. 3).
6. Querido, A., F. De Lange, J. T. Dunn, R. Fierro-Benítez, H. K. Ibbertson, D. A. Koutras & H. Perinetti. Definitions of endemic goiter and cretinism, classification of goiter size and severity of endemias, and survey techniques. In: **Endemic Goiter and Cretinism: Continuing Threats to World Health.** J. T. Dunn and G. A. Medeiros-Neto (Eds.). Washington, D. C., Pan American Health Organization, 1974, p. 267-272 (Scientific Publication No. 292).
7. ICNND. Biochemical methods. In: **Manual for Nutrition Surveys.** Washington, D. C., 1963, p. 263.
8. Follis, R. H., K. Vanpraka & D. Damronsakdi. Studies on iodine nutrition in Thailand. *J. Nutr.*, 76: 159-172, 1962.
9. Ibbertson, H. K. Endemic goiter and cretinism. *Clin. Endocr. Metab.*, 8(1): 97-128, 1979.
10. Follis, R. H. Patterns of urinary iodine excretion in goitrous and nongoitrous areas. *Am. J. Clin. Nutr.*, 11(5): 253-266, 1964.
11. Pérez Somigliana, M. C. & J. V. Nordera. Consumo de sal yodada de áreas rurales de Salta, años 1981-1982. Presentado en: **VI Congreso Latinoamericano de Nutrición, Buenos Aires, 18 a 20 de agosto de 1982.**
12. D'Andrea de Rivero, S., M. C. Pérez Somigliana, C. Morón & J. V. Nordera. Índice yodo/creatinina en escolares de la Provincia de Salta. Presentado en: **47º Triduo Bioquímico Científico Anual, Jujuy, 10 al 15 de octubre de 1982.**
13. Watanabe, T., D. Morán, E. El Tamer, L. Staneloni, J. Salvaneschi, N. Altschuler, O. J. Degrossi & H. Niepomiszczce. Iodized oil in the prophylaxis of endemic goiter in Argentina. In: **Endemic Goiter and Cretinism: Continuing Threats to World Health.** J. T. Dunn and G. A. Medeiros-Neto (Eds.). Washington, D. C., Pan American Health Organization, 1974, p. 231-241. (Scientific Publication No. 292).

NUEVA ALTERNATIVA PARA EL CALCULO DE RECOMENDACIONES DE INGESTA DE PROTEINA EN HUMANOS. NECESIDADES DE PROTEINA DE UNA POBLACION ADULTA ALIMENTADA CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL¹

*Emilio Vargas,² Ricardo Bressani,³ Delia A. Navarrete,⁴
J. Edgar Brabam⁴ y Luiz G. Elías⁴*

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Tres Ríos, Costa Rica

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

RESUMEN

En esta comunicación se propone un nuevo método para estimar las necesidades de proteína de una población, y se presentan las recomendaciones de ingesta proteínica para adultos alimentados con dietas a base de arroz y frijol.

Con este propósito, se tomaron datos de estudios de índice de balance de nitrógeno corto, notificados previamente, de 40 sujetos adultos que habían participado en 160 periodos de balance de nitrógeno en los que consumieron dietas a base de arroz y frijol, suplementadas o no con proteína animal y/o energía.

El método propuesto se basa en la respuesta curvilínea entre la ingesta de nitrógeno y el balance de éste. Para ello se calcula la ecuación de segundo grado que describe la relación entre el balance de nitrógeno y la ingesta. Utilizando el concepto matemático de primera y segunda derivada, se obtiene el punto de inflexión de la curva, el cual se interpreta como aquella condición en la que el individuo utiliza el nitrógeno dietético con máxima eficacia; la ingesta de nitrógeno correspondiente a ese punto se toma, pues, como la recomendación dietética de nitrógeno para el individuo. Al comparar los datos obtenidos valiéndose de la ecuación cuadrática, con los valores obtenidos por

Manuscrito modificado recibido: 24-6-85.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos adjudicados por el Programa Mundial Contra el Hambre, de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU).
- 2 Investigador Asociado del Programa INCAP/UNU, con sede en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). En la actualidad es Investigador del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Tres Ríos, República de Costa Rica, C. A.
- 3 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 4 Científicos de la citada División.

Publicación INCAP/UNU-36.

el método tradicional de ecuaciones lineales, se constataron valores estadísticamente iguales ($P < 0.05$) en ambos sistemas. La recomendación de ingesta proteínica de una población adulta alimentada con una dieta a base de arroz y frijol resultó ser de 0.80 y 0.77 g/kg/día, por el método de la ecuación curvilínea y el método convencional, respectivamente. Al complementar la dieta con 100/o de proteína de leche y con un mismo nivel de energía, los valores encontrados fueron de 0.64 y 0.71 g proteína/kg/día para ambos métodos en ese orden. Además, se calculó la ingesta y absorción de aminoácidos esenciales a partir de las dietas de arroz y frijoles a los niveles recomendados por ambos métodos para estar en balance de nitrógeno. Se encontró que en todos los casos los individuos satisficieron los requerimientos de todos y cada uno de los aminoácidos esenciales señalados por FAO/OMS, siendo la isoleucina y los aminoácidos azufrados, los que aparentemente limitan este tipo de dieta.

INTRODUCCION

El índice de balance de nitrógeno (IBN) se considera como uno de los mejores métodos para evaluar la calidad proteínica en humanos y animales (1, 2), así como para estimar las necesidades de nitrógeno de una población y, a partir de ello, las recomendaciones de nitrógeno y proteína para esa población. Su principal característica es que constituye una técnica de múltiples puntos, es decir que requiere que la proteína bajo estudio se suministre a varios niveles de ingesta, midiendo el balance de nitrógeno en cada nivel de ingesta o punto. Ha quedado más que demostrado que la relación entre la ingesta de nitrógeno y el balance de este último es lineal en la región de balance de nitrógeno negativo, y ligeramente positivo para luego alcanzar una relación curvilínea, en la región de balance francamente positivo (1-3). También se ha señalado (4, 5) que en la zona de ingestas proteínicas muy bajas, existe una relación curvilínea entre la ingesta de nitrógeno y el balance de éste.

Uno de los problemas que presenta el método del IBN, es el costo y el tiempo necesarios para su realización en humanos. Por esta razón, Bressani *et al.* (6), han propuesto un método basado en el mismo principio pero que utiliza tiempos más cortos de balance, por lo que se le ha llamado "Índice de balance de nitrógeno corto" (IBNC). Con cualquiera de los dos métodos se puede hacer una estimación del nivel requerido de ingesta de la proteína en estudio para mantener equilibrio nitrogenado en adultos, o para alcanzar un grado determinado de retención de nitrógeno en niños.

En realidad, existen dos criterios para determinar las necesidades de nitrógeno de una población basados ambos en los datos del IBN: a) el de sumarle al nitrógeno necesario para alcanzar balance cero, un 300/o, y b) el de sumarle a ese mismo valor, dos desviaciones estándar a fin de cubrir el 950/o de la población (7).

En el trabajo aquí descrito se propone un nuevo método para determinar las recomendaciones proteínicas, basado en la respuesta curvilínea entre el balance de nitrógeno y la ingesta de éste. Asimismo, se hacen estimaciones de las necesidades de nitrógeno de una población alimentada con dietas de origen vegetal, y se calcula la cantidad de aminoácidos esenciales cubierta con estas ingestas de nitrógeno recomendadas.

MATERIALES Y METODOS

Alimentos e Ingredientes

Para el caso se utilizó como fuente de proteína, frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) de la variedad S-19N; arroz (*Oriza sativa*) tipo comercial, blanco y pulido, y leche descremada, deshidratada y de disolución rápida. Las características químicas y la preparación de estos productos, así como de las dietas suministradas fueron dadas a conocer en trabajos previos (8-10).

Técnicas del Estudio

La investigación comprendió cuatro estudios de índice de balance de nitrógeno corto en hombres adultos, alimentados con dietas a base de arroz y frijol suplementadas o no con proteína animal y/o energía. Los detalles del estudio de balance, procesamiento de muestras, composición de las dietas, características de los sujetos, y el diseño experimental, ya fueron dados a conocer (9, 10).

En el IBNC propuesto por Bressani *et al.* (6), cada estudio tiene una duración de 10 días. Durante los primeros tres, a cada sujeto se le suministró una dieta baja en nitrógeno (15-20 mg/kg/día), a lo que siguió un incremento progresivo de 0.2 g de proteína/kg/día cada dos días, hasta un nivel máximo de 0.6 g de proteína/kg/día. Durante los dos últimos días del primer período (dieta baja en nitrógeno) y en cada período subsiguiente (0.2, 0.4 y 0.6 g proteína/kg/día), se recolectaron heces fecales y orina, usando carmín rojo o carbón vegetal como marcadores fecales. El nivel de energía se mantuvo constante en cada estudio. Las heces y orina de cada período de recolección fueron homogenizados y se analizaron alícuotas de estos homogenizados para determinar el nitrógeno total según la técnica del macro-Kjeldahl.

Además, se cuantificó el contenido de aminoácidos de las fuentes de proteína indicadas, así como de las dietas basales y totales que consumieron los individuos en cada estudio, utilizando métodos convencionales (11).

Cálculos Matemáticos

a) *Ecuaciones de regresión* — Se calcularon ecuaciones de regresión lineal del tipo $y = a + bx$ entre el balance de nitrógeno aparente (y) y la ingesta de nitrógeno (x) por el método de los mínimos cuadrados, para determinar la respuesta individual de cada sujeto en cada estudio, así como utilizando los datos de todos los sujetos que participaron en cada estudio. Se calcularon también por el mismo método, ecuaciones de regresión de segundo grado del tipo $y = a + bx + cx^2$ con las mismas variables ya señaladas en el caso de las ecuaciones lineales.

b) *Nitrógeno para mantenimiento y recomendaciones de éste.* — La ecuación individual lineal de cada sujeto que participó en cada estudio fue resuelta cuando el balance nitrogenado era cero. El promedio de ese resultado se estimó como la necesidad de nitrógeno para mantenimiento (balance cero). Para calcular la recomendación de nitrógeno, se le sumó un

300/o a cada valor individual de nitrógeno para mantenimiento obtenido con la ecuación lineal. Al promedio de esos valores, en cada estudio, se le llamó recomendación de nitrógeno, y para el cálculo de la recomendación de proteína se usó el factor de conversión de 6.25.

Las recomendaciones de ingesta de nitrógeno, fueron calculadas siguiendo otra técnica. Partiendo de las ecuaciones de regresión de segundo grado individuales, se calculó la primera derivada de esa ecuación $\frac{dy}{dx}$ es decir $\frac{dy}{dx} = b + 2cx$ y se igualó a cero, esto es: $b + 2cx = 0$, calculándose luego el valor de x de la siguiente manera: $x = \frac{-b}{2c}$.

El valor de x se interpretó como el nitrógeno ingerido que produce el balance máximo de nitrógeno en las condiciones en que se llevó a cabo este estudio, y el promedio de estos valores como la recomendación de nitrógeno óptima para una población alimentada con el tipo de fuentes de proteína utilizadas en esta investigación.

El nitrógeno para mantenimiento se calculó resolviendo para balance cero, la ecuación cuadrática total de cada estudio, como sigue:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c}$$

c) *Cálculo de ingesta o absorción de aminoácidos* — A partir de la composición de aminoácidos de las fuentes de proteína y las dietas libres de nitrógeno (dietas basales) así como el valor de nitrógeno necesario para mantenimiento, se calculó el patrón de aminoácidos esenciales para mantenimiento de equilibrio nitrogenado, ya fuese como aminoácidos ingeridos en la dieta o como aminoácidos absorbidos. En este último caso se consideró la digestibilidad del nitrógeno, asumiendo que todos los aminoácidos son absorbidos en la misma proporción en que se ingieren. También se calcularon los patrones promedio de aminoácidos que una población consumiría al ingerir las recomendaciones de nitrógeno propuestas en el estudio. Además, se calculó el patrón de aminoácidos absorbidos para las recomendaciones de nitrógeno señaladas.

RESULTADOS

Las ecuaciones de regresión totales, tanto lineales como cuadráticas de cada uno de los estudios realizados, se exponen en la Tabla 1. Tal como se indica, en todos los casos los coeficientes de correlación de las ecuaciones de segundo grado son mayores que los obtenidos con las ecuaciones lineales. Puede apreciarse, asimismo, que en todos los casos los coeficientes son altamente significativos ($P < 0.01$). Destaca, por otra parte, el valor de "b" el cual, aunque con magnitud diferente, sigue una misma tendencia al aplicar los dos sistemas de cálculo.

Las necesidades de nitrógeno para mantenimiento y las recomendaciones de nitrógeno y proteína —calculadas por los dos métodos— se presentan en la Tabla 2. Como se observa, cuando el nitrógeno necesario

TABLA 1

ECUACIONES DE REGRESION LINEAL Y CUADRATICA TOTAL ENTRE EL NITROGENO INGERIDO (NI) Y EL BALANCE DE NITROGENO (BN), OBTENIDOS EN HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL (mg/kg/día)

Estudio	Regre- sion	Ecuación lineal	r	Ecuación cuadrática	r
1 (n = 40)	BNA	$y = -71.57 + 0.75x$	0.87	$y = -87.35 + 1.446x - 0.006x^2$	0.89
	BNV	$y = -78.12 + 0.76x$	0.88	$y = -92.19 + 1.436x - 0.006x^2$	0.89
2 (n = 32)	BNA	$y = -73.29 + 0.79x$	0.86	$y = -87.64 + 1.615x - 0.007x^2$	0.97
	BNV	$y = -74.96 + 0.80x$	0.95	$y = -92.69 + 1.619x - 0.007x^2$	0.97
3 (n = 40)	BNA	$y = -74.59 + 0.95x$	0.92	$y = -96.02 + 1.992x - 0.009x^2$	0.95
	BNV	$y = -79.57 + 0.95x$	0.92	$y = -101.03 + 1.992x - 0.009x^2$	0.95
4 (n = 40)	BNA	$y = -69.54 + 0.86x$	0.91	$y = -86.08 + 1.662x - 0.007x^2$	0.93
	BNV	$y = -74.54 + 0.86x$	0.91	$y = -91.06 + 1.662x - 0.007x^2$	0.93
Todos (n = 152)	BNA	$y = -71.98 + 0.83x$	0.90	$y = -89.45 + 1.679x - 0.007x^2$	0.92
	BNV	$y = -75.60 + 0.79x$	0.89	$y = -94.43 + 1.677x - 0.007x^2$	0.92

BNA = Balance de nitrógeno aparente.

BNV = Balance de nitrógeno verdadero.

para mantenimiento se calcula mediante la ecuación lineal, éste es ligeramente mayor en los estudios 3 y 4, en comparación con los resultados que se obtienen al aplicar la ecuación de segundo grado. En ningún caso se aprecian diferencias significativas ($P < 0.05$). Tal como muestran los resultados, la recomendación de nitrógeno calculada en los cuatro estudios mediante la regresión lineal, es menor que los valores calculados mediante la ecuación cuadrática. También es de interés observar, que la dispersión de los datos (medida ésta en términos de la desviación estándar) es mayor en los valores calculados mediante las ecuaciones de segundo grado.

Ajeno a ello, en los resultados destaca el hecho que, mediante los dos sistemas de cálculo, las proteínas de los alimentos del estudio 3 fueron mejor utilizadas que las del estudio 4, y éstas, a su vez, mejor que las de los estudios 2 y 1, respectivamente.

La Figura 1 es una representación gráfica de las ecuaciones de segundo grado entre la ingesta de nitrógeno y el balance aparente de éste. Se indican también los puntos de máximo balance.

La cantidad promedio de aminoácidos esenciales que serían consumidos en cada estudio cuando los individuos alcanzan equilibrio nitrogenado, se resume en la Tabla 3. Se indica, asimismo, el nitrógeno ingerido necesario para lograr equilibrio, y la digestibilidad del nitrógeno de cada dieta estudiada, datos que ya fueron informados (9, 10).

TABLA 2

NECESIDADES PROTEINICAS DE HOMBRES ADULTOS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL, ESTIMADAS MEDIANTE ECUACIONES DE REGRESION LINEAL Y CUADRATICA

Estudio	Con ecuación lineal			Con ecuación cuadrática		
	Nitrógeno mantenimiento ¹ (mg/kg/día)	Recomendación de nitrógeno ² (mg/kg/día)	Recomendación de proteína (g/kg/día)	Nitrógeno para mantenimiento ³ (mg/kg/día)	Recomendación de nitrógeno ⁴ (mg/kg/día)	Recomendación de proteína (g/kg/día)
1	96.2 ± 13.7	123.7 ± 18.4	0.77	89.7	127.7 ± 38.1	0.80
2	90.1 ± 8.7	117.2 ± 11.4	0.73	90.3	126.9 ± 32.7	0.79
3	78.6 ± 10.2	102.2 ± 13.3	0.64	70.9	114.1 ± 17.2	0.71
4	82.4 ± 10.2	108.2 ± 13.3	0.67	76.3	122.4 ± 37.8	0.76

- 1 Se calculó como un promedio de cada ecuación individual para alcanzar balance de nitrógeno cero en cada estudio.
- 2 Se calculó sumándole 30% a cada valor individual necesario para alcanzar balance de nitrógeno cero.
- 3 Se calculó resolviendo la ecuación cuadrática total para balance cero.
- 4 Se calculó como un promedio de las ecuaciones cuadráticas individuales en el punto de balance máximo.

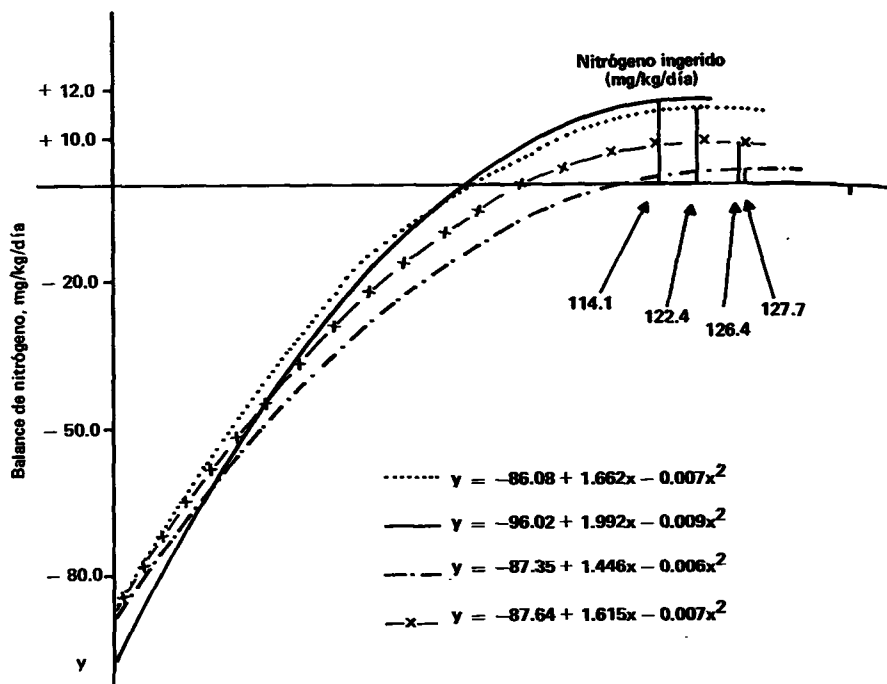


FIGURA 1

Utilización máxima del nitrógeno ingerido por humanos adultos alimentados con dietas a base de arroz y frijol, suplementadas con energía y/o proteína de leche

La información resultante de los cuatro estudios revela que las necesidades de nitrógeno para alcanzar equilibrio nitrogenado son mayores que las cifras que recomienda FAO/OMS, de 70 mg/kg/día para un hombre adulto (7). Se destaca el hecho que cuando se alcanzó equilibrio nitrogenado en los cuatro estudios, también se habían satisfecho todas y cada una de sus necesidades de aminoácidos esenciales. Aparentemente, la isoleucina es el aminoácido que limita la utilización de estas dietas.

Los consumos promedio de aminoácidos y las cantidades absorbidas de éstos cuando se ingieren las recomendaciones de nitrógeno estimadas mediante los dos métodos se detallan en la Tabla 4. Según se muestra, la recomendación de nitrógeno calculado por el método de la ecuación lineal (112.6) y por la ecuación cuadrática (122.4), es mayor que la recomendada por FAO/OMS, que de 91 mg/kg/día para hombres adultos (7). No obstante, las necesidades de nitrógeno absorbido (70.2 y 76.4 mg/kg/día) son menores que el valor informado por FAO/OMS (81.9 mg/kg/día). Se observa, sin embargo, que cuando se absorben las cantidades de nitrógeno indicadas, también se absorben todos y cada uno de los aminoácidos esenciales en las cantidades indicadas como mínimas por la FAO/OMS (7).

TABLA 3

AMINOACIDOS ESENCIALES PARA EL MANTENIMIENTO DE INDIVIDUOS ADULTOS ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE ARROZ Y FRIJOL¹
(mg/kg/día)

Aminoácido	Ensayo				Promedio			Necesidades para equilibrio ²
	1	2	3	4	\bar{x}	DE	CV	
Treonina	11.0	10.2	8.8	9.7	9.9	1.4	14.1	5.4
Valina	26.8	24.9	21.1	23.4	21.4	3.5	14.5	7.7
Metionina + cistina	17.6	16.3	14.0	15.3	15.8	2.2	13.9	10.0
Isoleucina	12.2	11.3	9.8	10.7	11.0	1.6	14.5	7.7
Leucina	45.8	42.7	36.6	40.8	41.6	6.0	14.4	10.8
Fenilalanina + tirosina	39.8	37.1	31.3	35.3	36.0	5.3	14.7	10.8
Lisina	30.2	28.1	24.6	27.5	27.7	3.9	14.1	9.2
Triptofano	6.6	6.1	5.2	5.7	5.9	0.8	13.6	2.7
Nitrógeno para equilibrio (mg/kg/día)	96.2	90.1	78.6	82.4	86.6	12.5	14.4	70
Peso promedio de cada individuo, kg	58.1	57.8	57.1	57.1	57.3	4.0	7.0	65
Digestibilidad del nitrógeno, o/o	59.1	59.6	65.3	64.6	62.4	8.2	13.1	90

1 Calculados a partir de los resultados de la composición de aminoácidos de la dieta y del consumo de nitrógeno necesario para alcanzar equilibrio nitrogenado, de cada individuo que participó en cada estudio.

2 Según FAO/OMS (9).

DISCUSION

Tradicionalmente existen dos métodos aceptados para estimar las recomendaciones dietéticas de proteína de una población. El primero de ellos es el método factorial, en el que se estiman las pérdidas obligatorias de nitrógeno de un individuo, y luego se hacen correcciones empíricas para proyectar esos datos a una población. El segundo sistema se vale de estudios de índice de balance de nitrógeno, en el que se calcula el nitrógeno necesario para alcanzar equilibrio nitrogenado, luego se le suma un 30o/o a ese valor, calculándose así la recomendación. En este estudio se presenta una tercera alternativa.

TABLA 4
AMINOACIDOS INGERIDOS O ABSORBIDOS POR HOMBRES ADULTOS CUANDO CONSUMEN DIFERENTES
CANTIDADES DE NITROGENO PROVENIENTE DE DIETAS A BASE DE ARROZ Y FRIJOL
(mg/kg/día)

Aminoácido	Aminoácido ingeridos ¹			Aminoácidos absorbidos ^{1 2}			Recomendación de FAO/OMS ¹	
	Equilibrio nitrogenado	Equilibrio nitrogenado +30% N	Recomendación de N con ecuación cuadrática	Equilibrio nitrogenado	Equilibrio nitrogenado +30% de nitrógeno	Recomendación de N con ecuación cuadrática	Ingerido	Absorbido ³
Treonina	9.9	12.9	14.0	6.2	8.0	8.7	7	6.3
Valina	24.1	31.3	34.1	15.0	19.5	21.3	10	9.0
Metionina + cistina	15.8	20.0	22.3	9.9	12.8	13.7	13	11.7
Isoleucina	11.0	14.3	15.5	6.9	8.9	9.7	10	9.0
Leucina	41.6	54.1	58.9	25.9	33.7	36.7	14	12.6
Tirosina + fenilalanina	36.0	46.8	50.9	22.4	29.2	31.8	14	12.6
Lisina	27.7	36.0	39.2	17.3	22.5	24.4	12	10.8
Triptofano	5.9	7.7	8.3	3.7	4.8	5.2	3.5	3.2
Nitrógeno ³	86.6	112.6	122.4	54.0	70.2	76.4	91	81.9

1 Ingerido o absorbido, expresado en mg/kg/día.

2 Se asume que todos los aminoácidos son absorbidos en una misma proporción que el nitrógeno total de la dieta. Los cálculos se hicieron con una digestibilidad aparente promedio del nitrógeno de 62.4%.

3 Se asume una digestibilidad del nitrógeno de 90%.

Según informan Young *et al.* (12), la relación entre el balance de nitrógeno y la ingesta de éste se ajusta mejor a una relación de mínimos decrecientes, que a una relación lineal; por tal motivo, una ecuación de segundo grado describiría mejor esta relación. Como se indica en la Tabla 1, los coeficientes de regresión de las ecuaciones cuadráticas de los cuatro estudios aquí notificados, tanto con balance de nitrógeno aparente, como verdadero, son mayores que los encontrados con las ecuaciones lineales que describen el mismo tipo de relación. Basados en este hecho, y aplicando el criterio matemático de la primera y segunda derivada para encontrar un máximo, se calculó el punto de inflexión máxima de la curva entre el balance de nitrógeno y la ingesta de este último. Este punto fue interpretado como el punto en el que el individuo utiliza el nitrógeno dietético con eficiencia máxima, y la ingesta de nitrógeno correspondiente a ese punto, como la recomendación dietética de nitrógeno para la población. Según se consigna en la Tabla 2, la recomendación de nitrógeno, estimado mediante la ecuación lineal es, en todos los casos, numéricamente inferior pero estadísticamente igual al valor encontrado mediante el sistema de la ecuación cuadrática. Asimismo, la información indica que el método es sensible a la calidad de la proteína estudiada. Tal como informaran anteriormente los mismos autores (10), la calidad de la proteína de las dietas aquí señaladas son la No. 3, 4, 2 y 1, en ese mismo orden. Como se muestra en la Tabla 2, la ingesta de nitrógeno recomendada es mayor para la dieta de menor calidad (estudio 1) y menor para la proteína de mejor calidad (estudio 3).

Al comparar la ingesta de aminoácidos esenciales que tuvieron los individuos en cada estudio en relación al valor estipulado por FAO/OMS (7) para este tipo de sujetos se encontró, según se indica en la Tabla 3, que todos los aminoácidos fueron consumidos en exceso, siendo aparentemente los azufrados y la isoleucina, los aminoácidos limitantes. Igualmente, se encontró un aparente exceso de nitrógeno ingerido en comparación con el valor señalado por FAO/OMS (7). Sin embargo, al corregir cada aminoácido que sería consumido cuando se alcanza equilibrio nitrogenado por la digestibilidad de la proteína (Tabla 4), se encontró que la isoleucina fue absorbida en 6.9 mg/kg/día, en comparación al valor señalado por FAO/OMS (7), que es de 9 mg/kg/día. Los demás aminoácidos fueron absorbidos en cantidades iguales o mayores que las señaladas por FAO/OMS como necesarias. Asimismo, el nitrógeno absorbido, necesario para alcanzar equilibrio fue, en promedio de los cuatro estudios, de sólo 54.0 mg/kg/día, en contraste con el valor de 70 mg/kg/día, que estipula FAO/OMS (7).

Al comparar la ingesta de aminoácidos con la cantidad que sería absorbida (asumiendo en este último caso que todos los aminoácidos son absorbidos en una misma proporción que el nitrógeno total), cuando se consumen las cantidades de nitrógeno recomendadas por los dos métodos señalados en relación a la recomendación de FAO/OMS, se encontró (Tabla 4) que todos son ingeridos en exceso, calculados por cualquiera de los dos métodos. En el caso de los aminoácidos absorbidos, también están en exceso, con excepción de la isoleucina, que sería absorbida en 8.9 y 9.7 mg/kg/día en comparación con el valor de 9.0 mg/kg/día, que recomienda FAO/OMS (7).

Así, la información presentada indica, al parecer, que el método pro-

puesto es una nueva alternativa para estimar la recomendación de proteína de una población; que constituye un nuevo uso del índice de balance de nitrógeno y que, en comparación con los métodos tradicionales, da un resultado semejante. El método de la ecuación cuadrática podría sustituir al lineal, ya que se traduce en mejores correlaciones entre los resultados, lo que sugiere que el comportamiento es curvilíneo en vez de lineal.

Asimismo, de la información se deduce que la recomendación de ingesta proteínica de una población adulta, alimentada a base de arroz y frijol, es de alrededor de 0.80 g/kg/día. Se desprende también que esa recomendación podría ser ligeramente inferior (0.70 – 0.75 mg/kg/día) si esa población consume en su dieta habitual un mínimo de 10 a 15% de proteína de origen animal.

SUMMARY

A NEW APPROACH TO ESTIMATE RECOMMENDED DIETARY PROTEIN INTAKE IN HUMANS. PROTEIN REQUIREMENTS OF AN ADULT POPULATION FED DIETS BASED ON RICE AND BEANS

This paper proposes a new approach to estimate the protein needs of a population; recommendations are also made on the protein intake of adults fed diets based on rice and beans. For this purpose, the nitrogen balance data previously reported for 40 adult human subjects who had participated in 160 nitrogen balance periods fed diets based on rice and beans, with and without animal protein and/or energy supplementation were used.

The proposed method is based on the curvilinear response between nitrogen intake and its nitrogen balance. The second degree equation describing the relationship between nitrogen balance and intake is calculated. Using the mathematical concept of the first and second derivatives, the point of inflexion is obtained, and interpreted as that condition wherein the individual utilizes with maximum efficacy the ingested nitrogen; nitrogen ingestion, which corresponds to that point, is therefore taken as the dietary nitrogen recommendation for the individual. When the values obtained by means of the quadratic equation are compared to those obtained by the traditional linear equation, values were found to be statistically equal ($p < 0.05$) for both calculation methods. The recommended protein intake of an adult population fed a diet based on rice and beans was 0.80 and 0.77 g/kg/day for the quadratic approach, and for the conventional method, respectively. When this diet was supplemented with 10% milk protein and with the same energy level, the calculated values were 0.64 and 0.71 g protein/kg/day for both methods, in this same order. The essential amino acid intake and absorption values were also calculated from the protein levels recommended by both methods to be in nitrogen balance, from a diet based on rice and beans. Findings revealed, in all cases, that the intakes of each and all essential amino acids met those levels indicated by FAO/WHO, with the exception of isoleucine and the sulphur-containing amino acids, which apparently limit the quality of the diet.

BIBLIOGRAFIA

1. Evaluation of Proteins for Humans. C. E. Bodwell (Ed.). Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1977.

2. Allison, J. B. The nutritive value of dietary proteins. In: **Mamalian Protein Metabolism**, Vol. 2. H. N. Munro & J. B. Allison (Eds.), New York, N. Y., Academic Press, 1964, p. 41-86.
3. Hegsted, D. M. & R. Neff. Efficiency of protein utilization in young rats at various levels of intake. *J. Nutr.*, **100**: 1173-1180, 1970.
4. Inoue, G., Y. Fujita, K. Kiski, S. Yamamoto & Y. Niiyama. Nutritive values of egg protein and wheat gluten in young men. *Nutr. Repts. Internat.*, **10**: 201, 1974.
5. Viteri, F. E. & R. Bressani. The quality of new sources of protein and their suitability for weanlings and young children. *Bull. Wld Hlth Org.*, **46**: 827, 1972.
6. Bressani, R., D.A. Navarrete, L.G. Elías, & J. E. Braham. A critical summary of a short-term nitrogen balance index to measure protein quality in adult human subjects. In: **Soy Protein and Human Nutrition**. H. L. Wilcke, D. T. Hopkins & D. H. Waggle (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1979, p. 313-323.
7. FAO/WHO. **Energy and Protein Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO Ad-Hoc Expert Committee, Rome, 22 March - 2 April, 1971. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1973, 20 p. (FAO Nutrition Meetings Reports Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
8. Vargas, E., R. Bressani, L. G. Elías & J. E. Braham. Complementación y suplementación de mezclas vegetales a base de arroz y frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **32**: 579-600, 1982.
9. Vargas, E., R. Bressani, D. A. Navarrete, J. E. Braham & L. G. Elías. Digestibilidad de proteína y energía de dietas elaboradas a base de arroz y frijoles en humanos adultos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **34**: 109-129, 1984.
10. Vargas, E., R. Bressani, D. A. Navarrete, J. E. Braham & L. G. Elías. Efecto de la suplementación de proteína animal y energía en la calidad proteínica de dietas a base de arroz y frijol en hombres adultos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **34**: 46-68, 1984.
11. United Nations University. **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. P. L. Pellet & V. R. Young (Eds.). Tokyo, United Nations University Press, 1980, 154 p. (Food Nutr. Bull. Suppl. 4. WHTR-3/UNUP-129).
12. Young, V. R. S. M. Taylor, W. Rand & N. Scrimshaw. Protein requirements of man: Efficiency of egg protein utilization at maintenance and submaintenance levels in young men. *J. Nutr.*, **103**: 1164-1174, 1973.

CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS DE ESCOLARES EGRESADOS DE EDUCACION BASICA Y MEDIA EN EL AREA METROPOLITANA DE SANTIAGO DE CHILE¹

Daniza Ivanović,² Gladys Barrera,² María de la Luz Alvarez² y Santiago Muzzo²

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

RESUMEN

Se efectuó una evaluación antropométrica del estado nutricional y del crecimiento en talla de escolares que egresaban de Educación Básica (VIII Año Básico) y Media (IV Año Medio), determinándose también la influencia del nivel socioeconómico (NSE).

Se seleccionó una muestra aleatoria de 522 escolares del Area Metropolitana de Santiago, Chile, de ambos cursos (1:1), de ambos sexos (1:1), de colegios fiscales y particulares (1:1) y de NSE alto, medio y bajo (1:1:1), medido valiéndose de la Escala de Graffar modificada. Se evaluó el porcentaje de adecuación del peso para la edad (0/o de P/E), talla para la edad (0/o de T/E) y peso para la talla (0/o de P/T), de acuerdo al patrón de referencia del National Center for Health Statistics (NCHS) de los Estados Unidos de América. El porcentaje de adecuación de la circunferencia craneana para la edad (0/o de CC/E) se determinó según las Tablas de Tanner, y el 0/o de adecuación de la relación de segmentos (0/o de SS/SI), según las Tablas de Muzzo y colaboradores.

Los resultados revelaron que el 0/o de P/E y de T/E estaban disminuidos en los escolares de ambos sexos, mientras que el 0/o de SS/SI, estaba aumentado en los de sexo masculino y de NSE bajo que egresaban de Educación Básica, impacto que se pierde en los varones egresados de Educación Media, y persiste en las mujeres de NSE bajo. No se registraron diferencias en el estado nutricional (0/o de P/T) de los escolares según el NSE, encontrándose en las mujeres valores por encima de 1100/o del estándar de la OMS, lo que sugiere una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad.

Se concluye que existe un retraso de crecimiento en los escolares egresados de VIII Año Básico, el cual persiste sólo en mujeres de IV Año Medio. Ello indica que,

Manuscrito modificado recibido: 15-2-85.

- 1 Este trabajo fue financiado mediante Grant 1505-8433 del Departamento de Investigaciones y Bibliotecas (DIB), de la Universidad de Chile.
- 2 Miembros del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.

además de posibles factores ambientales, en estas últimas, probablemente influyen también factores de orden genético. El sobrepeso y la obesidad constituyen, por consiguiente, un problema de importancia que amerita la adopción de medidas preventivas orientadas a evitar consecuencias futuras.

INTRODUCCION

El Sistema Educacional Chileno ha fijado como objetivo prioritario para la Educación Básica y Media, "lograr en el educando un desarrollo físico armónico para desempeñarse adecuadamente en la vida" (1, 2). En este contexto, el crecimiento y desarrollo del escolar reviste especial importancia, ya que se ha establecido una relación directa entre la adecuación del crecimiento y desarrollo del niño, y su rendimiento escolar (3, 4).

El crecimiento y desarrollo del niño y del adolescente han sido objeto de numerosos estudios en América Latina. Se ha demostrado que entre el nivel socioeconómico y la estatura de la población existe una relación positiva que refleja la importancia que una nutrición adecuada durante los primeros años de vida, tiene en la estatura final del sujeto. Una rehabilitación apropiada de la desnutrición precoz, no logra que se recupere el déficit de talla producido durante la etapa aguda de desnutrición (5-7). Igualmente, se ha señalado que aquellas poblaciones que han experimentado importantes avances económicos y tecnológicos, presentan también un notorio progreso en su estatura (8).

Investigaciones realizadas en Chile han constatado una relación directa entre algunos parámetros antropométricos y el nivel socioeconómico de los escolares (9-11). Varias investigaciones, sin embargo, destacan el hecho que, debido a que la población chilena presenta un dimorfismo sexual en su estatura final, ajeno a los factores ambientales, los factores genéticos desempeñan un rol importante en la menor talla del pueblo chileno, comparada con la que se observa en los países desarrollados (12-14).

Es de interés señalar que si bien el problema de la desnutrición es aún prevalente en los lactantes, existen trabajos indicativos de que el sobrepeso y la obesidad adquieren mayor prevalencia en el niño, sobre todo durante la edad escolar y la adolescencia (15).

El Ministerio de Educación de Chile, a través de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JNAEB), ha implementado el Programa de Alimentación Escolar (PAE), con el objeto de prevenir la desnutrición escolar, así como su repetición, y asegurar el desarrollo óptimo del proceso enseñanza-aprendizaje, a fin de favorecer la igualdad de oportunidades frente a la educación (16). Se pretende así, a través del PAE, contribuir a que el educando logre un estado de salud y nutrición adecuados.

En consideración a lo expuesto, los objetivos del presente estudio fueron dos. Primero, realizar una evaluación antropométrica del estado nutricional y del crecimiento en talla de escolares que egresan de Educación Básica (VIII Año Básico) y Media (IV Año Medio). Segundo, determinar si existen diferencias de acuerdo al nivel socioeconómico de la familia del educando.

MATERIAL Y METODOS

Selección de la Muestra

Se seleccionó para el caso, una muestra intencionada por área geográfica y estratificada por nivel socioeconómico (NSE), dependencia del establecimiento (colegios fiscales y particulares), curso y sexo. Se escogieron aleatoriamente, por área geográfica, un total de siete comunas del Area Metropolitana de Santiago de Chile, en donde se eligieron 13 establecimientos educativos de Educación Básica y Educación Completa (Figura 1). En cada establecimiento educativo se seleccionó al azar un

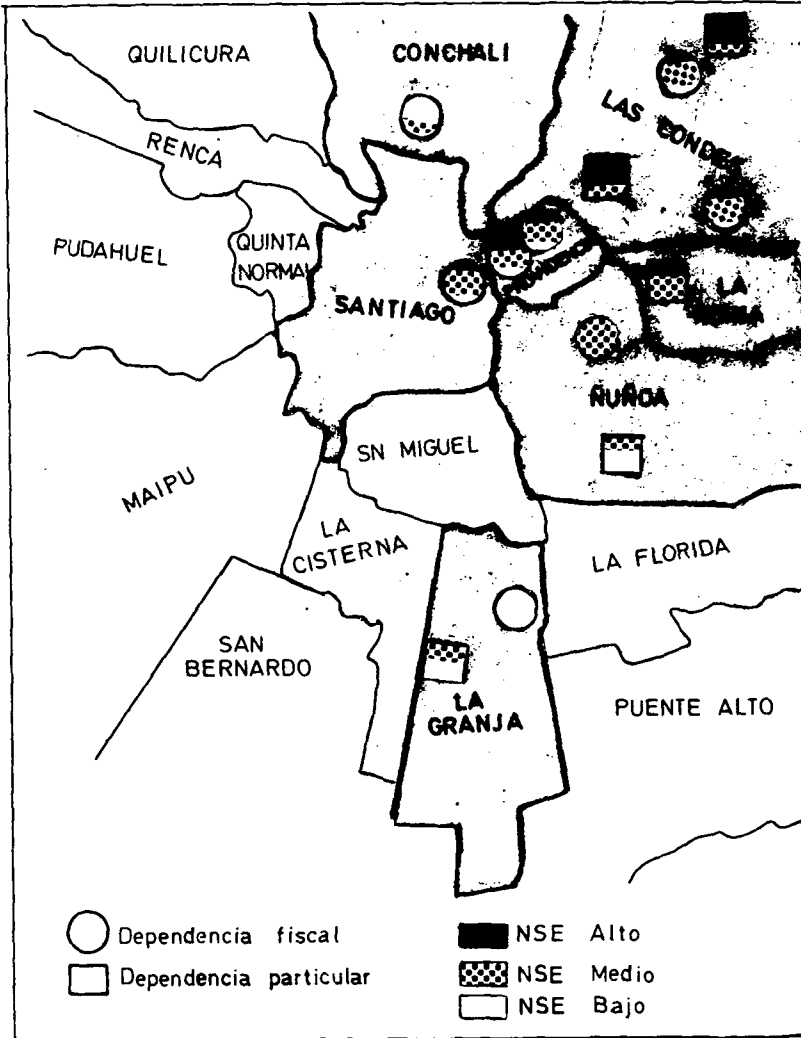


FIGURA 1

Comunas y establecimientos educativos seleccionados en el Area Metropolitana de Santiago, Chile

curso de VIII Año Básico o IV Año Medio, o ambos, en los que se encuestó a todos los alumnos. La muestra quedó conformada por 522 escolares de ambos cursos (1:1), de ambos sexos (1:1), de colegios de dependencia fiscal y particular (1:1), y de NSE alto, medio y bajo (1:1:1), según se ilustra en la Figura 2. El estudio sobre el terreno se llevó a cabo durante 2o. semestre de 1982.

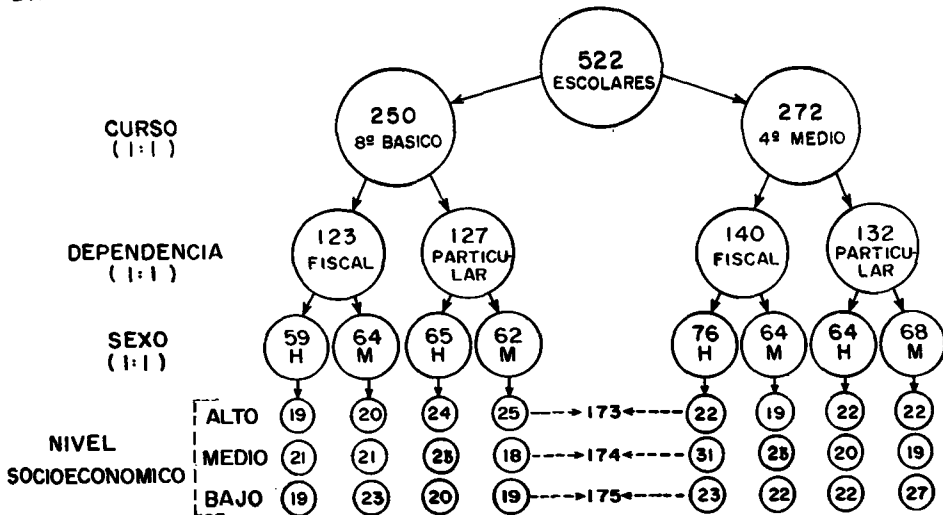


FIGURA 2

Descripción de la muestra

Nivel Socioeconómico

El NSE se determinó mediante la Escala de Graffar Modificada, la cual considera escolaridad y ocupación del jefe del hogar, y características de la vivienda (calidad, propiedad, abastecimiento de agua, eliminación de excretas y bienes del hogar). Este instrumento permitió estratificar los tres niveles socioeconómicos estudiados (17, 18).

Estudio Antropométrico

Este incluyó la determinación del peso corporal (P), talla (T), circunferencia craneana (CC), y segmento corporal superior (SS). El estado nutricional se evaluó como porcentaje de adecuación de peso para la edad (0/o P/E) y del peso para la talla (0/o P/T). El crecimiento fue evaluado, asimismo, de acuerdo al 0/o de talla para la edad (0/o T/E) según las Tablas del National Center for Health Statistics (NCHS), adoptadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (19). El porcentaje de adecuación de la circunferencia craneana para la edad (0/o CC/E) se calculó utilizando como estándar las Tablas de Tanner (20). En lo que respecta al porcentaje de adecuación de la relación de segmentos para la edad (0/o del segmento superior (SS) segmento inferior (SI), se emplearon como estándar de referencia las Tablas de Muzzo y colaboradores (por publicar), representativas del escolar de la Región Metropolitana de Chile.

Análisis Estadístico

El estudio estadístico de los resultados incluyó el análisis de varianza y la prueba "t" de Student se usó para comparación de las medias. El test del chi-cuadrado se utilizó para comparar los estudiantes con y sin retraso de talla para la edad ($\leq 95\%$ y $> 95\%$ del estándar del NCHS, respectivamente) (21).

RESULTADOS

Los alumnos de NSE bajo de ambos sexos y de ambos cursos incluidos en el estudio, registraron una edad cronológica significativamente mayor que los alumnos de NSE alto y medio ($P < 0.001$ y < 0.01 , respectivamente) (Tabla 1).

La Tabla 2 muestra que los alumnos de sexo masculino que egresaban de Educación Básica, pertenecientes al nivel socioeconómico (NSE) bajo, registraron un SS/SI significativamente mayor que los alumnos de NSE alto y medio ($P < 0.01$). El peso, talla, segmento superior, y circunferencia craneana no difirieron en los tres NSE estudiados. Se observa, asimismo, que expresado como porcentaje de adecuación al estándar, los alumnos de NSE bajo registraron un $\%$ de P/E significativamente menor, en comparación con los alumnos de NSE alto y medio ($P < 0.001$ y < 0.01 , respectivamente), menor $\%$ de T/E que los alumnos de otros estratos ($P < 0.01$) y mayor $\%$ de SS/SI en comparación con los alumnos de NSE medio y alto ($P < 0.01$). No se constató ninguna relación entre el estado nutricional ($\%$ de P/T) y el NSE.

En la Tabla 3 se aprecia que los estudiantes de sexo femenino de NSE bajo que egresaban de Educación Básica registraron una estatura significativamente menor que las de NSE alto ($P < 0.01$). No se encontraron diferencias en el peso, segmento superior, relación de segmentos ni circunferencia craneana, en las alumnas de los tres NSE estudiados. Al expresar las mediciones como porcentaje de adecuación al estándar, las alumnas de NSE bajo registraron un $\%$ de P/E menor que las de NSE alto ($P < 0.05$) y menor $\%$ de T/E, comparadas con las de NSE alto y medio ($P < 0.001$ y $P < 0.01$, respectivamente). Al igual que en los estudiantes de sexo masculino, el NSE no ejerció ningún efecto en el estado nutricional ($\%$ de P/T). Sin embargo, los valores promedio fueron iguales o superiores a 110% del estándar de la OMS, siendo mayor en las mujeres de NSE bajo, lo que identifica a un grupo poblacional con altos índices de obesidad y sobrepeso. Tampoco se estableció una relación significativa entre el NSE y el $\%$ de SS/SI o el $\%$ de CC/E.

Según muestra la Tabla 4, los escolares de sexo masculino que egresaban de Educación Media, pertenecientes al grupo de NSE alto, registraron un segmento superior significativamente mayor que los de NSE medio y bajo ($P < 0.05$ y < 0.001 , respectivamente). Los valores de peso, estatura, relación de segmentos y circunferencia craneana no difirieron en los tres NSE estudiados. Al expresar las mediciones antropométricas como porcentaje de adecuación del estándar de la OMS, se puede constatar que no se registraron diferencias significativas en ninguno de los índices, en relación al NSE del estudiante.

TABLA 1

PROMEDIO DE EDAD (AÑOS) SEGUN CURSO, SEXO Y NIVEL SOCIOECONOMICO DE LOS ESCOLARES SELECCIONADOS EN LA MUESTRA¹

Curso	Sexo	Nivel Socioeconómico			F ²	Prueba "t" de Student ³		
		Alto (A)	Medio (M)	Bajo (B)		A/M	M/B	A/B
VIII Año Básico	Masculino	13.7 ± 0.06 ¹ (43)	13.7 ± 0.7 (42)	14.4 ± 1.1 (39)	9.52**	NS	**	***
	Femenino	13.9 ± 1.2 (45)	13.5 ± 0.5 (39)	14.6 ± 1.1 (42)	12.42**	*	**	***
IV Año Medio	Masculino	17.8 ± 0.8 (44)	18.0 ± 1.0 (51)	18.4 ± 1.0 (45)	4.61*	NS	NS	**
	Femenino	17.7 ± 0.5 (41)	17.9 ± 0.8 (42)	18.2 ± 0.9 (49)	4.81**	NS	NS	**

¹ Media ± DE (número de casos).

² * P < 0.05, ** P < 0.01.

³ * P < 0.05 ó P < 0.02; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

TABLA 2
MEDICIONES ANTROPOMETRICAS EN ESCOLARES DE SEXO MASCULINO DE VIII AÑO BASICO,
SEGUN EL NIVEL SOCIOECONOMICO¹

	Nivel Socioeconómico			F ²	Prueba "t" de Student ³		
	Alto (A)	Medio (M)	Bajo (B)		A/M	M/B	A/B
Peso (kg)	50.0 ± 10.3 ¹ (43)	47.4 ± 7.2 (42)	46.2 ± 8.2 (39)	2.02 ^{NS}			
Estatura (cm)	156.8 ± 8.4 (43)	157.2 ± 7.8 (42)	155.5 ± 8.8 (39)	0.45 ^{NS}			
Segmento superior (cm)	80.3 ± 6.2 (43)	81.3 ± 3.9 (42)	81.6 ± 5.0 (39)	0.72 ^{NS}			
<u>Segmento superior</u> <u>Segmento inferior</u>	1.06 ± 0.10 (43)	1.07 ± 0.05 (42)	1.11 ± 0.06 (39)	5.05 ^{**}	NS	**	**
Circunf. craneana (cm)	55.1 ± 1.5 (43)	54.6 ± 1.8 (42)	54.5 ± 1.6 (39)	1.57 ^{NS}			
% de adecuación							
Peso/edad	102.0 ± 19.0 (43)	97.3 ± 15.4 (42)	87.7 ± 15.8 (39)	7.40 ^{**}	NS	**	***
Peso/talla	109.1 ± 14.7 (43)	103.6 ± 13.3 (42)	104.0 ± 15.1 (39)	1.88 ^{NS}			
Talla/edad	97.4 ± 4.5 (43)	97.7 ± 4.4 (42)	94.3 ± 4.9 (39)	6.56 ^{**}	NS	**	**
<u>Segmento superior</u> <u>Segmento inferior</u> /edad	104.1 ± 10.0 (43)	105.8 ± 4.6 (42)	108.7 ± 6.1 (39)	4.00 [*]	NS	**	**
Circunf. craneada/edad	101.3 ± 2.7 (43)	100.4 ± 3.3 (42)	99.9 ± 2.9 (39)	2.29 ^{NS}			

¹ Media ± DE (número de casos).

² * P < 0.05; ** P < 0.01.

³ *P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

TABLA 3

MEDICIONES ANTROPOMETRICAS EN ESCOLARES DE SEXO FEMENINO DE VIII AÑO BASICO,
SEGUN EL NIVEL SOCIOECONOMICO¹

	Nivel Socioeconómico			F ²	Prueba "t" de Student ³		
	Alto (A)	Medio (M)	Bajo (B)		A/M	M/B	A/B
Peso (kg)	53.2 ± 9.6 ¹ (45)	49.8 ± 7.0 (39)	50.4 ± 8.8 (42)	1.87 ^{NS}			
Estatura (cm)	157.6 ± 7.4 (45)	155.4 ± 5.2 (39)	153.0 ± 6.2 (42)	5.51**	NS	NS	**
Segmento superior (cm)	83.8 ± 4.2 (45)	82.7 ± 3.4 (39)	82.3 ± 3.8 (42)	1.75 ^{NS}			
<u>Segmento superior</u> <u>Segmento inferior</u>	1.14 ± 0.06 (45)	1.14 ± 0.07 (39)	1.17 ± 0.07 (42)	2.77 ^{NS}			
Circunf. craneana (cm)	54.8 ± 1.5 (45)	54.8 ± 1.5 (39)	54.4 ± 1.4 (42)	1.02 ^{NS}			
<u>o/o de adecuación</u> Peso/edad	107.6 ± 19.1 (45)	102.7 ± 13.3 (39)	97.6 ± 16.1 (42)	3.91*	NS	NS	*
Peso/talla	112.5 ± 16.9 (45)	110.0 ± 13.2 (39)	116.5 ± 18.1 (42)	1.61 ^{NS}			
Talla/edad	98.7 ± 4.8 (45)	97.8 ± 3.3 (39)	95.3 ± 4.0 (42)	7.67**	NS	**	***
<u>Segmento superior</u> <u>Segmento inferior</u> /edad	104.2 ± 5.8 (45)	104.6 ± 6.3 (39)	106.6 ± 6.5 (42)	1.79 ^{NS}			
Circunf. craneana/edad	101.8 ± 2.9 (45)	101.9 ± 2.8 (39)	100.7 ± 2.5 (42)	2.40 ^{NS}			

¹ Media ± DE (número de casos).

² * P < 0.05; ** P < 0.01.

³ * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

TABLA 4
MEDICIONES ANTROPOMETRICAS EN ESCOLARES DE SEXO MASCULINO DE IV AÑO MEDIO,
SEGUN EL NIVEL SOCIOECONOMICO¹

	Nivel Socioeconómico			F ²	Prueba "t" de Student ³		
	Alto (A)	Medio (M)	Bajo (B)		A/M	M/B	A/B
Peso (kg)	65.7 ± 10.3 ¹ (44)	62.8 ± 8.8 (51)	62.2 ± 6.30 (45)	2.07 ^{NS}			
Talla (cm)	173.8 ± 6.9 (44)	171.2 ± 6.7 (51)	170.7 ± 5.60 (45)	2.94 ^{NS}			
Segmento superior (cm)	91.5 ± 3.6 (44)	89.7 ± 3.6 (51)	89.0 ± 3.00 (45)	6.21 ^{**}	*	NS	***
<u>Segmento superior</u> <u>Segmento inferior</u>	1.12 ± 0.06 (44)	1.10 ± 0.06 (51)	1.09 ± 0.06 (45)	2.82 ^{NS}			
Circunf. craneana (cm)	56.6 ± 1.60	56.9 ± 2.30	56.5 ± 1.30	0.63 ^{NS}			
% de adecuación							
Peso/edad	96.8 ± 15.0 (44)	92.7 ± 13.1 (51)	91.0 ± 9.00 (45)	2.44 ^{NS}			
Peso/talla	106.7 ± 11.90 (44)	106.3 ± 13.00 (51)	106.2 ± 10.70 (45)	0.02 ^{NS}			
Talla/edad	98.4 ± 3.80	97.0 ± 3.80	96.6 ± 3.20	2.99 ^{NS}			
<u>Segmento superior</u> <u>Segmento inferior</u> /edad	109.3 ± 5.5 (44)	108.1 ± 6.0 (51)	107.2 ± 5.7 (45)	1.46 ^{NS}			
Circunf. craneana/edad	102.8 ± 2.9 (44)	103.4 ± 4.1 (51)	102.8 ± 2.4 (45)	0.54 ^{NS}			

¹ Media ± DE (número de casos).

² * P < 0.05; ** P < 0.01;

³ * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

Las mediciones antropométricas de las estudiantes del sexo femenino que egresan de Educación Media se aprecian en la Tabla 5. Las alumnas de NSE alto, de acuerdo a los datos, registraron mayor peso que las de NSE bajo ($P < 0.05$). Igualmente, en comparación con las de NSE medio y bajo, las alumnas de NSE alto registraron mayor estatura y segmento superior ($P < 0.05$ y < 0.001 , respectivamente). Según se observa, al expresar las mediciones antropométricas como porcentaje de adecuación al estándar, las alumnas de NSE alto registraron un $\%$ de P/E significativamente mayor que las de NSE bajo ($P < 0.05$) y mayor $\%$ de T/É que las de NSE medio y bajo ($P < 0.05$ y < 0.001 , respectivamente). No se registraron diferencias entre los tres NSE estudiados en lo tocante al $\%$ de P/T, $\%$ de SS/SI y $\%$ de CC/E. En relación al estado nutricional ($\%$ de P/T), los valores promedio de cada grupo socioeconómico se encuentra por encima del 110 $\%$ del estándar de la OMS, así como en el caso de las alumnas de VIII Año Básico, siendo levemente mayor en las de NSE bajo.

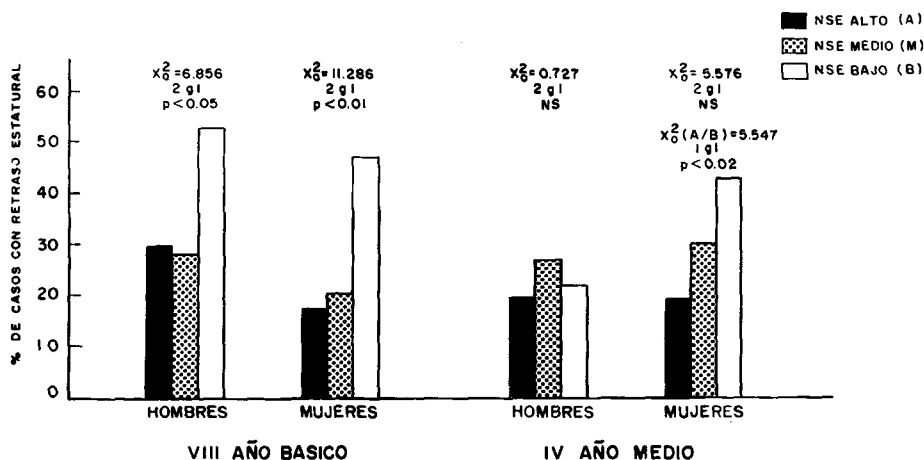


FIGURA 3

Retraso en talla en estudiantes que egresan de Educación Básica y Media según el nivel socioeconómico

La Figura 3 muestra el retraso en talla de los estudiantes que egresaban de Educación Básica y Media, según el NSE. Se puede apreciar que a nivel de VIII Año Básico, el retraso de talla prevaleció significativamente más en los estudiantes de NSE bajo, en relación a los otros estratos, tanto en los estudiantes de sexo masculino como en los de sexo femenino ($P < 0.05$ y < 0.01 , respectivamente). Sin embargo, a nivel de IV Año Medio, el NSE no ejerció un efecto significativo en el retraso en talla de los estudiantes, aunque se observa que ese retardo fue significativamente más prevalente en los estudiantes de sexo femenino de NSE bajo, que en los de NSE alto ($P < 0.02$).

TABLA 5
MEDICIONES ANTROPOMETRICAS EN ESCOLARES DE SEXO FEMENINO DE IV AÑO MEDIO
SEGUN EL NIVEL SOCIOECONOMICO¹

	Nivel Socioeconómico			F ²	Prueba "t" de Student ³		
	Alto (A)	Medio (M)	Bajo (B)		A/M	M/B	A/B
Peso (kg)	58.3 ± 10.3 ¹ (40)	55.0 ± 7.4 (42)	53.7 ± 8.1 (49)	3.17*	NS	NS	*
Estatura (cm)	161.5 ± 6.4 (41)	158.2 ± 6.5 (42)	156.9 ± 5.0 (49)	6.76**	*	NS	***
Segmento superior (cm)	86.8 ± 4.0 (41)	84.4 ± 5.4 (42)	83.7 ± 2.9 (49)	6.44**	*	NS	***
<u>Segmento superior</u> <u>Segmento inferior</u>	1.17 ± 0.07 (41)	1.15 ± 0.10 (42)	1.15 ± 0.69 (49)	0.03 ^{NS}			
Circunf. craneana (cm)	55.3 ± 1.6 (41)	54.9 ± 1.4 (42)	54.8 ± 1.3 (49)	1.44 ^{NS}			
<i>O/o de adecuación</i>							
Peso/edad	102.9 ± 18.1 (40)	97.1 ± 13.1 (42)	94.9 ± 14.4 (49)	3.08*	NS	NS	*
Peso/talla	114.3 ± 19.2 (40)	114.9 ± 15.0 (42)	115.5 ± 17.3 (49)	0.05 ^{NS}			
Talla/edad	98.8 ± 3.9 (41)	96.8 ± 4.0 (42)	95.9 ± 3.1 (49)	7.04**	*	NS	***
<u>Segmento superior</u> <u>Segmento inferior</u> /edad	106.0 ± 6.7 (41)	104.3 ± 9.4 (42)	104.2 ± 6.3 (49)	0.75 ^{NS}			
Circunf. craneana/edad	101.9 ± 3.0 (41)	101.1 ± 2.7 (42)	100.9 ± 2.4 (49)	1.63 ^{NS}			

¹ Media ± DE (número de casos).

² * P < 0.05; ** P < 0.01;

³ * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001

DISCUSION

Los resultados del estudio descrito, indican que existe una relación directa entre el NSE y los parámetros antropométricos de los estudiantes que egresaban de Educación Básica y Media. Esta relación concuerda con los hallazgos de varios estudios realizados tanto a nivel nacional como internacional (5-11).

Se encontró que el % de adecuación del P/E y T/E estaban disminuidos en los escolares de ambos sexos, y que el % de adecuación SS/SI estaba aumentado en los de sexo masculino de NSE bajo que egresaban de Educación Básica, a pesar de ser significativamente mayores en edad. Ello indica un posible impacto de factores ambientales negativos durante los primeros años de vida. Como sabemos, tales factores influyen en un período crítico del crecimiento, por ser ésta la etapa en que se crece a una velocidad extraordinaria, en especial en lo que atañe al segmento corporal inferior.

Al analizar la situación de los escolares que egresaban de Educación Media, el impacto señalado se pierde en los varones y sólo persiste en las mujeres de NSE bajo, en contraste con las de NSE alto. Ese dimorfismo sexual que aparece en este grupo etario, en que ya podemos hablar de estatura o talla final, ha sido descrito para la población chilena por otros investigadores. Se ha constatado que la estatura final del varón chileno se aproxima más a las curvas francesas y norteamericanas; no sucede así en el caso de la mujer, cuyo crecimiento en talla se detiene, en promedio, a los 15 años de edad, situación que ha motivado la formulación de una serie de hipótesis al respecto (12-14). La Hipótesis Ambiental postula que las condiciones alimentarias serían más desfavorables para la mujer que para el varón, durante el período de desarrollo. Sin embargo, no existe ninguna evidencia antropológica que respalde tal aseveración. Más aún, en referencia a lo expuesto, sería de esperar que la desnutrición fuese más prevalente en las mujeres, situación que no ha sido confirmada por diversos investigadores, quienes han encontrado que la desnutrición afecta más al sexo masculino (15, 22, 23). En este contexto se ha formulado la Hipótesis Genética, basada en el hecho que la población chilena se origina de la mezcla de "conquistadores" españoles que ingresaron a Chile sin sus mujeres, y mujeres aborígenes mapuches. De esta forma, el cromosoma "Y" de la raza chilena es fundamentalmente "hispanico", mientras que el cromosoma "X" es, a lo sumo, un tercio hispanico, siendo el resto "aborigen". Por otra parte, diferentes estudios de aberraciones cromosómicas han revelado que los cromosomas sexuales tienen información para crecimiento y desarrollo (24, 25). Se espera, por lo tanto, que el varón chileno se asemeje más al europeo, que la mujer chilena, a la europea. Además, en la mujer chilena el retraso en talla es especialmente relevante en las NSE bajo, debido probablemente, a que en este grupo poblacional existe mayor influencia aborígen.

La talla adecuada de los varones que egresaban de Educación Media podría explicarse en parte dada la mejoría del estado nutricional de la población infantil chilena, experimentada en los últimos años. Al respecto, una responsabilidad importante le cabe al PAE, el cual se implementó en Chile en el año 1964, a través de JNAEB. En la actualidad, el PAE distribuye diariamente 750,000 desayunos y 300,000 almuerzos en 7,000

Escuelas Básicas de Chile, aproximadamente. La "Ración Escuela Básica" aporta diariamente un promedio de 800 calorías y 15 g de proteínas (300 calorías en el desayuno y 500 calorías en el almuerzo), lo que cubre un tercio de las recomendaciones calórico-proteínicas FAO/OMS, 1973 (16, 26). No obstante, también hay que considerar que los alumnos que egresaban de Educación Media constituyen un grupo altamente seleccionado debido a que, según se ha descrito, en Latinoamérica los escolares que desertan del Sistema Educativo constituyen un alto porcentaje, registrando un menor CI y menor talla que aquéllos que no desertan (27).

Al comparar la talla de los estudiantes de sexo masculino y femenino que egresaban de Educación Media, con escolares de edad y NSE similar que formaron parte de un estudio efectuado en el Area Norte de Santiago en 1974 (14), se observa un progreso en la adecuación en estatura de los escolares chilenos. En efecto, los estudiantes de sexo masculino y femenino de NSE medio que tenían 18 años, registraron en el año 1974 un porcentaje de T/E de acuerdo al estándar de la OMS de 95.80/o y 94.20/o, respectivamente. En el presente estudio, el o/o de adecuación de T/E para el mismo grupo etario fue de 97.00/o y 96.80/o, respectivamente, que corresponde a los alumnos de NSE medio.

Es de interés destacar que no se encontraron diferencias en el estado nutricional (o/o de P/T) de los escolares de diferente NSE, si bien la prevalencia de sobrepeso y obesidad observada en todos los niveles socioeconómicos (NSE) fue alta, especialmente en la mujer (22). Esta situación coincide con los hallazgos de otros autores (28-30). En este sentido es indudable que la educación debe ser un medio importante de contribuir a la prevención de este problema nutricional colectivo, considerando que la importancia de la enseñanza de la nutrición a nivel escolar ha sido particularmente señalada (31).

Con base en esta investigación, por lo tanto, se puede concluir que existe un problema de crecimiento en los escolares de VIII Año Básico, el cual persiste sólo en las mujeres de IV Año Medio. Este hallazgo implicaría que, además de posibles factores ambientales, también influyen en las últimas, probablemente, factores de orden genético. Por otra parte, el sobrepeso y la obesidad de hecho constituyen un problema importante, que conviene enfrentar como problema de salud pública, a fin de que se tomen las medidas preventivas del caso orientadas a evitar sus consecuencias nefastas en la salud actual y futura del escolar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la excelente labor secretarial de la Sra. Viola Lyon L. y la valiosa colaboración de la Prof. Irene Truffello C. y Sra. Silvia Benavente, en el procesamiento de la información.

SUMMARY

ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS OF STUDENTS GRADUATED FROM
BASIC AND SECONDARY EDUCATION IN THE METROPOLITAN AREA
OF SANTIAGO DE CHILE

An anthropometric assessment of the nutritional status and growth of students graduating from Basic (8th grade) and Secondary (4th grade) Education was carried out.

A group sample of 522 students from the Metropolitan Area of Santiago, Chile, was randomly selected. The same number of students by sex, dependency (public and private schools) from high, medium and low socioeconomic levels (SEL) was chosen. SEL was measured through the Graffar Modified Scale, and the percentage of weight for age (% W/A), height/age (% H/A) and weight/height (% W/H) were evaluated in accordance with the National Center for Health Statistics (NCHS) reference pattern. The % adequacy of head circumference/age (% HC/A) was determined by the Tanner Tables, and the % of upper to lower segment ratio (% US/LS), by the Tables of Muzzo *et al.*

Results revealed that the % of W/A and of H/A were diminished in students of both sexes, while the % of UP/LS, was increased in males of low SEL, from Basic Education; this impact is lost in males graduating from Secondary Education and persists only in the LSE females. No differences in the nutritional status (% W/H) of students according to SEL, were found. Females registered values over 110% of the WHO standard, a finding suggesting a high prevalence of overweight and obesity.

We conclude that there is a growth retardation in students graduating from 8th Basic Grade, which persists only in females from 4th grade of Secondary Education. This finding indicates that, in addition to possible environmental factors, other factors, probably of genetic order, also influence the latter. Overweight and obesity, therefore, constitute an important problem that merits measures of preventive nature directed to avoid future consequences.

BIBLIOGRAFIA

1. Ministerio de Educación de Chile. Planes y programas de estudio para la Educación General Básica. *Revista de Educación* No. 79, 1980.
2. Ministerio de Educación de Chile. Planes y programas de estudio para la Educación Media. *Revista de Educación* No. 94, 1982.
3. Pollit, E. & N. Lewis. Nutrition and educational achievement. Part I. Malnutrition and behavioural test indicators. *Food Nutr. Bull.*, 2(3): 32-35, 1980.
4. Pollit, E. & N. Lewis. Nutrition and educational achievement. Part II. Correlations between nutritional and behavioural test indicators within populations where malnutrition is not a major public health problem. *Food Nutr. Bull.*, 2(4): 33-37, 1980.
5. Ariza Macías, J., F. Pardo-Téllez, J. O. Mora Parra, R. Williamson & H. Luna Jaspe. Estudio seccional de crecimiento y desarrollo de niños y niñas colombianas de dos clases socioeconómicas de los seis a los veinte años. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 28: 75-90, 1978.
6. Arroyave, G., M. A. Guzmán & 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.

7. Mora, J. Somatometría en niños de clase socioeconómica baja. I. Análisis del peso y la talla en 2,980 observaciones, San Jacinto (Bolívar), Colombia, 1967. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **19**: 17-33, 1969.
8. Van Vieringen, J. Secular growth changes. In: *Human Growth*. Falkner and Taunen (Eds.). New York, N.Y., Plenum Press, 1978.
9. Barja, I., M. E. de la Fuente, D. Ballester, F. Mönckeberg & G. Donoso. Peso y talla de preescolares chilenos urbanos de tres niveles de vida. *Rev. Chil. Pediatr.*, **36**: 525-529, 1965.
10. Santa María, J., A. Arteaga, E. Taucher & M. Muñoz. Peso y estatura de niños chilenos a través de 50 años. *Bol. Univ. de Chile*, **36**: 39-43, 1962.
11. Atalah, E., E. Díaz, J. Araya, A. Arteaga, S. Cabello, A. Campos, E. Díaz, M. Espinoza, M. Fernández, W. Vásquez, L. Cabrera, R. Godoy, E. Rosales, C. Urteaga, I. Barja, V. Gallardo, E. Gómez, A. Hurtado, C. Micheli, A. Pacheco, E. Durán, N. Luengo, A. Mateluna, E. Parra, A. Rebolledo, H. Araya, N. Pak, S. Avila, P. Camus, E. Miranda & F. San Martín. Evaluación nutricional de una población infanto-juvenil del Area Norte de Santiago. *Pediatría*, **22**: 227-249, 1979.
12. Valenzuela, C., A. Avendaño, E. Díaz & E. Wildner. Comparación de algunos rasgos antropométricos entre escolares del área hospitalaria Norte de Santiago y algunas tablas internacionales. *Cuadernos Méd. Soc.*, **14**: 5-14, 1973.
13. Valenzuela, C. Dimorfismo sexual pondoestatural en una población chilena. ¿Evidencia de genes para estatura en los cromosomas sexuales? *Rev. Méd. Chile*, **103**: 322-326, 1975.
14. Avendaño, A., C. Valenzuela, A. Patri & E. Wildner. Estatura, peso y perímetro de brazo de escolares chilenos del Area Norte de Santiago. Estudio transversal de mujeres y varones de 6 a 20 años de edad. *Pediatría*, **19**: 13-25, 1976.
15. Burrows, R., L. Díaz & S. Muzzo. Estado nutritivo en adolescentes de clase media y baja. *Rev. Chil. Nutr.*, **10**: 129-138, 1982.
16. CONPAN, Ministerio de Salud. Principales Programas Nutricionales. Chile, 1982. Santiago de Chile, CONPAN, Ministerio de Salud, 1982.
17. Alvarez, M. L., S. Muzzo & D. Ivanović. Escala socioeconómica. Instrumento para el Area de Salud. *Rev. Méd. Chile*, 1984. (En prensa).
18. Alvarez, M. L., F. Wurgaft & M. E. Salazar. Mediciones del nivel socioeconómico bajo en familias con lactante desnutrido. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **32**: 650-662, 1982.
19. Hamill, P. V. V. NCH Growth Curves for Children, Birth to 18 Years. United States. *Vital and Health Statistics, Series II, No. 165*, 1977.
20. Tanner, J. M. Physical growth and development. In: *Textbook of Pediatrics*. J.O. Ferfar and G. C. Arneil (Eds.). New York, N.Y., Churchill Livingstone, 1973.
21. Guilford, J. P. & B. Furchter. *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. 6th ed. New York, N.Y., McGraw Hill Book Company, 1978.
22. Ivanović, D., M. L. Alvarez, G. Barrera & S. Muzzo. Influencia del nivel socioeconómico en el estado nutricional de estudiantes egresados de Educación Básica y Media. *Rev. Méd. Chile*, **112**: 1165-1171, 1984.
23. Cariaga, L. & R. Santana. Prevalencia de Obesidad en Escolares del Gran Santiago y Evaluación Controlada de Dos Métodos de Tratamiento. Tesis para optar al grado de *Magister Scientifcae* en Nutrición Humana. Universidad de Chile, INTA, Santiago de Chile, 1983.
24. Armendares, S. *Citogenética Humana*. México D.F., México, Editorial Interamericana, S. A., 1968.
25. Tanner, J. M., A. Prader, H. Habich & M. A. Ferguson-Smith. Genes on the Y chromosome influencing rate of maturation in man: Skeletal age studies in chil-

- dren with Klinefelter's (XXY) and Turner's (XO) Syndrome. *Lancet*, 2: 141-144, 1959.
26. Aguayo, M. & D. Ivanović. Políticas Nacionales de Alimentación y Nutrición. En: *Las Proteínas en la Nutrición y en la Industria*. E. Yáñez, A. Valenzuela y P. Oliva (Eds.). Instituto Profesional de Chillán, Universidad de Chile, INTA, 1983, p. 167-183.
 27. Monckeberg, F. La desnutrición en el niño y sus consecuencias. *Revista del Centro de Estudios Educativos de México*, 3:67-91, 1973.
 28. Stunkard, A., E. D'Aquili, S. Fox & R. Filion. Influence of social class on obesity in children. *JAMA*, 221:579-584, 1972.
 29. Garn, S. M. & D. C. Clark. Trends in fatness and the origins of obesity. *Pediatrics*, 57:443-456, 1976.
 30. ECEN. Encuesta sobre el Estado Nutricional de la Población Chilena, julio 1974 - junio 1975. Primer Informe: Perfil Encuestal. Ministerio de Salud de Chile, marzo de 1976.
 31. Ministerio de Educación. Diagnóstico de la Educación Chilena, República de Chile. Ministerio de Educación Pública, Superintendencia. Edit. Depto. de Diseño Gráfico, CPEIP, 1974. (Doc. No. 11. 934).

RELACION ENTRE LOS NIVELES DE INCLUSION DE PULPA DE CAFE Y CONTENIDO PROTEINICO EN RACIONES PARA ANIMALES MONOGASTRICOS¹

R. A. Gómez-Brenes,² G. Bendaña,² J. M. González,² J. E. Brabam²
y R. Bressani³

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

RESUMEN

El presente trabajo consistió en determinar los efectos que la pulpa de café fresca o ensilada y deshidratada ejerce en los animales monogástricos, así como el mejor nivel de proteína y de pulpa de café fresca o ensilada en raciones para ratas. Con este propósito, se utilizó pulpa fresca y pulpa ensilada durante 12 meses, ambas deshidratadas al sol.

El análisis químico de estos materiales reveló un menor contenido de cafeína, taninos, ácido clorogénico y ácido cafeico en la pulpa ensilada con respecto a la pulpa fresca. Con estos materiales se prepararon 32 raciones experimentales, 16 con pulpa fresca y 16 con pulpa ensilada; se usaron cuatro niveles proteínicos diferentes (10, 15, 20 y 25%) y tres niveles de pulpa (15, 30 y 45%) para cada nivel de proteína en la ración. Se utilizaron ratas como animales experimentales y se realizaron ensayos biológicos cuya duración fue de seis semanas. Los parámetros observados para medir los efectos de los dos tipos de pulpa empleados fueron los siguientes: tasa de mortalidad, consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y digestibilidad aparente de las raciones.

La pulpa ensilada acusó mejor valor nutritivo, menor toxicidad y mayor digestibilidad que la pulpa fresca, habiéndose observado un mejor comportamiento en los animales que consumieron pulpa ensilada que en los que recibieron pulpa fresca.

El aumento en el nivel proteínico de la ración ejerció un efecto protector parcial sobre los efectos negativos de la pulpa, ya que el comportamiento general de los animales mejoró a medida que el porcentaje de proteína aumentaba en la ración.

Manuscrito modificado recibido: 30-5-85.

1 Los autores agradecen la valiosa asistencia financiera de la Research Corporation, Nueva York, N. Y., Estados Unidos de América (Subvención INCAP No. PN-740), que tuvo a bien prestarles para el desarrollo de este trabajo.

2 Miembros de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

3 Jefe de la citada División.

INTRODUCCION

Los mayores esfuerzos investigativos sobre la utilización de la pulpa de café se han dirigido hacia su uso en nutrición animal, principalmente en rumiantes (1-9). Esto se debe a que dicho material posee ciertas características nutricionales deseables, tales como su contenido de proteína, patrón de aminoácidos, fibra cruda y digestibilidad, propiedades que la hacen potencialmente aceptable en nutrición animal.

A la par de todas estas ventajas, sin embargo, la pulpa de café presenta también ciertas desventajas, como son la presencia de cafeína, taninos y otros compuestos fenólicos a los que se les ha responsabilizado de causar un efecto adverso en los animales que la consumen. Ello da como resultado un bajo consumo de alimento y baja ganancia de peso a medida que se incrementa el porcentaje de pulpa en la ración. Estos hallazgos sugieren que la pulpa, a través de la cafeína, los taninos y de otras sustancias que contiene, puede aumentar los requerimientos proteínicos de los animales mediante mayores ingestas de este nutriente, a fin de compensar el efecto adverso mencionado (10-18).

Bressani *et al.* (4) indican que es de interés señalar que el nivel de proteína en la dieta puede ser un factor protector contra los efectos nocivos de la pulpa de café, dado que en estudios realizados con ratas y pollos, las dietas que contenían pulpa y niveles menores de harina de soya (20^o/o) indujeron más mortalidad que aquéllas que contenían 35^o/o de harina de soya, nivel que aporta más proteína. Otros estudios (3, 8, 10-13, 15, 19-22) han confirmado el efecto protector que la cantidad de proteína en la dieta tiene sobre los efectos tóxicos de taninos y gopipol de muchas materias primas, como pulpa de café, sorgo y harina de algodón, en rumiantes y en monogástricos.

Se ha sugerido (4, 12, 23) que tanto la exposición al sol como la fermentación (aeróbica o anaeróbica) de la pulpa de café antes de ser deshidratada, destruyen parcialmente los factores responsables de los efectos adversos observados, permitiendo a los animales una ganancia de peso satisfactoria. Sin embargo, cabe advertir que otros investigadores (3), al usar pulpa de café ensilada y deshidratada, no encontraron diferencias significativas entre los animales que consumieron pulpa deshidratada sin ensilar, y aquéllos que consumieron pulpa ensilada y deshidratada.

Debido a la gran producción de pulpa de café en Centro y Suramérica, y a la demanda cada día mayor de alimentos para animales monogástricos, en particular en la época de sequía, se consideró de interés llevar a cabo este trabajo de investigación. Su propósito fue determinar los niveles óptimos de proteína y de pulpa de café fresca o ensilada deshidratadas, que dieran los mejores resultados para preparar raciones prácticas utilizables en la industria agropecuaria.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Se usaron dos tipos de pulpa, pulpa de café fresca y pulpa ensilada durante 12 meses en un silo de trinchera ubicado en la Finca Experimental

del INCAP. La pulpa fue ensilada con el agregado de 50/o de melaza de caña de azúcar. Tanto la pulpa fresca como la ensilada se expusieron al sol durante 36 horas, para su deshidratación, hasta alcanzar más o menos 120/o de humedad. Luego de secados los dos tipos de pulpa, se molieron en un molino de martillos a un grosor de 60 mallas, con lo que quedaron listos para los análisis químicos y para incorporarse a las raciones.

En la Tabla 1 se detallan las proporciones de granillo de trigo y pulpa de café utilizadas para elaborar las raciones. Se acordó emplear granillo de trigo por su similitud con el contenido de proteína de la pulpa de café deshidratada. Según puede observarse, las mezclas basales A, B, C y D contienen 45:0, 30:15, 15:30 y 0:45 de granillo de trigo y pulpa de café fresca o ensilada, respectivamente. Los demás ingredientes de las raciones, en términos de porcentaje, eran: mezcla de minerales 4.0 (24); aceite de semilla de algodón, 5.0; y aceite de hígado de bacalao, 1.0. Con estos materiales se prepararon 32 raciones experimentales, 16 con pulpa fresca y 16 con pulpa ensilada. Luego las 16 raciones de cada tipo de pulpa se dividieron en cuatro grupos que contenían 10, 15, 20 y 250/o de proteína, respectivamente.

TABLA 1

COMPOSICION DE LA MEZCLA BASAL UTILIZADA PARA PREPARAR LAS RACIONES CON DIFERENTES CANTIDADES DE PROTEINA Y PULPA DE CAFE FRESCA O ENSILADA

	A*	B*	C*	D*
Granillo de trigo	45.0	30.0	15.0	—
Pulpa de café (fresca o ensilada)	—	15.0	30.0	45.0
Minerales	4.0	4.0	4.0	4.0
Aceite de semilla de algodón	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de hígado de bacalao	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	55.0	55.0	55.0	55.0

* A, B, C y D indican diferentes porcentajes de pulpa de café en la mezcla basal, los cuales se utilizaron para preparar las raciones de la Tabla 2.

Estos porcentajes de proteína se obtuvieron agregando a la mezcla basal (Tabla 1) cantidades crecientes de harina de soya (Tabla 2). Cada una de las raciones de cada grupo proteínico se balanceó en su contenido de fibra cruda; para esto último, se tomó como referencia la ración que contenía más fibra cruda, que siempre fue la que incluía 450/o de pulpa de café fresca o ensilada, usándose para el caso, celulosa pura (alphacel). Las raciones se ajustaron a 100 g agregándoles cantidades suficientes de almidón. Todas ellas se suplementaron con 5 ml de una solución de vitaminas (25) por cada 100 g de ración.

Las raciones 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25 y 29 no contenían pulpa de café y sirvieron como control; las restantes contenían 15, 30 y 450/o de pulpa fresca o ensilada.

TABLA 2

**COMPOSICION PORCENTUAL Y CONTENIDO PROTEINICO DE LAS
RACIONES CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA FRESCA (P. F.) O PULPA
ENSILADA (P. E.) USADAS EN EL ENSAYO CON RATAS EN CRECIMIENTO**

No. de ración		Mezcla basal*		Harina de soya		Alphacel**		Almidón	
P.F.	P.E.	P.F.	P.E.	P.F.	P.E.	P.F.	P.E.	P.F.	P.E.
Raciones con 10% de proteína									
1	17	A	A	10.00	11.00	9.15	8.92	25.85	25.08
2	18	B	B	10.00	11.00	6.60	6.45	28.40	27.55
3	19	C	C	10.00	11.00	4.05	3.97	30.95	30.03
4	20	D	D	10.00	11.00	1.50	1.50	33.50	32.50
Raciones con 15% de proteína									
5	21	A	A	20.00	21.00	8.65	8.42	16.35	15.58
6	22	B	B	20.00	21.00	6.10	5.95	18.90	18.05
7	23	C	C	20.00	21.00	3.55	3.47	21.45	20.53
8	24	D	D	20.00	21.00	1.00	1.00	24.00	23.00
Raciones con 20% de proteína									
9	25	A	A	30.00	31.00	8.15	7.92	6.85	6.08
10	26	B	B	30.00	31.00	5.60	5.45	9.40	8.55
11	27	C	C	30.00	31.00	3.05	2.97	11.95	11.03
12	28	D	D	30.00	31.00	0.50	0.50	14.50	13.50
Raciones con 25% de proteína									
13	29	A***	A	40.00	41.00	7.65	7.42	—	—
14	30	B	B	40.00	41.00	5.00	4.95	—	—
15	31	C	C	40.00	41.00	2.55	2.47	2.45	1.53
16	32	D	D	40.00	41.00	—	—	5.00	4.00

* Mezcla basal: Tabla 1.

** Alphacel: celulosa pura.

*** 42.35 de granillo de trigo en mezcla basal.

5 ml de solución de vitaminas/100 g de ración (25).

Ensayos Biológicos

Se utilizaron ratas jóvenes de la raza Wistar, de 21 días de edad, provenientes del bioterio del INCAP, distribuyéndose a razón de ocho ratas por cada ración (cuatro machos y cuatro hembras), procurándose una variabilidad mínima entre ellas. Todos los animales se alojaron en jaulas individuales de material galvanizado con pisos de malla, provistos de comederos y bebederos individuales.

Cada ensayo biológico tuvo una duración de seis semanas, con el fin de que las ratas se adaptasen al consumo de pulpa de café. Los parámetros usados para evaluar la comparación entre pulpa fresca y pulpa ensilada y el

efecto del porcentaje de proteína sobre el porcentaje de pulpa de café fresca o ensilada en la ración, fueron los siguientes: mortalidad de los animales, consumo de alimento, ganancia de peso, índice de eficiencia de utilización del alimento (IEA) y digestibilidad aparente (DA).

Para obtener los datos de mortalidad, consumo de alimento y ganancia ponderal, se llevó un registro minucioso de las muertes que ocurrían y se midieron semanalmente las cantidades de alimento consumido y la ganancia de peso, con lo cual se calculó el IEA. La digestibilidad aparente se obtuvo durante la cuarta semana de experimentación, en la que la cantidad de alimento ingerido se midió, determinándose a continuación, la cantidad de nitrógeno en las heces.

Para evaluar los resultados obtenidos en los ensayos biológicos con pulpa fresca y con pulpa ensilada, los datos recolectados se sometieron a análisis de varianza.

Análisis Químicos

Previo a la elaboración de las raciones, se determinó la composición química proximal de los ingredientes usados y el contenido de cafeína, taninos, ácido clorogénico y ácido cafeico de la pulpa de café fresca y ensilada secadas al sol, siguiendo los métodos de la AOAC (26), Ishler, Finucane y Borker (27), Jostyn (28) y Pomenta y Burns (29).

RESULTADOS

Composición Química

Los resultados del análisis químico de los ingredientes incluidos en las raciones se exponen en la Tabla 3. Como puede notarse, la pulpa ensilada secada al sol contiene mayor cantidad de extracto etéreo (4.00/o) y menor cantidad de los otros compuestos analizados, en contraste con los resultados obtenidos con pulpa fresca, también secada al sol. Ello atañe principalmente al contenido de cafeína, taninos y ácido clorogénico, los cuales fueron reducidos significativamente por el proceso de ensilaje. Los datos en cuanto a la harina de soya y al granillo de trigo, según se aprecia, se encuentran en los niveles normales para estos ingredientes.

Ensayos Biológicos

Mortalidad — La Tabla 4 muestra la secuencia de mortalidad observada semana a semana en el caso de cada una de las raciones usadas tanto en el ensayo con pulpa fresca, como en el de pulpa ensilada.

En el primero de ellos (ensayo con pulpa fresca) hubo mayor mortalidad que en el segundo (pulpa ensilada), principalmente a los niveles de 30 y 450/o de pulpa (raciones 3 y 4, 7 y 8, 11 y 12), cuyos porcentajes de proteína fueron de 10, 15 y 200/o, respectivamente. En estos grupos, la mortalidad mínima fue de 12.50/o y la máxima de 1000/o. Con la pulpa ensilada la mortalidad fue menor, oscilando estos valores entre 12.5 y 500/o con las raciones 18, 19 y 20, 24 y 28 a niveles de 10, 15 y 200/o de proteína en la ración. En la misma Tabla 4 puede observarse, asimismo,

TABLA 3

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LOS INGREDIENTES USADOS EN LAS RACIONES Y CONTENIDO DE CAFEINA, TANINOS, ACIDO CLOROGENICO Y ACIDO CAFEICO EN LA PULPA DE CAFE FRESCA Y ENSILADA SECADAS AL SOL (g/o/o)

	Pulpa de café		Harina de soya	Granillo de trigo
	Fresca	Ensilada		
Humedad	11.50	11.70	11.70	12.50
Extracto etéreo	2.80	4.00	1.60	5.20
Fibra cruda	21.00	19.50	5.00	4.00
Proteína (N x 6.25)	12.00	10.00	50.00	14.70
Cenizas	9.90	9.10	5.40	3.60
Cafeína	0.98	0.65	—	—
Taninos	2.20	1.35	—	—
Acido clorogénico	1.73	1.48	—	—
Acido cafeico	0.19	0.16	—	—

que la mortalidad de las ratas alimentadas con pulpa fresca disminuyó a 37.50/o (raciones 15 y 16) cuando el nivel de proteína en la ración era de 250/o; no se observó este descenso de mortalidad en los animales alimentados con pulpa ensilada al mismo nivel de proteína en la ración. También llama la atención el hecho de que el mayor número de muertes haya ocurrido durante las primeras dos semanas; de la tercera a la quinta sólo ocurrieron muertes esporádicas, mientras que en la última semana ya no hubo mortalidad.

Consumo de alimento — Como regla general, puede decirse que a medida que el porcentaje de proteína en las raciones aumentaba, el consumo de alimento también aumentó. Dentro de cada grupo proteínico, a medida que ascendía el porcentaje de pulpa de café fresca o ensilada en la ración, el consumo de alimento disminuía, excepto cuando el nivel de pulpa en la ración era de 150/o. En ese caso, el consumo de alimento fue casi igual o mayor que en las raciones que no incluían pulpa de café. Las Tablas 5 y 6 y la Figura 1 muestran, tanto en forma numérica como gráfica, lo que ocurrió con el consumo de alimento. Según se aprecia, los consumos de alimento fueron mayores en los animales alimentados con raciones elaboradas con pulpa ensilada, que en aquéllos que recibieron las raciones que contenían pulpa fresca.

El análisis estadístico del ensayo con pulpa fresca reveló diferencias significativas ($P < 0.05$) o en los consumos de alimento. Ello indica que todas las raciones que contenían 150/o de pulpa de café acusaban consumos mayores que las que contenían 30 ó 450/o de pulpa, y a veces hasta de aquéllas que no contenían pulpa, aunque en ese caso las diferencias no fueron significativas, salvo en el caso de la ración 2, en que sí hubo significancia. En el ensayo con la pulpa ensilada también hubo diferencias

TABLA 4

SECUENCIA DE MORTALIDAD SEMANAL DE LAS RATAS, OBSERVADA DURANTE 6 SEMANAS EN LOS ENSAYOS BIOLÓGICOS CON DIFERENTES PORCENTAJES DE PULPA DE CAFÉ Y PROTEÍNA EN LA DIETA

0% o pulpa	15% o pulpa		30% o pulpa		45% o pulpa	
	Fresca	Ensilada	Fresca	Ensilada	Fresca	Ensilada
Semanas 1 2 3 4 5 6	Semanas 1 2 3 4 5 6	Semanas 1 2 3 4 5 6	Semanas 1 2 3 4 5 6	Semanas 1 2 3 4 5 6	Semanas 1 2 3 4 5 6	Semanas 1 2 3 4 5 6
Dieta 10% o prot.		1/8* 12.5**	5/8* 62.5**	1/8* 12.5**	8/8* 100.0**	2/8* 25.0**
Dieta 15% o prot			1/8* 12.5**		8/8* 100.0**	2/8* 25.0**
Dieta 20% o prot.			2/8* 25.0**		8/8* 100.0**	4/8* 50.0**
Dieta 25% o prot.			3/8* 37.5**	1/8* 12.5**	3/8* 37.5**	4/8* 50.0**

● Ratas muertas.

* Muertas/vivas (8 ratas/grupo: 4 machos y 4 hembras).

** Porcentaje de mortalidad.

TABLA 5

RESULTADOS DEL ENSAYO BIOLÓGICO CON RATAS ALIMENTADAS
CON DIFERENTES PORCENTAJES DE PROTEÍNA Y PULPA DE CAFÉ
FRESCA EN LA RACIÓN

Ración	o/o pulpa	Alimento consumido g	Peso ganado g	IEA**	o/o DA***
10% proteína					
1	0	574 ^a	108 ^a	5.4 ^a	78.0
2	15	460 ^b	52 ^b	9.2 ^b	69.0
3	30	319 ^c	-12 ^c	—	65.0
4	45	*	*	*	*
15% proteína					
5	0	616 ^d	146 ^d	4.2 ^c	76.6
6	15	619 ^d	128 ^d	4.8 ^c	68.0
7	30	344 ^c	34 ^c	10.5 ^b	65.5
8	45	*	*	*	*
20% proteína					
9	0	618 ^d	159 ^d	3.9 ^c	78.8
10	15	695 ^d	155 ^d	4.5 ^c	71.2
11	30	436 ^b	66 ^b	7.1 ^b	66.0
12	45	*	*	*	*
25% proteína					
13	0	623 ^d	167 ^d	3.8 ^c	79.0
14	15	657 ^d	160 ^d	4.1 ^c	70.6
15	30	492 ^b	72 ^b	7.6 ^b	71.0
16	45	496 ^b	48 ^c	10.6 ^c	70.6

Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$). — = Negativo.

* 100% mortalidad.

** IEA = $\frac{\text{Alimento consumido, g}}{\text{Ganancia en peso, g}}$

*** o/o DA = $\frac{\text{N ingerido} - \text{N fecal}}{\text{N ingerido}} \times 100$

significativas ($P < 0.05$) en los consumos de alimento, mostrando siempre que cuando recibían las raciones con 15% de pulpa el consumo era mayor, y que no había diferencias significativas entre éstas y las raciones testigo.

Ganancia de peso — A medida que el porcentaje de proteína en las raciones se aumentaba, ocurrió un incremento de peso. No obstante, dentro de cada grupo proteínico hubo una relación inversa entre la ganancia de peso y el porcentaje de pulpa fresca o ensilada en la ración (Tablas

TABLA 6

**RESULTADOS DEL ENSAYO BIOLÓGICO CON RATAS ALIMENTADAS
CON DIFERENTES PORCENTAJES DE PROTEÍNA Y PULPA DE CAFÉ
ENSILADA EN LA RACIÓN**

Ración	o/o pulpa	Alimento consumido g	Peso ganado g	IEA*	o/o DA**
100/o proteína					
17	0	556 ^a	105 ^a	5.3 ^a	79.6
18	15	522 ^b	74 ^b	7.2 ^b	70.8
19	30	392 ^c	18 ^c	24.2 ^c	67.7
20	45	326 ^c	-14 ^c	—	48.8
150/o proteína					
21	0	696 ^d	156 ^e	4.4 ^d	78.1
22	15	665 ^d	129 ^e	5.2 ^a	72.5
23	30	486 ^e	74 ^b	6.8 ^b	63.7
24	45	360 ^c	14 ^c	42.0 ^e	61.7
200/o proteína					
25	0	647 ^d	172 ^e	3.7 ^d	79.2
26	15	698 ^d	138 ^e	5.0 ^a	72.9
27	30	606 ^d	113 ^a	5.4 ^c	67.0
28	45	443 ^e	41 ^c	9.8 ^f	62.9
250/o proteína					
29	0	654 ^d	175 ^a	3.7 ^d	78.9
30	15	688 ^d	157 ^e	4.4 ^a	72.3
31	30	607 ^b	126 ^a	4.8 ^a	72.3
32	45	471 ^c	62 ^b	8.4 ^f	70.4

Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

— = Negativo.

* IEA = $\frac{\text{Alimento consumido, g}}{\text{Ganancia en peso}}$

** o/o DA = $\frac{\text{N ingerido} - \text{N fecal}}{\text{N ingerido}} \times 100$

5 y 6). La mayor ganancia ponderal se obtuvo con las raciones utilizadas como control, las que no contenían pulpa.

En el ensayo con pulpa fresca (Figura 1), se observó que en el caso de la ración 3 (100/o de proteína y 300/o de pulpa) la ganancia de peso era negativa. Lo mismo sucedió en el ensayo con pulpa ensilada (Figura 2), siendo la ración 20 (que contenía 100/o de proteína y 450/o de pulpa) la que provocó una pérdida en el peso de las ratas.

El análisis estadístico del ensayo con pulpa fresca acusó diferencias significativas ($P < 0.05$) en cuanto a ganancia de peso, mostrando que las

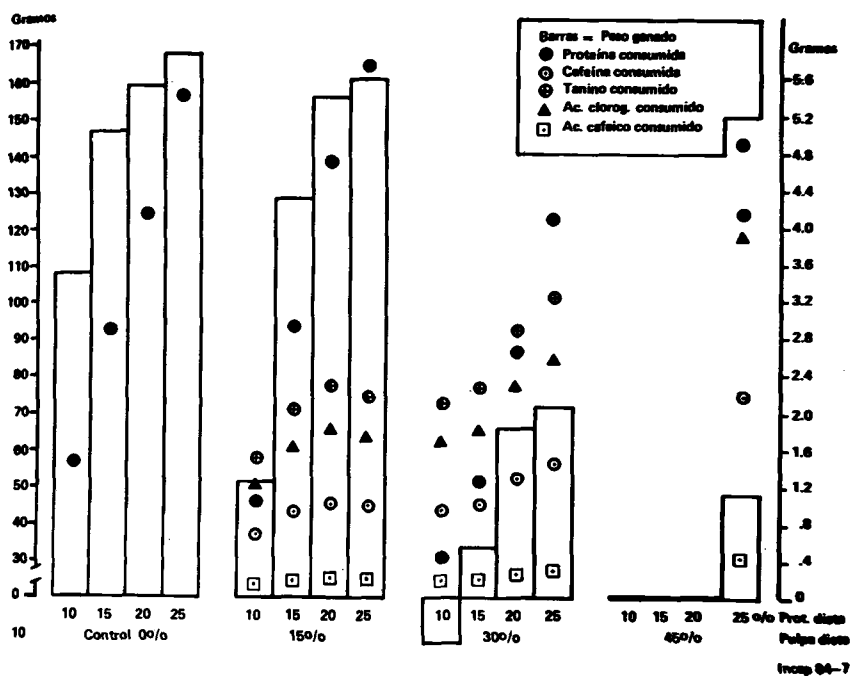


FIGURA 1

Ganancia de peso y consumo de proteína (izquierda), cafeína, taninos, ácido clorogénico y ácido cafeico (derecha), obtenidos durante el ensayo biológico con ratas alimentadas con pulpa de café fresca

raciones testigo produjeron mayores ganancias ponderales. Pero entre las raciones con pulpa de café, las que indujeron mayores ganancias fueron las que contenían 15% de pulpa. No se constataron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre ellas, aunque tuvieran diferentes niveles de proteína, salvo en el caso de la ración 2 (10% de proteína y 15% de pulpa), que sí difirió del resto.

El ensayo con pulpa ensilada también reveló diferencias significativas ($P < 0.05$) en el análisis estadístico, y siguió la misma tendencia observada con pulpa fresca. De nuevo se comprobó que entre las raciones con pulpa, las que producían mayores ganancias eran las que contenían 15%, sin diferencias estadísticas entre ellas, exceptuando la ración 18 (10% de proteína y 15% de pulpa).

Índice de eficiencia de utilización alimenticia (IEA) — El IEA siguió la misma tendencia que el incremento en el peso, es decir que a medida que el porcentaje de proteína en las raciones se elevaba, el IEA mejoraba, y dentro de cada grupo proteínico, a medida que el porcentaje de pulpa de café aumentaba, el IEA disminuía (Tablas 5 y 6). Si se comparan los valores de IEA del ensayo con pulpa fresca con los de pulpa ensilada, se observa que todos los valores obtenidos con pulpa fresca son más altos

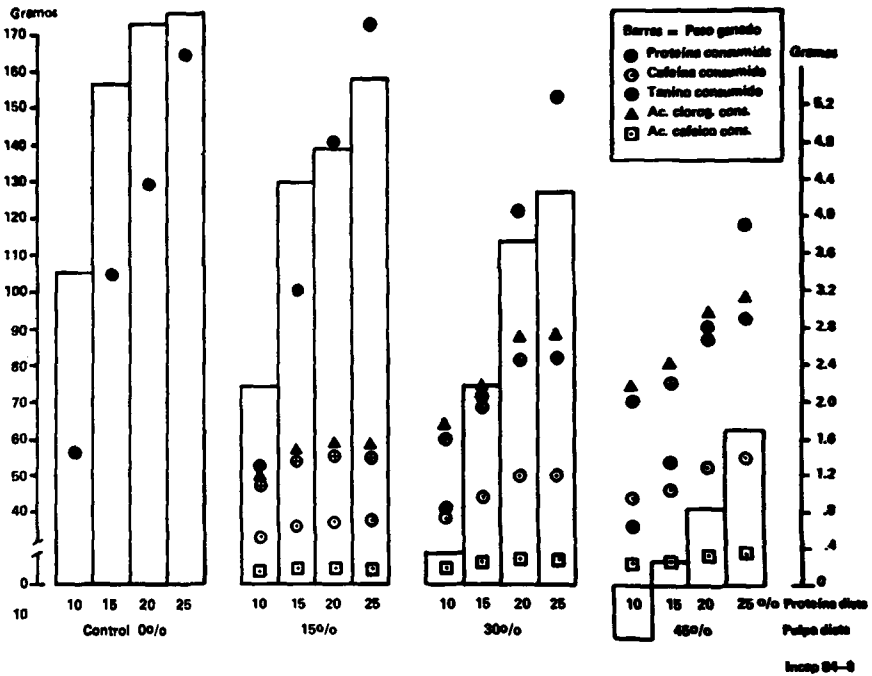


FIGURA 2

Ganancia de peso y consumo de proteína (izquierda), cafeína, taninos, ácido clorogénico y ácido cafeico (derecha), obtenidos durante el ensayo biológico con ratas alimentadas con pulpa de café ensilada

que los que indujo la pulpa ensilada; se exceptúa el caso en que la pulpa fresca se encontraba a un nivel de 15% en la ración y a 15, 20 y 25% de proteína, lo que indica que los animales aprovechan mejor la pulpa ensilada. El análisis estadístico del IEA, tanto en el ensayo con pulpa fresca como en el de pulpa ensilada, mostró que las raciones testigo y las que contenían solo 15% de pulpa difirieron significativamente ($P < 0.05$) del resto; muestran también un mejor IEA, excepto las raciones 2, 4, y 18 que contenían 10% de proteína y 15% de pulpa. Entre las raciones 6, 10 y 14 de pulpa fresca, y 22, 26 y 30 de pulpa ensilada (15% de pulpa y 15, 20 y 25% de proteína, respectivamente), no hubo diferencias significativas.

Digestibilidad aparente — Las Tablas 5 y 6 también muestran los valores de digestibilidad aparente obtenidos tanto en el ensayo con pulpa fresca, como con pulpa ensilada. Se observa que, a todos los niveles proteínicos, las raciones que no contenían pulpa de café acusaron mayores valores de digestibilidad. También se aprecia la tendencia a menores valores de digestibilidad a medida que el porcentaje de pulpa en la ración aumenta, en cualquiera de los cuatro niveles de proteína usados. Se constató un

incremento en digestibilidad en el caso de raciones con alto contenido de pulpa (30 y 45^o/o), al aumentar el porcentaje de proteína en la ración. El ensayo con pulpa ensilada acusó mayores valores de digestibilidad aparente que el ensayo con pulpa fresca, aunque las diferencias fueron mínimas.

En la Tabla 7 se presentan los resultados del análisis de varianza y los valores de F obtenidos.

TABLA 7

RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA Y DE LAS INTERACCIONES
ENTRE LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

	F calculada		
	IEA	Mortalidad	DA
Procesamiento	15.58**	16.67**	13.81**
Proteína	4.62**	1.30 NS	2.12 NS
Pulpa de café	7.51**	70.30**	87.37**
Proteína x pulpa	5.45**	1.70 NS	1.41 NS
Procesamiento x proteína	4.22**	3.30*	2.70*
Procesamiento x pulpa	6.30**	10.00**	7.41**
Procesamiento x proteína x pulpa	10.35**	3.60*	3.28**

IEA = Índice de eficiencia alimenticia.

DA = Digestibilidad aparente.

NS = No significativo.

* = Significativo al 5^o/o.

** = Significativo al 1^o/o.

DISCUSION

Los hallazgos de este trabajo destacan tres hechos importantes, que se resumen en las Figuras 1 y 2. Estos son:

a) Al usar pulpa de café fresca o ensilada en raciones para ratas, se obtienen respuestas diferentes por parte de los animales que las consumen, y se observa un mejor comportamiento en los que consumen pulpa ensilada.

b) A medida que el porcentaje de pulpa fresca o ensilada en la ración aumenta, hay una relación inversa entre dicho porcentaje y el comportamiento general de los animales.

c) A medida que el porcentaje de proteína en la ración se incrementa, los efectos tóxicos de la pulpa fresca o ensilada disminuyen, lo que sugiere que existe un efecto protector cuando se eleva el nivel de proteína.

El mejor comportamiento de los animales que consumieron pulpa ensilada en contraste con los que se alimentaron con pulpa fresca se debe, posiblemente, a que la primera contiene menor cantidad de los factores que se consideran responsables de causar efectos adversos en los animales que consumen pulpa de café, por ejemplo, cafeína, taninos y ácido cloro-

génico (Tabla 3). Además, la pulpa ensilada contiene mayor cantidad de extracto etéreo, debido probablemente a la producción de ácidos orgánicos (acético, láctico, propiónico). Esto podría mejorar la digestibilidad y el sabor aceptable de las raciones, aumentando a la vez el consumo de alimento y las ganancias de peso. El factor responsable de estos cambios favorables que ocurren en la pulpa de café es el proceso de ensilaje. Se sabe que tanto el almacenamiento como la fermentación de la pulpa reducen su nivel de cafeína hasta en un 50% (30).

El hecho de que exista una relación inversa entre el contenido de pulpa en la ración y el comportamiento general de los animales (mortalidad, consumo de alimento, ganancia de peso) se debe a que a medida que aumenta el contenido de pulpa fresca o ensilada, aumenta también la cantidad de compuestos tóxicos. Ello provoca menor digestibilidad, mayor mortalidad, menor consumo de alimento, menores ganancias de peso y, por ende, menor conversión alimenticia.

Los efectos negativos que ocasionan los dos tipos de pulpa usados disminuyen a medida que el nivel de proteína en la ración se eleva; en otras palabras, mientras mayor es el porcentaje de proteína en la ración, más tenues, aunque no del todo anulados, son los efectos tóxicos de la pulpa. De todos modos, se observa que existe un efecto protector, aunque parcial, producido por el aumento de los niveles de proteína en la ración. Puede decirse que este efecto de protección es válido mientras no se sobrepasen ciertos niveles de pulpa en la ración, que en el presente estudio, al parecer, estaban comprendidos entre el 15 y el 30%.

A medida que el porcentaje de pulpa se incrementa, se produce una disminución en el consumo de alimento y en la cantidad de nitrógeno absorbido, además de que la cafeína, por su efecto diurético (19), causa mayores pérdidas de nitrógeno por la orina. Todo esto induce mayores requerimientos de proteína en los animales alimentados con pulpa de café, y al adicionar niveles cada vez mayores de ésta en la ración, el comportamiento general de los animales mejora. Varios autores han encontrado mejoras en el comportamiento general de los animales que consumen pulpa de café, cuando el contenido de proteína en la ración se aumenta (4, 8, 14, 19). Por otra parte, al elevar la cantidad de proteína en la ración, parte de este nutriente probablemente reaccione con cafeína o taninos, formando un complejo proteína-tanino o proteína-cafeína, ya que proporciona al animal la oportunidad de aprovechar mejor la proteína sobrante. Otro papel importante que juega la adición de proteína a raciones elaboradas con pulpa de café, es la baja disponibilidad de la proteína de la pulpa, que es de 30% para pulpa fresca y 40% para pulpa ensilada (19). Por lo tanto, todo aumento en proteína que no provenga de la pulpa es rápidamente aprovechado por el organismo del animal.

SUMMARY

RELATION BETWEEN THE INCLUSION OF COFFEE PULP LEVELS AND PROTEIN CONTENT IN RATIONS FOR MONOGASTRIC ANIMALS

The purpose of this research was to determine the effect of including fresh and ensilaged coffee pulp in rations for monogastric animals, and find the best protein and

coffee pulp levels in rations for rats. Fresh coffee pulp and pulp ensilaged for 12 months were used; both kinds of pulp were sun-dried before incorporating them into the rations.

The chemical analyses of the pulps revealed a lower content in caffeine, tannins, chlorogenic acid and caffeic acid in the ensilaged pulp than in fresh coffee pulp. Thirty-two experimental rations were prepared, 16 with fresh coffee pulp and 16 with the ensilaged by-product, distributed into four different protein levels (10, 15, 20 and 25%), and three levels of pulp (15, 30 and 45%) for each protein level. The rations thus prepared were fed to Wistar albino rats for a six-week period. The parameters used to measure the effect of the two types of pulp were mortality rate, food consumption, weight gain, food conversion and apparent digestibility of the rations.

Ensilaged pulp had a higher nutritive value, lower toxicity and better digestibility than fresh pulp. The increase in the protein level of the ration resulted in partial protection against the negative effects of coffee pulp on the performance of animals, since this improved as the protein level of the ration increased.

BIBLIOGRAFIA

1. Alfaro, E. E., H. Fonseca & C. E. Boschine. Incorporación de la pulpa de café deshidratada en la preparación de concentrados para vacas lecheras en producción. En: Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales. Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 31.
2. Berducido, L., R. Jarquín, J. M. González & R. Bressani. Uso de la pulpa de café en la alimentación del cerdo criollo. Presentado en: III Congreso de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ciudad de Guatemala, 26-31 de agosto de 1974. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1974, 8 p. (Documento mimeografiado).
3. Braham, J. E., R. Jarquín, J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. Arch. Latinoamer. Nutr., 23: 379-388, 1973.
4. Bressani, R., E. Estrada, L. G. Elías, R. Jarquín & L. Urrutia de Del Valle. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. Turrialba, 23(4): 403-409, 1973.
5. Cabezas, M. T., J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café. Turrialba, 24(1): 90-94, 1974.
6. Cabezas, M. T. Utilización de la pulpa de café para la alimentación de ganado bovino. Rev. AGA (Guatemala), Año 16 - Epoca IV - No. 26: 16-19, 1973.
7. Cabezas, M. T. Utilización de la pulpa de café en alimentación de ganado de carne. En: Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 23-25.
8. Daqui, L. E. Características Químicas y Nutricionales de la Pulpa de Café Ensilada con Pasto Napier y Planta de Maíz. Tesis (*Magister Scientifícae*). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/INCAP. Guatemala, C. A. 1975, 103 p.

9. Estrada, E. Cambios bioquímicos en el plasma sanguíneo de bovinos y porcinos alimentados con pulpa de café. En: **Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales**, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 26-27.
10. Flores Recinos, F. **Respuesta Bioeconómica de Novillos de Engorde con Diferentes Niveles de Pulpa de Café Ensilada y Proteína**. Tesis (*Magister Scientifiae*). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, 1973, 53 p.
11. Flores, F. & M. E. Ruiz. Respuesta bioeconómica de novillos de engorde y alimentados con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. En: **Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales**, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 28.
12. Jaffé, W. G. & D. S. Ortiz. Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café. *Agro (Venezuela)*, 23: 31-37, 1952.
13. Jarquín, R., F. A. Rosales, J. M. González, J. E. Braham & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. IX. Uso de la pulpa de café en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y acabado. *Turrialba*, 24(4): 353-359, 1974.
14. Jarquín, R., J. M. González, J. E. Braham & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. *Turrialba*, 23(1): 41-47, 1973.
15. Jarquín, R., R. Gómez-Brenes, L. Berducido, J. M. González & R. Bressani. Uso de la pulpa de café en la alimentación del cerdo criollo. En: **Informe Anual del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá — 1o. enero - 31 de diciembre de 1974**. Guatemala, INCAP, 1975, p. 13.
16. **Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales**, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, 92 p.
17. Rodríguez, J. A., M. E. Ruiz & H. Fonseca. Calidad del ensilaje de pulpa de café con o sin melaza y efecto del tiempo de exposición al ambiente de la pulpa previo a su ensilado. En: **Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales**, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 42.
18. Choussy, F. La pulpa de café como alimento para el ganado. *Bol. Instituto Tecnológico de El Salvador*, 1: 1-15, 1944.
19. Vargas G., E. **Valor Nutritivo de la Pulpa de Café**. Tesis (*Magister Scientifiae*). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/INCAP, Guatemala, C. A., 1974, 77 p.
20. Schaffert, R. E., D. L. Oswald & J. D. Axtell. Effect of supplemental protein on the nutritive value of high and low tannin *Sorghum bicolor* (L.). Moench grain for the growing rat. *J. Animal Sci.*, 39: 500-505, 1974.
21. Kornegay, E. T., A. J. Clawson, F. H. Smith & E. R. Barrick. Influence of protein source on toxicity of gossypol in swine rations. *J. Animal Sci.*, 20: 597-602, 1961.
22. Osegueda, F. L., R. A. Quiteño h., R. A. Martínez & M. Rodríguez Ch. Uso de pulpa de café seca en el engorde de novillos en confinamiento. *Agric. El Salvador*, 10: 3-9, 1970.

23. Murillo, B. Composición química y fraccionamiento de los componentes regulares de pulpa de café ensilada con aditivos. En: **Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974.** Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 40.
24. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, **138**: 459-466, 1941.
25. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1953.
26. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 957 p.
27. Ishler, N. H., T. P. Finucane & E. Borker. Rapid spectrophotometric determination of caffeine. *Anal. Chem.*, **20**: 1162-1166, 1948.
28. Josly, M. A. Tannins. En: **Methods in Food Analysis.** Joslyn, M. A. (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., Publishers, 1950, p. 471-481.
29. Pomenta, J. V. & E. E. Burns. Factors affecting chlorogenic, quinic and caffeic acid levels in sunflower kernels. *J. Food Sci.*, **36**: 490-492, 1971.
30. Bressani, R., E. Estrada & R. Jarquín. Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Turrialba*, **22**(3): 299-304, 1972.

DEVELOPMENT OF A COMPRESSED PRODUCT MADE WITH SARDINE¹

Héctor Bourges R.,² Josefina C. Morales de León² and Hildeliza Sierra²

Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán",
México D. F., México

SUMMARY

The *per capita* consumption of marine products is very low in Mexico, averaging less than 4 g/day. This fact has been partially attributed to the costly techniques used in their preservation, which result in high market prices unaffordable for large segments of the population. Previous research led to the development of pressed and salted patties based on lean fish species, the low cost and easy preservation of which would contribute to a higher fish consumption among the low socio-economic strata of the Mexican population.

The present work was directed to adapt the procedure to sardine, which is more abundant and less expensive than lean fish species. Since defatting the sardine led to poor sensorial characteristics of the patties, measures were taken to protect the fat from oxidation, through the use of BHT and citric acid. The best results were obtained with descaled sardine, and with the addition of 8% NaCl, 10% corn flour and a condiment mixture. The resulting product had 32% of high-quality protein and a shelf life of at least six months under environmental conditions. Its cost per gram of protein was one-third lower than the price of fresh or canned sardine. Sensorial tests revealed an acceptability of 82%.

INTRODUCTION

In spite of the fact that the country has a great fishing potential, since it has over 10,000 km of sea shores plus 6,000 km² of inland waters, fish consumption in Mexico is low (1, 2).

This may be attributed to the fact that a great proportion of the Mexican population lives in the central plateau, separated from the coast

Manuscrito modificado recibido: 6-6-85.

- 1 This research was partially supported by a CONACYT grant.
- 2 Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga No. 15, Col. Tlalpan, México D. F., CP 14000, México.

by high mountain ranges. Therefore, fish products must be transported over long distances in order to reach the markets, generally preserved by freezing or low-temperature cooling, which result in high market prices of the product for the consumer. Currently, only the high economic strata in the great urban centers represent an attractive market for fish and fish products; there, the price is three to ten times higher than "at the beach".

If the country's fishing potential is to be fully utilized to improve the average Mexican diet, simple and inexpensive techniques must be found so as to develop low-cost products of a high nutritive value, and easy preservation.

One of such techniques was developed by Del Valle (3). Salting and pressing were combined to obtain dry patties at a low cost, but the acceptability of the product was poor, due to its high salt content (25 to 43% depending on the species utilized). Moreover, washing in boiling water was necessary to desalt the patty before preparation and consumption. This technique was later improved by Camacho *et al.* (4) through optimization of the effect of combined treatments, including heating and mixing with corn flour and spices. The improved product was highly nutritive, inexpensive, and more acceptable, since its salt content was much lower (10%) and washing was not necessary. The addition of cereals and spices further improved its sensory characteristics. For the development of this product, a lean species (*Scombermorus maculatus*) was utilized. Since other species such as the Monterrey sardine (*Sardinops sagax*) (5) are cheaper and more abundant, its use could further reduce the price of the final product. Problems foreseen with the use of sardine and related species, are: first, their high fat content, which may be oxidized and thus give the patty an unpleasant flavor and aroma, and second, their small size, which gives a low yield of muscle tissue.

The general objective of this work, therefore, was to develop a low-cost sardine-patty with the same characteristics of nutritive value and long preservation as the lean-fish patties obtained by Camacho *et al.* (4).

MATERIALS AND METHODS

Study Design

The procedure described by Camacho *et al.* (4) for lean fish, represented in Figure 1, was also followed for sardine. The latter was prepared in different ways: 1) only descaled; 2) descaled, eliminating the tail; 3) descaled, eliminating both head and tail; 4) descaled, eliminating head, tail and viscera. The best presentation of the raw material, protein content, general appearance and yield, determined following the first compression stage, were followed as selection criteria.

In a parallel fashion, different solvent systems (ether, alcohol and isopropanol) were tested for fat extraction from the sardine, selecting that one which showed the higher efficiency and the lower cost.

Three types of patties were thus prepared and tested in order to determine whether it was necessary to extract the fat from the sardine, or just to protect it from oxidation: 1) one, where fat was extracted using the

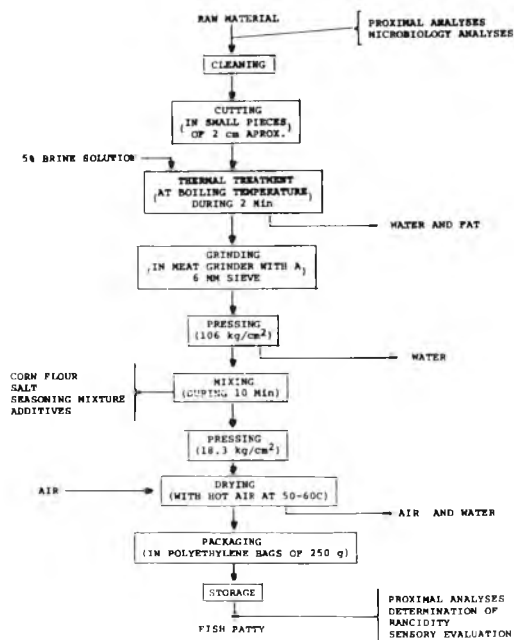


FIGURE 1

Flow chart for the elaboration of fish patties

solvent system previously selected; 2) a second one where fat was not extracted but, butyl-hydroxytoluene (BHT) was added in the proportion of 20 mg/100 g of fat; and 3) a third one where fat was neither extracted nor protected. The sensory characteristics of the product and the suitability of the process were then evaluated in the three types of samples

Once the best conditions were selected, the amount of spices and whole, white or yellow corn flours to be added, in order to obtain better sensory properties, was determined.

Methods of Analyses

Proximal analyses:

These included determination of moisture content using the thermo balance method (6); ash, by calcination (7); ether extract, by continuous extraction (8); crude protein, by the Kjeldahl-Gunning procedure (9); rancidity, by the peroxide index method (10), and pH by a Beckman Potentiometer (11).

Bacteriological tests:

Bacterial estimates were done by the standard plate count method

(12), presumptive in sulfate triptose broth, and confirmative in brilliant green bile, 20/o (13). Molds and yeasts were determined in potato-dextrose agar, acidified with tartaric acid solution, and incubated at 21°C for 50 days, and at 35°C for two days, respectively (12).

Protein quality:

The amino acid content of the protein was measured in a Beckman Amino Acid Analyzer, Model 116 by column chromatography (14). The results were used to calculate the chemical score with the FAO/WHO provisional pattern (15) as standard of comparison; tryptophan was determined by the Spies and Chambers technique (16). To establish the protein efficiency ratio (PER) and the net protein utilization (NPU) the methods of Campbell (17), and Miller (18), respectively, were used.

Sensory evaluation:

A preference test for aroma and flavor was done by the ranking method with a group of 20 untrained panelists (19). To evaluate the grade of acceptance of the dishes prepared with the final product, a monadic test was utilized.

RESULTS

The proximal composition of the main raw materials utilized in our study, is presented in Table 1. As shown, sardine had a relatively high fat content, but was low in ash, even considering the whole sardine. The ash content, therefore, should not constitute a problem for human consumption.

TABLE 1

PROXIMAL ANALYSES OF THE "MONTERREY" SARDINE AND CORN FLOUR
(g/100 g of product)

Determination	Sardine	Corn flour
Crude protein (N x 6.25)	20.2	8.9
Ether extract	8.7	5.1
Ash	2.3	1.2
Crude fiber	0.0	2.8
Moisture	65.6	10.3
Carbohydrates (by difference)	3.2	71.7

Table 2 shows the protein content of compressed sardine and the yield of different ways of preparing the raw material; as may be observed, simple descaling gave the highest yield. Elimination of head, tail and viscera resulted only in a small increase in protein content, but in a consid-

TABLE 2

**PROTEIN CONTENT OF THE COMPRESSED SARDINE, AND YIELD OF
DIFFERENT PREPARATIONS OF THE RAW MATERIAL**

Type of raw material	Protein content of compressed sardine (g/100 g)	Yield (g prod/100 g of sardine)
Descaled sardine	32.3	68-70
Descaled sardine without tail	32.6	62
Descaled sardine without tail or head	33.5	62
Same as the former, eviscerated	35.0	47

erable decrease in yield. From these results, it may be concluded that descaling alone was by far the best alternative; furthermore, the processing costs would obviously be lower in this case.

Table 3 depicts the fat extraction efficiency values obtained with different solvents. The treatment with isopropanol gave the best results, leaving a residual fat content of only 4.7 g/100 g of dry product from 24.8 g (dry basis) originally present.

TABLE 3

**RESIDUAL ETHER EXTRACT OF PATTIES DEFATTED WITH VARIOUS
SOLVENTS***
(g/100 g dry basis)

Extraction with	Ether extract
Isopropanol	4.7
Ether	7.6
Ethanol	10.4

* The original fat content on dry basis was 24.8 g/100 g of sardine.

Once it was decided that simple descaling was the best procedure, and that isopropanol gave the best fat extraction values, three types of patties were prepared according to the study design: defatted, non-defatted, and non-defatted plus antioxidant.

Defatting produced a material which due to its crumbliness was inadequate for conformation of the patty; therefore, this alternative was eliminated at this point.

The non-defatted patty without antioxidant was notably rancid after ten days. On the other hand, the non-defatted patty with 0.02% BHT, maintained acceptable properties during the same period. Consequently, the best alternative was not to extract the fat, but to add BHT to prevent oxidation.

The adjustments on the patty's formulation were done on simply descaled sardine by adding different amounts of corn flour (10, 15 and 20 g for 100 g of patty) and different amounts of sodium chloride (3, 5 and 8^o/o).

Patties prepared with 15 and 20^o/o corn flour did not have sufficient cohesiveness; excellent consistency and cohesiveness, however, were obtained with 10^o/o corn flour. A panel test revealed similar acceptability for patties containing 3, 5 or 8^o/o NaCl. Nevertheless, better results in regard to appearance (color) and in the control of mold growth at the surface were obtained with 8^o/o NaCl.

Table 4 presents the final formulation of the patty, and Table 5 provides details of the seasoning mixture utilized. It is worth while noticing that pepper and cummin had to be treated by autoclaving for five minutes, at a steam pressure of 1 kg/cm², to eliminate coliform contamination.

The proximal analysis of the patty is given in Table 6. As the data reveal, the product had a low moisture content (5.20^o/o) and a protein content of 32 g/100 g.

TABLE 4
FORMULATION OF THE SARDINE PATTY
(g/100 g of product)

Ingredients	o/o
Sardines without scales	7.0
Corn flour	10.0
Salt	8.0
Seasonings	4.0
Citric acid	1.0

BHT 0.02^o/o of the total content of fat.

TABLE 5
FORMULATION OF THE MIXTURE OF SEASONINGS USED FOR
ELABORATION OF THE PATTY

Seasoning	Grams
Mixture of "chiles" (Guajillo ¹ and Piquin ²)	78.81
Onion	8.22
Pepper	4.77
Garlic	3.55
Cummin	2.06
Clove	1.59

1 *Capsicum annum var. longum*. Redpepper, Long.

2 *Capsicum frutescens L. var. baccalum*. Redpepper, Bush.

TABLE 6

PROXIMAL ANALYSIS OF THE PATTY
(g/100 g of product)

Determination	Content
Crude protein (N x 6.25)	32.2
Ether extract	17.6
Ash	24.7
Moisture	5.2
Carbohydrates (by difference)	20.2

The amino acid composition of the protein is depicted in Table 7. Except for tryptophan, the essential amino acid contents of whole fresh sardine and of the sardine patty were similar and, in some cases, higher in relation to the FAO/WHO 1973 provisional pattern (15), with a chemical score of 94. On the other hand, the patty was rich in lysine and in sulfur amino acids.

The PER and NPU of the patty are shown in Table 8. According to the data, both indexes were similar to those of the casein control, and confirmed the good quality of the protein.

The final product had 15,000 col/g, with neither coliform organisms nor pathogens presented. After a slight increase during the first weeks of storage at room temperature, the count decreased to 7,500 col/g at six weeks. Samples stored at 40°C, rapidly decreased to 2,500 col/g probably attributable to a further loss of moisture.

The proxide index of the patties stored at 40°C and at room temperature was determined every two weeks during a two-month period. The

TABLE 7

**ESSENTIAL AMINO ACIDS CONTENT OF THE SARDINE PATTY AND
OF THE WHOLE SARDINE**
(g/100 g of protein)

Amino acids	Whole sardine	Sardine patty	FAO/WHO Provisional Pattern 1973
Valine	6.03	5.82	5.0
Isoleucine	4.91	5.37	4.0
Threonine	4.37	4.29	4.0
Tryptophan	0.97	0.94	1.0
Phenylalanine + tyrosine	5.64	5.99	6.0
Leucine	8.15	8.45	7.0
Lysine	6.16	7.08	5.5
Methionine + cystine	3.45	3.53	3.5

TABLE 8

PROTEIN EFFICIENCY RATIO (PER) AND NET PROTEIN UTILIZATION (NPU)
OF THE SARDINE PATTY, AS COMPARED WITH CASEIN

Source of protein in the diet	PER	Per as % of casein's	NPU	NPU as % of casein's
Casein	2.5 ± 0.09	100.0	60.0 ± 1.79	100.0
Sardine patty	2.37 ± 0.16	94.8	58.8 ± 1.44	98.0

The values were adjusted for a casein's PER of 2.5 and NPU of 60%.

index slightly increased with time, but the patties were considered sensorially acceptable in all cases.

Sensory evaluation of the products was done by making different preparations in which the patties were included together with "nopales" (*Opuntia* sp), stuffed peppers and soup. The panel was asked to grade the patties by using a monadic test, and to compare them with similar preparations with lean fish patties; 82% of the panelists preferred the sardine patties.

Taking into consideration salaries, raw materials and energy, the cost of these patties was approximately US\$1.20 per kg. The cost per gram of protein per patty represents only 30% of the price of protein in fresh or canned fish, or in milk, available at the market in Mexico City.

RESUMEN

DESARROLLO DE UN PRODUCTO A BASE DE SARDINA, MEDIANTE EL PROCESO DE PRENSADO

En México, el consumo de productos marinos representa menos de 4 g por persona, por día. En parte, este bajo consumo ha sido atribuido a que tales productos exigen métodos costosos de conservación, que se traduce en precios de mercado altos que la población no puede pagar. Así, con base en trabajos anteriores sobre especies magras para la producción de tortas prensadas y saladas, se juzgó conveniente utilizar la sardina, que es mucho más abundante y barata, previéndose como única dificultad su alto contenido de lípidos.

Para el caso, se utilizó la sardina desgrasada y sin desgrasar, con eliminación previa de aletas, escamas, cabeza, porción caudal y vísceras, así como diferentes concentraciones de cloruro de sodio (sal común) y harina de maíz. Las tortas preparadas con cada una de las diferentes presentaciones de materia prima se sometieron a las determinaciones químicas y pruebas sensoriales pertinentes. Los resultados revelaron que no es necesario desgrasar, pero sí eliminar las escamas. La mejor formulación se obtuvo agregando 10% de harina de maíz, 8% de sal, y una mezcla de condimentos. Se utilizó un antioxidante (BHT) y ácido cítrico para proteger la grasa. El producto resultante contiene 32 g de proteína de alta calidad. En cuanto a la calidad sensorial, se obtuvo una aceptación del 82% con respecto a un 100% teórico, y se estimó una

vida de anaquel de por lo menos seis meses a temperatura ambiente (25°C). El costo por gramo de proteína resultó ser un tercio del precio de la sardina fresca o enlatada.

BIBLIOGRAFIA

1. Dahl, O. **Lineamientos para Investigación sobre un Mejor Uso del Pescado como Alimento.** México D. F., México, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (IPN), 1973 (Informe No. 9).
2. Ramírez, J. & A. Chávez. **Balance de Alimentos para Consumo Humano en la República Mexicana.** México D. F., México, Instituto Nacional de la Nutrición, División de Nutrición, 1971-1973.
3. Del Valle, F. Un nuevo método para la conservación rápida y barata del pescado. *Rev. Tecnol. Aliment. (México)*, No. 7(1):12-20, 1972.
4. Camacho, J. L., D. Rebollo, H. Bourges & A. Chávez. Un producto de pescado de fácil conservación para consumo directo. *Rev. Tecnol. Aliment. (México)*, 14(6): 18-28, 1972.
5. Secretaría de Industria y Comercio. **Catálogo de Peces Marinos Mexicanos.** México D. F., México, 1976.
6. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 22.
7. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, p. 487.
8. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** Washington, D. C., The Association, 1970, p. 332.
9. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** Washington, D. C., The Association, 1970, p. 16.
10. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** Washington, D. C., The Association, 1970, p. 489.
11. Folleto Beckman. Determinación potenciométrica utilizando el potenciómetro Beckman.
12. Centro de Control Total de Calidades (CCTC). **Manual del Curso de Actualización en Bacteriología de Alimentos.** México D. F., México, CCTC, 1973.
13. American Public Health Association. American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. **Métodos Estándar para el Examen de Agua y Aguas de Desecho.** 11a ed. México D.F., México, Edición Interamericana, S.A., 1963.
14. Stein, W. & S. Moore. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. *J. Biol. Chem.*, 192:663, 1951.
15. **Necesidades de Energía y de Proteínas.** Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos, Roma, 22 de marzo - 2 de abril de 1971. Publicado por la FAO y la OMS. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1973 (FAO, Reuniones sobre Nutrición No. 52; Serie de Informes Técnicos de la OMS No. 522).
16. Spies, J. R. & D. C. Chambers. Chemical determination of tryptophan in proteins. *Analytical Chemistry*, 21(10):1149, 1949.
17. Campbell, J. A. Method for PER and NPR. In: **Evaluation of Protein Quality.** Washington, D. C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1963, p. 31-34. (Publication 1100).
18. Miller, D.S. A procedure for determination of NPU using rats body N technique. In: **Evaluation of Protein Quality.** Washington, D. C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1963, p. 34-36. (Publication 1100).
19. Amerine, A.M., R.M. Pangborn & E.B. Roessler. **Principles of Sensory Evaluation of Food.** New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1965.

EFFECTS OF CONE OPENING, INITIAL MOISTURE CONTENT AND MULTIPLE EXTRUSION ON THE PROTEIN QUALITY OF EXTRUDED SOYBEAN USING THE BRADY CROP COOKER¹

*Alfredo Lam-Sánchez,² Ricardo Bressani,³ Mario Roberto Molina,⁴
Luiz Gonzaga Elias,⁴ Jorge Mario González⁴ and
José Fernando Durigan²*

Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C. A.

SUMMARY

In the present study, three cone openings (0.133; 0.106, and 0.080 cm) and three initial moisture content values (9^o/o, 15^o/o and 21^o/o) were used as treatments to evaluate their effects on the protein quality of full-fat soybean flour, extruded in the Brady Crop Cooker.

The specific volume, protein and oil contents as well as available lysine content characteristic of the final product, were not affected by the treatments used. Processing temperatures, however, decreased when the initial moisture content of the material was increased.

The nitrogen solubility index was affected by the cone opening but not by the moisture content of the material. With respect to the trypsin inhibitors content, the increase in the initial moisture content in soybeans gave conflicting results. At the 21^o/o moisture treatment, the amounts of trypsin inhibitors were higher than those present in the raw material; a similar effect was also observed with urease activity. At the other two moisture contents (9 and 15^o/o) the amounts of trypsin inhibitors and urease activity were decreased by heat treatment, mainly at the 9^o/o moisture level, which were related to the cone opening of the extruder.

Manuscrito modificado recibido: 18-7-85.

- 1 Partially supported by the United Nations University, Tokyo, Japan.
 - 2 Training fellows under the Post-Graduate Tutorial Program of the Institute of Nutrition of Central America and Panama and the United Nations University (INCAP/UNU), at INCAP, and members of the School of Agriculture and Veterinary Sciences, Jaboticabal, São Paulo, Brazil.
 - 3 Head of the Division of Agricultural and Food Sciences of INCAP, P. O. Box 1188, Guatemala City. Guatemala, C. A.
 - 4 Members of the above-mentioned Division.
- Publication INCAP/UNU-35.

PER values in rats were influenced by the moisture content and were not affected by the cone opening. Results obtained in the biological assays with chicks, both for weight gain and conversion efficiency, were favored by a decrease in cone opening. Nevertheless, the increase in the moisture content induced a decrease in weight gain at the 5- and 8-week periods, without affecting the conversion efficiency.

The effect of consecutive passes of the material through the extruder was also studied. The product obtained with two extrusions presented a good biological value, probably as a consequence of the low values in the trypsin inhibitors and urease activities. When the material was extruded three times, results proved to be poor, due to a reduction to significant low levels of available lysine content —which becomes limiting—, and nitrogen solubility index of the full-fat soybean flour.

INTRODUCTION

Availability to consumers of high-quality protein foods at low prices, using conventional and non-conventional local food sources and prepared through low-cost technology, still constitutes a problem of concern and interest at national level.

The extrusion process has been greatly recommended, but the equipment used requires a high investment that usually goes beyond the desirable limits for the intended objective.

The Brady extruder, a low-cost equipment (Brady, Division of Koenig Co., Des Moines, Iowa) appears to be a good alternative. To a certain degree, it allows the production of processed products, which are similar in certain physical characteristics to products obtained through the use of more costly and sophisticated equipment.

The Brady equipment can facilitate application of the extrusion process, both at farm and community level, where local products can be used either for animal feeding or human consumption.

Research work carried out at the Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP) (1-5), using this extruder, has shown that mixtures between cereals and legumes (soybeans + corn; soybeans + rice; soybeans + oats) yield products of better nutritional quality, than when these food materials are fed by themselves.

The thermic treatment applied to the raw material in the Brady extruder is basically obtained by the number of rotations of the feeding screw and by the opening of the exit cone; these two factors have direct influence on the residence time of the product inside the cylinder.

It has been verified that a short residence time, obtained as a consequence of a high feeding rate and of a large opening of the exit cone, gives rise to a low temperature during processing, resulting in a high output of the product, probably not completely processed.

The final product presented low specific volume, with a low rate of water absorption and retention but with a high viscosity, which could be due to its low expansion. From the biological value point of view, this short residence time did not decrease the amount of trypsin inhibitors in mixtures containing food legumes; as a consequence, PER values were low (3). Nevertheless, in 1977 Molina *et al.* (4) observed that the nitrogen dispersibility of the product was significantly favored by increasing the retention of the material inside the cylinder, through control of the cone opening.

These authors, working with cereal + legume mixtures, concluded that the nature of the raw material used, influenced the processing conditions and its effects.

Under constant conditions of feeding rate, cone opening and processing temperature, Molina *et al.* (3) observed that the initial moisture content of the material had an inverse relationship with the extrusion speed and the trypsin inhibition activity of the final product. Furthermore, there was a direct relationship with the specific volume, water absorption and PER values. These observations may lead to the conclusion that an increase in the moisture content of the initial product has the same effect as a decrease in feeding rate, a fact that was observed by Bressani *et al.* (1). This effect is similar to that found by Muelenaere and Buzzard (6), and by Bressani *et al.* (1), when varying the oil content of the raw material.

Bressani (5), observed that extruding whole soybeans three consecutive times in the Brady Crop Cooker, gave a final product of better nutritional quality than samples extruded only once or twice.

There is need for obtaining more information about the best processing conditions for optimizing the quality of soybean protein extruded in the Brady Crop Cooker. The present study, therefore, had the following objectives: to determine the effects that cone opening, moisture content in the raw materials and number of passes of whole soybeans through the extruder, had on protein quality of the resulting full-fat soybean flour.

MATERIAL AND METHODS

Extrusion was performed with a Brady Crop Cooker, Model 160, already being used at the Division of Agricultural and Food Sciences of INCAP. The opening of the exit cone was controlled by the number of turns of the regulation handle; later, the correct opening of the exit cone was measured, as shown in Figure 1.

Seeds from the "Pelikan" soybean cultivar obtained from a local farmer were used. Soybeans were processed by cracking the seeds twice in a hammer mill, and then passed three times through an air flow to remove the seed coats. The initial moisture content of the material was 90/o.

The ground soybeans were then divided into three lots, keeping one at the original moisture content, and adjusting the other two to 150/o and 210/o of moisture, respectively. These lots were extruded according to the scheme presented in Table 1 (A).

To study the effect of extruding two and three times on the protein quality, the scheme presented in Table 1 (B) was followed.

During extrusion, a constant feeding rate of 32 rpm was used, and the temperature of processing was registered. The material was then ground with a hammer mill to 20 mesh.

The extruded material was then evaluated for the following characteristics: specific volume (1), moisture, protein and oil contents by the AOAC method (7); urease activity, according to the AOCS technique (8); the trypsin inhibitors content was determined as per Kakade, Simons and

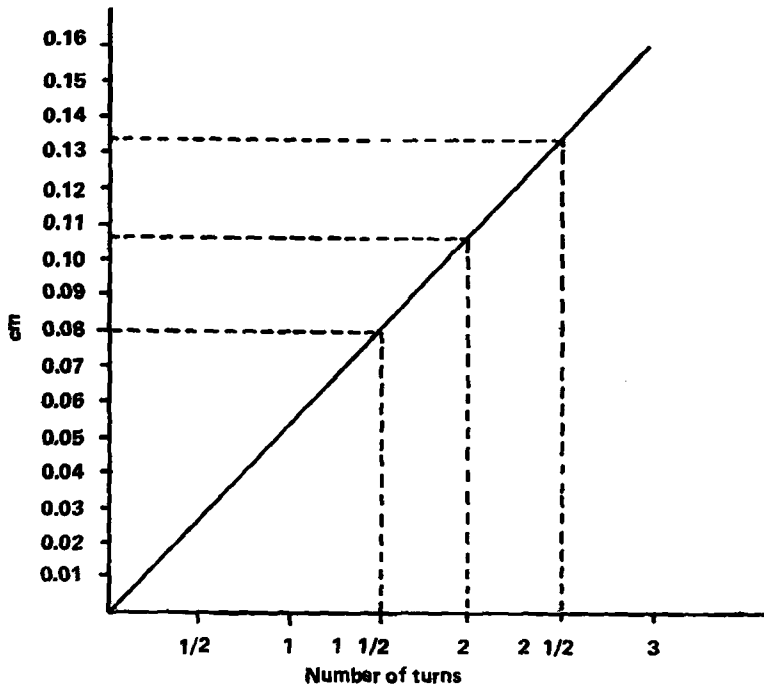


FIGURE 1

Cone opening in the Brady Crop Cooker, relation between the number of turns of the regulating handler, and extent of opening (cm)

Liener (9), and available lysine content as recommended by the AOCS (8) and by Conkerton and Frampton (10), respectively.

Two biological assays were performed:

One by the determination of PER, according to the methodology proposed by AOAC (7), using rats of the Wistar strain from the rat colony of INCAP. Diets were prepared with the extruded material adjusting to 100/o protein, 60/o oil, and supplementing with 40/o minerals and vitamins. Two control diets with casein at 100/o protein were used, one containing 60/o oil, and the other, 100/o oil, in order to compensate the oil excess present in the extruded material.

The other biological assay was performed with chicks, where 10 male, one-day old chicks were used in each of two repetitions per treatment. Two rations were prepared, one with 210/o protein for the first five weeks, and the other one with 180/o to administer during the last three weeks of the study. Rations were prepared according to the following composition: 95.000/o extruded full-fat soybean flour + corn (30/70); 2.100/o of bone meal; 1.500/o CaCO₃; 0.45 iodized salt; 0.100/o DL-Methionine; 0.550/o of a vitamin and mineral mixture⁵ and 0.300/o sand.

⁵ Premix Pfizer.

TABLE 1

**EXPERIMENTAL SCHEME USED IN THE EXTRUSION OF FULL-FAT
SOYBEAN FLOUR EXTRUDED IN THE BRADY CROP COOKER**

Treatment	Moisture content of the flour o/o	Cone opening		Number of extrusions	
		No. of turns in handle	cm		
11	9	2.5	0.133	1	
12	9	2.0	0.106	1	
13	9	1.5	0.080	1	
(A)	21	15	2.5	0.133	1
	22	15	2.0	0.106	1
	23	15	1.5	0.080	1
-----	31	21	2.5	0.133	1
	32	21	2.0	0.106	1
	33	21	1.5	0.080	1
(B)	11	9	2.5	0.133	1
	11-2T	9	2.5	0.133	2
	11-3T	9	2.5	0.133	3

For comparison purposes, a control, commercially-prepared ration was used.

During the first five weeks the chicks were kept in wire cages in a controlled temperature room; later, they were removed to the avian instalations of the Experimental Farm of INCAP.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 shows the effects caused by the different treatments on the physical and chemical characteristics of the extruded material. As the data reveal, when the cone opening was reduced there occurred an increase in the processing temperature, as previously observed by Molina *et al.* (3, 4). The processing temperature decreased with the increase in the initial moisture content of the material.

Specific volume, protein and oil contents, available lysine content and urease activity were not affected by the moisture content of the raw material. However, the nitrogen solubility and specific volume data obtained in the present work, did not agree with the results reported by Molina *et al.* (4).

The trypsin inhibition activity and urease activity were not affected by the conditions under which the samples were processed. When the initial moisture content was increased, a sufficiently high temperature did

TABLE 2
RESULTS OBTAINED FROM THE CHEMICAL ANALYSIS PERFORMED IN THE EXTRUDED MATERIAL

Treatment	Extrusion temperature OF	Specific volume cc/100 g	Moisture content o/o	Protein DWB* o/o	Oil o/o	Trypsin inhibitor TIU/ml	Urease pH units	NSI WWB**	Available lysine g/16 gN
Raw	—	—	9.0	41.65	23.4	46.79	1.1	—	—
11	245	198	6.2	40.41	22.7	37.87	1.7	51.15	5.96
12	272	198	6.2	42.14	22.5	24.93	0.8	46.64	5.60
13	270	184	6.2	44.14	20.5	21.33	0.7	41.50	3.99
21	220	188	8.2	40.96	22.9	38.55	1.3	49.87	5.76
22	230	205	8.0	40.98	23.0	40.35	1.4	47.70	6.67
23	230	207	9.0	41.87	22.4	34.25	1.2	46.75	6.03
31	205	204	13.1	40.16	20.0	44.30	1.4	51.34	6.03
32	205	214	17.3	43.41	18.8	54.81	1.5	43.20	6.52
33	215	186	14.2	38.58	20.6	56.91	1.5	40.03	6.96
11-2T	280 - 330	192	3.8	45.32*	19.5	8.77	0.3	27.81	4.83
11-3T	330	198	3.5	43.52	23.2	0.77	0.2	18.45	1.20

* DWB = Dry-weight basis.

** WWB = Wet-weight basis (Using 100 g of sample).

not developed so as to destroy these antinutritional factors. More specifically, for the 90/o moisture treatments there was a reduction in the quantity of inhibitors in relation to the raw material, and this effect was higher when the cone opening was smaller. With the 150/o moisture content treatments, the activity of the inhibitors in relation to the raw material values was smaller in all treatments, but not related to the cone opening. Finally, when the material had 210/o moisture, no effect of extrusion on reducing the inhibitor content was verified; on the contrary, an increase in the anti-trypsin activity was observed when the cone opening was reduced. These data do not agree with the results obtained before by Muelenaere and Buzzard (6), and by Bressani *et al.* (1).

If a decrease in the cone opening increases the residence time of the material inside the extruder as well as the temperature that acts on it, this effect is reduced or even annulled by an increase in the initial moisture content, when the effects of extrusion on the trypsin inhibition activity and urease activity are evaluated. This negative effect was not observed for the nitrogen solubility index.

The reason for the results obtained in the study herein reported could be the nature of the material used, as mentioned by Molina *et al.* (3, 4), when working with cereal + legume mixtures.

The effect of the different initial moisture contents and cone openings on the protein quality of the extruded full-fat soybean flour, evaluated with rats and chicks, are presented in Table 3.

PER values were not affected by the cone opening, but they were lower in samples with a higher moisture content.

With respect to the chick assay, weight gain and conversion efficiency at the fifth and eighth week were favored by an increase in the residence time of the material, as a consequence of a decrease in cone opening.

Moisture content in the sample showed a negative relationship with the weight gain of chicks at 5 and 8 weeks, respectively; however, no effect was observed on the conversion efficiency.

When results presented in Table 3 are compared with those shown in Table 2, it can be appreciated that the increase in the amount of trypsin and urease inhibitors in the 210/o moisture content treatments, with the longer residence time (smaller cone opening), did not have any effect on chick weight gain nor on the conversion efficiency at 5 and 8 weeks. Why these contradictory effects occur is still unknown, thus suggesting the need for more at-depth studies in this area. Those effects were also observed by Harper (11) when extruding different soybean cultivars of different origins.

Data on Tables 2 and 3 also reveal the effects of extruding the same sample two and three times. It may be observed, in Table 2, that when the material was passed again through the extruder, processing temperature increased, with no effects observed on the specific volume, nor on protein and oil contents. Nevertheless, the final product presented a lower moisture content, and lower nitrogen solubility, available lysine, trypsin inhibitors, and urease activity. These were significantly lower when the material was extruded three consecutive times.

PER values obtained with the material extruded once and twice can be considered good for full-fat soybean flour. A third extrusion of the material, however, yielded negative PER values (Table 3). The weight

TABLE 3
RESULTS OBTAINED IN THE PER AND CHICKS ASSAYS

Treatment	Moisture o/o	No. of turns	No. of extrusions	In rat	In chick			
				PER	5 weeks		8 weeks	
					Δ weight	Conversion efficiency	Δ weight	Conversion efficiency
11	9	2.5	1	2.1 \pm 0.28*	851.65	1.85	1720.00	2.24
12	9	2.0	1	2.2 \pm 0.20	932.95	1.78	1801.95	2.10
13	9	1.5	1	2.2 \pm 0.28	901.85	1.82	1818.70	2.09
21	15	2.5	1	1.8 \pm 0.27	750.90	2.04	1617.05	2.29
22	15	2.0	1	1.7 \pm 0.42	752.90	2.01	1596.55	2.27
23	15	1.5	1	1.8 \pm 0.33	805.30	1.95	1617.55	2.28
31	21	2.5	1	1.6 \pm 0.36	697.50	2.03	1431.75	2.52
32	21	2.0	1	1.4 \pm 0.30	748.22	2.10	1540.95	2.47
33	21	1.5	1	1.9 \pm 0.21	826.25	1.74	1689.25	2.06
11-2T	9	2.5	2	2.2 \pm 0.28	890.25	1.71	1807.45	2.02
11-3T	9	2.5	3	Negative values	56.60	5.05	Eliminated**	
Casein, 60/o oil				3.1 \pm 0.17				
Casein, 110/o oil				3.3 \pm 0.47				
Commercial ration					940.70	1.78	1967.75	2.08

* Standard deviation.

** Eliminated because animals did not show any increase in weight and body development and would not survive until the end of the experiment.

gain and conversion efficiency of chicks improved with the second extrusion of the material, but the third extrusion brought along such drastic effects, that this treatment was eliminated from the study, because animals could not suffer the conditions under which the experiment was carried out until the eight-week period (Table 3). The conversion efficiency values obtained with the material extruded twice, were slightly higher than those obtained with the commercial ration.

The effects observed with the biological assays must be interpreted on the basis of the information shown in Table 2. The processing temperature obtained with the sample extruded for the second time, decreased the trypsin inhibitors and urease activity to very low values, without affecting significantly the available lysine content and nitrogen solubility index. As a consequence, a good biological quality of the product was obtained, as results of the experiments with rats and chicks, respectively, suggested. When the material was extruded three times—which reduced the antinutritional factors drastically (trypsin inhibitors content to 0.77 TIU/ml)—this treatment also decreased nitrogen solubility, and available lysine content. The latter was reduced 80% in comparison to the lysine content present in the material extruded only once. This finding could be the reason which may well explain the results obtained, since lysine became the limiting amino acid in the diets used.

The results obtained can lead to the conclusion that double extrusion improved the protein quality of the full-fat soybean flour, but if material is extruded again, highly negative effects can be induced on the protein quality of the product. These findings do not agree with results obtained by Bressani in 1976 (12). Finally, it may be concluded that to destroy the antiphenological factors in whole soybeans with the extruder used in the present study, it is necessary to process them at a higher temperature (longer residence time), which can not be obtained when the material contains above 10% moisture.

RESUMEN

EFFECTOS DE LA ABERTURA DEL CONO, CONTENIDO INICIAL DE HUMEDAD Y EXTRUSION MULTIPLE, EN SOYA PROCESADA CON EL EXTRUSOR BRADY

En el estudio aquí descrito se evaluaron los efectos de tres aberturas de cono (0.133, 0.106 y 0.080 cm) y tres contenidos iniciales de humedad (9, 15 y 21%) en grano de soya procesado con el extrusor Brady, en la calidad proteínica del producto.

El volumen específico, contenido de proteína, aceite y lisina disponible del producto final no fueron afectados por los tratamientos utilizados. Las temperaturas de procesamiento, sin embargo, disminuyeron al aumentarse el contenido inicial de humedad.

El índice de solubilidad de nitrógeno se vio afectado por la abertura del cono, pero no por el contenido de humedad de la materia prima. No obstante, las temperaturas de procesamiento descendieron al aumentar el contenido inicial de humedad. Los resultados en cuanto al contenido de inhibidores de tripsina y ureasa, sin embargo, fueron conflictivos en relación al contenido inicial de humedad del grano. Así, cuando la humedad inicial era de 21%, la actividad de los inhibidores de tripsina fue superior

a la de la materia prima, a 90/o de humedad. Se detectó un efecto similar en lo referente a la actividad de la ureasa. Los niveles de estos factores antifisiológicos fueron menores en las muestras que contenían 9 y 150/o de humedad inicial, respectivamente, debido al proceso térmico, principalmente al nivel de 10/o de humedad, que estaban relacionados con la abertura de cono.

Los valores de PER, en ratas, fueron influenciados por el contenido de humedad inicial, y no lo fueron por la abertura de cono. La reducción de esta última favoreció el aumento ponderal y la conversión alimenticia de los pollos, utilizados en las pruebas biológicas para evaluar la calidad nutricional del producto. El aumento en el contenido inicial de humedad, sin embargo, redujo el incremento en peso a las 5 y 8 semanas de estudio, sin afectar por ello la eficiencia de conversión del alimento.

Se evaluó también el efecto de la extrusión del grano de soya, tres veces consecutivas, en la calidad nutricional. El producto extruido dos veces acusó un buen valor biológico, probablemente como consecuencia de los bajos valores de actividad de los inhibidores de tripsina y de ureasa. El producto extruido tres veces rindió resultados pobres, debido a la reducción a valores significativamente bajos del contenido de la lisina disponible —que se convierte en limitante— y nivel de índice de solubilidad del nitrógeno de la harina de soya integral.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to express their appreciation to the INCAP/UNU Post-Graduate Program for supporting this study, as well as for providing the main author with the opportunity to participate in this Program.

BIBLIOGRAPHY

1. Bressani, R., J. E. Braham, L. G. Elías & M. R. Molina. Protein quality of a corn-whole soybean mixture processed by a simple extrusion cooker. In: **36th Annual Meeting of the Institute of Food Technologists, Anaheim, California, 1976**, 17 p.
2. Bressani, R., M. R. Molina, L. G. Elías, H. Gudiel & R. Cuevas. Exploration of the potential for low-cost extrusion cookers in Latin America. In: **Workshop on Low-Cost Extrusion Cookers, Colorado University, Fort Collins, Colorado, 1976**, 17 p.
3. Molina, M. R., R. Bressani, R. Cuevas, H. Gudiel & V. Chauvin. Effects of processing variables on some physico-chemical characteristics and nutritive quality of high-protein foods. In: **9th Symposium on Extrusion and Related Technology in Food Industries-AICHE, 1976**, 16 p.
4. Molina, M. R., V. Chauvin, H. Gudiel, R. Cuevas & R. Bressani. Effects of cone opening on different products characteristics using different cereal/soybean mixtures. Evaluation of simple cooker extruders (Brady Crop Cooker). **Progress Report No. 3**. Guatemala, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), 1977, p. 1-12.
5. Bressani, R. Evaluation of simple cooker extruders (Brady Crop Cooker). **Progress Report No. 3**. Guatemala, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), 1977, 30 p.
6. Muelenaere, H. J. H.de & J. L. Buzzard. Cooker extruders in service of world feeding. **Food Technol.**, 23:345, 1969.

7. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
8. American Oil Chemists Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS**. 3rd. ed. Washington, D. C., The Society, 1970.
9. Kakade, M. L., N. Simons & J. F. Liener. An evaluation of natural vs synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chem.**, **46**:518-526, 1969.
10. Conkerton, E. J. & V. L. Frampton. Reaction of gossypol with free E-amino groups of lysine in proteins. **Arch. Biochem. Biophys.**, **81**:130-134, 1959.
11. Harpers, J. M. Comparison of lab analysis of Guatemalan extruded soy to AERC extruded soy. Fort Collins, Colorado State University, 1977, 4 p. (Memorandum).
12. Bressani, R. Exploration of the potential for low-cost extrusion cookers in Latin America. In: **Workshop on Low-Cost Extrusion Cookers**, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 1976, p. 75-80.

CALIDAD BIOLÓGICA DEL AISLADO PROTEINICO DE HOJAS DE *Atriplex numularia*¹

Sara I. L. de Mucciarelli,² José A. Cid,³ Mirta A. L. de Arellano,³
Silvia Fernández,³ Norma G. de Lúquez³ y Mario A. Cbirino³

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia,
Universidad Nacional de San Luis, República Argentina

RESUMEN

En las dos últimas décadas se ha puesto de manifiesto la importancia de las proteínas foliares, demostrándose que éstas tienen una composición aminoacídica muy bien equilibrada.

El objeto del presente estudio fue evaluar la calidad biológica de la proteína de hojas de *Atriplex numularia*. Las hojas frescas de *A. numularia* acusan un contenido proteínico de 4.70 g/100 g, y 18.70 g/100 g de materia seca. A partir de hojas frescas se obtuvo un concentrado proteínico (CP), mediante pulpeado de las hojas, previamente maceradas en solución de sulfito de sodio al 20/o, a un pH de 10, filtrado y prensado. El extracto vegetal se llevó al pH de 3.5 y se procedió a coagular la proteína por inyección de vapor a temperatura de 75-80°C. Se obtuvo un producto pardo verdoso con un contenido de proteína de 55.42 g/100 g.

El análisis de aminoácidos reveló que la proteína tiene un equilibrio que la hace similar a las proteínas de origen animal, que contiene 8.5 g/16 gN de lisina y 3.0 g/16 gN de metionina, respectivamente. Se evaluó el aprovechamiento de nitrógeno mediante ensayos biológicos, habiéndose obtenido los valores siguientes: utilización proteínica neta (NPU) = 48.3 ± 2.7 ; digestibilidad (D) = 58.0 ± 1.4 y valor biológico (VB) = 83. Como se desprende del valor de NPU señalado, el aprovechamiento de nitrógeno fue bajo.

Con miras a mejorar la digestibilidad, se sometió a prueba la acción de la papaína sobre el CP. El material así tratado fue sometido a nuevas experiencias biológicas y se obtuvo una D = 75.4 ± 1.05 , con lo que el nuevo valor de NPU (54.8 ± 1.1), mejoró ($P < 0.01$).

Manuscrito modificado recibido: 11-7-85.

- 1 Este trabajo fue financiado con fondos provenientes del subsidio No. 10234/82-Reg. SUBCYT, y de la Secretaría de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de San Luis, República Argentina.
- 2 Directora del Proyecto No. 8002, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera (5700), San Luis, República Argentina.
- 3 Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la citada Universidad.

INTRODUCCION

El presente trabajo fue motivado por el interés que en la actualidad existe en torno al aprovechamiento de las proteínas de material vegetal verde, que en forma natural es aprovechado sólo por rumiantes. Numerosos autores (1, 2) han alertado sobre el valor de las proteínas foliares, ya que éstas tienen un perfil aminoacídico que las asemeja a las proteínas de origen animal.

Investigadores como Lugg (3), Smith y Agiza (4) y Betschart y Kinsella (5) señalan a estas proteínas como importantes fuentes de lisina, metionina y triptofano, lo que las hace especialmente adecuadas para complementos de otras proteínas vegetales.

La bibliografía sobre los métodos de extracción de proteínas a partir de hojas frescas es abundante (6-8).

Para nuestro estudio, se seleccionó como materia prima el género *Atriplex* de la familia de las Quenopodiáceas, arbustos que miden de 1 a 3 m de altura, con ramas gruesas que pueden alcanzar 4 a 5 cm de diámetro. El género *Atriplex* cuenta con 400 especies más o menos, de las cuales aproximadamente 30 se encuentran en la Argentina. En general son plantas muy plásticas, con gran capacidad de adaptación a las diversas condiciones ambientales de nuestro país.

De las distintas especies de *Atriplex*, elegimos la *numularia*, originaria de Australia, dado que posee grandes condiciones para ser introducida en nuestras zonas áridas. Ello se debe a que tiene gran resistencia a la sequía, siendo muy importante por el volumen de follaje rico en proteína bruta que es capaz de producir, pero su gran contenido en sales la hace poco agradable al paladar.

Silva y Pereira (9) estudiaron el efecto de solventes inorgánicos, pH y fuerza iónica en la obtención de concentrado proteínico (CP) de *A. numularia*. Estos mismos autores analizaron también la composición de las proteínas de hojas de *A. numularia* (10).

En consideración a lo dicho, juzgamos de interés obtener un CP de hojas frescas de plantas cultivadas en nuestra provincia; estudiar su valor nutricional, y su posible aprovechamiento en la alimentación de animales monogástricos.

MATERIALES Y METODOS

El material sometido a estudio se obtuvo a partir de almácigos realizados en el Centro Experimental "San Roque" de la Dirección de Agricultura de la Provincia de San Luis, en parcelas de 1 m x 10 m, los cuales fueron trasplantados a los 45 días a distancias de 1 m, lográndose arbustos de 1.50 m de altura. Se cortaron las hojas tiernas de plantas cuya edad oscilaba entre dos y medio y tres años, y se almacenaron en un congelador a la temperatura de -150°C hasta el momento de ser procesadas.

Seguidamente se hicieron determinaciones químicas porcentuales sobre el material fresco.

Los concentrados proteínicos se obtuvieron siguiendo, con algunas modificaciones, el método propuesto por Ostrowski-Meissner (11) para obtención de un CP apto para forraje. El método utilizado se esquematiza en la Figura 1.

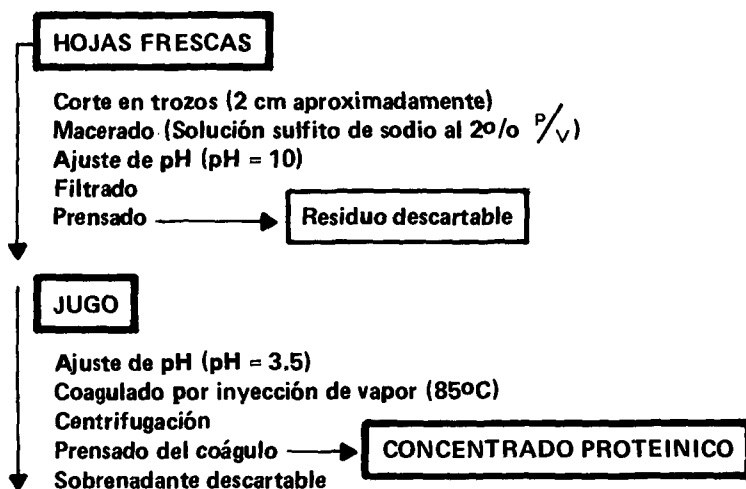


FIGURA 1

Diagrama de obtención de concentrado proteínico de hojas frescas de *A. numularia*

Después de varios estudios del pH y de la temperatura, se encontraron como óptimos: para extracción, un pH de 10 a temperatura ambiente, y para precipitación, el pH de 3.5 y la temperatura de 85°C.

El prensado final se lavó dos veces con HCl 0.05 N (una parte de precipitado a cuatro partes de solución ácida), dos veces con agua destilada, y dos en alcohol etílico de 96°C. El producto obtenido se secó a 40°C en ambiente de vacío. El CP acusó un color pardo verdoso, y este material fue sometido a un proceso de predigestión por acción de la papaína. Para dicha finalidad se usó una solución acuosa de la enzima, que contenía 0.75 mg/ml, la cual se agregó en la relación ml de solución/proteína = 10/100. Se incubó a 37°C durante 40 minutos, y se mantuvo un pH de 7. Transcurrido ese tiempo se evaporó a vacío a 40°C.

Métodos Analíticos

Se determinó el contenido de humedad, extracto etéreo, cenizas totales y fibra cruda de acuerdo a las técnicas descritas por la AOAC (12). Se valoraron azúcares reductores y no reductores (13), almidón (14), proteínas por mineralización mediante el procedimiento de Kjeldahl, con determinación posterior de nitrógeno usando electrodo de ión selectivo (15). Para convertir el dato de nitrógeno en proteína se usó el factor 6.25.

Se determinó, asimismo, el contenido de sodio y potasio por fotometría de llama, siguiendo los métodos de la AOAC (16) y usando, para el caso, un fotómetro de llama Metrolab Modelo R.C. 300. El sílice se estableció también de acuerdo a la AOAC (17), y el calcio y el fósforo se analizaron por las técnicas descritas en una comunicación anterior (18).

El contenido de aminoácidos se estableció en muestras desengrasadas

durante 6 hr con éter de petróleo y en caliente. La muestra fue hidrolizada con HCl 6N, en ampollas evacuadas y selladas a 110°C durante 22 horas, y la cuantificación final se hizo en un analizador de aminoácidos Beckman Modelo 112-CL. El triptofano se analizó utilizando la técnica informada por Lombard y Lange (19). Con los datos obtenidos se calculó el cómputo químico (CQ) para aminoácidos esenciales (20).

Evaluación de la Calidad de la Proteína Mediante Ensayos Biológicos

La utilización proteínica neta (NPU) y la digestibilidad verdadera se determinaron según las técnicas de Miller y Bender (21), empleándose ratas de la cepa Wistar de 30 días de edad, cuyo peso estaba comprendido entre 45 y 55 g. El experimento se llevó a cabo en grupos de cuatro animales cada uno: dos que recibieron la dieta bajo estudio y uno que se alimentó con la dieta apteica. Las dietas fueron preparadas de acuerdo a Sambucetti, Gallegos y Sanahuja (22), con un nivel proteínico de 100/o. Los animales se mantuvieron en jaulas individuales, y se les suministró agua y dieta *ad libitum*.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición Porcentual de la Hoja de A. numularia

Los datos obtenidos se consignan en la Tabla 1, siendo de destacar el alto contenido de cenizas, potasio y silicio como dióxido (25.45, 2.95 y 1.69 g/100) respectivamente. La hoja es de poca palatabilidad, según pudimos comprobar en un experimento orientado a determinar la NPU, administrando una dieta (22) preparada con harina de hojas secas sin tratamiento. El registro de ingesta de alimento, llevado durante los 10 días de ensayo, mostró que ésta era muy baja (3.85–4.20 g/días), con bajos valores de NPU (23.00 ± 2.6).

En cuanto al contenido de proteína bruta, el valor obtenido por nosotros, en hoja fresca, fue de 4.69 g/100 g, superior al informado por Silva y Pereira, que es 3.3 g/100 g (10, 11).

Obtención y Estudio del Concentrado Proteínico

Empleando el método de extracción esquematizado en la Figura 1 obtuvimos un producto de tono verdoso con un contenido proteínico de 55.42 g/100 g. El rendimiento final, expresado como por ciento de nitrógeno obtenido como concentrado proteínico respecto al original en la hoja fresca, ascendió a $28.00 \pm 1.60/o$. En la Tabla 1 se incluyen también los valores de fibra cruda y cenizas totales, siendo de destacar el tenor elevado de estas últimas. Se analizó el contenido de aminoácidos, con los resultados que se detallan en la Tabla 2, que incluyen los valores de CQ para los aminoácidos esenciales, calculados en relación a la proteína del huevo. Los datos obtenidos revelaron que la proteína estudiada es de alto VB. Al comparar nuestros datos con los obtenidos por Silva y Pereira (10), vemos que éstos difieren fundamentalmente en lo que se refiere a la concentración de lisina y metionina, ya que los valores notificados por estos autores son de 5.5 y 1.9, respectivamente.

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA DE LAS HOJAS Y CONCENTRADO PROTEINICO

<i>En hojas frescas:</i>	
Agua	81.26 g/100 g
Nitrógeno	0.75 g/100 g
Proteína	4.69 g/100 g
<i>En materia seca:</i>	
Proteína	24.68 g/100 g
Extracto etéreo	6.90 g/100 g
Cenizas totales	25.45 g/100 g
Fibra cruda	9.22 g/100 g
Azúcares reductores (como maltosa)	1.92 g/100 g
Azúcares no reductores (como sacarosa)	0.21 g/100 g
Almidón	15.44 g/100 g
Sílice (como óxido de silicio)	1.60 g/100 g
Potasio	2.95 g/100 g
Sodio	440.00 mg/100 g
Fósforo	245.00 mg/100 g
Calcio	100.00 mg/100 g
<i>Concentrado proteínico:</i>	
Proteína	55.42 g/100 g
Fibra cruda	4.81 g/100 g
Cenizas totales	8.96 g/100 g
Humedad	4.53 g/100 g

Calidad Biológica de la Proteína

Con el CP sin tratamiento enzimático, se preparó la dieta (22), y los valores de NPU, digestibilidad y VB se consignan en la Tabla 3.

El valor de NPU obtenido fue de 48.30 ± 2.7 , valor que habla de un aprovechamiento bajo de nitrógeno. El valor de la digestibilidad es también bajo, 58.00 ± 1.4 . Estos resultados nos llevaron a predigerir el CP mediante la acción de la papaína; el material así obtenido se sometió a nuevas experiencias biológicas, obteniéndose el nuevo valor de digestibilidad con el material tratado, de 75.40 ± 1.05 , con lo que se consiguió mejorar la NPU (54.80 ± 1.12) en una significación de $P < 0.01$, calculado por la prueba "t" de Student. El VB calculado resultó ser de 73.

Si bien el aprovechamiento nitrogenado aumenta con el tratamiento enzimático, éste sigue siendo bajo. No hay concordancia entre la CQ y el VB experimental, lo que induce a sospechar que el método de obtención de la proteína podría disminuir la disponibilidad de algunos aminoácidos esenciales, disponibilidad que no fue determinada por nosotros por inconvenientes de carácter técnico.

En términos generales y en base a los resultados obtenidos, se puede concluir que la proteína de *A. numularia* es de calidad biológica

TABLA 2

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL CONCENTRADO PROTEINICO DE
HOJAS DE *Atriplex numularia* Y VALORES DE COMPUTO QUIMICO

Aminoácidos	Proteína de huevo (g/16 g N)	Concentrado proteínico (g/16 g N)	Cómputo químico
Isoleucina	6.30	6.60	104
Leucina	8.80	10.64	120
Lisina	6.90	8.50	123
Metionina	3.10	3.00	96
Cistina + cisteína	2.40	1.80	75
Fenilalanina	5.70	6.42	112
Tirosina	4.20	5.50	130
Treonina	5.10	5.35	104
Triptofano	1.60	1.90	118
Valina	6.80	6.00	88
Arginina		6.75	
Alanina		5.44	
Acido aspártico		8.90	
Acido glutámico		12.04	
Glicina		5.23	
Prolina		4.90	
Serina		4.88	
Histidina		2.87	

TABLA 3

VALOR BIOLÓGICO DEL CONCENTRADO PROTEINICO, SIN PREDIGERIR
Y PREDIGERIDO

Fuente de proteína en la dieta	NPU (x ± DE)	D (x ± DE)	VB (%)
Concentrado proteínico sin tratar	48.3 ± 2.7	58.0 ± 1.4	83
Concentrado proteínico tratado	54.8 ± 1.1	75.4 ± 1.05	73

aceptable, por lo que amerita ser objeto de más estudio. Esto atañe en particular a la extracción requerida para obtener un CP más puro, con menor contenido de fibra y sales. Lograr su aprovechamiento como complemento de las proteínas de cereales y leguminosas en un futuro próximo es precisamente el objetivo que persiguen estos estudios.

SUMMARY

BIOLOGICAL QUALITY OF THE LEAF PROTEIN ISOLATE OF
Atriplex numularia

Plant leaf proteins have acquired great relevance during the last two decades because of their well-balanced amino acid composition.

A study was therefore undertaken to evaluate the biological quality of the leaf protein of *Atriplex numularia*. The protein content of the fresh leaves from this plant was found to be 4.70 g/100, with a dry matter content of 18.70 g/100 g. A protein concentrate (PC) from the same material was then obtained by macerating the leaf in a 2% sodium sulfite solution at a pH of 10 and subjecting it to filtration and pressing. The product thus obtained had a dark greenish color and contained 55.42 g/100 g of protein.

The amino acid analysis revealed that its protein has a balance similar to that of animal origin proteins, with a lysine and methionine content of 8.5 g/16 g N and 3.0 g/16 g N, respectively. Biological assays were then carried out to evaluate nitrogen utilization, with the following resulting values: net protein utilization (NPU) = 48.3 ± 2.7; digestibility (D) = 58.0 ± 1.4, and biological value (BV) = 83. As inferred from the NPU value, nitrogen utilization was low.

Therefore, to improve digestibility values, the action of papain on the PC was assayed. The material thus treated was again submitted to biological trials, obtaining, this time a D of 75.4 ± 1.05, and thus, an improved new NPU value of 54.8 ± 1.1 ($p < 0.01$).

BIBLIOGRAFIA

1. Gerloff, E. D., I. H. Lima & M. A. Stahmann. Amino acid composition of leaf protein concentrates. *J. Agric. Food Chem.*, 13:139, 1965.
2. Akeson, W. R. & M. A. Stahmann. Nutritive value of leaf protein concentrate, an *in vitro* digestion study. *J. Agric. Food Chem.*, 13:145, 1965.
3. Lugg, J. W. H. Plant protein. *Adv. Protein Chem.*, 5:229, 1940.
4. Smith, A. M. & A. H. Agiza. The amino acids of several grass-land species, cereals and bracken. *J. Sci. Food Agric.*, 2:503, 1951.
5. Betschart, A. A. & J. E. Kinsella. Influence of storage composition on amino acid content and solubility of soybean leaf protein concentrate. *J. Agric. Food Chem.*, 22:116, 1974.
6. Cheeke, P. R., L. Telek, R. Carlsson & J. J. Evans. Nutritional evaluation of leaf protein concentrates prepared from selected tropical plants. *Nutr. Reps. Internat.*, 22:717, 1980.
7. Ostrowski-Meissner, H. T. & R. Carlsson. Isolation and purification of protein from green vegetable for direct human consumption. In: *Proc. 2nd Internat. Congr. Eng. Food, Helsinki, Finland, 1979*.
8. Lundborg, T. Fractionation by centrifugation of leaf proteins from *Brassica napus*, *Brassica olearacea*, *Helianthus annuus* and *Atriplex hortensis* as a function of pH and temperature. *Physiol. Plant.*, 48:251, 1980.
9. Silva E. & C. Pereira. Concentrados proteicos de hojas de *Atriplex numularia*. *Ciencia e Investigación Agraria*, 3:153, 1976.
10. Silva, E. & C. Pereira. Aislación y composición de las proteínas de hojas de *Atriplex numularia* y *Atriplex repanda*. *Ciencia e Investigación Agraria*, 3:169, 1976.

11. Ostrowski-Meissner, H. T. The isolation of protein concentrates from pasture herbage and their fractionation into feed-and food-grade products. *J. Food Proc. Pres.*, 3:105, 1979.
12. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th. ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
13. Hart, F. L. & H. J. Fisher. *Análisis Moderno de los Alimentos*. Zaragoza (España), Ed. Acribia, 1971, p. 88.
14. Montes, A. L. *Bromatología*. Tomo II. Buenos Aires, Ed. Universitaria de Buenos Aires, 1969, p. 90.
15. Brenner, J. M. & M. A. Tabatabai. Use of an amoniac electrode for determination of amonium in Kjeldahl analysis of soils. *Comm. in Soil Sci. and Plant Anal.*, 3 (2):159, 1972.
16. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed. Washington, D. C. The Association, 1980, p. 871.
17. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed. Washington, D. C. The Association, 1980, p. 31.
18. Mucciarelli, S. I. L. de, J. A. Cid, M. M. Pedernera, M. A. Arellano & C. E. Guardia. Composición química y valor nutritivo de dos especies de *Prosopis* (*P. caldenia* y *P. torquata*). *Rev. Asoc. Bioq. Arg. (ABA)*, 46:1, 1982.
19. Lombard, J. H. & D. J. de Lange. The chemical determination of tryptophan in food and mixed diets. *Anal. Biochem.*, 10:260, 1965.
20. Mitchell, H. H. & R. J. Block. Some relationship between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for rats. *Biol. Chem.*, 163:599, 1949.
21. Miller, D. S. & A. E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 9:382, 1955.
22. Sambucetti, M. E., G. Gallegos & J. C. Sanahuja. Estudio de la proteína extraída de semilla de lino. Valor nutritivo e inocuidad. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23:79, 1973.

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS QUESOS PRODUCIDOS A NIVEL ARTESANAL EN COSTA RICA

*Isabel García Dangla,¹ Rafael Murillo Solís,² Candy Barquero³ y
Beatriz Núñez⁴*

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición
y Salud (INCIENSA),
Tres Ríos, Costa Rica

RESUMEN

Se analizaron 205 muestras de quesos hechos a partir de leche cruda entera, los cuales se producen en forma artesanal en seis zonas rurales de Costa Rica. La finalidad fue determinar la calidad microbiológica de los mismos y formular recomendaciones tendientes a reducir al mínimo las condiciones sanitarias deficientes de elaboración del producto.

Las muestras se recolectaron directamente en las fincas productoras, y se sometieron a los análisis microbiológicos siguientes:

- *Staphylococcus aureus*, termonucleasa (TNasa) positivo.
- Determinación del número más probable (MPN) de coliformes fecales.
- Recuento total de hongos y levaduras, y
- Recuento de mesófilas aerobias.

Según se constató, todas las muestras contenían altos recuentos de los cuatro microorganismos investigados, demostrando, por consiguiente, la calidad microbiológica deficiente de los quesos producidos artesanalmente. Con base en los resultados obtenidos, se emite una serie de recomendaciones prácticas orientadas a mejorar las condiciones sanitarias inadecuadas bajo las cuales se elabora actualmente el producto.

Manuscrito modificado recibido: 25-7-85.

- 1 Microbióloga de Alimentos del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Apartado 4, Tres Ríos, Costa Rica. En la actualidad, es funcionaria de la Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- 2 Ingeniero Químico de INCIENSA.
- 3 Técnico de Laboratorio de Microbiología de Alimentos del citado Instituto.
- 4 Microbióloga de Alimentos, ex-funcionaria de INCIENSA, Apartado 5244, 1000 San José, Costa Rica.

INTRODUCCION

El queso, después de la leche, es el producto lácteo predominante a nivel mundial, con una producción de 10 millones de toneladas métricas por año (1-3), la que de 1960 a 1977 aumentó en un 94.40/o. La elaboración de quesos en Norte, Centro, y Sur América, es una actividad cuyo inicio se sitúa con posterioridad a la colonización por naciones europeas (1).

En América Latina existen alrededor de 25 clases de quesos. Sin embargo, la mayoría son variedades de queso blanco fresco, y el queso madurado que se expende en los mercados, lo fabrican los inmigrantes europeos (4).

En Costa Rica el queso se hace a partir de leche entera cruda, y la precipitación de esta última se obtiene por acción de la renina durante un período que oscila entre un mínimo de 30 minutos y un máximo de cuatro horas.

El procesamiento no obedece a normas industriales de gran escala. Más bien se rige a técnicas artesanales de elaboración en las que la gran mayoría de productores no gozan de los beneficios de la electricidad, ni refrigeración. Tampoco disponen de lugares adecuados de trabajo, transporte apropiado ni suministros de agua de buena calidad.

En términos generales, este tipo de queso tiene muy buenas propiedades nutricionales, físicas y químicas, pero sus características microbiológicas son muy deficientes (5); ello repercute en la salud del individuo que lo consume, provocando intoxicaciones alimentarias; el queso, en la mayoría de los casos, es el vehículo involucrado (6). El agente etiológico de estas intoxicaciones es el *Staphylococcus aureus*, que obra a través de la producción de enterotoxinas.

En Costa Rica el consumo promedio diario de los productos lácteos *per capita* es de 343 g en el área urbana, y de 217 g en el área rural dispersa (7). Si se tiene en cuenta el hecho de que el queso es uno de los derivados de la leche que se consume con más frecuencia en nuestro medio, es evidente el peligro potencial que para la salud del individuo significa su ingestión, cuando está contaminado con ciertos microorganismos. Por este motivo, precisamente, se llevó a cabo el presente estudio, cuyo objetivo fue determinar la calidad microbiológica de los quesos de seis zonas productoras del país, y formular recomendaciones prácticas que ayuden a mejorar la calidad de este alimento.

MATERIALES Y METODOS

El estudio incluyó 205 muestras de queso blanco, recolectadas en el período comprendido entre el 21 de febrero de 1980 y el 8 de septiembre de 1981. Cada muestra pesaba entre 400 y 500 g. Estas las tomó directamente en la finca productora el personal del laboratorio, sin tener en cuenta el número de días de haberse producido, porque de una u otra forma, así llega al consumidor. Estas muestras fueron transportadas al laboratorio en bolsas plásticas, debidamente refrigeradas. Su procesamiento se realizó en el laboratorio en las primeras 24 horas después de haber sido recogidas.

Las muestras provenían de las siguientes localidades: Alfaro Ruiz, Dota, Turrialba, Volcán Irazú, San Carlos y Pacífico Seco. En la Tabla 1 figura la distribución de las muestras por zona productora. Además, se incluyen datos relativos al clima y precipitación pluvial de las diferentes regiones (8, 9).

TABLA 1

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE 205 MUESTRAS DE QUESO ESTUDIADAS SEGUN ZONA PRODUCTORA, TIPO DE CLIMA Y PRECIPITACION PLUVIAL ANUAL

Zona	No. de muestras	Porcentaje	Clima	Precipitación pluvial mm/año
Alfaro Ruiz	50	24.0	Templado húmedo	2,800
Dota	48	23.9	Templado lluvioso	3,200
Turrialba	48	23.9	Tropical lluvioso	2,600
Volcán Irazú	33	16.0	Templado lluvioso	2,800
San Carlos	19	9.2	Tropical lluvioso	3,500
Pacífico Seco	7	3.0	Tropical lluvioso y seco	2,000

Los análisis microbiológicos del producto fueron practicados utilizando una submuestra representativa de 25 g tomada en condiciones estériles. Esta fue diluida en 225 ml de una solución de agua peptona al 0.1 g/100 ml y homogenizada en una licuadora. A partir de esta dilución se prepararon diluciones decimales hasta 10^7 en el mismo diluyente (10).

Los análisis realizados fueron:

- Recuento de *Staphylococcus aureus* mediante la detección de nucleasa termoestable o termonucleasa (TNasa) producida específica y característicamente por este microorganismo, según técnica de Lachica (11). Los resultados se expresaron en número de *S. aureus* TNasa positivo por gramo de queso.
- Determinación de bacterias coliformes de origen fecal, utilizando la técnica del número más probable (MPN), mediante la siembra en agua peptona, según procedimiento de la International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) (12). Los resultados fueron expresados como MPN de coliformes de origen fecal por gramo.
- Recuento total de hongos y levaduras utilizando agar papa dextrosa, según recomienda la FAO (10). Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonia por gramo (CFU/g).
- Recuento de mesófilas aerobias, según la FAO (10). Los resultados fueron expresados en unidades formadoras de colonia por gramo (CFU/g).

El análisis estadístico consistió en comparar los promedios de los microorganismos en las distintas regiones a través del análisis de varianza

y prueba de Duncan a un nivel de $\delta = 0.05$ de significancia para agrupar los conjuntos no significativos (13-15).

RESULTADOS Y DISCUSION

Del total de muestras analizadas, todas contenían *S. aureus* TNasa positivo y en más del 71% de las mismas el recuento del microorganismo excedió de 10^4 CFU/g (Tabla 2). Se exceptúan las muestras provenientes de la zona del Volcán Irazú, en que sólo el 55% presentaron conteos mayores de 10^4 CFU/g. En Canadá, el límite máximo establecido para esta bacteria en quesos hechos a partir de leche no pasteurizada, es de 10^4 CFU/g (16). Según se observa, este valor fue sobrepasado en las seis regiones sometidas a estudio, tal como se observa en la Tabla 3.

Además, es importante señalar que el límite de TNasa recomendado por Todd *et al.* (17) en queso hecho a partir de leche no pasteurizada es de cero por gramo; ajeno a ello, conviene destacar que la producción de esta enzima está estrechamente relacionada con la multiplicación del *S. aureus* y la producción de la enterotoxina (11, 18).

Como ya se mencionara, todas las muestras analizadas contenían TNasa, lo que implica un peligro potencial para la salud del individuo, porque las condiciones que influyen en la producción de esta enzima también pueden contribuir a la síntesis de la toxina causante de la mayor parte de las intoxicaciones alimentarias (19, 20). La presencia de este microorganismo en el queso hace suponer que las principales fuentes de contaminación del mismo son la excesiva manipulación y la deficiente salud animal. Esto se debe a que el *S. aureus* normalmente se encuentra en la piel y membranas mucosas de los animales de sangre caliente, y es responsable de patologías muy frecuentes como son abscesos, pústulas y forúnculos en el humano, y de mastitis en el ganado vacuno (19, 21).

Con respecto a la carga de coliformes de origen fecal, el 50% de las muestras provenientes de las distintas zonas acusaron un MPN superior a 10^3 bacterias por gramo (Tablas 4 y 5), que es el límite máximo establecido por el Departamento de Protección para la Salud en Canadá (16). En las zonas de San Carlos y Pacífico Seco el 80% y 100% de las muestras, respectivamente, presentaron recuentos de coliformes fecales superiores a este valor (Tabla 4). Es posible que esto se deba a la influencia que factores ambientales como el incremento de la temperatura, la humedad relativa y condiciones sanitarias muy deficientes, puedan tener. Estudios previos llevados a cabo por otros investigadores (12) revelan que el microorganismo comúnmente encontrado en el grupo de coliformes fecales es la *Escherichia coli*. Ha existido cierta controversia en cuanto a la patogenicidad de esta bacteria, pues se ha indicado que existen ciertos serotipos que pueden causar problemas de intoxicación (22). No obstante, investigaciones recientes han demostrado que la enfermedad diarreica causada por *E. coli* se debe a la producción de enterotoxina, y que esta última no está necesariamente relacionada con los serotipos clásicamente aislados como enteropatógenos (22). Por lo tanto, es más importante analizar la enterotoxina presente en el alimento, y no justamente los serotipos enteropatógenos clásicos de *E. coli* (22). Por otra parte, hay que tener en cuenta que la presencia de este grupo puede indicar el riesgo potencial de la exis-

TABLA 2
DISTRIBUCION DE *Staphylococcus aureus* TNasa POSITIVO EN QUESOS PROVENIENTES DE SEIS ZONAS EN COSTA RICA

Ambito del No. de bacterias/g	Zonas											
	Alfaro Ruiz		Dota		Turrialba		Volcán Irazú		San Carlos		Paífico Seco	
	n*	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o
$> 10^2 - 10^3$	7	14.0	6	13.0	3	6.0	7	21.2	2	10.6	2	28.6
$> 10^3 - 10^4$	3	6.0	3	6.0	6	13.0	8	24.2	2	10.6	—	—
$> 10^4 - 10^5$	14	28.0	17	35.0	10	21.0	13	39.4	6	31.6	1	14.2
$> 10^5 - 10^6$	11	22.0	13	27.0	15	31.0	5	115.2	6	31.6	—	—
$> 10^6 - 10^7$	6	12.0	7	15.0	10	21.0	—	—	2	10.6	—	—
$> 10^7$	9	18.0	2	4.0	4	8.0	—	—	1	5.0	4	57.2
Total	50	100.0	48	100.0	48	100.0	33	100.0	19	100.0	7	100.0

n* = Número de muestras.

TABLA 3

PROMEDIO DE LOS DIFERENTES MICROORGANISMOS ANALIZADOS EN QUESOS PROCEDENTES DE SEIS ZONAS PRODUCTORAS EN COSTA RICA

Región	Mesófilas aeróbicas/g	Coliformes de origen fecal, g	<i>Staphylococcus aureus</i> TNasa positivo/g	Hongos y levaduras/g
1. Alfaro Ruiz	5.9×10^7 b	1.1×10^4 ab	2.4×10^5 b	1.4×10^5 bc
2. Dota	8.8×10^7 b	1.1×10^5 bc	1.1×10^5 b	4.2×10^5 c
3. Turrialba	4.4×10^7 b	7.8×10^3 ab	1.8×10^5 b	2.2×10^6 d
4. Volcán Irazú	9.1×10^6 a	1.7×10^3 a	1.5×10^4 a	3.7×10^4 ab
5. San Carlos	1.4×10^7 ab	2.1×10^5 c	9.9×10^4 b	1.0×10^4 a
6. Pacífico Seco	1.6×10^8 b	1.7×10^5 bc	1.6×10^6 b	1.2×10^4 ab

a, b, c, d. = Los promedios en una columna con letras iguales, no difieren entre sí ($P < 0.05$).

TABLA 4
DISTRIBUCION DE COLIFORMES DE ORIGEN FECAL EN QUESOS PROCEDENTES DE SEIS ZONAS EN COSTA RICA

MPN de coliformes fecales/g	Zonas											
	Alfaro Ruiz		Dota		Turrialba		Volcán Irazú		San Carlos		Pacífico Seco	
	n*	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o
1 - 10 ³	22	44.0	12	24.5	18	37.5	16	48.5	3	16.0	—	—
> 10 ³ - 10 ⁴	4	8.0	4	8.0	11	23.0	7	21.2	4	21.0	3	43.0
> 10 ⁴ - 10 ⁵	6	12.0	10	21.0	6	12.5	6	18.2	—	—	1	14.0
> 10 ⁵ - 10 ⁶	8	16.0	3	6.0	6	12.5	2	6.1	3	16.0	—	—
> 10 ⁶ - 10 ⁷	7	14.0	5	10.5	6	12.5	1	3.0	1	5.0	1	14.0
> 10 ⁷	3	6.0	14	30.0	1	2.0	1	3.0	8	42.0	2	29.0
Total	50	100.0	48	100.0	48	100.0	33	100.0	19	100.0	7	100.0

n* = Número de muestras.

TABLA 5

**DISTRIBUCION DE LOS DIFERENTES MICROORGANISMOS EN EL TOTAL DE MUESTRAS DE QUESOS
PROVENIENTES DE SEIS ZONAS EN COSTA RICA**

Ambito del No. de organismos/g	<i>S. aureus</i> TNasa positivo		Coliformes fecales		Hongos y levaduras		Mesófilas aerobias	
	n*	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o
1 - 10 ³	27	13.0	71	34.8	32	15.5	—	—
> 10 ³ - 10 ⁴	22	11.0	33	16.0	38	18.5	2	1.0
> 10 ⁴ - 10 ⁵	61	30.0	29	14.2	32	15.5	5	2.0
> 10 ⁵ - 10 ⁶	50	24.0	22	11.0	34	16.5	6	3.0
> 10 ⁶ - 10 ⁷	25	12.0	21	10.0	31	15.0	48	23.0
> 10 ⁷ - 10 ⁸	12	6.0	21	10.0	20	10.0	82	40.0
> 10 ⁸	8	4.0	8	4.0	18	9.0	62	31.0
Total	205	100.0	205	100.0	205	100.0	205	100.0

n* = Número de muestras.

tencia de bacterias patógenas como *Salmonella* y *Shigella* y, sobre todo, el virus causante de la hepatitis A (12).

En la Tabla 6, se observa que más del 83% de las muestras procedentes de las zonas de Dota y Turrialba tuvieron recuentos de hongos y levaduras mayores de 10^4 CFU/g, mientras en las zonas de San Carlos y Pacífico Seco sólo el 27 y el 29%, respectivamente, acusaron recuentos por arriba de la citada cifra. El valor de 10^4 CFU/g no se puede comparar con ninguna norma internacional, puesto que el tipo de queso analizado en este estudio se prepara a partir de leche cruda y no se utilizan bacterias, hongos ni levaduras en su manufactura. Por el contrario, en algunos países de tradición quesera se emplean ciertos hongos en la preparación de los mismos y la presencia de estos organismos es signo de la buena maduración; tal el caso de los quesos azules (23). En Costa Rica el crecimiento de estos organismos es indicador de contaminación, dado que la alteración de las características organolépticas del producto, se traduce en pérdidas económicas.

Por otra parte, ciertos hongos son capaces de ocasionar serios problemas en la salud del individuo debido a la producción de micotoxinas, algunas de las cuales como las aflatoxinas, son potencialmente carcinogénicas (24). La producción de micotoxinas es favorecida por temperaturas por arriba de 13°C (23) y, en nuestro país, los quesos producidos artesanalmente son almacenados a temperatura ambiente, que siempre excede de 13°C . Otro aspecto importante que se debe tener presente es que el crecimiento de hongos en el queso puede reducir el ácido láctico, lo que favorece el desarrollo de otros organismos potencialmente patógenos, como el *S. aureus* (23).

El conteo de mesófilas aerobias fue mayor de 10^6 CFU/g en el 81% de las muestras analizadas, tal como se observa en la Tabla 7. Aunque algunos autores consideran que el recuento de estos organismos no es indicador de la calidad del producto, ya que el queso sufre un proceso de fermentación (25), en este estudio se considera de mucha importancia hacer este recuento porque las condiciones de manufactura, almacenamiento y distribución del queso, favorecen el crecimiento de estos organismos. Además, la presencia de estas bacterias en gran número, indica que pueden existir las condiciones adecuadas para el crecimiento de microorganismos patógenos de origen animal o humano (12). La presente investigación demuestra la calidad microbiológica deficiente de los quesos producidos artesanalmente en las diferentes zonas de Costa Rica, puesto que el conteo microbiológico supera, en la mayoría de los casos, los niveles aceptados.

Es probable que el mayor número de microorganismos encontrados en las muestras analizadas por nosotros sean mayores que los descritos para los quesos chilenos (26). Ello se debe a que en el primero de los casos (Costa Rica), se utiliza leche cruda para hacer el queso, mientras que en Chile se usa leche pasteurizada.

Los factores ambientales tales como humedad relativa, calidad microbiológica del agua y temperatura, así como aquellos relacionados con el producto elaborado (pH, actividad de agua, acidez), no pueden ser desligados al evaluar la influencia que cada uno de ellos pueda tener en la multiplicación de los microorganismos estudiados en el queso. Es probable que los resultados obtenidos se deban a la interacción de todos estos factores (Tabla 3).

TABLA 6

DISTRIBUCION DE HONGOS Y LEVADURAS EN QUESOS PRODUCIDOS EN SEIS ZONAS EN COSTA RICA

Ambito del No. de organismos/g	Zonas											
	Alfaro Ruiz		Dota		Turrialba		Volcán Irazú		San Carlos		Pacífico Seco	
	n*	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o
$> 10^2 - 10^3$	12	24.0	2	4.0	2	4.2	3	9.1	9	47.0	4	57.0
$> 10^3 - 10^4$	8	16.0	6	12.5	2	4.2	16	48.5	5	26.0	1	14.0
$> 10^4 - 10^5$	6	12.0	10	21.0	6	12.5	8	24.2	2	11.0	—	—
$> 10^5 - 10^6$	8	16.0	12	25.0	13	27.1	1	3.0	—	—	—	—
$> 10^6 - 10^7$	8	16.0	11	23.0	7	14.5	2	6.1	1	5.0	2	29.0
$> 10^7$	8	16.0	7	14.5	18	37.5	3	9.1	2	11.0	—	—
Total	50	100.0	48	100.0	48	100.0	33	100.0	19	100.0	7	100.0

n* = Número de muestras

TABLA 7
DISTRIBUCION DE MESOFILAS AEROBIAS EN QUESOS PROCEDENTES DE
SEIS ZONAS EN COSTA RICA

Ambito de mesófilas aerobias/g	Zonas													
	Alfaro Ruiz		Dota		Turrialba		Volcán Irazú		San Carlos		Pacífico Seco			
	n*	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o		
<10 ⁶	—	—	4	8.0	2	4.0	6	18.3	1	5.0	—	—		
> 10 ⁶ – 10 ⁷	17	34.0	3	6.0	8	17.0	8	24.2	10	53.0	2	28.6		
> 10 ⁷ – 10 ⁸	15	30.0	20	42.0	24	50.0	16	48.4	6	31.5	1	14.2		
> 10 ⁸ – 10 ⁹	7	14.0	10	21.0	9	19.0	—	—	—	—	2	28.6		
> 10 ⁹ – 10 ¹⁰	10	20.0	11	23.0	5	10.0	2	6.1	2	10.5	2	28.6		
> 10 ¹⁰	1	2.0	—	—	—	—	1	3.0	—	—	—	—		
Total	50		50	100.0	48	100.0	48	100.0	33	100.0	19	100.0	7	100.0

n* = Número de muestras.

RECOMENDACIONES

Con la finalidad de reducir la contaminación microbiológica del queso producido en forma artesanal en Costa Rica, se recomienda la adopción de las medidas siguientes:

1. Construcción adecuada del sitio de ordeño, con ventilación apropiada a fin de evitar corrientes de aire.
2. Conveniencia de que las personas que manejan el alimento se encuentren en muy buenas condiciones de salud y, además, que su indumentaria esté limpia.
3. Buen mantenimiento de la salud animal, especialmente prevención de la mastitis.
4. Utilización de agua de buena calidad sanitaria.
5. Higiene y limpieza en el sitio de ordeño y de los materiales a utilizar durante dicha práctica.
6. Limpieza apropiada de la ubre.
7. Lavado de manos antes y durante el ordeño, las veces que sea necesario.
8. Enfriamiento rápido de la leche.
9. Manipulación, no excesiva, del producto terminado.
10. Mantenimiento del producto en refrigeración y en recipientes apropiados y limpios.
11. Distribución del producto a través de medios apropiados.
12. Lanzamiento de una campaña sobre educación sanitaria, e introducción de nuevas tecnologías que permitan mayores rendimientos de producción, dado el alto valor nutritivo de este alimento.

SUMMARY

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF HOME-MADE CHEESE
IN COSTA RICA

The microbiological quality of 205 samples of home-made cheese prepared from raw milk in six rural zones of Costa Rica was studied. In addition to determining their microbiological quality, recommendations are also issued for reducing to a minimum, the deficient sanitary conditions under which they are produced.

Collection of samples was done directly at the producing farms. The following microbiological analyses were then undertaken:

- *Staphylococcus aureus*, thermonuclease (TNase) positive.
- Determination of most probable number (MPN) of coliform organisms of fecal origin.
- Total count of molds and yeasts, and
- Enumeration of mesophilic aerobic bacteria.

As the data revealed, all samples contained high counts of the four microorganisms investigated, therefore demonstrating the deficient microbiological quality of the home-made cheese. On the basis of results obtained, a series of practical recommendations are suggested to improve the poor sanitary conditions under which they are now prepared.

BIBLIOGRAFIA

1. Kosikowski, F. V. Dairy food of the world-wide evolution, expansion and innovation. *J. Dairy Sci.*, **44**:996-1007, 1981.
2. Olson, N. F. Trends in cheese manufacture. *J. Dairy Sci.*, **64**:1063-1069, 1981.
3. Smith, L. M. Trends in *per capita* consumption of dairy foods. *J. Dairy Sci.*, **65**:469-475, 1982.
4. Morris, Ch. (Ed.). International cheese trends. *Food Engineering Int'l*, **5**:30-36, 1980.
5. Torres, N. & R. C. Chandan. Latin America - A review. *J. Dairy Sci.*, **64**:552-557, 1981.
6. Costa Rica, Ministerio de Salud, Departamento de Estadística. Datos sobre intoxicaciones alimentarias durante el período de 1974-1982. (Datos de archivo).
7. Ministerio de Salud, Departamento de Nutrición. **Encuesta Nacional de Nutrición. Evaluación Dietética.** San José, Costa Rica, Departamento de Publicaciones del Ministerio de Salud, 1979.
8. **Análisis Regional de Recursos Físicos de Centroamérica y Panamá.** Washington, D.C., Agency for International Development (AID), Resources Inventory Center Corps of Engineers, 1965.
9. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. **Anuario Meteorológico.** San José, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1982.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Manuals of Food Quality Control: Microbiological Analysis.** Rome, FAO, 1979.
11. Lachica, R. V. Rápida detección de multiplicaciones estafilocócicas en alimentos. En: **Memorias de la Conferencia Interamericana Toxi-Infecciones de Origen Alimenticio.** A.E. Olszyna-Marzys (Ed.). Guatemala, INCAP, 1974, p. 244-245.
12. International Commission on Microbiological Specifications for Foods of the International Association of Microbiological Societies. **Microorganisms in Foods. I. Their Significance and Methods of Enumeration.** 2nd ed. Toronto, University of Toronto Press, 1978.
13. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. **Métodos Estadísticos.** 5a. ed. México D.F., México, CECSA, 1978.
14. Pimentel, F. **Curso de Estadística Experimental.** 1a ed. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, 1978.
15. Nie, H. N. *et al.* **Statistical Package for the Social Sciences.** 2nd ed. New Jersey, McGraw-Hill Book Co., 1975.
16. Collins-Thompson, D. L. *et al.* Microbiological standards for cheese. Survey and viewpoint of the Canadian Health Protection Branch. *J. Food Protect.*, **40**:411-414, 1977.
17. Todd, E., *et al.* Variation in counts, enterotoxin levels and TNase in Swiss-type cheese contaminated with *Staphylococcus aureus*. *J. Food Protect.*, **44**:839-848, 1981.
18. Cords, B. R. & S. R. Tatini. Applicability of heat-stable deoxyribonuclease assay for assessment of staphylococcal growth and the likely presence of enterotoxin in cheese. *J. Dairy Sci.*, **56**:1512-1519, 1973.
19. Kosikowski, F. V. **Cheese and Fermented Milk Foods.** 2nd ed. New York, N.Y., Edwards Brothers, 1978.
20. Niskanen, A. Release of enterotoxin A and thermonuclease from growing and non-growing cells of *Staphylococcus aureus*. *J. Food Safety*, **1**:119-128, 1977.
21. Ivler, D. *Staphylococcus*. En: **Manual of Clinical Microbiology.** E. H. Lennette (Ed.). 2nd ed. Washington, D.C., American Society for Microbiology, 1974.

22. Glatz, B. A. & S. A. Burdvig. Survey of commercially available cheese for enterotoxigenic *Escherichia coli*. **J. Food Protect.**, **43**:395-398, 1980.
23. Wallen, S. & L. B. Bullerman. Safe handling and storage of natural cheese. **Neb-Guide**, June, 1978.
24. Bullerman, L. B. Incidence of mycotoxic molds in domestic and imported cheese. **J. Food Safety**, **2**:47-58, 1980.
25. Reinbold, G. W. Indicator organism in dairy products. **J. Food Technol.**, **6**:111-113, 1983.
26. Gómez, L. R., H. P. Fernández & F. M. Márquez. Condiciones sanitarias y características fisicoquímicas de quesillos a nivel de industria. **Alimentos**, **4**:21-29, 1979.

ESTUDIOS BIOQUIMICOS Y NUTRICIONALES DE LA SEMILLA GERMINADA DE SOYA¹

*María Joaquina Morón Jiménez,² Luiz G. Elías,³ Ricardo Bressani,⁴
Delia A. Navarrete,³ Roberto Gómez-Brenes³ y Mario R. Molina³*

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

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los cambios bioquímicos y nutricionales que sufren las semillas de soya durante su germinación.

Las semillas de soya se sometieron a remojo durante un período de ocho horas y después fueron germinadas por el término de 0, 1, 3 y 5 días. Parte de estas semillas se sometió a un proceso de autoclave. Luego, las semillas crudas y cocidas fueron secadas, molidas y analizadas.

Durante el proceso de germinación se produjo un incremento en el contenido porcentual de proteína y fibra en las semillas crudas; en cambio, en las semillas cocidas se constató una leve disminución de dicho contenido con respecto a las primeras. El extracto etéreo aumentó porcentualmente hasta el tercer día, para luego disminuir al quinto día. En las semillas cocidas, los valores fueron más altos que en las crudas, debido a que durante el proceso de autoclave hubo pérdidas de proteínas y carbohidratos.

En cuanto al contenido de cenizas, éste disminuyó porcentualmente a medida que transcurría la germinación; lo mismo ocurrió con el extracto libre de proteína. Los azúcares rafinosa y estaquiosa, factores causantes de flatulencia, desaparecieron al tercer día de germinación.

Manuscrito modificado recibido: 26-6-85.

- 1 Este trabajo se llevó a cabo con fondos provistos por la Comunidad Económica Europea (Subvención INCAP T-310).
- 2 La investigación objeto de este artículo se basa parcialmente en trabajo de tesis del primer autor, previo a optar el grado de *Magister Scientifical* en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP.
- 3 Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 4 Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-1168.

En la extracción nitrogenada, se observó que ésta rendía un mayor porcentaje de extracción usando agua destilada como solvente, tanto para las semillas crudas como para las cocidas, mientras que con NaOH y NaCl, la extracción nitrogenada era menor.

El contenido de inhibidores de tripsina ascendió al primer día de germinación, para luego disminuir. Las semillas sin germinar, sometidas al autoclave, no acusaron actividad de inhibidores de tripsina; en cambio en las germinadas, cocidas, esa actividad aumentó levemente a medida que transcurrían los días de germinación.

En lo referente al índice de eficiencia proteínica (PER) de las semillas con 0, 1 y 3 días de germinación, éstas no presentaron diferencias significativas entre ellas, acusando las semillas cocidas valores más altos que las crudas. La digestibilidad aparente ascendió a medida que avanzaba el período germinativo, obteniéndose mejores valores al ser sometidas al autoclave.

En la prueba de degustación de leche de soya, se observó que entre la leche de soya sin germinar, y la que tenía tres días de germinación, no había diferencias significativas.

INTRODUCCION

La soya (*Glycine max*) es una fuente de proteína de buena calidad y bajo costo. A pesar de ello, a nivel poblacional se observa un escaso consumo de soya (granos o subproductos), debido a diferentes factores como sabor amargo o metálico, flatulencia (1) y baja digestibilidad (2). En investigaciones bioquímicas al respecto, se ha constatado deficiencia de aminoácidos azufrados (3-6) y la presencia de numerosos compuestos anti-fisiológicos, como inhibidores de tripsina, hemaglutininas y oligosacáridos. Estos hallazgos condujeron a buscar la forma de eliminar los compuestos mencionados, y a mejorar el valor nutricional de la soya.

El objetivo de este trabajo, por lo tanto, fue estudiar los cambios bioquímicos y nutricionales que se producen en las semillas de soya durante la germinación.

MATERIALES Y METODOS

En el estudio se utilizaron semillas de soya variedad Siatsa 194, obtenida de La Lima, República de Honduras.

Las semillas se remojaron durante ocho horas a temperatura ambiente, en una solución de hipoclorito de sodio al 0.0050/o, con la finalidad de evitar el crecimiento de mohos (7). Transcurrido dicho período se procedió a colocarlas en bandejas para su germinación, la que se efectuó a temperatura ambiente (25-28°C) y en la oscuridad, durante uno, tres y cinco días. Al finalizar los períodos de germinación, se tomó la mitad de cada grupo, la cual se sometió al autoclave durante 15 minutos a 120°C de temperatura, y a 16 lb de presión. Las semillas con 0 días de germinación previo al autoclaveado, fueron remojadas durante ocho horas. Luego, todas las semillas se secaron en un horno con aire forzado a una temperatura de aire entrante de $50 \pm 20^\circ\text{C}$ y se molieron en un molino de martillos.

A continuación se sometieron a los análisis químicos siguientes: humedad, por la AOAC (8); nitrógeno, por el método macro Kjeldahl, de la AOAC (8); extracto etéreo, según el método Soxhlet de la AOAC (8), y

fibra y cenizas, también por la técnica recomendada por la AOAC (8); el extracto libre de nitrógeno se determinó por diferencia; la rafinosa y estaquiosa, por cromatografía de papel (7), y los inhibidores de tripsina, por el procedimiento de Kakade y Evans (9). Finalmente, se llevó a cabo el fraccionamiento secuencial de nitrógeno (10, 11).

Los análisis biológicos fueron realizados en ratas, raza Wistar, de la colonia animal del INCAP. Se determinó el índice de eficiencia proteínica (PER) para lo cual se utilizaron ocho ratas recién destetadas de 21 a 23 días de edad. Las dietas fueron preparadas al 100/o de proteínas y se suministraron *ad libitum* al igual que el agua, durante el término de 28 días. La composición de la dieta basal se detalla en la Tabla 1. Se llevó un registro semanal de consumo de la dieta y de la ganancia de peso de los animales. También se determinó la digestibilidad aparente (DA); este ensayo se efectuó en la última semana de la prueba experimental del PER. Las heces fueron recolectadas durante siete días; luego se pesaron y se tomaron datos sobre el consumo de alimentos. Terminado el período del experimento se analizó el contenido de nitrógeno de heces y dietas.

Los datos de tiempo de germinación, procesamiento de las semillas germinadas y no germinadas, así como de composición química y biológica, fueron analizados estadísticamente por medio del análisis de varianza y la prueba de Duncan (12).

TABLA 1
COMPOSICION PORCENTUAL DE LA DIETA BASAL

Ingredientes	g/100 g de dieta
Soya*	—
Aceite vegetal	5.00
Aceite de bacalao	1.00
Minerales	4.00
Almidón de maíz	90.00
Vitaminas	5 ml/100 g de dieta

* En la cantidad necesaria para alcanzar 100/o de proteína.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados sobre cambios químicos de las semillas de soya germinada, obtenidos en este trabajo, proporcionan una idea de la actividad metabólica de las semillas durante el proceso germinativo.

1. Proteínas

En la Tabla 2 se observa que el contenido proteínico porcentual de las semillas de soya asciende a medida que transcurre la germinación, desde 41.0 g/100 g en semilla sin germinar, hasta 43.9 g/100 g al quinto día de germinación, siendo la diferencia altamente significativa. En diversos

TABLA 2

CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL EN SEMILLAS DE SOYA GERMINADAS, CRUDA Y COCIDA
(g/100 g materia seca)

Procesos	Días de germinación	Proteínas*	Extracto etéreo	Extracto libre de nitrógeno*	Fibra	Cenizas
Soya cruda	0	41.0 ± 0.15 ^{eo}	21.5 ± 0.16 ^d	26.4 ± 0.27 ^b	4.8 ± 0.30 ^d	6.3 ± 0.05 ^d
	1	40.8 ± 0.18 ^e	22.6 ± 0.21 ^c	26.2 ± 0.48 ^b	4.4 ± 0.17 ^e	6.0 ± 0.06 ^e
	3	42.8 ± 0.18 ^c	23.8 ± 0.37 ^a	22.1 ± 0.70 ^d	5.3 ± 0.24 ^c	6.0 ± 0.02 ^b
	5	43.9 ± 0.20 ^a	23.1 ± 0.39 ^b	21.1 ± 0.49 ^e	5.9 ± 0.33 ^a	5.9 ± 0.07 ^c

Soya cocida	0	40.3 ± 0.20 ^f	22.4 ± 0.02 ^c	27.3 ± 0.47 ^a	4.2 ± 0.68 ^e	5.8 ± 0.07 ^c
	1	42.0 ± 0.20 ^d	23.2 ± 0.48 ^b	24.3 ± 0.12 ^c	4.9 ± 0.16 ^d	5.6 ± 0.07 ^c
	3	42.7 ± 0.00 ^c	24.2 ± 0.14 ^a	21.9 ± 0.36 ^d	5.7 ± 0.37 ^b	5.6 ± 0.07 ^c
	5	43.2 ± 0.41 ^b	24.1 ± 0.16 ^a	21.1 ± 0.54 ^{ed}	5.8 ± 0.35 ^{ab}	5.5 ± 0.22 ^f

* Proteína: N x 6.25.

★ Extracto libre de nitrógeno: calculado por diferencias (100-(P+Ext.Et.+Fibra+H₂O+Cenizas).

o ± DE.

P ≤ 0.05.

Las cifras con letras distintas son significativamente diferentes entre sí.

estudios realizados en frijol y soya (13, 14), se ha demostrado que el contenido de proteína aumenta durante la germinación. McAlister y Krober (15) observaron que las reservas proteínicas no se utilizan con tanta rapidez como las de carbohidratos. No obstante, en trabajos recientes se ha podido comprobar que el nitrógeno proteínico se transforma en nitrógeno no proteico durante la germinación (16), hallazgo que fue confirmado por Becker, Milner y Nage (17). Dichos investigadores demostraron que las semillas germinadas tienen un mayor contenido de nitrógeno no proteico que las no germinadas.

En las semillas sometidas al autoclave, el contenido proteínico porcentual fue menor que en las semillas crudas correspondientes. Es probable que esto se deba a las altas temperaturas y vapor, lo que hace que las semillas puedan perder parte del nitrógeno soluble y, por consiguiente, su contenido porcentual total de proteína.

2. *Extracto Etéreo*

Con el contenido porcentual de extracto etéreo ocurre algo similar, ya que de 21.5 g/100 g en las semillas sin germinar, éste aumentó a 23.8 g/100 g al tercer día de germinación (Tabla 2). Numerosos investigadores (13, 18) afirman que el contenido de extracto etéreo se incrementa con la germinación. Pero lo que llama la atención es que al quinto día de germinación ocurrió una leve disminución. Este hecho se explica, sin embargo, dado que las semillas necesitan fuentes de energía, pues los carbohidratos han sido del todo utilizados; por lo tanto, las semillas comienzan a usar los lípidos a fin de transformarlos en carbohidratos para su utilización como fuentes energéticas (19).

Las semillas autoclaveadas acusan valores más altos que las semillas crudas correspondientes. Probablemente, ello se debe a que al ser sometidas a dicho proceso, las semillas pierden parte de sus proteínas solubles y carbohidratos; el contenido porcentual de extracto etéreo, por lo tanto, aumenta.

3. *Fibra*

En la Tabla 2 también se observa que el contenido porcentual de fibra aumentó de 4.8 a 5.9 g/100 g a medida que transcurrían los días de germinación. Estos valores son significativamente diferentes.

4. *Cenizas*

El contenido de cenizas disminuyó con los diferentes días de germinación (Tabla 2), lo que coincide con las investigaciones realizadas tanto en frijoles (20) como en soya (20).

5. *Extracto Libre de Nitrógeno*

Los valores del extracto libre de nitrógeno disminuyeron durante el proceso de germinación de 26.4 a 21.1 g/100 g (Tabla 2), fenómeno que ha sido confirmado en numerosas investigaciones (7, 21).

6. Rafinosa y Estaquiosa

Estos dos azúcares son causantes de flatulencia y se metabolizan rápidamente durante la germinación. Los datos en la Tabla 3 señalan que tanto el contenido de rafinosa como el de estaquiosa, disminuyen hasta desaparecer. Estudios realizados por otros investigadores (7, 22) concluyen que estos azúcares se reducen ostensiblemente durante el período de germinación.

TABLA 3

CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE RAFINOSA, ESTAQUIOSA E INHIBIDORES DE TRIPSINA EN SEMILLAS DE SOYA GERMINADAS, CRUDAS Y COCIDAS

Procesos	Días de germinación	Rafinosa g/100 g materia seca	Estaquiosa g/100 g materia seca	Inhibidores de tripsina (UTI/ml de extracto)
Cruda	0	1.24 ± 0.04 ^{a*}	4.03 ± 0.07 ^a	25.17 ± 0.17 ^c
	1	0.97 ± 0.03 ^b	1.81 ± 0.04 ^c	30.50 ± 0.35 ^a
	3	0 ^e	0 ^e	28.40 ± 0.20 ^b
	5	0 ^e	0 ^e	17.47 ± 0.16 ^d
Cocida	0	0.87 ± 0.03 ^c	3.41 ± 0.03 ^b	0.00 ± 0.00 ^g
	1	0.51 ± 0.03 ^d	0.99 ± 0.00 ^d	2.50 ± 0.43 ^f
	3	0 ^e	0 ^e	3.47 ± 0.13 ^e
	5	0 ^e	0 ^e	3.75 ± 0.92 ^e

P ≤ 0.05.

* ± DE.

Las cifras con letras diferentes son significativamente diferentes entre sí.

7. Inhibidores de Tripsina

El contenido de inhibidores de tripsina, en cambio, aumentó de 25.17 a 30.50 UTI/ml al primer día de germinación para luego disminuir a 17.47 UTI/ml al quinto día de germinación. Otros investigadores (23, 24) indican que los inhibidores de tripsina disminuyen durante los días de germinación.

Las semillas sometidas al autoclave, sin germinar, no presentan inhibidores de tripsina, en tanto que las germinadas que se someten al mismo proceso acusan valores de 2.50 a 3.75 UTI/ml. Este hallazgo demuestra que los inhibidores son destruidos por el calor, lo que otras evidencias experimentales sustentan ampliamente (18, 23).

8. Fraccionamiento Secuencial Nitrogenado

Los resultados del fraccionamiento secuencial nitrogenado de las

semillas de soya (Tabla 4) muestran que el mayor porcentaje de extracción se obtuvo en las semillas crudas, y no en las autoclaveadas. Con referencia a los solventes, se obtuvo un mayor porcentaje de extracción tanto en las semillas crudas como en las cocidas, usando agua destilada como solvente, disminuyendo el porcentaje de extracción con NaOH y NaCl, y reduciéndose aún más con el etanol. Investigaciones de Tao y Komatsu (25), corroboran estos hallazgos. En cuanto al porcentaje de extracción nitrogenada en las semillas cocidas, éste es menor que en las crudas debido a que la solubilidad de las proteínas de soya está influenciada por el calor.

TABLA 4

PORCENTAJE DE EXTRACCION NITROGENADA EN FRACCIONAMIENTO SECUENCIAL EN SEMILLAS DE SOYA, ANTES Y DESPUES DE GERMINADAS

Procesos	0 días de germinación					
	H ₂ O	NaCl (0.5 M)	Etanol (70 ^o /o)	NaOH (0.01 M)	o/o de total de extracción	o/o de residuo
Cruda	72.72	3.34	1.35	4.04	81.45	18.55
Cocida	57.50	3.10	1.24	5.58	67.42	32.58
	1 día de germinación					
Cruda	65.11	4.47	0.64	7.66	77.88	22.12
Cocida	59.07	3.82	0.96	6.37	70.22	29.78
	3 días de germinación					
Cruda	68.22	4.87	0.89	5.97	79.95	20.05
Cocida	59.87	3.64	1.22	5.49	70.22	29.72
	5 días de germinación					
Cruda	69.01	3.50	0.58	4.67	73.09	26.91
Cocida	56.65	3.59	0.90	4.79	61.04	38.96

* Calculado por diferencia.

9. Índice de Eficiencia Proteínica (PER)

El índice de eficiencia proteínica aumentó levemente al primer día y tercero de germinación (1.35 y 1.24, respectivamente) con respecto a las semillas sin germinar (1.21) pero estadísticamente no hubo diferencias significativas entre ellas; en cambio al quinto día el PER disminuyó (Tabla 5).

En cuanto a las semillas autoclaveadas, se observa que las semillas sin germinar, cocidas, presentaron el mayor valor de PER (2.62), mientras que las germinadas tuvieron valores menores. Sin embargo, las semillas con tres días de germinadas, cocidas (PER de 2.55), no acusaron diferencias significativas con las semillas no germinadas cocidas.

TABLA 5

**INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) Y DIGESTIBILIDAD
APARENTE EN SEMILLAS DE SOYA CON 0, 1, 3 y 5 DIAS
DE GERMINACION**

Procesos Días de germinación	Indice de eficiencia proteínica (PER)	Digestibilidad aparente (DA)
0	1.21 ± 0.44 ^c	75.71 ± 9.19 ^d
1	1.35 ± 0.30 ^c	78.03 ± 2.50 ^c
3	1.24 ± 0.28 ^c	79.35 ± 1.93 ^c
5	1.05 ± 0.30 ^d	83.33 ± 0.84 ^b
0	2.62 ± 0.12 ^a	84.01 ± 1.39 ^b
1	2.30 ± 0.28 ^c	86.44 ± 1.49 ^a
3	2.55 ± 0.25 ^a	85.29 ± 1.98 ^b
5	2.33 ± 0.38 ^b	85.86 ± 1.18 ^a
Caseína	2.89 ± 0.20	93.37 ± 1.02

* ± DE.

Las letras diferentes en la misma columna, son significativamente diferentes entre sí.

Diversas investigaciones (26, 27) afirman que el proceso de autoclave mejora el valor nutricional de las semillas.

10. Digestibilidad Aparente (DA)

La digestibilidad aparente (Tabla 5), ascendió a medida que transcurían los días de germinación, de 75.71% en semillas sin germinar, a 83.33% al quinto día de germinación, sin mostrar diferencias significativas entre los tratamientos. No obstante, la digestibilidad aparente del primer día y tercero de germinación, no acusaron diferencias entre ellos. El-Hag *et al.* (28) también demostraron que la baja digestibilidad de las leguminosas mejora a través de la germinación.

En las semillas sometidas al autoclave, la digestibilidad mejoró con respecto a las crudas. Las semillas sin germinar, cocidas, acusaron una DA de 84.01%; en cambio, las germinadas, cocidas, tuvieron valores levemente mayores: 86.44%; 85.29% y 85.86% a los 1, 3 y 5 días de germinadas, respectivamente, pero sin que hubiesen diferencias significativas entre ellas.

11. Leche de Soya

Este estudio se completó con la preparación de leche de soya, utilizando las semillas de soya de 0, 3 y 5 días de germinadas con el fin de hacer una prueba de aceptabilidad. Esta se efectuó por medio del método de preferencia (29), utilizando 12 panelistas. El mayor puntaje fue el de la leche de semillas con cero día de germinación, debido a que éstas

presentaban un sabor menos astringente que las germinadas. El sabor de las semillas de soya y sus productos lo casiona la presencia de ácidos fenólicos (30) y de lipoxidasas (31). Es probable que ello se deba a que las leches fueron preparadas a partir de harina de soya, usando los cotiledones y raicillas. En resumen, estos hallazgos parecen sugerir que las raicillas interfieren negativamente con el sabor de la leche de soya. Por lo tanto, el proceso de germinación no favorece la aceptabilidad de la leche de soya.

CONCLUSION

A partir de los datos resultantes de los períodos de germinación y de su comparación, se concluye que es preferible usar las semillas germinadas durante tres días, ya que éstas presentan un mejor PER que las de cinco días, a pesar de que éstas tienen una mayor digestibilidad aparente. Las semillas con tres días de germinación, sin embargo, presentan un aumento en su digestibilidad aparente con respecto a las semillas sin germinar. También es de notar que los azúcares rafinosa y estaquirosa desaparecen al tercer día de germinación; además, los inhibidores de tripsina también disminuyen a partir del tercer día. Es importante destacar, asimismo, que el color de las semillas germinadas es el característico de las semillas de soya, amarillo pálido, mientras que el color de las de cinco días de germinadas es amarillo verdoso, lo cual es un factor indeseable.

SUMMARY

BIOCHEMICAL AND NUTRITIONAL STUDIES ON GERMINATED SOYBEAN SEEDS

The purpose of this work was to determine the biochemical and nutritional changes of soybean seeds during germination.

Soybean seeds were soaked for a period of eight hours and then germinated for 0, 1, 3 and 5 days. Part of them was subjected to an autoclave process. Then, both the raw and cooked seeds were dried, ground and analyzed.

During the germination process an increase in the percentage content of protein and fiber in the seeds occurred; cooked seeds, in contrast, showed a slight decrease with respect to the former. Ether extract increased in percentage until the third day, and then decreased on the fifth. In the cooked seeds, higher values than in the raw seeds were obtained, due to the fact that when seeds were autoclaved, protein and carbohydrate losses occur.

In regard to ash content, this diminished in percentage as germination advanced; the same happened to the free-protein extract. The raffinose and stachyose sugars, factors which cause flatulence, disappeared on the third germination day.

As to nitrogen extraction, a greater percentage was obtained using distilled water as solvent, both for the raw and cooked seeds, than when using NaOH and NaCl.

The trypsin inhibitors content increased on the first day of germination and then decreased. Ungerminated, autoclaved seeds, showed no trypsin inhibitors activity, whereas in the germinated cooked seeds, it increased slightly as germination days went by.

Regarding protein efficiency ratio (PER), seeds with 0, 1 and 3 germination days

presented no significant differences among them, the cooked seeds exhibiting higher values than the raw seeds. Apparent digestibility increased as the germination period advanced, having obtained better values when they were autoclaved.

In the soybean milk acceptability test, no significant differences were observed between milk from ungerminated soybean seeds, and milk from the 3-day germinated seeds.

BIBLIOGRAFIA

1. Landa, J. A. Características y componentes alimentarios. *Jornada Integral de Soya*, Buenos Aires, 1973. 5a ed. Buenos Aires, 1973, p. 29-31.
2. Jaffé, W. G. Factores tóxicos en leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 203-218, 1968.
3. Bressani, R., L. G. Elías & M. R. Molina. Estudios sobre digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. *Arch. Latinoamer Nutr.*, 27(2): 215-231, 1977.
4. De, S. S. Role of inhibitors in soybean. *Science*, 106: 421-422, 1947.
5. Hymowitz, T. & F. I. Collins. Variability of sugar content in seed of *Glycine max* (L) Merrill and *G. soya* Sieb and Zucc. *Agronomy J.*, 66: 239-240, 1974.
6. Rackis, J. J. Biological and physiological factors in soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 51: 161-174, 1974.
7. Andi O. Chen & B.S. Luh. Effect of germination on oligosaccharides and nutrients in California Small White Beans (*Phaseolus vulgaris*). Department of Food Science and Technology. University of California, Davis, California 95616. Comunicación personal, diciembre de 1976.
8. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 1094 p.
9. Kakade, M. L. & R. J. Evans. Growth inhibition of rats fed raw beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.*, 90: 191-202, 1966.
10. Lund, A. F. & W. M. Sandstrum. The protein of various seeds. *J. Agric. Res.*, 66: 349-354, 1943.
11. Nuñez, E. L. Efecto de Varios Solventes sobre la Extracción de las Diferentes Fracciones Proteínicas del Frijol y Digestibilidad de las Mismas. Tesis (*Magister Scientifical* en Ciencias y Tecnología de Alimentos). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A., enero de 1975, 84 p.
12. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11: 1-42, 1955.
13. Fordhan, J. R., C. E. Wells & L. H. Chen. Sprouting of seed and nutrient composition of seeds and sprouts. *J. Food Sci.*, 40: 552-556, 1975.
14. Kakade, M. L. & R. J. Evans. Effect of soaking and germination on the nutritive value of Navy beans. *J. Food Sci.*, 31: 781-783, 1966.
15. McAlister, D. F. & O. A. Krober. Translocation of food reserves from soybean cotyledons and their influence on the development of the plant. *Plant Physiol.*, 26: 525-538, 1951.
16. Palmer, R., A. McIntosh & A. Pusztai. The nutritional evaluation of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*); the effect on nutritional value of seed germination and changes in trypsin inhibitor content. *J. Sci. Food Agric.*, 24: 937-944, 1973.
17. Becker, H., R. T. Milner & R. A. Nagel. A method for determination of non-protein nitrogen in soybean meal. *Cereal Chem.*, 17: 447-457, 1940.

18. Batres, R. P., F. W. Knapp & P. E. Araujo. Protein quality of green-mature, dry-mature and sprouted soybean. *J. Food Sci.*, **42**: 271-272, 1977.
19. Howell, R. W. & B. E. Caldwell. Genetic and other biological characteristics. In: *Soybeans, Chemistry and Technology*. A. K. Smith and S. J. Circle (Eds.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co. Inc., 1972, p. 27-60.
20. Elías, L. G., A. Conde, A. Muñoz & R. Bressani. Effect of germination and maturation on the nutritive value of common beans (*Phaseolus vulgaris*). En: *Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Amino and Human Foods*. Proceedings of a meeting held November 6-9, 1973, Ribeirão Preto, S. Paulo, Brazil. W. G. Jaffé (Ed.), and J. E. Dutra de Oliveira (Associate Ed.). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 1975, p. 139-152 (edición especial).
21. Abrahamsen, M. & T. W. Sudia. Studies on the soluble carbohydrates and carbohydrate precursors in germinating soybean seed. *Am. J. Botany*, **53**: 108-114, 1966.
22. Pazur, J. H., M. Shadaksharaswamy & G. E. Meidell. The metabolism of oligosaccharides in germinating soybean, *Glycine max*. *Arch. Bioch. Bioph.*, **29**: 78-85, 1962.
23. Collins, J. L. & G. G. Sanders. Changes in trypsin inhibitory activity in some soybean varieties during maturation and germination. *J. Food Sci.*, **41**: 168-172, 1976.
24. Bau, H. M. & G. Debry. Germinated soybean protein products; chemical and nutritional evaluation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**: 160-162, 1972.
25. Tao, W. S. & S. Komatsu. Biochemical studies on the soybean. I. Chemical changes of the protein during the germination of the soybean in darkness. *Mem. Coll. Sc. Kyoto Imp. Univ.*, Ser. A. **14**: 287-292, 1935. (Original no consultado; compendiado en *Chem. Abst.*, **26**: 1640-1641, 1932).
26. Everson, Gladys, H. Steenbock, Dena D. Cederquist & Helen T. Parsons. The effect of germination, the stage of maturity and the variety upon the nutritive value of soybean protein. *J. Nutr.*, **27**: 225-229, 1964.
27. Jaya, T. V., K. S. Krishnamurthy & L. V. Venkataraman. Effect of germination and cooking on the protein efficiency ratio of some legumes. *Nutr. Repts. Internat.*, **12**(30): 175-183, 1975.
28. El-Hag, N., N. F. Haard & R. E. Morse. Influence of sprouting on the digestibility coefficient, trypsin inhibitor and globulin proteins of Red Kidney bean. *J. Food Sci.*, **43**: 1874-1875, 1978.
29. Kramer, A. & B. A. Twigg. *Fundamentals Quality Control for the Food Industry*. Rev. and augmented ed. Westport Conn., The AVI Publishing Co., Inc., 1966, p. 120-154.
30. Smith, A. K. & S. J. Circle. Chemical composition of seed soybean. In: *Soybeans, Chemistry and Technology*. A. K. Smith and S. J. Circle (Eds.). Westport, Conn., The AVI Publishing Co. Inc., 1972, p. 339-389.
31. Wilkens, W. F., L. R. Mattick & D. B. Hand. Effect of processing methods on oxidative off flavors of soybean milk. *Food Technol.*, **21**: 1630-1633, 1967.

EXTRACCION Y CUANTIFICACION DE LOS POLIFENOLES DE LA PULPA DE CAFE¹

L. Amparo García A.,² A. Jeanette Vélez R.² y Martha P. de Rozo³

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia

RESUMEN

Se cuantificaron los polifenoles totales en extractos de pulpa de café, utilizando el método de Folin-Ciocalteu, e incorporándose en esta técnica el uso del polímero polivinilpirrolidona (PVP), a fin de eliminar las interferencias. Los polifenoles condensados se determinaron aplicando el procedimiento de la vainillina acidificada, y empleando como patrones, ácido clorogénico para la prueba de Folin-Ciocalteu, y catequina para la de vainillina. Luego se trazó una curva de calibración en el solvente respectivo, para cada uno de los extractos.

Los solventes empleados para extraer la pulpa fueron metanol puro; metanol-agua, 50:50; hidróxido de amonio al 30/o, e hidróxido de calcio al 10/o, ensayándose dos tiempos de extracción para cada uno de ellos (10 minutos y una hora). No se encontraron diferencias en lo que respecta a la cantidad de polifenoles extraídos entre los dos tiempos sometidos a ensayo.

Los solventes alcalinos NH_4OH (30/o) y $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (10/o) extrajeron la mayor cantidad de polifenoles totales en el término de 10 minutos. Sin embargo, en ese mismo tiempo, el NH_4OH (30/o) fue más eficaz en cuanto a extraer polifenoles condensados.

Los resultados que aquí se notifican sugieren que el tratamiento de la pulpa de café con solventes alcalinos puede beneficiar el valor nutritivo de la pulpa de café.

Manuscrito modificado recibido: 20-8-85.

1 Este trabajo, que dirigió la Dra. de Rozo, se basa en una Tesis previo a optar al título de Químico, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 14490, Bogotá, Colombia.

El artículo constituye el último de la serie, habiéndose publicado los dos primeros en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Vol. 35(2): 287 y 297, 1985, respectivamente.

2 Estudiantes del Departamento de Química de la citada Facultad.

3 Profesora Asociada, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

INTRODUCCION

Desde hace varios años se ha venido investigando la utilización de la pulpa de café en la elaboración de raciones para alimentación animal, debido a su potencial como fuente de nutrientes, y a pesar de que se ha observado que al ser incluidos en las raciones, producen ciertos efectos negativos (1). Estos han sido atribuidos principalmente a su alto contenido de potasio, fibra, cafeína y polifenoles (2).

En el trabajo tema de este artículo, se trató la pulpa de café con diferentes solventes (metanol, metanol-agua, 50:50, hidróxido de amonio, 30/o e hidróxido de calcio, 10/o), con el fin de determinar la cantidad de polifenoles totales y polifenoles condensados extraídos por cada uno de ellos. Estos solventes han sido usados por otros investigadores para reducir el contenido de polifenoles de la pulpa de café y del sorgo, eliminando así parte del efecto antinutricional.

El método de Folin-Ciocalteu que se usó para determinar polifenoles totales, se basa en la reducción del ácido fosfotungstomolibdico por los polifenoles en solución alcalina, produciendo una coloración azul fuerte (3). Cabe señalar que dicha técnica es más sensible que la de Folin-Denis (4).

No obstante, ambos métodos requieren el uso de un gran número de sustancias que interfieren, tales como nicotina, proteínas, ácido ascórbico, sulfuros, glucosa y aminoácidos (5, 6). Con el fin de cuantificar estas interferencias se aplicó el método de la ligación de fenoles a la polivinilpirrolidona (PVP) (5, 7). La PVP tiene una estructura similar a la del complejo urea-formaldehído, aunque una de sus principales características es su insolubilidad en agua. La condición más importante de la reacción fenol-PVP es el pH; dicha ligación es óptima a un pH de 3.5. La PVP liga los fenoles, dejando libres otra clase de compuestos que también reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu pero que no tienen la capacidad de formar complejos insolubles con PVP.

Los polifenoles condensados se determinaron por el método de la vainillina acidificada. Este, según se sabe, se basa en la especificidad de dicho compuesto para reaccionar en condiciones ácidas con polifenoles condensados (catequina, epicatequina y en general, flavonoides que tengan un enlace simple entre el carbono 2 y 3 y un grupo hidroxilo orientado a la posición meta) (8).

MATERIALES Y METODOS

Se usó pulpa de café de la variedad "Caturra", cultivada en Colombia. La pulpa se secó al sol, se pulverizó en un molino de cuchillas, y se pasó por un tamiz de 60 mallas. El polvo obtenido en esta forma, se guardó en bolsas plásticas oscuras a fin de protegerlo de la luz.

Para extraer los polifenoles se utilizaron reactivos analíticos, y como solventes: metanol puro; metanol-agua (50:50); hidróxido de amonio (30/o), e hidróxido de calcio (10/o).

La relación muestra-solvente fue de 1 g de pulpa de café a 100 ml de solvente, y el extracto se obtuvo mediante agitación mecánica y a temperatura ambiente. Como ya se indicó, se sometieron a ensayo tiempos de

extracción de 10 minutos y 1 hora, respectivamente.

Para cuantificar los polifenoles contenidos en los extractos de pulpa de café se utilizaron los métodos de Folin-Ciocalteu (3), ligación de fenoles a polivinilpirrolidona (PVP) (5, 7), y vainillina acidificada (8). Con los dos primeros métodos se determinó el contenido de polifenoles totales en las muestras. El cambio en la absorbancia, después de añadir PVP a los extractos, corresponde a la concentración real de polifenoles totales. Todas las determinaciones se hicieron por duplicado y se promediaron los dos datos. Para las curvas de calibración se utilizaron como patrones, ácido clorogénico para Folin-Ciocalteu, y catequina para vainillina, disolviendo cada patrón en el solvente utilizado en la extracción.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se consignan las concentraciones de polifenoles totales y polifenoles condensados en extractos de pulpa de café determinadas por los métodos de Folin-Ciocalteu y vainillina acidificada, respectivamente, usando tiempos de extracción de 10 minutos y 1 hora.

TABLA 1

CUANTIFICACION DE POLIFENOLES PARA DOS TIEMPOS DE EXTRACCION (10 minutos y 1 hora)

Solvente	10 minutos		1 hora	
	Polifenoles \pm DE		Polifenoles \pm DE	
	mg/g (base seca)		mg/g (base seca)	
	Totales	Condensados	Totales	Condensados
Metanol puro	6.5 \pm 0.14	5.5 \pm 0.10	8.3 \pm 0.14	6.0 \pm 0.15
Metanol-agua (50:50)	23.5 \pm 1.90	7.5 \pm 0.12	29.0 \pm 2.80	7.0 \pm 0.21
Hidróxido de amonio (30/o)	42.5 \pm 3.10	25.6 \pm 0.20	40.0 \pm 1.10	23.5 \pm 0.20
Hidróxido de calcio (10/o)	49.5 \pm 1.40	15.8 \pm 0.11	43.5 \pm 2.10	13.6 \pm 0.13

DE = Desviación estándar.

De los solventes utilizados, los alcalinos NH_4OH (30/o) y Ca(OH)_2 (10/o) extrajeron la mayor cantidad de polifenoles totales en los dos tiempos puestos a prueba. Con estos solventes se logró extraer 42.5 y 49.5 mg/g, respectivamente, en un tiempo de 10 minutos. Sin embargo, el hidróxido de amonio fue más eficiente en cuanto a la extracción de polifenoles condensados, obteniéndose 25.6 mg/g en 10 minutos de extracción.

Aun cuando Price y colaboradores ya habían demostrado, en sorgo, la eficiencia del hidróxido de amonio diluido (9), y Dueñas y de Tovar en pulpa de café (10), hasta el momento de llevar a cabo este trabajo no se había determinado la eficiencia de dicho solvente para extraer polifenoles condensados de pulpa de café. Además, la cantidad de polifenoles totales en el extracto amoniacal encontrada en este trabajo fue mayor (42.5 mg/g) que la informada por Dueñas y de Tovar (31.6 mg/g) (10), debido a que

se usó el método de Folin-Ciocalteu que es más sensible que el de Folin-Denis.

La cantidad de polifenoles extraídos por los solventes básicos fue mayor en un tiempo de 10 minutos que en el término de una hora. Es posible que ello se haya debido a la oxidación de los polifenoles al prolongar el tiempo de extracción.

La extracción de la pulpa de café por solventes alcalinos se tradujo en una reducción sustancial en el contenido de polifenoles totales y polifenoles condensados. Se estima que la disminución del contenido de polifenoles condensados en la pulpa de café es especialmente importante desde el punto de vista nutricional, ya que a los polifenoles en cuestión se les ha atribuido un efecto adverso más agudo cuando son ingeridos por el animal (10).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Dres. Camilo Rozo y Elizabeth López de Leal, por su asistencia permanente y valiosa colaboración durante la realización de este trabajo.

Al Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas "Colciencias" agradecen, asimismo, su significativo aporte financiero.

Finalmente, expresan su agradecimiento a la Sección de Bioquímica del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia, al igual que a todas aquellas personas que en una forma u otra colaboraron en el desarrollo de este trabajo investigativo.

SUMMARY

EXTRACTION AND QUANTIFICATION OF THE POLYPHENOLS OF COFFEE PULP

The polyphenol content of coffee pulp extracts was determined using the Folin-Ciocalteu method. The use of polyvinylpyrrolidone (PVP) was introduced in order to eliminate interferences. Condensed polyphenols in the extracts were determined by the method of acidified vanillin. Chlorogenic acid and catechin were used as standards for Folin-Ciocalteu and Vanillin methods, respectively, and a calibration curve was constructed for each solvent.

The solvents used were methanol, methanol-water (50:50), ammonium hydroxide (30/o) and calcium hydroxide (10/o), using times of extraction of 10 minutes and 1 hour. No differences were found in the amount of polyphenols extracted by the different solvents at the two extraction times.

After 10 minutes, the alkaline solvents NH_4OH (30/o) and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (10/o), extracted more polyphenols than the other two solvents. Nevertheless, ammonium hydroxide (30/o) was more efficient in extracting condensed polyphenols.

The results herein presented suggest that treating coffee pulp with mild alkaline solvents may improve its nutritive value.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R. Posibles usos de los subproductos de los granos de café. En: **Pulpa de Café: Composición, Tecnología y Utilización**. J. E. Braham y R. Bressani (Eds.). Ottawa, Canada, International Development Research Centre, 1978, p. 31-43.
2. Bressani, R., E. Estrada & R. Jarquín. Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. **Turrialba**, **22**:299-304, 1972.
3. Slinkard, K. & V. L. Singleton. Total phenol analysis. Automation and comparison with manual methods. **Am. J. Enol. Vitic.**, **28**:49-55, 1977.
4. Singleton, V. L. & J. A. Rossi. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. **Am. J. Enol. Vitic.**, **16**:144-158, 1965.
5. Andersen, R. A. & J. R. Todd. Estimation of total tobacco plant phenols by their bonding to polyvinylpyrrolidone. **Tobacco Sci.**, **12**:107-111, 1968.
6. Shanderl, S. H. Tannins. In: **Methods of Food Analysis**. M. A. Joslyn (Ed.). London, Academic Press, 1970, p. 709.
7. Rozo, C. **Effect of Extended Storage on the Degree of Thermal Processing During Cooking, Cell Wall Components, and Polyphenolic Compounds of Red Kidney Beans (*Phaseolus vulgaris*)**. Ph. D. Thesis, Cornell University, Ithaca, New York, 1982.
8. Broadhurst, R. B. & W. T. Jones. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. **J. Sci. Food Agr.**, **29**:788-794, 1978.
9. Price, M. L., L. G. Butler, J. C. Rogler & W. R. Featherston. Overcoming the nutritionally harmful effects of tannins in sorghum grains by treatment with inexpensive chemicals. **J. Agric. Food Chem.**, **27**:441-445, 1979.
10. Dueñas, J. A. & J. E. De Tovar. **Ensayos para Eliminar los Polifenoles de la Pulpa de Café Mediante Extracción con Solventes y Ensayos Biológicos del Mejor Tratamiento**. Tesis de grado, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 1979.

**STUDIES ON THE DEVELOPMENT OF INFANT FOODS
FROM PLANT PROTEIN SOURCES. PART II.
EFFECT OF PROCESSING CONDITIONS ON THE CHEMICAL
AND NUTRITIVE PROPERTIES OF CHICKPEA (*Cicer arietinum*)**

*Abdul Khaleque*¹, *Luiz G. Elías*², *J. Edgar Brabam*²
*and Ricardo Bressani*³

**Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C. A.**

SUMMARY

In order to improve the taste, flavor and nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum*), various processing conditions were studied. The decorticated samples were processed under various conditions, either by presoaking or non-soaking in water or sodium carbonate solution. The proteins were also isolated from water or carbonate-presoaked chickpea and subjected to various processings. Carbonate-presoaked samples gave slightly lower protein and ash values. No major changes in other constituents were observed. Subjective analysis of the intensity of characteristic chickpea flavor in processed samples was carried out, indicating some improvement in the carbonate-presoaked samples. Carbonate-treated samples exhibited a lighter color. The carbonate presoaking procedure had no adverse effect on the availability of lysine and nitrogen solubility index (NSI), as compared to the water-presoaking procedure. The time required to inactivate trypsin inhibitors in carbonate-presoaked chickpea at boiling temperature, was half that required in the case of water-presoaked ones. Under the conditions used in treating chickpea with sodium carbonate, no beneficial effect was observed in reducing the tannin content. No significant differences were observed in net protein ratio (NPR) among the various processed chickpea samples, even though in some cases isolated protein gave significantly lower NPR values. Digestibility values were higher for isolated protein than for whole chickpea samples.

Manuscrito original recibido: 13-7-85.

- 1 United Nations University (UNU) fellow from the Bangladesh Council of Scientific and Industrial Research, Dacca, Bangladesh.
- 2 Professionals from the Division of Agricultural and Food Sciences, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), P. O. Box No. 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 3 Head of the above-mentioned Division.

Publication INCAP/UNU-37.

INTRODUCTION

Chickpea (*Cicer arietinum*) has been grown in large quantities in the tropics, subtropics and the Mediterranean countries (1). The nutritional quality of chickpea proteins is known to be the highest of all the pulses (2). As a consequence, various attempts have been made to combat protein malnutrition using chickpea products, and the results have been most encouraging (3). Nevertheless, the quantity of the products required to provide adequate protein cannot be consumed by children because of the problem of indigestibility (1).

It has long been recognized that legume proteins are, in general, of poor digestibility attributed to the presence of trypsin inhibitors (4). Recent studies have shown, however, that antitryptic factors are not solely responsible for this low digestibility, and that only 40% of improvement of the nutritive value from raw to heat-processed soybean is due to inactivation of the trypsin inhibitors (5). Other factors which have been suggested to be responsible for the low digestibility of food legume protein include protein structure (1, 6-8), processing conditions (8-11), and the digestibility of the food legume starch (12-15).

In our earlier communication on the subject (16), the effect of chickpea germination on the nutritive value and digestibility of its proteins was reported. The present paper presents the results of studies on the quality of chickpea flour and on the changes in nutritive value of its proteins, by processing chickpea or its isolated protein under various conditions.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Chickpea used in the present study was grown in Guatemala and purchased from the local market. This was a large-seeded variety with salmon-white seed coat. The chickpea was decorticated by using a Rural Industries Innovation Center (RIIC) dehuller. The decorticated cotyledons were used for further studies.

Processing of Chickpea

A portion of the decorticated chickpea (known as *dal* in the Indian subcontinent) was soaked in water overnight (17-18 hr) at a temperature of 4° - 5°C. After discarding the soaking water, the cotyledons were boiled in water for 40 min; the cooking water was also discarded, and the cooked cotyledons, freeze-dried. A second portion of the decorticated chickpea was boiled for 40 min in water without any presoaking. After boiling, the cotyledons were freeze-dried. The third portion of the chickpea cotyledons was soaked in 1% sodium carbonate solution overnight (17-18 hr) at room temperature (27° - 29°C). The soaking solution was discarded and the cotyledons were boiled in water for 20 min. The cooked cotyledons were washed thoroughly with water and then soaked in 0.05 N hydrochloric acid solution for 1 hr, to bring down the pH to near neutrality. The neutralized cotyledons were washed again with water. The

cooked material was then divided into two portions: one portion was freeze-dried, and the other was dried in a hot-air oven at a temperature of 70°C. Another portion of the raw *dal* was boiled in 0.50/o Na₂CO₃ solution for 40 min, without any presoaking. The cooked cotyledons were separated from the cooking solution, washed thoroughly with water, and then neutralized in the same way as the previous sample. After neutralization, the cooked *dal* was washed with water and freeze-dried. The last portion of the decorticated chickpea was also presoaked in 10/o Na₂CO₃ solution in a similar manner as described above, but the presoaked cotyledons were autoclaved at 10 psi for 10 min. The use of sodium carbonate in concentrations higher than 10/o in the soaking solution was not possible because the presoaked cotyledons became too soft during cooking, resulting in high losses of the cotyledon materials in the cooking water. The autoclaved chickpea cotyledons were washed with water, neutralized with 0.05 N HCl solution, washed again with water and then freeze-dried. All dried chickpea samples were ground into a flour using a Raymond screen mill No. 82, fitted with a 0.031 inch mesh screen.

Isolation and Processing of Chickpea Proteins

A weighed amount of the decorticated chickpea was soaked in water overnight (17 - 18 hr) at a temperature of 4° - 5°C. The presoaked cotyledons were washed with water and ground into a slurry after adding a small amount of water, in order to facilitate grinding in a commercial Waring blender (Dynamics Corp. of America, New Hartford) for 4-5 min. The slurry was then diluted with water in the ratio of one part of chickpea cotyledons to six parts of water. The diluted mass was stirred manually for 15 min and then filtered first through a coarse cloth and subsequently through a double layer of fine cloth. The filtrate was allowed to stand for 1 hr to settle the starch particles at the bottom of the container. The supernatant was decanted and divided into two parts: the first part was boiled for 40 min, and the second part was autoclaved at 15 psi for 15 min. The protein was precipitated at its isoelectric point (pH 4.5) by adding 0.5 N HCl solution with constant stirring at a temperature between 65° and 70°C. The protein curd was then separated by filtration through a double layer of fine cloth. The process for isolating the protein from sodium carbonate-presoaked chickpea was similar to that used in the case of water-presoaked chickpea, except that the extract was boiled for 20 min in this case, instead of 40 min as in the case of the water presoaking procedure. All protein curds were freeze-dried.

Chemical Analyses

Moisture, fat, and ash content in the various chickpea flours and protein isolates were determined by the standard AOAC methods (17). Nitrogen was determined by the macro-Kjeldahl technique, and the protein content was calculated by using the conversion factor 6.25. The crude fiber content in the chickpea flours was determined as the residue left after sequential hot digestion in 1.250/o sulphuric acid and 1.250/o sodium hydroxide. The carbohydrate level was estimated by difference. The trypsin inhibitor activity was then evaluated by the procedure of Kakade,

Simmons and Liener (18). Tannins and polyphenols were estimated by the Folin-Denis method (19) and expressed as tannic acid. Available lysine was assayed by the dinitrofluorobenzene method of Conkerton and Frampton (20) as modified by Carpenter (21). Nitrogen solubility index (NSI) was determined by the AOCS procedure (22).

Color Measurement

The intensity of the color of different chickpea flours was determined by using the Lovibond tintometer (The Tintometer Ltd., Salisbury, England).

Flavor Evaluation

The intensity of the characteristic chickpea flavor in flours prepared both from water-presoaked, and carbonate-presoaked chickpeas, was evaluated by a semitrained taste panel of eight judges who were well acquainted with the chickpea flavor prior to tasting the test samples. The judges were asked to score samples within a range from 8 points for very strong chickpea flavor to 0 for no chickpea flavor.

Biological Trials

Weanling rats of the Wistar strain from the INCAP's animal colony were used for evaluating proteins in various processed chickpea flours and protein isolates. At the beginning of the experiments, the rats were weighed and divided into groups consisting of four males and four females each. The average weight of the rats in each group did not differ by more than ± 0.5 g from that of any other group. The rats were individually housed in all-wire cages provided with screen bottoms. Each group received a 100% protein diet contributed by either chickpea flours, protein isolates or casein. One group was fed a nitrogen-free diet. Diets and water were provided *ad libitum*. The partial composition of diets prepared from various test materials is given in Table 1. All diets were supplemented with 4% salt mixture (23), 5% cottonseed oil, 1% cod liver oil, and cornstarch to make 100%. Five ml of a vitamin solution (24) were added to each 100 g diet. The rats were fed for a period of 10 days to determine the net protein ratio (NPR). The digestibility of proteins was evaluated at the end of the NPR experiments. For this purpose, the same diets were dyed with bone charcoal and offered to the same rats for another four days. Feces were collected daily and stored in a cold room at a temperature of 4° - 5°C, they were then dried, cleaned, weighed and ground into powder. Nitrogen content in the powdered feces was determined by the Kjeldahl method (17), and NPR and apparent and true protein digestibilities were calculated using the standard formulae (25).

Statistical Analysis

NPR, digestibility and food consumption data were subjected to an analysis of variance and a multiple comparison was performed following the Tukey procedure (26). Data for sensory evaluation were analyzed by Student's "t" test to determine the significance of treatment difference.

TABLE 1

PARTIAL COMPOSITION OF EACH EXPERIMENTAL DIET

Diet No.	Source of protein	Amount of protein source (o/o)	Cornstarch (o/o)
1	Chickpea, raw	50.35	39.65
2	Chickpea, presoaked in water, boiled, freeze-dried	43.92	46.08
3	Chickpea, boiled in water, freeze-dried	42.90	47.10
4	Chickpea, presoaked in carbonate solution, boiled, freeze-dried	47.04	42.96
5	Chickpea, presoaked in carbonate solution, boiled, oven-dried	47.73	42.27
6	Chickpea, boiled in carbonate solution, freeze-dried	45.83	44.17
7	Chickpea, presoaked in carbonate solution, autoclaved, freeze-dried	46.40	43.60
8	Protein isolate from water presoaked chickpea, boiled, freeze-dried	15.70	74.30
9	Protein isolate from water presoaked chickpea, autoclaved, freeze-dried	15.29	74.71
10	Protein isolate from carbonate presoaked chickpea, boiled, freeze-dried	23.74	66.26
11	Casein	11.31	78.69
12	—	—	90.00

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the analysis for proximate composition of various processed chickpea samples showed that protein content varied from 20.9 to 23.30/o (average 21.90/o); crude fat, from 6.8 to 8.80/o (average 8.10/o); ash, from 1.1 to 2.30/o (average 1.60/o); crude fiber, from 2.1 to 2.60/o (average 2.30/o); and CHO obtained by difference, from 64.4 to 67.20/o (average 66.10/o). The protein content in the isolated protein was 63.7, 65.4 and 42.10/o, with a fat content of 23.2, 22.5 and 12.00/o and CHO 11.1, 10.3 and 44.00/o, respectively.

The composition of the protein isolates from water-presoaked chickpea was found to be similar to that reported by Deschamps (27). The protein and fat contents were comparatively lower in the isolate prepared from carbonate-presoaked chickpea, due to the presence of a higher amount of carbohydrates. During soaking and grinding, the protein and

starch particles probably swelled by the action of alkali. Consequently, the extract was more viscous and the sedimentation of starch particles was not as complete as in the case of water-presoaked chickpea during the specified time period. Therefore, the suspended starch particles in the supernatant were also separated with the proteins during precipitation.

The results, reported in Table 2, indicate that boiling for 20 min was more effective in inactivating trypsin inhibitors in carbonate-presoaked chickpea than boiling the water-presoaked chickpea for 40 min. Since trypsin inhibitors are proteins, it is probable that they were denatured more quickly by the combined action of heat and alkali. Results of other studies on the activation of trypsin inhibitors in soymilk (10, 14) support these findings. Presoaking was found advantageous in inactivating trypsin inhibitors during the subsequent boiling process.

TABLE 2

EFFECT OF VARIOUS PROCESSING CONDITIONS ON THE TRYPSIN INHIBITOR ACTIVITY AND TANNIN CONTENT IN CHICKPEA AND PROTEIN ISOLATE

Processing conditions	Trypsin inhibitors ^a (TUI/ml extract)	Tannin (as tannic acid) (%)	Lysine g/16 gN	NSI
Chickpea, raw	8.12	0.34	6.92	82.24
Chickpea, presoaked in water boiled, freeze-dried	2.52	0.16	5.36	14.83
Chickpea, non-soaked, boiled, freeze-dried	5.20	0.35	5.88	26.88
Chickpea, presoaked in carbonate solution, boiled, freeze-dried	0.91	0.17	5.32	14.28
Chickpea, presoaked in carbonate solution, boiled, oven-dried	0.31	0.16	5.17	14.12
Chickpea, non-soaked, boiled in carbonate solution, freeze-dried	1.93	0.23	5.82	23.56
Chickpea, presoaked in carbonate solution, autoclaved, freeze- dried	0.32	0.19	5.15	15.70
Protein isolate from water pre- soaked chickpea, boiled, freeze-dried	1.93	0.23	4.99	4.71
Protein isolate from water pre- soaked chickpea, autoclaved, freeze-dried	0.83	0.17	4.99	3.82
Protein isolate from carbonate presoaked chickpea, boiled, freeze-dried	0.00	0.17	4.96	5.64

^a Trypsin units inhibited (TUI) as defined for the BAPA method.

Table 2 also shows that chickpea flours prepared from either water-presoaked or carbonate-presoaked chickpeas, processed either by boiling or autoclaving, contain almost the same amount of tannins. Muindi, Thomke and Ekman (28) showed that treatment of sorghum grains with a concentration as low as 4 g liter^{-1} of a sodium sesquicarbonate salt ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) for three days, reduced the level of assayable tannins by 40 to 57%. Other alkalis such as ammonium hydroxide, sodium hydroxide and potassium carbonate were found to be effective in removing tannins from sorghum grains when treated for three days (29). It is probable that the soaking period (17-18 hr) used in the present study was too short to get any measurable effect of alkali on chickpea tannins. In the processed samples, tannin content was lower than that in raw chickpea flour. This was probably due to diffusion of the polyphenolics in the soaking and cooking waters, as evidenced by the fact that the samples which were not presoaked contained more tannins (Table 2). This Table also shows that the tannin content in protein isolates was similar to that present in chickpea flours.

Available lysine and water-soluble nitrogen contents in various processed chickpea samples and protein isolates were determined, with the results detailed in the same Table 2. These indicate that no appreciable reduction in available lysine and in the solubility of the nitrogenous constituents occurred with the carbonate treatment. Processing of chickpea, presoaked either in carbonate solution or water, resulted in slightly lower available lysine values as compared to the corresponding values of the non-soaked ones. Walker and Kochhar (30) also found lower available lysine in water-presoaked cowpea than in non-soaked ones under identical processing conditions.

Available lysine in the isolated proteins was slightly lower than that in the protein in flours. Probably, total lysine content in the isolated protein was lower than in the protein in chickpea flours. Lysine content in isolated soy protein was lower than that in soy protein concentrate (31). As expected, the water solubility of nitrogen in isolates was very much lower as compared to that in flours.

The flours prepared from sodium carbonate presoaked chickpea (boiled for 20 min and oven-dried at 70°C) was subjected to evaluation of the intensity of the characteristic flavor, in comparison to that of the flour prepared from water-presoaked chickpea (boiled for 40 min and oven-dried at 70°C); the results are presented in Table 3. The data therein indicate a slight improvement in flavor in the flour prepared from carbonate-treated chickpea, but the statistical analysis revealed that the mean scores for flavor of the two flours tested were not significantly different. Treatment of soybeans with sodium carbonate, however, was most effective in reducing the characteristic beany flavor in the resulting soy milk, in comparison to that prepared from water-presoaked soybean (14). A detailed study is necessary to evaluate the effect of sodium carbonate on the chickpea flavor.

Results of the measurement of color intensity in flours prepared from carbonate-treated and water-presoaked chickpeas, indicate that the former is lighter in color than the latter (Table 3). This is presumably due to either more coloring matters leached out in the alkaline soaking solution and cooking water, or to the fact that the color components reacted with sodium carbonate or were broken down by the action

TABLE 3

EFFECT OF SODIUM CARBONATE TREATMENT OF CHICKPEA ON THE FLAVOR AND COLOR OF THE RESULTING FLOURS

Chickpea	Mean flavor scores ^a (n = 8)	Lovibond tintometer color description	
		Yellow	Orange
Water presoaked, boiled and oven-dried	4.25	2.2	0.8
Sodium carbonate presoaked, boiled, neutralized, oven-dried	2.25	1.3	0.7

^a Two means are not significantly different.

of the alkali during heat processing.

Net protein ratio (NPR) values of flours prepared from raw and variously processed chickpeas, as well as those of isolated proteins, were determined, with the results given in Table 4. These show that the NPR's of all flours tested were equivalent to each other and to that of casein. Processing of either presoaked or non-soaked chickpea, however, gave slightly higher NPR values than raw samples. Drying the processed chickpea in a hot air oven at 70°C, or freeze-drying, did not affect nutritive value. Autoclaving had no effect in improving the nutritive value of proteins over the boiling of carbonate-pres soaked chickpea. In our previous communication on the subject (16), no significant difference in NPR values was detected between autoclaved and boiled water-pres soaked chickpeas. The results reported by Geervani and Theophilus (32) also indicate no improvement of the PER values of chickpea by autoclaving than by boiling. The NPR's of isolated proteins from water-pres soaked chickpea, processed either by boiling or autoclaving, were slightly lower than those of proteins in the flour prepared from boiled water-pres soaked chickpea. Isolated soy protein also gave a lower PER value compared to the protein in soybean (33) and soy protein concentrate (31). This lower PER value of isolated protein was attributed to the lower amount of S-containing amino acids, which are already limiting in soy protein. As the data in Table 4 reveal, the NPR's of isolated proteins from carbonate-pres soaked chickpea were significantly lower than those of protein isolates prepared from water-pres soaked chickpea. This was probably due to destruction of the S-amino acids to some extent during precipitation, as evidenced by the fact that Kon *et al.* (13) reported a significantly lower PER value of bean protein cooked at pH 3.5, as compared to that obtained when cooked at pH 6.7 under identical conditions. The same authors proved that the loss of methionine during cooking at the acidic pH is responsible for these lower PER values. In the present study, the pH during precipitation of protein from the extract prepared from carbonate-pres soaked chickpea was 3.8, and the temperature, 65°–70°C. These conditions were found suitable for optimum protein precipitation. Sathé, Deshpande and Salunkhe (34), also observed a lower solubility of

TABLE 4
EFFECT OF VARIOUS PROCESSING CONDITIONS ON THE NUTRITIVE VALUE OF PROTEINS IN CHICKPEA
AND PROTEIN ISOLATES

Source of protein	Average weight gain (g/10 d) ^a	Net protein ratio (NPR)	Apparent digestibility (AD)	True digestibility (TD)
Chickpea, raw	36.6	3.65 ^a ± 0.26	70.11 ^d ± 2.00	78.38 ^c ± 2.23
Chickpea, presoaked in water, boiled, freeze-dried	44.0	4.02 ^a ± 0.25	80.75 ^{bc} ± 1.40	82.84 ^b ± 1.32
Chickpea, presoaked in carbonate solution, boiled, freeze-dried	40.4	3.97 ^a ± 0.30	79.56 ^c ± 1.36	81.74 ^{bc} ± 1.37
Chickpea, presoaked in carbonate solution, boiled, freeze-dried	38.5	3.83 ^a ± 0.41	80.18 ^c ± 1.33	82.58 ^b ± 1.50
Chickpea, presoaked in carbonate solution, boiled, oven-dried	40.9	3.82 ^a ± 0.37	78.58 ^{cd} ± 1.62	80.99 ^{bc} ± 1.77
Chickpea, boiled in carbonate solution, autoclaved, freeze-dried	40.7	3.68 ^a ± 0.40	79.66 ^c ± 2.31	81.97 ^b ± 2.41
Chickpea, presoaked in carbonate solution, autoclaved, freeze-dried	38.9	3.97 ^a ± 0.41	80.27 ^c ± 0.93	82.94 ^b ± 1.03
Protein isolate from water presoaked chickpea, boiled, freeze-dried	36.7	3.64 ^a ± 0.17	85.21 ^a ± 2.68	87.49 ^a ± 2.64
Protein isolate from water presoaked chickpea, autoclaved, freeze-dried	33.9	3.64 ^a ± 0.45	84.96 ^a ± 2.42	87.61 ^a ± 2.74
Protein isolate from carbonate presoaked chickpea, boiled, freeze-dried	23.0	2.85 ^b ± 0.28	83.73 ^{ab} ± 1.69	86.42 ^a ± 2.06
Casein	44.0	4.06 ^a ± 0.30	85.73 ^a ± 2.56	88.31 ^a ± 2.65

a Initial weight = 45.0 g.

Means carrying the same superscript are not significantly ($p < 0.05$) different. (Mean ± SD).

alkali-extracted proteins from lupine seed at pH 3-4, although the isoelectric point was at pH 4.5. Statistical analysis of food intake data indicated that the lower NPR obtained in the case of alkali-extracted protein may not be due to a lower food consumption. The slightly lower food intake in this case was probably due to the lower pH of the diet.

The apparent and true digestibilities of protein in the various chickpea flours and protein isolates analyzed, are also presented in Table 4. Our findings indicated that the digestibilities of proteins in boiled chickpea presoaked either in water or carbonate solutions, were similar but significantly higher than that of the raw chickpea protein. This was probably due to either inactivation of the trypsin inhibitors, removal of tannins, or structural changes during processing. Presoaking either in water or carbonate solution had a slight beneficial effect in improving digestibility. Oven drying at 70°C reduced digestibility to some extent, compared to freeze-drying. There was no difference in digestibility between carbonate-presoaked chickpea samples subjected to boiling for 20 min, or autoclaving at 10 psi for 10 min. The digestibility of isolated proteins was significantly higher than that of proteins in chickpea flours and equal to that of casein. The lower digestibility of proteins in chickpea flours was probably due to the presence of cellulosic materials (35).

From the results herein reported, it can be concluded that from the point of view of better product quality and shortening of cooking time, carbonate presoaking has many advantages over water presoaking for the preparation of chickpea flour as a component of infant foods to be developed. The saving of fuel by shortening of the cooking time, is an important factor for developing countries because of its scarcity.

RESUMEN

ESTUDIOS SOBRE EL DESARROLLO DE ALIMENTOS INFANTILES A BASE DE FUENTES DE PROTEINA VEGETAL. PARTE II. EFECTO DE LAS CONDICIONES DE PROCESAMIENTO EN LAS PROPIEDADES QUIMICAS Y NUTRICIONALES DEL GARBANZO

Se sometieron a estudio diferentes condiciones de procesamiento con el propósito de mejorar el gusto, sabor y calidad nutricional del garbanzo. Las muestras de garbanzo descorticado se procesaron bajo diferentes condiciones, tales como ausencia de remojo o remojo en agua y solución de carbonato de sodio. Se aislaron también las proteínas del garbanzo remojado en agua y solución de carbonato de sodio, y se sometieron a diferentes procesamientos. Se encontró que las muestras remojadas en carbonato de sodio acusaban valores más bajos de proteína y cenizas. No se observó cambio alguno en los demás constituyentes. Se analizó subjetivamente la intensidad de las características de sabor del garbanzo procesado, análisis que indicó que el remojo se traducía en un mejor sabor. Las muestras tratadas con carbonato exhibieron un color más pálido.

El procedimiento de remojo en carbonato no tuvo ningún efecto adverso en la disponibilidad de lisina ni en el índice de solubilidad de nitrógeno, en comparación con el procedimiento de remojo en agua pura. El tiempo requerido para inactivar los inhibidores de tripsina en garbanzos remojados en carbonato a la temperatura de ebullición, fue la mitad del requerido por las muestras remojadas en agua pura. Bajo

las condiciones usadas en el tratamiento de garbanzos con carbonato de sodio, no se observó ningún efecto benéfico en cuanto a reducir los niveles de taninos. Tampoco se constataron diferencias significativas en la razón proteínica neta (NPR) entre las muestras procesadas con los diferentes tratamientos, aunque en algunos casos los aislados de proteína arrojaron valores de NPR significativamente menores. Los valores de digestibilidad fueron de mayor magnitud para los aislados proteínicos que para las muestras de garbanzo.

BIBLIOGRAPHY

1. Aykroyd, W. R. & J. Doughty. **Legumes in Human Nutrition**. Rome, FAO, 1964, (FAO Nutritional Studies No. 19).
2. Patwardhan, V. N. Pulses and beans in human nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **11**: 12-30, 1962.
3. Venkatachalam, P. S., S.G. Srikantia, G. Metha & C. Gopalan. Treatment of nutritional oedema syndrome (kwashiorkor) with vegetable protein diets. *Ind. J. Med. Res.*, **44**: 539-545, 1956.
4. Wolf, W. J. Trypsin inhibitors, hemagglutinins, saponins, and isoflavones of soybeans. In: **Proceedings of International Conference on Soybean Protein Foods, held at Peoria, Illinois, October 17-19, 1966**. Peoria, Ill., Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, 1967, p. 112-127.
5. Liener, I. E. Legume toxins in relation to protein digestibility - A review. *J. Food Sci.*, **41**: 1076-1081, 1976.
6. Fukushima, D. Denaturation of soybean proteins by organic solvents. *Cereal Chem.*, **46**: 156-163, 1969.
7. Fukushima, D. Studies on soybean proteins. Part II. A new method for quantitative determination of the degree of denaturation of protein in soybean flour. *Bull. Agr. Chem. Soc., Japan*, **23**: 15, 1959.
8. Jaffé, W. G. Toxic factors in beans. Their practical importance. In: **Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Foods. Proceedings of a Meeting held in Riberão Preto, November 1973**. W. G. Jaffé (Ed.). Caracas, Venezuela, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973, p. 199-209.
9. Jaya, T. V., K. S. Krishnamurthy & L. V. Venkataraman. Effect of germination and cooking on the protein efficiency ratio of some legumes. *Nutr. Repts Internat.*, **12**: 175-183, 1975.
10. Hackler, L. R., J. P. Van Buren, K. H. Steinkraus, I. El Rawi & D. B. Hand. Effect of heat treatment on nutritive value of soymilk protein fed to weanling rats. *J. Food Sci.*, **30**: 723-728, 1965.
11. Wallace, G. M., W. R. Bannatyne & A. Khaleque. Studies on the processing and properties of soymilk. II. Effect of processing conditions on the trypsin inhibitor activity and the digestibility *in vitro* of proteins in various soymilk preparations. *J. Sci. Food Agric.*, **22**: 526-531, 1971.
12. Geervani, P. & F. Theophilus. Studies on digestibility of selected legume carbohydrates and its impact on the pH of the gastrointestinal tract in rats. *J. Sci. Food Agric.*, **32**: 71-78, 1981.
13. Kon, S., J. R. Wagner, R. Becker, A. N. Booth & D. J. Robbins. Optimizing nutrient availability of legume food products. *J. Food Sci.*, **36**: 635-639, 1971.
14. Khaleque, A., W. R. Bannatyne & G. M. Wallace. Studies on the processing and properties of soymilk. I. Effect of preprocessing conditions on the flavour and

- compositions of soymilk. *J. Sci. Food Agric.*, **21**: 579-583, 1970.
15. Badenhop, A. F. & L. R. Hackler. Effects of soaking soybeans in sodium hydroxide solution as pretreatment for soy milk production. *Cereal Sci. Today*, **15**: 84-88, 1970.
 16. Khaleque, A., L. G. Elías, J. E. Braham & R. Bressani. Studies on the development of infant foods from plant protein sources. Part I. Effect of germination of chickpea (*Cicer arietinum*) on the nutritive value and digestibility of proteins. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **35**: 315-325, 1985.
 17. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
 18. Kakade, M. L., N. Simons & I. E. Liener. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. *Cereal Chem.*, **46**: 518-526, 1969.
 19. Joslyn, M. A. **Methods of Food Analysis**. 2nd. ed. New York, Academic Press, Inc., 1970.
 20. Conkerton, E. J. & V. L. Framptom. Reaction of gossypol with free-amino groups of lysine in protein. *Arch. Biochem. Biophys.*, **81**: 130-134, 1959.
 21. Carpenter, K. J. The estimation of available lysine in animal-protein foods. *Biochem.*, **77**: 604-610, 1960.
 22. American Oil Chemists Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS**. Chicago, Illinois, The Society, rev. 1969, corrected 1979. (Nitrogen solubility index - Ba. 11-65).
 23. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, **138**: 459-466, 1941.
 24. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1953.
 25. Pellett, P. L. & V. R. Young (Eds.). **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. Tokyo, Japan, The United Nations University World Hunger Programme, 1980. (Food and Nutrition Bulletin Supplement 4) (WHTR-3/UNUP-129).
 26. Ott, L. **An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis**. Belmont, California, Duxbury Press, 1977.
 27. Deschamps, I. Peas and beans. In: **Processed Plant Protein Foodstuffs**. A. M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press, Inc., Publishers, 1958, p. 717-735.
 28. Muindi, P. J., S. Thomke & R. Ekman. Effect of Magadi soda treatment on the tannin content and *in vitro* nutritive value of grain sorghums. *J. Sci. Food Agric.*, **32**: 25-34, 1981.
 29. Price, M. L., L. G. Butler, J. C. Rogler & W. R. Featherston. Overcoming the nutritionally harmful effects of tannin in sorghum grain by treatment with inexpensive chemicals. *J. Agric. Food Chem.*, **27**: 441-445, 1979.
 30. Walker, A. F. & N. Kochhar. Effect of processing including domestic cooking on nutritional quality of legumes. *Proc. Nutr. Soc.*, **41**: 41-51, 1982.
 31. Meyer, E. W. Soy protein concentrates and isolates. In: **Proceedings of International Conference on Soybean Protein Foods, held at Peoria, Illinois, October 17-19, 1966**. Peoria, Illinois, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, 1967, p. 142-154.
 32. Geervani, P. & F. Theophilus. Effect of home processing on the protein quality of selected legumes. *J. Food Sci.*, **45**: 707-710, 1980.
 33. Hackler, L. R., D. B. Hand, K. H. Steinkraus & J. P. Van Buren. A comparison of the nutritional value of protein from several soybean fractions. *J. Nutr.*, **80**: 205-210, 1963.

34. Sathe, S. K., S. S. Deshpande & D. K. Salunkhe. Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates. **J. Food Sci.**, 47: 491-497, 502, 1982.
35. Patwardhan, V. N. Utilization of vegetable and animal protein in human subjects. Some obscure aspects. In: **Meeting Protein Needs of Infants and Children**. Washington, D. C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1961, p. 393. (Publication No. 843).

CONCENTRADOS PROTEINICOS DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis*, Jacquin), PROCESO DE EXTRACCION Y PROPIEDADES FUNCIONALES

*Emperatriz Pacheco de Delahaye*¹

Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía
Universidad Central de Venezuela,
Maracay, Estado Aragua, Venezuela

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio con miras a obtener y caracterizar un concentrado proteínico a partir de la torta desgrasada de almendra de la palma africana, el cual se comparó con una harina de soya comercial. La torta de palma africana procedía de una industria nacional, como subproducto de la extracción de aceite de dicha palma.

Seguidamente se determinó el contenido de humedad, proteína, grasa, fibra cruda y cenizas de la torta de palma africana. Luego se estudiaron y fijaron las condiciones óptimas para la extracción y precipitación de las proteínas, las cuales fueron las siguientes: pH de extracción, 11.4; solvente, NaOH 0.06 M; relación harina/solvente, 1:20 g/ml; tiempo de extracción, 20 minutos con agitación magnética, y un pH de precipitación de 5.3. El concentrado proteínico obtenido contenía 66.50% de proteína; 0.07% de grasa; 0.90% de fibra cruda y 3.20% de cenizas. Se analizaron las propiedades funcionales siguientes: solubilidad según el pH; absorción de agua (250); absorción de aceite (175); actividad de la emulsión (27.2) y estabilidad de la emulsión (13.6). La autora concluye que el concentrado proteínico tiene una buena absorción de agua y aceite comparado con la harina de soya; la emulsión, sin embargo, fue muy inestable al calor.

INTRODUCCION

Grandes sectores de población de los países en vías de desarrollo, sufren los efectos de una alimentación deficiente, en especial en lo que a la cantidad y calidad del contenido proteínico se refiere. Proyecciones basadas en las tendencias estimadas de demanda y suministro de alimentos, indican que si esas tendencias no experimentan cambios, el problema de

Manuscrito original recibido: 5-11-84.

1 Profesora en las Cátedras de Química Analítica y Tecnología de Cereales y Leguminosas, respectivamente, Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Apartado 4779, Maracay, Estado Aragua, República de Venezuela.

la falta de proteínas se magnificará (1). Las tortas de oleaginosas, subproductos de la fabricación de aceite comestible, representan una importante fuente proteínica, sobre todo por las características nutricionales y funcionales que pueden aportar sus proteínas a los alimentos a los que se añaden (2-4).

La obtención de concentrados y aislados proteínicos a partir de tortas desgrasadas de oleaginosas, permiten elaborar productos de alto contenido proteínico y, además, minimizar los factores antinutricionales que limitan el uso de las mismas (5-7).

La búsqueda de nuevas fuentes de proteína de buena calidad para consumo humano y a un costo accesible, utilizando subproductos de la industria nacional (Venezuela), fue el factor que generó esta investigación. Se presentan los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio a que se sometieron para determinar las condiciones óptimas de extracción y precipitación de proteína de la almendra de la palma africana, a partir de la torta, subproducto de una industria situada en la región central de Venezuela, el cual se utiliza para alimentación animal. El objetivo primordial de este trabajo fue la obtención de un concentrado proteínico, y estudiar las principales propiedades funcionales de su proteína, a fin de determinar la factibilidad de utilizarlo como ingrediente en la elaboración de alimentos.

MATERIALES Y METODOS

La torta de palma africana que se usó en el estudio provenía de una fábrica localizada en Yaracuy, Venezuela. Antes del prensado, las semillas de palma africana se colocan en una especie de silo, donde la temperatura se eleva a 100°C aproximadamente, con la finalidad de reducir la humedad, y para facilitar la extracción del aceite.

Preparación de la Harina

El alto contenido de grasa de la torta impedía su molienda, motivo por el cual la extracción del aceite se hizo usando el método del Soxhlet (8). Una vez desgrasada, la torta se sometió a un proceso de molienda y cernido, valiéndose de un molino Udy "ciclón sample mill". El cernido se hizo a través de un tamiz de 60 mallas, obteniéndose una harina de color marrón claro.

Todos los experimentos se efectuaron con un mismo lote de harina, del cual se tomaron muestras que fueron almacenadas en frascos de vidrio sellados hasta el momento de su utilización. Los análisis químico proximales se llevaron a cabo según las técnicas descritas por la AOAC (9).

Procedimientos

Con la finalidad de extraer las proteínas de la harina, se efectuaron análisis para fijar las condiciones óptimas de extracción, específicamente: concentración de NaOH; relación de harina-solvente, tiempo óptimo de extracción y modo de agitación (10), y pH de precipitación (11).

Preparación del Concentrado

Fijadas las condiciones óptimas, se procedió a preparar el concentrado, según el esquema que ilustra la Figura 1. Al concentrado obtenido se le determinó su composición química y las siguientes propiedades funcionales: solubilidad de la proteína según el pH (12); actividad y estabilidad de la emulsión (13); absorción de agua (14), y absorción de aceite (15). Como patrón de comparación de sus propiedades funcionales se utilizó una harina de soya elaborada a nivel comercial.

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química proximal de la harina se detalla en la Tabla 1, donde cada resultado es el promedio de tres determinaciones. Esta harina fue utilizada para los análisis del trabajo aquí descrito.

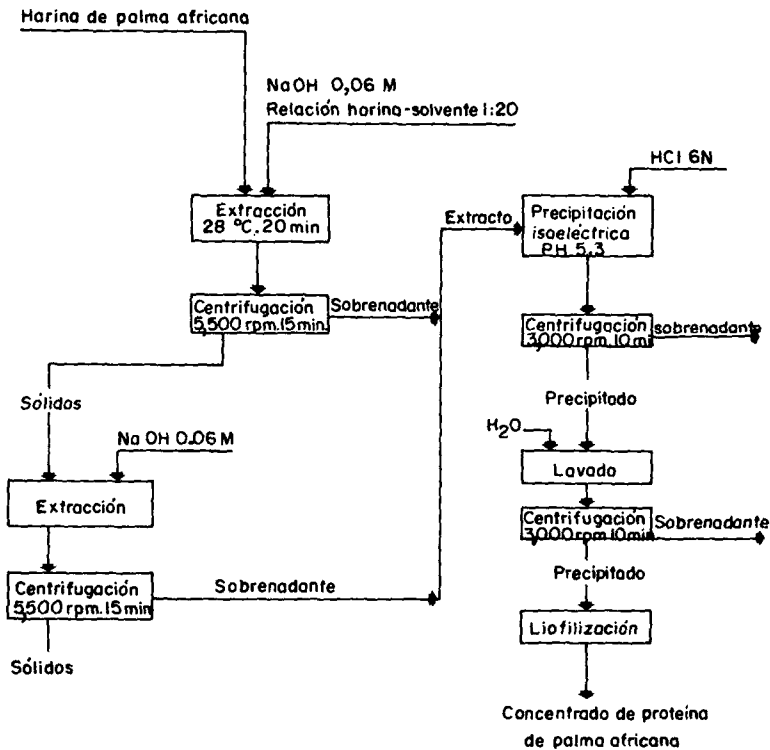


FIGURA 1

Diagrama esquemático para la elaboración de un concentrado proteínico de palma africana por extracción alcalina

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LA HARINA DE PALMA AFRICANA

Determinación	
Humedad	7.80
Proteína (N x 6.25)	17.00
Grasa	0.6
Fibra cruda	15.80
Cenizas	6.20

Extracción de las Proteínas

En primer lugar y según se observa en la Tabla 2, a partir de una concentración de 0.06 M de NaOH, la extracción de la proteína tiende a estabilizarse, extrayéndose 23.2% de proteína soluble. Por ello, se escogió como la concentración proteínica de extracción, 0.06 M de NaOH. Respecto a la temperatura, los análisis se llevaron a cabo a 25°C. El pH a la concentración de 0.06 M de NaOH fue de 11.4, el cual se fijó como el pH de extracción.

TABLA 2

EFECTO DE LA CONCENTRACION DE NaOH SOBRE LA EXTRACCION DE LAS PROTEINAS DE LA HARINA DE PALMA AFRICANA

Concentración de NaOH (M)	% de proteína solubilizada
0.01	2.1
0.02	10.5
0.03	15.2
0.04	23.0
0.06	23.2
0.10	24.3

(M) = moles/l.

Relación de Harina-Solvente

Los resultados de esta experiencia se especifican en la Tabla 3. La relación de 1:80 (g de harina/ml de solvente) fue la que permitió alcanzar la extracción máxima de proteína. Como esta relación resulta ser poco práctica para efectuar extracciones, al pasar a trabajar a nivel de planta piloto, se eligió la relación de 1:20, la cual permite extraer el 95.5% de proteína, en contraste con la obtenida en la relación de 1:80.

TABLA 3

**EFFECTO DE LA RELACION DE HARINA-SOLVENTE SOBRE LA
EXTRACCION DE PROTEINAS DE LA HARINA DE PALMA AFRICANA**

Harina/solvente (g/ml)	% de proteína solubilizada
1:10	8.5
1:20	23.0
1:30	23.2
1:40	23.6
1:60	24.1
1:80	24.2

Solvente: NaOH 0.06 M.

Tiempo de Extracción y Modo de Agitación

De acuerdo con los resultados obtenidos en estos experimentos (Tabla 4), los primeros 20 minutos fueron suficientes para extraer gran parte de la proteína soluble (alrededor de 97% de la proteína extraída a 60 minutos); después de dicho término, la cantidad de proteína extraída por unidad de tiempo fue cada vez menor. La agitación magnética resultó mejor que una agitación violenta con licuadora.

Solubilidad según el pH

Como lo revelan los resultados del estudio de la influencia del pH en la solubilidad de la proteína a partir del extracto alcalino en el intervalo de pH comprendido entre 3 y 8.1, dentro de ese intervalo el pH de mínima solubilidad fue 5.3 según lo muestra la Tabla 5, por lo que se acordó fijar 5.3 como el pH de precipitación.

TABLA 4

**EFFECTO DEL TIEMPO DE EXTRACCION Y TIPO DE AGITACION SOBRE
LA EXTRACCION DE PROTEINAS DE LA HARINA DE PALMA AFRICANA**

Modo de agitación	Minutos	% de proteína extraída
Licuadora	5	10.8
Agitador magnético	20	23.1
Agitador magnético y licuadora	20 1	23.4
Agitador magnético	60	24.2

Solvente: NaOH 0.06 M.

Relación de harina-solvente, 1:20.

TABLA 5

**EFFECTO DEL pH SOBRE LA SOLUBILIDAD PROTEINICA DE LA
HARINA DE PALMA AFRICANA**

pH	3	4.2	5.0	5.3	6.1	7.0	8.1
o/o de proteína solubilizada	20.5	8.3	4.8	4.6	5.8	10.5	18.5

Propiedades Funcionales de la Proteína

Fijados los parámetros óptimos para extraer la cantidad máxima de proteína de la harina de almendra de la palma africana se procedió a obtener el concentrado proteínico, cuya composición química proximal se comparó con la harina de soya, tal como lo indica la Tabla 6. El concentrado fue sometido a varios análisis tendientes a determinar ciertas propiedades funcionales, ya que según lo indica Frazen (16), éstas reflejan la composición, conformación e interacción de las proteínas con otros componentes alimenticios.

TABLA 6

**COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL CONCENTRADO PROTEINICO
DE PALMA AFRICANA, Y DE LA HARINA DE SOYA**

Determinación	Concentrado de palma africana	Harina de soya
Proteína (N x 6.25)	66.50	57.58
Grasa	0.07	1.06
Fibra cruda	0.90	3.24
Cenizas	3.20	6.72

Solubilidad

El efecto del pH en la solubilidad del concentrado proteínico se presenta en la Tabla 7. El máximo de proteína solubilizada, según se aprecia del examen de los datos, fue de 80.00/o al pH de 12, y la solubilidad mínima fue de 2.30/o al pH de 5.3.

Es probable que la baja solubilidad del concentrado, al compararlo con la harina de soya en el intervalo de un pH de 4 a 6 —que corresponde a la mayoría de los alimentos— se deba a que la estructura de la proteína es afectada por la temperatura durante el proceso industrial de extracción del aceite, como lo señalan Anglemier (17) y Buckle y Silva (18).

TABLA 7

EFECTO DEL pH SOBRE LA SOLUBILIDAD PROTEINICA DEL
CONCENTRADO DE PALMA AFRICANA, Y HARINA DE SOYA

pH	3.1	4.2	5	5.3	6.2	7.0	8.1	9.2	10.6	12.0
o/o de PS de palma africana	35.4	10.1	6.1	2.3	5.6	18.5	31.8	45.8	68.1	80.0
o/o de PS de harina de soya	38.5	9.8	19.9	—	63.6	69.1	73.7	75.4	78.2	—

o/o de PS = Proteína solubilizada.

Actividad y Estabilidad de la Emulsión

El concentrado proteínico de palma africana acusó baja actividad de la emulsión, en contraste con las proteínas de harina de soya. En efecto, la estabilidad de la emulsión resultó ser muy baja, pues las fases comenzaron a separarse a los 30 minutos de formada la emulsión (Tabla 8). Es posible que esto se haya debido a la baja solubilidad de las proteínas, ya que según Kinsella (3) y Volkert y Klein (19), existe una relación directamente proporcional entre la solubilidad y la habilidad de la proteína de formar una emulsión del tipo aceite-agua.

TABLA 8

PROPIEDADES EMULSIFICANTES DEL CONCENTRADO PROTEINICO
DE PALMA AFRICANA, Y HARINA DE SOYA

Muestra (V/P)*	Actividad de la emulsión (o/o)	Estabilidad de la emulsión (o/o)
Concentrado de palma africana	27.2	13.6
Harina de soya	48.5	47.7

* El valor representa la relación volumen/peso (V/P).

En la Tabla 9 se dan a conocer los hallazgos resultantes de medir la absorción de agua del concentrado (250^o/o) y absorción de aceite (175^o/o); estos valores son mayores que los obtenidos con la harina de soya. Según los resultados, el concentrado de palma africana tiene buena capacidad de absorber agua, dado que sus proteínas son capaces de absorberla en grandes cantidades. Ello se debe a los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua y los grupos polares de las cadenas proteínicas. El con-

TABLA 9

**ABSORCION DE AGUA Y ACEITE DEL CONCENTRADO PROTEINICO
DE PALMA AFRICANA, Y HARINA DE SOYA**

(V/P)*	Concentrado de palma africana	Harina de soya
Absorción de agua, o/o	250	230
Absorción de aceite, o/o	175	125

* El valor representa la relación volumen/peso (V/P).

centrado presenta buena capacidad de absorber aceite, probablemente a causa de la presencia de grupos lipofílicos en las moléculas proteínicas.

Esta buena capacidad de absorber agua y aceite le imparte al concentrado de palma africana un uso potencial, que podría ser el de su incorporación en mezclas de harinas comestibles.

SUMMARY

OIL PALM (*Elaeis guineensis*, Jacquin) PROTEIN CONCENTRATE, EXTRACTION PROCESS AND FUNCTIONAL PROPERTIES

A study was carried out for the purpose of obtaining and characterizing a protein concentrate obtained from defatted oil palm cake using alkaline extraction, and compare it with a commercial soy meal. The oil palm cake came from a national industry as a subproduct of the oil extraction of the palm kernels.

The moisture, protein, fat, crude fiber and ash content of the oil palm was then determined. The optimum conditions for extraction and precipitation of the proteins were selected. These were the following: extraction at pH, 11.4; adding NaOH 0.06 M solvent; a meal/solvent relation of 1:20 g/ml and extraction time, 20 minutes with magnetic agitation, and precipitation at pH 5.3. The protein concentrate obtained contained: 66.50% protein; 0.07% fat, 0.90% crude fiber, and 3.20% ashes. Then the following functional properties were analyzed: solubility, according to the pH; water absorption (250); oil absorption (175); emulsion activity (27.2), and stability (13.6).

The author concludes that the protein concentrate has good water and oil absorption when compared to soymeal; the emulsion, however, was found to be unstable to heat.

BIBLIOGRAFIA

1. Necesidades de Energía y de Proteínas. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos. Roma, 22 de marzo - 2 de abril de 1971. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1973, 138 p. (Reuniones sobre Nutrición de la FAO, No. 52; Serie de Informes Técnicos de la OMS No. 522).

2. Jaffé, W. G. & J. F. Chávez. El posible uso de la harina de ajonjolí para fines comestibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **21**: 31, 1971.
3. Kinsella, J. E. Functional properties of soy protein in food: a survey. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **7**: 219-280, 1976.
4. Spadaro, J. J. & H. K. Gardner. Food uses for cottonseed proteins. *JAOCS*, **56**: 422, 1979.
5. Berardi, L. C., W. H. Martínez & C. J. Fernández. Cottonseed protein isolate: Two-step extraction procedure. *Food Technol.*, **23**(10):75-82, 1969.
6. Lawhon, J. T., S. H. C. Linc, L. W. Rooney, C. M. Cater & K. F. Mattil. Utilization of cottonseed whey protein concentrate produce by ultrafiltration. *J. Food Sci.*, **39**: 183, 1974.
7. Kinsella, J. E. Functional properties of soy proteins. *JAOCS*, **56**: 242-258, 1979.
8. American Oil Chemists Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS**. Rev. 1969, corrected 1979. Chicago, Ill., The Society.
9. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
10. Mayorga, H., E. Quintanilla, J. González, A. Arzú, J. F. Menchú & C. Rolz. Extracción y precipitación de proteína de semilla de algodón por vía húmeda. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **23**: 55-77, 1973.
11. Molina, A. **Evaluación de las Características Físicas y Químicas de los Aislados de Proteínas Obtenidos a Partir de las Tortas de Ajonjolí y Algodón**. Tesis de grado. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, 1980.
12. Rivas, N., J. Dench & J. Caygill. Nitrogen extractability of sesame (*Sesamum indicum*, L.) seed, and the preparation of two protein isolates. *J. Sci. Food Agr.*, **32**(6):565-571, 1981.
13. Yasumatsu, K., K. Sweda, S. Moritaka, M. Misaki, J. Toda, T. Woda & K. Ishii. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agr. Biol. Chem.*, **37**: 719-727, 1972.
14. Wang, J. C. & J. E. Kinsella. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.*, **41**: 286-292, 1976.
15. Lin, M. J. Y., E. S. Humbert & F. W. Sosulski. Certain functional properties of sunflower meal products. *J. Food Sci.*, **39**: 368-370, 1974.
16. Franzen, K. L. **The Preparation, Functional Characterization, and Uses of Chemically Derivated Food Protein**. Tesis doctoral (Ph. D. in Food Technology). Cornell University, Ithaca, New York, 1976.
17. Anglemier, A. F. Amino acids and proteins. En: **Principles of Food Science**. O. R. Fenema (Ed.). Part I. New York, N. Y., Marcel Dekker, Inc., 1977, p. 243-277.
18. Buckle, S. T. & G. Silva. Aislados de proteínas a partir de tortas de algodón colombianas. *Tecnología*, **17**(95): 17, 1975.
19. Volkert, M. & B. Klein. Protein dispersibility and emulsion, characteristics of four soy products. *J. Food Sci.*, **44**(1): 93-96, 1979.

INDUSTRIAL CORN FLOUR ENRICHMENT WITH WHOLE AMARANTH FLOUR AND MILLING FRACTIONS IN CORN-BASED PRODUCTS¹

A. Sánchez-Marroquín² and S. Maya²

National Academy of Sciences and Instituto de Investigaciones Agrícolas (NAS-INIA) Project on Amaranth
México D. F., México

SUMMARY

Whole flour and milling fractions of raw amaranth seeds were used in 90:10, 80:20 and 50:50 mixtures with industrialized corn flour (MINSA) to prepare tortillas and arepas, basic nutritional foods in several Latin American countries. The three corn-amaranth mixtures showed a good protein and fat content as well as amino acid profile, and presented adequate physical characteristics for making tortillas.

Amaranth whole flour and commercial corn flour mixtures in the proportion of 80:20 and 50:50 were found suitable for the preparation of arepas. Protein and fat content were substantially improved, with no changes in organoleptic characteristics.

The Mexican type of *Amaranthus cruentus*, selected due to its availability and bromatologic properties, yielded products of excellent nutritional quality, according to their amino acid content and protein efficiency ratio (PER). The protein-rich (1R) and starchy (2-R) fractions obtained by air classification, also yielded good results when substituting amaranth flour. The afore-mentioned flours and air-classified fractions of the 50:50 mixtures proved to be adequate in gruel preparations when used in 1:8 and 1:12 dilutions, as they improved their organoleptic characteristics. Flakes and extrudates were also used, yielding products with a 13.3 – 15% protein content, 1.7-3.7% fat, and 65.2-74.2% carbohydrates. In addition, extrudates were utilized to prepare snacks of better nutritional quality than existing similar commercial products.

Improvement of the tortilla's mineral and fatty acid contents was achieved in every case. Enrichment of this product with whole amaranth flour is, therefore, recommendable for use in programs aimed at improving the nutritional status of the population.

Manuscrito modificado recibido: 27-5-85.

- 1 Financial support for this research was kindly provided by the U.S. National Academy of Sciences/National Research Council, through a grant-in-aid from the U.S. Agency for International Development.
- 2 From the NAS/INIA Project on Amaranth. The main author's actual address is: Miami 40, Mexico D. F. 03810, Mexico.

INTRODUCTION

In Central America, Mexico, Venezuela and Colombia, as well as in other countries from the so-called Third World, several products basically prepared from corn, are consumed as a basic staple. Thus, interest in large-scale production of commercial corn flours (dehydrated corn dough) and other similar types, has increased. At the same time, a great number of methods have been amply studied for the enrichment of corn dough with other flours, in order to increase its nutritional value. This fact was recently discussed by Feria-Morales and Pangborn (1) in the case of tortillas, and by Salazar de Buckle, in regard to arepas (2). This goal, however, is not always achieved, as the following observations have been made. First, the organoleptic quality and characteristics of the final products are indeed inferior to those of traditional products. Second, their price is prohibitive for the marginal populations for whom they are intended, or else, due to a number of reasons, they are not accepted by the potential consumers. On the other hand, concomitantly there exist domestic technologies, such as in the case of the Mexican tortilla, as well as in other Central American countries, whose traditional processing has been cited as an example by Bender and Bender (3). One of these technologies, designated commercial "nixtamalization" (alkaline grain treatment and ulterior dough dehydration), has been carried out in large scale in Mexico, Costa Rica and in the United States of America, since it allows easy and fast tortilla preparation, both mechanically in commercial tortillerías, as well as at the domestic level. Likewise, dehydrated flours for domestic or industrial products made from arepas are now regularly obtained in Colombia and Venezuela for greater popular consumption.

Some of these flours were used in the research work herein discussed, to experimentally produce these basic Latin American foods. Other corn-based products from industrially manufactured flours, in combination with whole amaranth and fractions flour mixtures, have also been prepared as described in previous papers (4, 5).

MATERIALS AND METHODS

The amaranth seeds belonged to the Mexican type of *A. cruentus* and the Mercado Aztec types of *A. hypochondriacus*, according to the terminology of the Rodale Research Center (6). The raw seeds were subjected to grinding in a CeCoCo mill with a No. 40 mesh, so as to obtain whole flour, and to a Simpactor mill (with a 60 mesh) – in combination with a Raymond air separator – for the obtention of two fractions: the first, of high-protein content, which we have labelled 1-R (35% yield), and the other, of starchy nature, the 2-R (65% yield), as indicated elsewhere (7-12).

The amaranth flour used in every case was prepared with raw seeds previously cleaned in a rice cleaner. Flours from amaranth seeds which had been processed through alkaline treatment, as well as those prepared with popped amaranth seeds were also tested through the use of a popper designed by the Rodale Research Center.

Corn and amaranth flours, and the protein and starchy amaranth

milling fractions in 90:10, 80:20 and 50:50 proportions were used for the preparation of tortillas. Corn flour was treated according to the traditional alkaline Mexican procedure (8, 9), or by using the commercial dehydrated flour, Minsa, which is industrially prepared by CONASUPO, National Company of Popular Subsistences of the Mexican Government. The final stage for the preparation of tortillas was carried out in a Celorio device, domestic kind, while arepas were prepared manually.

In the case of the latter (arepas), only three commercial Venezuelan flours were employed. The "Amarilla" type was finally selected, and arepas were prepared according to the procedure indicated by the producing company. The process, however, was adjusted to those described by South American researchers (2, 10). The difference between the procedure used for the preparation of arepas and that accustomed for tortillas, is that the first includes previous separation by mechanical maceration of the corn into germ and endosperm, with elimination of the former. Due to this reason, and because of the avoidance of the calcium hydroxide treatment, the resulting product proves to be inferior in nutritional quality with respect to the tortilla (3, 11). Tortillas and arepas were subjected to an ulterior thermic treatment to "cook" them on both sides, and to improve their taste, by using a metallic sheet electrically heated.

The mixtures of corn flour with either amaranth flour or its fractions (1-R and 2-R) were selected to prepare other products, as done in previous works (4, 7, 12).

Flakes preparation required the use of a Buflovack rotatory drum, and that of the extrudates, a Wenger extruder, X-5 Model, as described in other papers (7, 12, 13). The operation conditions are indicated in the following section (See Tables 12 and 13).

Both staples and final products were subjected to a proximate analysis, according to the usual methods (14); carbohydrates were calculated by difference.

Amino acid determinations and biological tests to determine the protein efficiency ratio (PER), were carried out as described in other articles (4, 7, 12), as well as the rheologic studies (12, 15) and subjective sensory assays (12).

Mineral determination was done by atomic absorption, and that of fatty acids, by gas chromatography. These determinations were carried out according to the Official Methods of Analysis of the AOAC (14).

Physical characteristics of the tortilla prepared with the above-mentioned corn-amaranth mixtures, were determined according to the usual unpublished methods of CONASUPO. Chemical analyses were carried out following the procedures of the AOAC (14).

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the proximate analysis of the "masa" (corn dough), Minsa and "Amarilla" corn flours, as well as the whole amaranth flour and 1-R and 2-R fractions of the types of amaranth used. The Mercado type is superior in protein content to the Aztec type and the Mexican type of

TABLE 1
 PROXIMATE ANALYSIS OF STARTING MATERIALS
 (expressed in %)o

Flour	Moisture	Protein	Fiber	Fat	Ash	Carbohydrates
Corn:						
Masa (corn dough)	10.7	8.6	0.9	2.8	1.9	74.1
Minsa (Mexico)	10.8	8.6	2.3	2.3	1.7	74.3
"Amarilla" (Venezuela)	10.6	7.5	0.6	1.9	1.3	78.1
Amaranth:						
<i>A. hypochondriacus</i>						
Mercado (whole flour)	10.1	17.8	5.1	3.2	2.1	61.7
Mercado 1-R (fraction)	9.0	29.0	6.9	11.1	4.0	40.0
Mercado 2-R (fraction)	10.3	8.1	1.4	2.7	1.1	76.4
Aztec (whole flour)	7.4	15.1	5.9	5.1	3.1	63.4
<i>A. cruentus</i>						
Mexican (whole flour)	6.6	15.3	6.2	6.7	2.9	57.9

A. cruentus. Nevertheless, whole amaranth flour and 1-R and 2-R fractions pertaining to the Mexican type of *A. cruentus* were selected for the experiments on account of the availability of seeds, and because *A. hypochondriacus* had been previously studied for the same purpose, as already reported (4). Fraction 1-R has a 29% protein content, 11% fat, and only 40% carbohydrates.

The amylograph curves of the 80:20 mixture of Minsa flour and raw amaranth seeds in contrast to the 50:50 mixture used for the preparation of arepas, as well as the Minsa flour alone and commercial corn flour which did not undergo the nixtamalization process, are shown in Figure 1. As may be appreciated, their rheological behavior was similar to that observed by Ramírez-Velazquez (16). The data also reveal that gelatinization values did not approach a pasting peak, but instead reached a high degree of viscosity. Likewise, viscosity increased in the corn flour which underwent the lime-treatment process when compared to untreated corn flour. This was probably due to a calcium cross-linking which prevented starch granules and protein from swelling and collapsing (17). Also, the temperature for maximum viscosity between both corn flours has a difference of approximately 20°C.

In the 50:50 mixture, viscosity might be higher than 900 B.U. at a 1:8 dilution, but when compared to processing at intermediate moisture (26 to 30%) and constant temperature (90°C), a decrease in viscosity was observed in the experiments performed by Smith (18) and Smith *et al.* (19). It was also present in those assays conducted by Salazar de Buckle (2) in the case of processed corn, for the preparation of arepas. Extrusion processing applied in the preparation of arepas, as well as the characteristics of the flours do not depend only upon the degree of starch

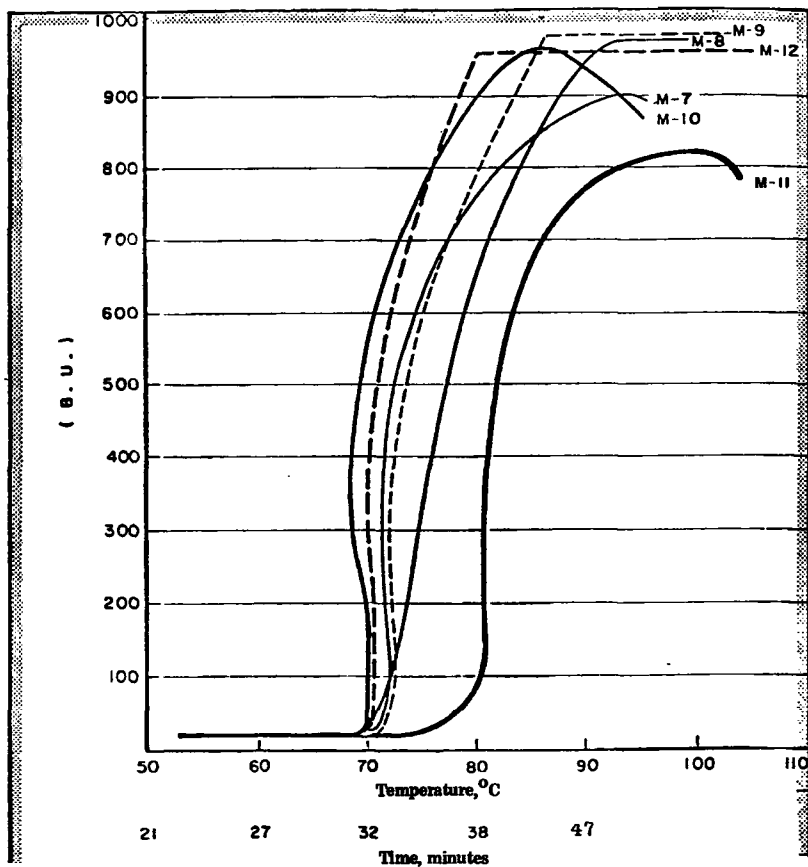


FIGURE 1

Amylograph curves of corn + amaranth mixtures. M-7, "Amarilla" + amaranth whole flour (50:50); M-8, Minsa + 1-R fraction (80:20); M-9, Minsa + 2-R fraction (80:20); M-10, fraction 2-R alone; M-11, corn flour; Minsa flour (lime-treated, dehydrated corn flour).

modification, but also on the type of modification, according to moisture content and temperature (19).

Tortillas and Arepas

Table 2 presents the main data concerning preparation of tortillas when enriched with whole amaranth flour and air-classified fractions (*A. cruentus*, Mexican type), in contrast to the regular processing of Minsa flour. Results were acceptable in every case according to the evaluation methods of the Minsa firm. Table 3, however, shows that only the 90:10 mixtures prepared with whole amaranth flour or with 2-R fractions

TABLE 2

PROCESSING DATA ON AMARANTH-ENRICHED TORTILLAS

Blends	Formula	Moisture o/o	Water absorption (lt/kg)	Dough yield (kg/kg)	Tortilla yield (kg/kg)	Granulometry yield, o/o	
						Mesh 60-80	Mesh 100
Minsa + amaranth whole flour	80:20	12.1	1.1	2.05	1.48	21-26	37
Minsa + amaranth whole flour	90:10	9.9	1.2	2.14	1.51	20-24	42
Minsa + amaranth 1-R	80:20	11.7	1.1	2.05	1.48	16-29	41
Minsa + amaranth 1-R	90:10	12.5	1.1	2.06	1.47	18-24	30
Minsa + amaranth 2-R	80:20	10.3	1.0	1.95	1.46	22-23	35
Minsa + amaranth 2-R	90:10	11.3	1.1	2.06	1.46	18-20	44
Minsa (blank)	100:0	10-11.3	1.2-1.25	2.1-2.18	1.47-1.50	25*	

* The 30-60 and 80-100 blending, were ground to 25 mesh.

TABLE 3
MAIN CHARACTERISTICS AND SELECTED FORMULAS OF AMARANTH-ENRICHED TORTILLA

Blends		Pliability ("correa")	Adhesiveness	Penetrometry	Color ^a	Flavor ^b	Protein o/o	Fat o/o	Selections
M ^c + AWF ^d	80:20	17	15	178	B	T	11.9	2.8	Second
	90:10	20	17	198	Cr	T	11.3	2.9	First
M ^c + Am 1-R	80:20	20	18	184	B	Sd	15.4	4.5	—
	90:10	21	18	186	B	Sd	12.3	3.6	—
M ^c + Am 2-R	80:20	12	11	176	Cr	T	9.1	2.2	Third
	90:10	10	11	145	Cr	T	9.1	2.5	Third
Commercial tortilla (blank)		12-14	13-17	192-200	Y	T	9.5-10.6	2.9	—

^aB = Brownish; Cr = cream; Y = yellow.

^bSd = Slightly different; T = tasteless.

^cMinsa = Lime-treated corn flour.

^dAWF = Amaranth whole flour prepared from raw seeds.

display the required characteristics for industrial regulations. Tortillas made with the 1-R fraction have sometimes a slightly different taste from that of traditional tortillas, but this difference disappears when amaranth previously undergoes the nixtamalization process, or when the formula is modified to 95:5.

The main chemical and physical analyses of arepas, depicted in Table 4, indicate that products made with mixtures of commercial corn flour (Minsa or Venezuelan) and whole amaranth flour, are superior in protein and fat content than the corn "masa" and commercial flours (Table 1). Color, texture, shelf life and taste properties, in contrast, are within the traditional values of the Venezuelan arepas (2, 10, 11, 18).

Addition of the 1-R protein fraction to corn flour yields better results in regard to composition; yet, the afore-mentioned slight difference in taste, prevails.

Likewise, substitution of amaranth flour by the protein of the 1-R fraction in the 80:20 formula for the preparation of tortillas and arepas, represents a great advantage; it increases the protein content in a lower product quantity, without altering the main distinctive characteristics, except for the slightly different taste.

Table 5 presents aminograms pertaining to the 80:20 and 50:50 Minsa and raw amaranth whole flour mixtures, as well as those of the tortillas and arepas prepared with them, in comparison to mixtures of corn and amaranth flours alone. The FAO/WHO 1973 values (20) for children and adults are also included. As may be observed, almost all of the registered amino acid values are superior in the amaranth mixtures, considering references such as those from Bressani and Scrimshaw (21), in the case of tortillas, Chávez and Pellet (22), for arepas, and those of corn (23) and for amaranth (23). From a practical point of view, formula 80:20 is commendable for economic reasons. No amino acid determinations were made in the final products. However, the PER values of the 80:20 amaranth-Minsa mixture and of the 1-R-Minsa tortillas, were very close to that of casein.

Sulfur amino acids and total aromatic amino acids (4.8 and 7.5–7.8, respectively) are also higher in amaranth mixtures. As to the FAO/WHO requirements, it may be observed that the mixtures comply with them in all the essential amino acids, except for lysine, insofar as children's requirements. Regardless of the fact that such amino acid might not be available, protein efficiency tests (PER and NPR, Table 6) in general terms agree with our previous statement, bearing in mind that lysine addition does not increase the PER in tortillas prepared with a 3.60/o amaranth protein mixture, in diets which require lysine, this being a limiting factor (25). On the other hand, the value of lysine at 4.3 g/16 g N is comparable to that of 4.04 g/100 g of available lysine in Trejo-Gonzalez, Feria-Morales and Wild-Altamirano's best combination (26): corn + wheat + beans + rice + potatoes. Differences in PER values for corn dough (Table 6), according to Del Valle, Montemayor and Bourges (27), differ from those given in references (5, 17, 29).

The mineral and fatty acid contents (Tables 7 and 8) are also quite acceptable in selected corn + amaranth mixtures, when compared to values given by other researchers (4, 5, 14, 28-31). Calcium, phosphorus, and oleic and linoleic acids, are particularly high.

TABLE 4

MAIN CHEMICAL AND PHYSICAL DATA OF TRADITIONAL AND
AMARANTH-ENRICHED AREPAS

Blends	Formula	Protein, N x 6.25 o/o	Fat o/o	Color	Texture ^b	Shelf life (days)	Flavor ^c
None (dough)	Traditional	8.6	2.8	White	100	2	9.0
Minsa + AWF ^a	80:20	9.0	2.5	White	85	2-3	8.0
Minsa + AFW ^a	50:50	11.5	2.8	White	80	2-3	8.0
Amarilla (Ven.) + AWF ^a	80:20	10.3	2.2	White	90	2-4	9.0
Amarilla (Ven.) + AFW ^a	50:50	12.0	2.6	White	90	2-4	8.0

^a Amaranth whole flour.

^b Texture on 100 score for traditional products.

^c Flavor score: 9 = like extremely; 1 = dislike extremely.

TABLE 5

AMINO ACID ANALYSIS OF MINSA + AMARANTH BLENDS, TORTILLA AND AREPA

g/16 g N	Minsa + amaranth		FAO/WHO (1973)		Tortilla ^a	Arepa ^b	Corn ^c	<i>Amaranthus cruentus</i> ^d
	50:50	80:20	Children	Adults				
Aspartic acid	7.6	7.1	—	—	6.2	6.0	5.7	—
Threonine	3.4	3.3	4.0	1.4	3.0	3.3	3.3	3.6
Serine	5.6	5.1	—	—	4.2	5.4	4.4	5.9
Glutamic acid	16.2	16.7	—	—	19.0	21.4	19.9	31.3
Proline	5.7	7.3	—	—	10.1	10.3	8.8	9.7
Glycine	5.7	4.6	—	—	4.8	2.9	3.4	3.9
Alanine	4.9	5.9	—	—	8.8	8.6	7.3	3.3
Cysteine	2.3	2.4	—	—	0.9	1.8	—	2.4
Valine	4.7	4.9	5.0	2.0	4.8	4.8	4.7	4.6
Methionine	2.5	2.5	—	—	1.9	1.5	2.0	2.3
Isoleucine	3.7	3.6	4.0	2.0	4.5	3.6	3.3	4.0
Leucine	8.1	10.1	7.0	2.8	9.6	14.6	12.5	5.7
Tyrosine	3.5	3.6	—	—	3.8	4.5	4.3	3.2
Phenylalanine	4.1	4.3	—	—	3.8	5.1	4.8	4.7
Histidine	2.8	2.9	1.4	—	2.4	3.2	2.8	2.6
Lysine	4.3	3.5	5.5	2.4	2.9	1.9	2.4	5.5
Arginine	7.0	5.7	—	—	4.2	3.8	4.3	4.4
Total sulfur	4.8	4.9	3.5	2.6	2.8	3.4	—	—
Tryptophan	1.1	0.8	1.0	0.7	0.5	0.5	0.7	—

^a Bressani and Scrimshaw (21).

^b Chavez and Pellet (22).

^c Greene *et al.* (23).

^d Carlson, R. (24).

TABLE 6

**PROTEIN EFFICIENCY RATIO OF TRADITIONAL AND AMARANTH
OR SOYBEAN FLOUR-ENRICHED TORTILLAS**

Blend, o/o	Formula	PER	Reference
Corn dough	Traditional	1.60	(5)
Corn dough + AWF*	80:20	1.74	(5)
Minsa + amaranth whole flour	80:20	2.14	(5)
Minsa + popped amaranth	80:20	2.40	(5)
Casein	—	2.63	
Minsa + 1-R	80:20	2.2	This paper
Minsa + 2-R	80:20	1.5	This paper
Casein	—	2.5	This paper
Corn dough 100	Traditional	1.56—1.65	(29)
Raw corn	—	1.33	(29)
Casein	—	2.50	(29)
Corn dough + popped amaranth + lysine	Traditional	2.32	(25)
Corn dough 100	Traditional	0.98	(15)
Corn dough + soy flour + methionine + lysine	—	2.80	(15)
Casein	—	2.74	(15)
Minsa + soy flour	90:100	1.45	(27)
Corn dough 100	Traditional	2.62	(27)
Casein	—	3.40	(27)

* AWF = Amaranth whole flour.

TABLE 7

MINERAL CONTENT OF MINSA + AMARANTH BLENDS, TORTILLAS

Minerals mg/100 g	Minsa + AWF		Minsa (blank) 100:0
	90:10	80:20	
Calcium	33.0	40.0	34.2
Copper	0.2	0.2	—
Iron	3.2	3.2	2.4
Phosphorus	283.4	370.5	274.9
Magnesium	26.2	26.6	23.8
Manganese	0.4	0.8	0.2
Potassium	32.0	34.0	28.0
Zinc	1.2	1.4	1.0

AWF = Amaranth whole flour.

TABLE 8
FATTY ACIDS CONTENT (o/o) OF MINSA + AMARANTH
BLENDS TORTILLAS

Blends	Formula	Palmitic (C16:0)	Stearic (C18:0)	Oleic (C18:1)	Linoleic (C18:2)
Minsa + AWF	90:10	15.4	3.5	37.5	43.6
Minsa + AWF	80:20	16.3	3.8	38.8	41.0
Minsa (blank)	100:0	13.5	6.9	42.2	37.3

AWF = Amaranth whole flour.

On the other hand, gruel preparation with the 50:50 mixture of Minsa corn flour and whole amaranth flour, or with the 1-R and 2-R fractions in 1:8 and 1:12 dilutions (Tables 9 and 10, respectively) yield similar and even better results as those of commercial products. The same applies in regard to protein content, when the initial slight sour taste is eliminated by adding small quantities of powdered milk.

TABLE 9
MAIN CHARACTERISTICS OF MINSA + AWF 50:50 BLENDS FOR
GRUELS (dil. 1:8)

Blends	^o Brix	Color	Flavor	Moisture o/o	Protein o/o	Fat o/o	Ash o/o
Minsa + AWF, raw	3.0	White	Corn	87.9	1.3	0.8	0.3
Minsa + AWF, toasted	3.2	Cream	Nutty	87.2	1.3	0.8	0.3
Minsa + fraction 1-R	2.0	Golden	Slightly bitter ^a	83.3	1.9	1.3	0.5
Minsa + fraction 2-R	3.0	White	Tasteless	85.0	1.0	1.7	0.2

a Disappears at dilution 1:12.

Flakes and Extrusion Cooking

Preparation of flakes and extruded products with the 50:50 mixtures under the conditions indicated in Tables 11 and 12, yielded satisfactory results. Products obtained from toasted amaranth-seed flour (Table 13) displayed a higher protein and fat content. This was also observed when *Amaranthus caudatus* or quinoa flour were employed (13), or when wheat

TABLE 10

CHEMICAL COMPARISON OF CORN-AMARANTH AND COMMERCIAL GRUELS

Gruels ^a	Moisture o/o	Protein (N x 6.25) o/o	Fat o/o	Ash o/o
Minsa + 1-R (50:50)	85.3	1.4	1.2	0.5
Maizena	92.9	0.7	0.4	—
Soyatole	92.5	0.9	0.4	0.2
Colombian formula ^b	84.8	0.5	0.5	0.2

Minsa + 1-R + Powdered (50:50) milk				
1 + 1	85.5	2.8	1.1	0.5
3 + 1	85.4	2.9	1.4	0.6
5 + 1	84.9	4.6	1.3	0.7

a Dilution 1:8.

b Reference (2).

TABLE 11

VACUUM DRUM-DRYER OPERATIONS FOR THE PREPARATION OF CORN AND AMARANTH BLENDS

Conditions	Selected operations	
	1	2
Blend, kg	1	1
Water, lt	7	8
Boiling (min)	5	5
Test time (min)	55	30
Rate, kg/hr	8.7	18
Drum speed, rpm	3	3
Steam pressure, kg/cm ²	1.1	1.8
Pressure, mm Hg	160	160

Final product, g	340	450
Flakes characteristics	Small, Brittle	Large, Resistant

flour from toasted seeds was used for comparative purposes.

Diverse snack variations and gruels with a 13-15% protein content were prepared with extruded corn plus amaranth 50:50 blends (flour

and milling fractions), with the addition of sugar cane, vegetable oils, salt, chile, pepper, etc., according to the usual resources in food technology. Each of these products exhibited some nutritional qualities (Tables 9 and 13), therefore being recommendable for use as complements in school-feeding programs. Some of those products are mentioned elsewhere (12, 13, 32, 33).

TABLE 12

EXTRUSION-COOKING OPERATIONS FOR CORN AND AWF 50:50 BLENDS

Conditions	Selected operations	
	1	2
Blend, kg	5	5
Sugar, g	—	250
Salt, g	75	—
Water, ml	625	625
Temperature, °C	25	25
Rate, kg/hr	5	5
Time, min	60	63
Rpm	420	420
Temperature, °C	110	110
Final product, g	5,030	5,400
Expansion	VG ^a	G ^b
Quality	VG	VG

a Very good.

b Good.

In conclusion, the 50:50 mixture of Minsa flour and whole amaranth raw-seed flour approaches the ideal protein established by FAO/WHO in 1973 in regard to amino acid content, as shown in Table 5. Consequently, it is suggested that it be used for preparing arepas, gruels, and snacks.

The use of formula 80:20 (both amaranth whole flour and air-classified fraction mixtures) seems advisable to prepare tortillas (Tables 2 and 6), thus sparing corn in the corresponding proportion, which could then be liberated for other uses. These facts must be seriously taken into consideration, bearing in mind the scarcity conditions of corn and cereals which prevail in the majority of the countries of the so-called Third World.

TABLE 13

PROXIMATE ANALYSIS OF MINSA AND AWF FLAKES AND EXTRUDED PRODUCTS FROM 50:50 BLENDS

Products	Moisture o/o	Protein (N x 6.25) o/o	Ash o/o	Fat o/o	Fiber o/o	Carbohydrate o/o
Minsa + AWF (flakes) raw	4.3	13.3	2.1	1.7	1.4	72.2
Minsa + AWF (extruded) raw (50:50)	10.9	13.5	2.1	2.2	2.7	68.6
Wheat flour + AWF (flakes) toasted (50:50)	5.7	15.0	1.8	2.2	1.1	74.2
Wheat flour + AWF (extruded) toasted (50:50)	11.4	14.5	2.0	3.7	3.2	65.2

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to express their appreciation to Eng. R. Otal, from the MICONSA-CONASUPO Industrial Plant, for performing three of the tests presented in Table 3; to Mary Issa, for some of the data shown in Table 4, and to Miss Melva López, for the data in Tables 9 and 10.

RESUMEN

ENRIQUECIMIENTO INDUSTRIAL DE HARINA DE MAIZ CON HARINA INTEGRAL DE AMARANTO Y FRACCIONES DE MOLIENDA EN PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE MAIZ

Se utilizó harina integral y fracciones de la molienda de semillas crudas de amaranto, en mezclas de 90:10, 80:20 y 50:50 con harina industrializada de maíz (MINSA), para la elaboración de tortillas y arepas, constituyentes nutricionales básicos de la dieta habitual en varios países latinoamericanos. Las tres mezclas de maíz-amaranto acusaron un buen contenido de proteína y grasa, así como de su perfil de aminoácidos, y presentaron características físicas adecuadas para la confección de tortillas.

Se encontró que las mezclas de harina integral de amaranto y harina de maíz comercial, en la proporción de 80:20 y 50:50, eran adecuadas para la preparación de arepas. La proteína y grasa mejoraron substancialmente, sin que sus características organolépticas sufriesen cambio alguno.

El tipo mexicano de *Amaranthus cruentus*, seleccionado por su disponibilidad y propiedades bromatológicas, rindió productos de calidad nutricional excelente, según

los datos referentes al contenido de aminoácidos e índice de eficiencia proteínica (PER). Las fracciones 1-R (rica en proteína) y 2-R (amilácea), obtenidas mediante clasificación por corriente de aire, también rindieron buenos resultados al sustituir por harina de amaranto. Las harinas mencionadas y las fracciones de las mezclas clasificadas por corriente de aire en la proporción de 50:50, demostraron ser adecuadas para la elaboración de atoles, al utilizarse a las diluciones de 1:8 y 1:12, ya que las características organolépticas mejoraron.

También se usaron hojuelas y extruidos que rindieron productos con un contenido proteínico de 13.3-15.0%; grasa, 1.7-3.70%; y carbohidratos, 65.2-74.20%. Los extruidos se utilizaron además para preparar refrigerios de mejor calidad nutricional que los productos comerciales existentes.

En todos los casos se logró mejorar el contenido de minerales y ácidos grasos de la tortilla. Se recomienda, por consiguiente, el enriquecimiento de este último producto con harina integral de amaranto, para uso en programas orientados a mejorar el estado nutricional de la población.

BIBLIOGRAFIA

1. Feria-Morales, A. & R. M. Pangborn. Sensory attributes of corn tortillas with substitutions of potato, rice and pinto beans. *J. Food Sci.*, **48**:1124, 1983.
2. Salazar de Buckle, T. Maize foods. In: *Tropical Food*. Vol. 2. G. Inglett (Ed.) 1978, p. 637-657.
3. Bender, A. E. & D. A. Bender. Las vitaminas. El ejemplar caso de la tortilla mexicana. En: *Enciclopedia Salvat de la Salud*, Vol. 4. Barcelona, 1980, p. 68-69.
4. Sánchez-Marroquín, A., S. Maya & J. L. Pérez. Agroindustrial potential of amaranth in Mexico. En: *Proceedings, Second Amaranth Conference*. Emmaus, Pa., Rodale Press, Inc., 1979, p. 95.
5. Sánchez-Marroquín, A. Dos cultivos olvidados, de importancia agroindustrial: el amaranto y la quinua. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **33**: 11-32, 1983.
6. Kauffman, C. S., N. N. Bailey, B. T. Volak, L.E. Weber & N. R. Volk. *Amaranth Grain Production Guide*. Rodale Research Center. Emmaus, Pa., Rodale Press, Inc., 1984.
7. Sánchez-Marroquín, A., S. Maya & M. V. Domingo. Milling procedures and air classification of amaranth flour. *Arch. Latinoamer. Nutr.* (Sometido para publicación).
8. Bressani, R., S. V. Castillo & M. A. Guzmán. Corn flours. The nutritional evaluation of processed whole corn flours. *J. Agric. Food Chem.*, **10**: 308-312, 1962.
9. Del Valle, F. R. Producción industrial, distribución y mercadeo de la harina para tortillas en México. En: *Mejoramiento Nutricional del Maíz*. Ricardo Bressani, J. Edgar Braham y Moisés Béhar (Eds.). Memorias de una Conferencia de nivel internacional celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 6 al 8 de marzo de 1972. Guatemala, C. A., Talleres Gráficos del INCAP, octubre de 1972, p. 60-86.
10. Cuevas, R., P. M. Rivero & G. Paredes. Characterization of the granulometric fractions of precooked corn for Venezuelan arepa preparation. CIEPF, Venezuela. Presentado en: *43rd Annual IFT Meeting*. New Orleans, La., June 19-22, 1983.
11. Jaffé, W. G. Nota sobre el maíz como alimento humano. *Acta Científica Venezolana*, **1**(4): 165, 1950.
12. Sánchez-Marroquín, A., M. V. Domingo, S. Maya & G. Saldaña. Amaranth flour

- blends and fractions for baking applications. **J. Food Sci.**, 50: 788-793, 1985.
13. Sánchez-Marroquín, A. Procesamiento del amaranto en México. Comparación nutricional del amaranto y la quinua. En: **Mémoire de la Mesa Redonda Internacional sobre Cultivos Andinos**, 1983, p. 143-150.
 14. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
 15. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the AACC**. St. Paul, Minn., The Association, 1983.
 16. Ramírez-Velásquez, F. **Application of the Indian Idli Fermentation to Production of Mexican Tamales and South American Arepas, from Corn, Soybean and Amaranth**. M. S. Thesis, Cornell University, Ithaca, N. Y., 1983.
 17. Tonella, M. L., M. Sánchez & G. Salazar. Corn-based fortified products. In: **Proceedings, 42nd Meeting of the IFT**. Las Vegas, June 22-25, 1982.
 18. Smith, O. B. Versatility of texturizing by extrusion cooking. Presented at: **67th Annual Meeting of the American Institute of Chemical Engineering**. Washington, D. C., December 2nd, 1974.
 19. Smith, O. B., T. S. de Buckle, A. M. de Sandoval & G. E. González. Production of pre-cooked corn flours for arepa-making using an extrusion cooker. **J. Food Sci.**, 44: 816-819, 1979.
 20. **Energy and Protein Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO *Ad Hoc* Expert Committee, Rome, 22 March - 2 April, 1971. Published by FAO and WHO, Geneva, 1973, 118 p. (FAO Nutritional Meetings Report Series No. 52, and WHO Technical Report Series No. 522).
 21. Bressani, R. & N. S. Scrimshaw. Effect of lime treatment on *in vitro* availability of essential amino acids and solubility of protein fractions in corn. **J. Agric. Food Chem.**, 6: 774-778, 1958.
 22. Chávez, J. F. & P. L. Pellet. Protein quality of some representative Latin American diets by rat bioassay. **J. Nutr.**, 106: 792-801, 1976.
 23. Green, J. R., J. T. Lawhon, C. M. Carter & K. F. Mattil. Protein fortification of corn tortillas with oilseed flours. **J. Food Sci.**, 41: 656, 1976.
 24. Carlson, R. Quantity and quality of amaranth grain from plants in temperate, cold and hot, and subtropical climates. In: **Proceedings, Second Amaranth Conference**, Rodale Research Center, Kutztown, Pa., September 11-13, 1978. Emmaus, Pa., Rodale Press, Inc., 1979, p. 48-58.
 25. Tovar, R. & K. J. Carpenter. The effects of alkali-cooking of corn supplementation with amaranth seed on its deficiencies in lysine and tryptophan. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 32: 961-972, 1982.
 26. Trejo-González, A., Feria-Morales, A. M. & C. Wild-Altamirano. The role of lime in the alkali treatment of corn for tortilla preparation. In: **Modification of Proteins**. R. E. Feeney and J. R. Whitaker (Eds.). **Adv. Chem. Series**, 198: 245, 1982.
 27. Del Valle, F. R., E. Montemayor & H. Bourges. Industrial production of soy-enriched tortilla flour by lime cooking of whole raw corn-soybean mixtures. **J. Food Sci.**, 41: 349, 1976.
 28. Hunt, L. F., N. L. Ostegard, L. P. Carrol., B. Hsieh, R. Brown & V. Gladney. Iron, thiamine, riboflavin, and niacin content of corn tortillas made in Los Angeles, California. **Ecol. Food Nutr.**, 7: 37, 1978.
 29. Bressani, R., B. Murillo & L. G. Elías. Whole soybeans as a means of increasing protein and calories in maize-based diets. **J. Food Sci.**, 39: 577-580, 1974.
 30. Hernández, M., A. Chávez & H. Bourges. **Valor Nutritivo de los Alimentos Mexi-**

- canos. México, 1980 (Publicación L-39 del Instituto Nacional de la Nutrición de México).
31. Bressani, R., R. Paz y Paz & N. S. Scrimshaw. Corn nutrient losses. Chemical changes in corn during preparation of tortillas. **J. Agric. Food Chem.**, **6**: 770-774, 1958.
 32. Sánchez-Marroquín, A., M. V. Domingo, A. Torres & S. Maya. Semolina fortification with amaranth whole flour for pasta and snack products. In: **Proceedings, Third Amaranth Conference**. Rodale Research Center, Kutztown, Pa., September 11-13, 1984. Emmaus, Pa., Rodale Press, Inc., 1984.
 33. Sánchez-Marroquín, A. Perspectivas biotecnológicas del sistema amaranto. En: **Memoria del Primer Seminario Nacional del Amaranto**. Chapingo, México, 25 a 27 de octubre, 1984.

GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN
EN
SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL

**SISTEMA DE VIGILANCIA ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL
EN BRASIL**

El Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (SIVAN) de Recife –Capital del Estado de Pernambuco, en el nordeste del Brasil– es el primero a llevarse a la práctica en el país. El Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN) promueve la puesta en marcha de sistemas regionalizados, técnica y económicamente viables, como una primera etapa hacia el logro de un sistema nacional de vigilancia de la situación nutricional.

1. Introducción

El SIVAN se ha iniciado utilizando la información existente, con el propósito de obtener experiencia en el flujo y análisis de datos, con posibilidad de ampliarla por medio de investigaciones específicas.

Como primer paso se procedió a hacer un *diagnóstico de la información nutricional existente*, que era factible de incorporar al Sistema y cuya viabilidad de producción podía comprobarse. Se estableció una serie de requisitos para orientar su selección y se procedió a verificar la mecánica de su producción: el lugar y el responsable de la recolección, los instrumentos de registro, el flujo seguido por el dato y su procesamiento, así como la fuente directa del dato (organismo productor) y la indirecta (organismo compilador).

Algunas de las conclusiones relevantes derivadas del diagnóstico fueron las siguientes. Un SIVAN no debe pretender corregir la irracionalidad de los sistemas de salud; sin embargo, puede ser un instrumento que permita mejorar el servicio, pero siempre dentro de la estructura establecida, y deberá ser fácilmente adaptable a los cambios que vayan ocurriendo en los servicios de salud. Fueron patentes la necesidad de entrenamiento del personal involucrado, de una reglamentación para la sustitución del mismo, de equipo adecuado y suficiente, de un instrumento uniforme de registro de los datos, y de un tratamiento estadístico de los mismos.

El diagnóstico incluyó también la información existente en los sectores económico, social, agrícola, alimentario, educacional y de salud, útiles para explicar y prevenir el deterioro de la situación alimentaria-nutricional. En todos los sectores se diagnosticó la falta de un trabajo sistematizado de asociación entre las variables socioeconómicas y las propias del estado nutricional. En el sector salud, la deficiencia de los registros de morbilidad y otras fuentes de información hace imposible su utilización. En cuanto a la información agrícola y alimentaria, el diagnóstico inicial reveló que existen datos periódicos disponibles sobre producción de alimentos y costo. En el área económica se cuenta con el índice de precios al consumidor (por alimento y por grupo de alimentos) para la Ciudad de Recife, el índice nacional, salario mínimo, tasa de desempleo y otros índices. En el sector educación (no incluido en la primera fase de implementación del SIVAN) únicamente están disponibles datos de asistencia escolar y el coeficiente de crecimiento de matrícula.

2. Población-objetivo del SIVAN

La población-objetivo ha sido definida en función de los criterios de riesgos biológicos y sociales y en función de la accesibilidad a las fuentes de información y medios de operacionalización. Incluye los grupos de menores de 12 años, madres embarazadas y lactantes, por ser los grupos de más alto riesgo nutricional. En una primera etapa el SIVAN se ha limitado a los niños menores de cuatro años y madres embarazadas.

Por otro lado, se ha establecido un criterio de vulnerabilidad social que permite definir la población-objetivo del Sistema en función del ingreso familiar (el universo establecido son las familias con un ingreso familiar hasta de siete salarios mínimos).

3. Funcionamiento del SIVAN

La puesta en marcha del Sistema sigue dos etapas cronológicamente distintas. En la primera participan las Unidades de Salud y la población atendida de niños menores de cinco años y madres embarazadas. La segunda etapa cubrirá la red de escuelas con niños de cinco a 11 años y las Unidades de Salud con las madres lactantes.

Considerando los aspectos económicos y presupuestarios, se acordó iniciar la implantación del Sistema solo en ocho Unidades de Salud de la Ciudad de Recife cuya selección se hizo teniendo en cuenta el volumen de población atendida, su localización dentro o cercana a los bolsones de pobreza, y su infraestructura y recursos humanos. Progresivamente irán incorporándose al SIVAN nuevas Unidades.

Como al inicio del Sistema no hubiese sido realista exigir a las Unidades de Salud que procedieran a la toma y registro de las medidas antropométricas y al diagnóstico nutricional de los integrantes de los dos grupos a riesgo seleccionados, se tomó una muestra aletoria y sistemática de los niños menores de cinco años que acuden a la Unidad de Salud, cualquiera que sea el motivo de consulta. La composición de la muestra de embar-

zadas se hizo por sorteo aleatorio sistemático. A medida que el SIVAN vaya progresando se aumentará la muestra hasta alcanzar un nivel de precisión que permita interpretar las variaciones mensuales.

3.1 *Fuente de datos*

El personal responsable, debidamente entrenado, recoge en cada Unidad de Salud los datos antropométricos (peso, talla y edad), los registra y calcula el grado de desnutrición (peso/edad y peso/talla). El estado nutricional es recalculado por la unidad central del SIVAN, la que controla la calidad de los datos y precisa el diagnóstico hecho por la Unidad de Salud, redefine —si es necesario— los puntos críticos de los indicadores, y almacena los datos desagregados en un banco de datos.

La tasa de hemoglobina (cianometahemoglobina) y el retinol sérico (técnica de Bessy-Lowrie) se calculan en una muestra sistemática de la población infantil menor de cinco años y de embarazadas que acuden a las ocho Unidades de Salud. La xeroftalmia se detecta mediante la observación de los signos oculares, y es confirmada por dos profesionales capacitados de la propia Unidad de Salud. Los casos positivos se refieren al servicio médico para su diagnóstico definitivo.

Los datos de peso, talla y semanas de gestación son recogidos en las Unidades de Salud, donde se hace la clasificación de la gestante con más de ocho semanas de gravidez.

Mensualmente el SIVAN procesa y analiza los datos, los que envía a cada Unidad de Salud en forma de tablas consolidadas, de manera que éstas presentan información resumida de la situación nutricional de las personas atendidas. Asimismo, el nivel central del Sistema difunde información a las instituciones participantes en el SIVAN, así como a otras entidades interesadas.

El Sistema contempla el desarrollo de un mecanismo de retroalimentación como respuesta efectiva a su producción y medio de prestación de información. En este sentido, el Sistema clasifica las informaciones según los intereses de los usuarios, y sus archivos serán organizados de forma que se tenga acceso rápido a los mismos.

4. *Estructura del SIVAN*

Las siguientes instituciones participan en el Sistema: Instituto de Alimentação e Nutrição (INAN), Fundação Joaquim Nabuco (FUNDAJ), la Superintendência Regional do Instituto Nacional de Assistência Médica e Previdência Social (INAMPS), Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Secretaría de Saúde, Secretaría de Agricultura y Secretaría de Educação del Estado de Pernambuco. También colaboran en el SIVAN como entidades responsables de actividades complementarias, la Agência Regional do Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) y la Delegacia Regional do Ministério da Saúde.

4.1 *Operacionalización del Sistema*

La coordinación y la supervisión nacional está a cargo del INAN que tiene la responsabilidad de procesar las evaluaciones de la eficiencia y la eficacia del Sistema, contando con la participación de las instituciones involucradas en el SIVAN. A nivel regional y local la Fundación Joaquim Nabuco (Depto. de Estadística Aplicada) es la responsable de la coordinación y supervisión, así como el procesamiento de los datos (Depto. de Estadística Aplicada y Centro de Procesamiento de Datos).

La ejecución del Sistema la cumple cada uno de los sectores e instituciones locales responsables de la producción de datos: Salud e INAMPS por medio de sus Unidades de Salud respectivas; Educación; y Agricultura.

Las encuestas dietéticas permitirán determinar el consumo de alimentos y la adecuación de calorías y de nutrientes, particularmente de proteínas, hierro y vitamina A. Se tiene programado realizar las encuestas semestralmente (la primera se llevó a cabo en junio de 1985), utilizando el método estratificado para seleccionar las familias del área de influencia de las Unidades de Salud integradas al SIVAN, independientemente de su frecuencia de asistencia a dichas Unidades.

Debido a la falta de confiabilidad en el registro y a la heterogeneidad de los instrumentos existentes, el Ministerio de Salud y el INAN han desarrollado una ficha (Cartão da criança) que permitirá uniformizar el registro de datos y controlar el crecimiento ponderal del niño. Esta ficha se entrega a la madre. Concomitantemente se espera que cada Puesto de Salud lleve su propia ficha o historia, con el mismo gráfico de crecimiento ponderal. Entre tanto, ya que se están utilizando los formularios existentes en las instituciones participantes en el Sistema, el SIVAN ha elaborado un sello (carimbo) que se estampa en cada formulario donde se registran los datos biológico-nutricionales (edad, peso, talla, índice peso/edad, índice peso/talla, meses de gestación, hemoglobina, retinol, xerofthalmia) y el motivo de consulta.

Como la carencia de personal auxiliar es habitual en los Servicios de Salud, el SIVAN asigna una persona debidamente capacitada en cada Unidad de Salud; es ella quien recoge y registra la información correspondiente y la transcribe a la ficha especialmente diseñada para el computador. Este nombramiento es transitorio, y se ha hecho únicamente para facilitar la organización de las Unidades durante la fase inicial de implementación del Sistema.

4.2 *Flujo de datos*

Una vez verificados los datos recogidos y su registro, las fichas de transmisión se remiten a la unidad central del SIVAN para su procesamiento, independientemente de los cálculos y clasificaciones hechos en la Unidad y Puesto de Salud. Los miembros de la unidad central del SIVAN supervisan la recolección y transmisión de datos a nivel local.

Los resultados de los análisis bioquímicos son transmitidos desde el laboratorio (Depto. de Nutrición, Universidad Federal de Pernambuco) al nivel central. Este último los registra en la cinta magnética donde se almacenan y, paralelamente, este nivel central los envía a la Unidad o Puesto de Salud correspondiente.

El SIVAN utiliza los recursos humanos existentes en las instituciones participantes. Solo en caso de que esté justificado se utilizará y mantendrá personal complementario.

El *Comité central*, formado por representantes de los sectores participantes y supervisado por el Coordinador del Sistema, debe interpretar la información mensualmente y evaluar la marcha del SIVAN. Para este propósito el Comité cuenta con dos comisiones: una *comisión de análisis e interpretación de datos* integrada por técnicos en nutrición y estadística, con apoyo de especialistas específicos cuando el problema lo requiera; y otra *comisión de evaluación del funcionamiento del Sistema* a cargo de la capacitación de personal, del flujo y calidad de los datos y de la difusión interna de los resultados. Esta segunda comisión está constituida por representantes de Salud, Educación, Agricultura, y de la Fundación Joaquim Nabuco.

4.3 *Subsistemas de información*

El SIVAN está conformado por dos subsistemas, el subsistema de informaciones nutricionales, y el subsistema de informaciones socioeconómicas.

El subsistema de informaciones nutricionales está formado por los datos que producen las Unidades de Salud (antropométricos y clínicos) y por el Depto. de Nutrición de la UFPE (bioquímicos y dietéticos).

El subsistema de informaciones socioeconómicas reúne los datos e informaciones útiles para el SIVAN, los que en una fase posterior serán incorporados al Sistema. Las fuentes de estos datos e información los constituyen cada una de las instituciones y organismos participantes en el SIVAN.

4.4 *Supervisión y evaluación continua del SIVAN*

Un miembro del nivel central del Sistema supervisa periódicamente a las Unidades de Salud, con una serie de tareas específicas. Asimismo, se ha fijado una serie de parámetros para evaluar la eficiencia del Sistema, al igual que la eficacia del mismo, a los dos años de funcionamiento.

Se pretende calcular el costo de funcionamiento del SIVAN, con el fin de llegar a conocer su costo-beneficio, y así, estimar si la eficacia del Sistema irá aumentando en proporción con el incremento del costo.

(Preparado con la información proporcionada por los profesionales: L. P. Sampaio Pires de Castro, A. Odísio Neto, H. Simões Duarte y A. Rissin de Albuquerque Cavalcanti, Fundação Joaquim Nabuco; M. A. Ferraz de Lucena, Universidade Federal de Pernambuco; y J. Dricot, FAO, Recife, Estado de Pernambuco, Brasil).

FICHERO BIBLIOGRAFICO

- Brand, E. N. Nutrition monitoring and research in the Department of Health and Human Services. *Public Health Rep.*, 99(6): 544-549, 1984.
- Brown, G. E. National nutrition monitoring system: A congressional perspective. *J. Am. Diet. Assoc.*, 84(10): 1185-1189, 1984.
- Callaway, C. W. National Nutrition Monitoring System (Commentary). *J. Am. Diet. Assoc.*, 84(10): 1179-1180, 1984.
- Forbes, A. L. & M. G. Stephenson. National nutrition monitoring system: implications for public health policy at FDA. *J. Am. Diet. Assoc.*, 84(10): 1189-1193, 1984.
- Jelliffe, D. B. & E. F. Jelliffe. Nutritional assessment at village level. *J. Trop. Pediatr.*, 30(6): 290-292, 1984.
- Monteiro, C. A. Critérios antropométricos no diagnostico da desnutrição en programas de assistência à criança. *Rev. Saúde Pública*, 18(3): 209-217, 1984.
- Nutrition Surveillance: Global Trends in Protein-energy Malnutrition Prevalence. *WHO Wkly Epidem. Rep.*, 59(25): 189-192, 1984.
- Otenso, G. L. National nutrition monitoring system: a historical perspective. *J. Am. Diet. Assoc.*, 84(10): 1181-1185, 1984.

Ayude a mantener dinámico el grupo SVAN informándolo permanentemente sobre manuscritos que hayan salido a luz, proyectos en desarrollo, y eventos realizados o programados.

José Aranda-Pastor
Coordinador

NUEVOS LIBROS

En esta oportunidad, reseñaremos dos libros que la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó recientemente, los que consideramos de interés para nuestros lectores.

Cantidad y Calidad de la Leche Materna. — Informe sobre el estudio en colaboración con la OMS acerca de la lactancia natural. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1985, 78 p. más cuatro anexos (ISBN 924 354 201 X)

En Viena, en 1971, con ocasión del 13o. Congreso Internacional de Pediatría, se señaló la conveniencia de realizar un estudio multinacional sobre la lactancia natural. Al año siguiente, bajo los auspicios del Centro Internacional de la Infancia, se celebró en Abidjan un coloquio sobre el tema en el que se convino, entre otras cosas, que la OMS tomase la iniciativa en la organización de dicho estudio. También se recomendó que el estudio se ejecutara en dos fases, la primera se ocuparía de la prevalencia y duración de la lactancia natural, y la segunda del volumen y composición de la leche materna. A comienzos de 1973, la OMS decidió poner en práctica esas recomendaciones, y poco tiempo después se inauguró la primera fase del estudio. Esa fase se completó en 1976 y la OMS publicó los resultados en 1981, en un libro titulado *Modalidades de la Lactancia Natural en la Actualidad*.

A continuación se elaboraron planes para comenzar la segunda fase, en la que se investigaría más específicamente el volumen y la composición de la leche materna. Este segundo estudio, cuyos resultados se exponen en el libro que nos ocupa, se estima muy oportuno, dadas las cuestiones planteadas en los últimos años acerca de la conveniencia de la lactancia natural en los países en desarrollo, en circunstancias que no siempre favorecen el mejor estado nutricional y el mejor funcionamiento fisiológico de la madre.

Se sabe desde hace algún tiempo que las madres de los países en desarrollo tienden a producir menos leche que las madres de los países desarrollados. Por otro lado, la mayor parte de la información recogida hasta ahora indica que las variaciones en la composición de la leche materna que pueda haber entre las madres de ambas regiones (países desarrollados y las que viven en países en desarrollo) no modifican significativamente el valor nutritivo de la leche, sobre todo en lo que concierne a su valor energético. No obstante, casi toda esa información ha sido recogida utilizando métodos diferentes, y no es estrictamente comparable, por lo cual es de dudoso valor. Se ha insistido reiteradamente en que para poder comparar los datos de diversas partes del mundo, será preciso que los métodos utilizados por los diversos investigadores estén rigurosa-

mente normalizados. Lo mismo se aplica a la determinación de los diversos componentes de la leche materna, y es de particular importancia en lo que a la determinación de los oligoelementos se refiere. Sólo mediante esa rigurosa normalización de los métodos se podrán comparar los datos sobre la cantidad y calidad de la leche materna de diferentes grupos étnicos que viven en distintas condiciones ecológicas y económicas y que probablemente tienen hábitos nutricionales diferentes.

En este volumen se comunican los resultados del estudio relativo a la cantidad de leche materna, su composición en cuanto a nitrógeno proteínico y no proteínico, lactosa, grasa, lactalbúmina y lactoferrina, y vitaminas A y C, así como a las concentraciones de plaguicidas. En un volumen ulterior se comunicarán los resultados de las determinaciones de minerales y oligoelementos.

El libro abarca un total de seis capítulos: 1 - Introducción. 2 - Cantidad y composición de la leche materna: revisión de las publicaciones. 3 - Plan de estudio en colaboración de la OMS. 4 - Estudio de la cantidad de leche materna. 5 - Estudio de la composición y calidad de la leche materna, y 6 - Resumen y conclusiones. Al final consta una sección destinada a la Bibliografía, así como cuatro anexos. Anexo 1. Cuadros adicionales. Anexo 2. Directrices para los formularios de registro. Anexo 3. Procedimiento de determinación de peso y recogida de muestras para análisis, y Anexo 4. Métodos de laboratorio, inspección de la calidad y comunicación de los resultados.

Los interesados en obtener este libro pueden solicitarlo directamente a las Oficinas Centrales de la OMS, en la siguiente dirección:

Organización Mundial de la Salud
1211 Ginebra 27
Suiza

Tratamiento y Prevención de la Diarrea Aguda. Pautas para los instructores de agentes de salud. — Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1985, 23 p. y cinco Anexos (ISBN 92 4 354200 1)

Estas pautas son una modificación de un documento procedente de la OMS (inédito WHO/CDD/SER/80.1). El presente texto constituye la base técnica del módulo titulado Tratamiento de la Diarrea en el Curso de Capacitación de Supervisores del Programa de la OMS de la Lucha contra las Enfermedades Diarreicas.

Se divide en cinco partes, y a cada parte le sigue una lista de los conocimientos esenciales que debe poseer un agente de salud para la prevención y el tratamiento de la diarrea. Los 14 conocimientos esenciales aparecen resumidos en el Anexo 5. El Anexo 7 contiene un diagrama de tratamiento de la diarrea, en el que se resume el enfoque terapéutico. Este diagrama puede adaptarse a las condiciones locales y los agentes de salud deben contar con él como referencia en todo momento.

Este documento también puede obtenerse de la OMS, y toda correspondencia debe dirigirse a:

Lucha contra las Enfermedades Diarreicas
Organización Mundial de la Salud
1211 Ginebra 27
Suiza

OTRAS PUBLICACIONES

Con particular agrado hemos recibido a título de obsequio, un ejemplar de la nueva revista científica **FOOD REVIEWS INTERNATIONAL (FRI)**, cuyo primer número se perfila ya como valiosa fuente de consulta. Bajo la hábil dirección de los Editores Generales, Dres. Roy Teranish e Irwin Horstein, se publica en inglés a razón de tres números por volumen. Cuenta con una Junta Editorial integrada por 21 miembros, entre quienes figura el Editor General de *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.

El Editorial de este primer número de FRI dice así:

La curva de crecimiento de la población mundial proyectada (gráfica) predice que en menos de un tercio de siglo ésta se duplicará de 4 a 8 billones, dramático crecimiento poblacional que, a su vez, requerirá el doble de alimentos. La satisfacción de esta necesidad requerirá grandes esfuerzos: un incremento en la producción de alimentos, una disminución en las pérdidas postcosecha, mejoras en el procesamiento de alimentos que aseguren una mayor aceptabilidad de los mismos, y mejor calidad nutricional e inocuidad de los alimentos procesados.

La Revista reunirá en una sola publicación las revisiones de los adelantos más recientes preparadas por expertos internacionales en las diversas disciplinas que contribuyen a incrementar la disponibilidad y aceptabilidad de alimentos. Es así como FRI puede jugar un rol catalítico, llevando a los lectores información clave en muchas disciplinas relacionadas con los alimentos, en particular para aquéllos que deben tomar decisiones críticas y a cuyo cargo esté el determinar las políticas de acción.

Las revisiones abarcarán producción agrícola, procesamiento de alimentos, y aceptabilidad de los mismos. También examinarán las relaciones entre los alimentos y la nutrición y salud, al igual que los diversos problemas alimenticios en países desarrollados y en aquéllos en proceso de desarrollo. Sus revisiones se centrarán en áreas en las que los conocimientos no se utilizan plenamente, donde se suscitan cambios rápidos, y donde las innovaciones pueden ser recompensadoras.

Se abraza la esperanza que la interacción entre la información que a través de estas revisiones se proporcione, y la propia competencia de sus lectores, se traduzca en la disponibilidad de conocimientos capaces de contribuir a la solución técnica de los críticos problemas que en forma global se presentan en materia de alimentos.

Los interesados en suscribirse a esta Revista pueden obtener la información del caso dirigiéndose a *Food Reviews International* — Marcel Dekker Inc., 280 Madison Avenue, New York, New York 10016, USA.

Cabe agregar que la suscripción asciende a la suma de US\$95.00 por año, y hay una tasa de descuento para profesionales y estudiantes que hacen de su costo US\$63.00 anuales.

NOTAS

CAMPAÑA MUNDIAL CONTRA LA DEFICIENCIA DE VITAMINA A de la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas 1985 — 1995

Este relevante Programa fue inaugurado por la OMS durante la reunión internacional que sobre ceguera nutricional se celebró los días 10 y 11 de octubre de 1985 bajo los auspicios del Comité Administrativo en Coordinación de las Naciones Unidas. Estuvieron presentes Representantes de Organismos de las NU y Agencias Bilaterales, así como de organizaciones no gubernamentales.

Previo a su inicio, la OMS hizo circular una atractiva carpeta que contiene un mensaje del Director General, Dr. Halfdan Mahler, que acompaña a un interesante folleto preparado por la OMS que se intitula "La vitamina A salva la vista" muy explicativo acerca del por qué de este Programa. La carpeta también contiene ilustraciones a color y en negro y blanco, así como diversos resúmenes de entrevistas con personalidades del mundo científico en relación con la ceguera, la vitamina A y los programas tendientes a erradicar tan grave problema.

Entre estas últimas, citamos seguidamente extractos del informe que al respecto rindió el Dr. Guillermo Arroyave, científico que durante largos años fuera uno de los dedicados Editores Asociados de *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, y ocupara el cargo de Jefe de la División de Bioquímica Nutricional del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

La reseña se intitula "Una historia de éxito de la vida real," y el relato se inicia así:

Centroamérica adolecía del infortunio de ser uno de los "hogares" tradicionales de la xeroftalmia. Era muy frecuente ver en las salas de pediatría de los hospitales públicos, rurales y urbanos, niños afectados por lesiones oculares atribuibles a deficiencia de vitamina A.

En los inicios de 1970, sin embargo, se dio principio a un programa de fortificación de alimentos en el área. Refiriéndose al éxito espectacular de este programa, el Dr. Arroyave explicó cómo este último llegó a convertirse en la clave para gozar de una visión sana en cuatro países centroamericanos: Costa Rica, Guatemala, Honduras y Panamá.

"Fue una tarea formidable —dijo el Dr. Arroyave— y el darnos cuenta de que

había tantos casos innecesarios de niños ciegos, dictó nuestra respuesta. Estábamos más que conscientes que las comunidades pobres se ven acosadas por una amplia gama de problemas. Puesto que la xeroftalmia es tan sólo el pico visible de un gran témpano de hielo en lo que a desnutrición y enfermedades propias de la infancia concierne, los niños están doblemente en desventaja cuando no pueden ver. Al negárseles el derecho a la visión, se les niega la posibilidad de participar en su propio desarrollo y el de sus comunidades. Además, la deficiencia de vitamina A no sólo puede resultar en ceguera sino que interfiere también con un crecimiento normal y debilita la resistencia a las infecciones”.

Se refirió seguidamente a las causas que motivaron la creación del programa de fortificación de alimentos y el por qué se había optado por ese curso de acción. Recalcó que, además de ser en todos los aspectos compatible con la atención primaria de la salud, el programa complementaba otras actividades orientadas a mejorar el estado nutricional global de la población y de los niños pequeños en particular.

Describió cómo se había desarrollado el programa de fortificación de alimentos y cómo llegó a seleccionarse el azúcar para vehículo de enriquecimiento. Prácticamente la consume toda la población; además, su fortificación con vitamina A no cambia su sabor, color ni olor y, no menos importante, los costos son razonables. Después de las pruebas de laboratorio y de una ardua lucha por resolver una serie de problemas, ya para 1974 el programa estaba listo para lanzarse a nivel público.

Este nuevo enfoque de lucha contra la deficiencia de vitamina A recibió fuerte apoyo de las autoridades de salud y de muchos grupos no gubernamentales dedicados a la atención de la salud. El resultado fue que en 1974, Costa Rica y Guatemala, seguidos por Honduras y Panamá en 1976, promulgaron las leyes y reglamentos del caso, estipulando como obligatorio el enriquecimiento de toda el azúcar destinada al consumo humano.

De 21.50/o de niños con bajos niveles de vitamina A, la cifra descendió a 13.10/o. Dieciocho meses más tarde, esta cifra se redujo aún más, bajando a 8.90/o.

“En términos del bienestar general de nuestros futuros ciudadanos, hoy día estos países se encuentran en condiciones muy diferentes y, evidentemente, mejores que antes de que se iniciara el programa de fortificación de alimentos.”



TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 34

TRIMESTRE OCTUBRE-DICIEMBRE 1984

NUMERO 4

Editor: ALFREDO ALVARADO H.
Asistente Editorial: FLOR ARAYA S.

CONTENIDO

	Página
<i>Evolución estacional de nutrientes en guindo dulce (Prunus avium L.) (en español).</i> I. Vidal, A. Venegas, C. Hidalgo	405
<i>Efecto de coberturas del suelo sobre la temperatura del suelo y el crecimiento y rendimiento de la papa en el medio árido isotérmico de Perú (en inglés).</i> L. A. Manrique, R. Meyer	413
<i>Estudio taxonómico del género Coffea empleando métodos numéricos (en portugués).</i> C. R. Lopes, R. A. da Cunha, L. F. Blotta	421
<i>Comparación anatómica de botones florales con y sin potencial de abscisión en Phaseolus vulgaris (en inglés).</i> P. Yañez, E. Pimentá, E. Mark, J. Kohashi	431
<i>Actividad estrogénica de cuatro variedades de tréboles (Trifolium sp.) asociados a gramíneas y reconocimiento de isoflavonas en T. repens variedad la Jino (en español).</i> L. A. Gil, J. Ramírez, J. C. Díaz	437
<i>Respuesta de plantas diferenciales y morfometría de algunos Meloidogyne spp. de Costa Rica (en inglés).</i> R. López	445
<i>Estudios sobre germinación y dormancia de semillas de varios genotipos de algodón (Gossypium spp.) (en inglés).</i> R. V. Koti, K. V. Janardhan	459
<i>Influencia de la intensidad lumínica sobre la distribución de clorofila y las características anatómicas de las hojas de yuca (en inglés).</i> T. Ramanujam, J. S. Jos	467
<i>Dinámica poblacional de Cosmopolites sordidus (Germ. 1824) (Col. Curculionidae) en bananales del cv. Prata (Grupo AAB), en Alfredo Chaves, Espírito Santo (en portugués).</i> R. Arleu, S. Neto, J. Gomes, A. Nóbrega, D. Scardini	473
<i>Método mejorado de enraizamiento de retoños producidos por cultivo de tejidos de caña de azúcar (en inglés).</i> T. Lee, O. Bacchi	481
<i>Germinación y crecimiento de plántulas de Pithecellobium arboreum Urban. (en inglés).</i> E. Flores, B. Mora	485
<i>Aislamiento e identificación de hongos de postes tratados con creosota (en inglés).</i> J. Carranza	489
<i>Modelo matemático del balance hídrico agroclimático (en español).</i> J. P. Lhomme, L. Gómez, A. Jaramillo	503
<i>Efecto de la fuente de nitrógeno y niveles de aluminio sobre la producción de materia seca y la composición mineral de dos gramíneas forrajeras (en inglés).</i> M. L. Arruda, M. S. Fernandes, R. O. Rossiello	509
<i>Conservación y almacenamiento de Passiflora edulis f. flavicarpa Deg. III. Variaciones en el contenido de ácido ascórbico (en portugués).</i> E. Cereda, U. A. Lima, R. J. Cunha, M. P. Cereda	517
<i>Comunicaciones</i>	525
<i>Identificación de especies y biotipos de Brucella aisladas en Costa Rica (en español).</i> A. Sequeira, E. Campos, L. Mendoza, M. de los A. San Román, E. Moreno	525
<i>Aplicación de N y de estiércol en la lechuga (Lactuca sativa L.) (en español).</i> B. Añez, E. Tavira	527
<i>Patrón de crecimiento de las raíces y la parte aérea de la yuca (Manihot esculenta Crantz, en las condiciones del "cerrado" del Distrito Federal (en portugués).</i> I. R. Costa, N. Nassar, S. Perim	530
<i>Aislamiento de protoplastos del mesofilo del género Coffea (en inglés).</i> F. J. Orozco, O. Schieder	534
<i>La agricultura sobre quemas en bosques tropicales húmedos. Una propuesta sobre el papel que desempeña el fuego en la competencia entre especies cultivadas y especies pioneras (en francés).</i> H. de Foresta	537
<i>Reseña de libros</i>	458, 472, 501, 508, 516, 524
<i>Notas y comentarios</i>	412, 420, 430, 435, 465

Se agradece la valiosa ayuda que al mantenimiento de esta Revista prestan las siguientes instituciones y entidades comerciales:

ENTIDADES PATROCINANTES

Asociación Americana de Soya (México D. F., México)

Asociación Venezolana de Soya (SOYA) (Caracas, Venezuela)

Compañía Distribuidora Guatemalteca Shell (Guatemala, Guatemala)

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

Gerber Products Company (GERBER) (Freemont, Michigan, EUA)

F. Hoffman - La Roche & Co. (PRODUCTOS ROCHE) (Basilea, Suiza)

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) (Tres Ríos, Costa Rica)

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

Instituto Nacional de Nutrición (INN) (Caracas, Venezuela)

Merck Centroamericana, S. A. (Guatemala, Guatemala)

Wyeth International Limited (Philadelphia, Pa., EUA)

INFORMACION 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 nuestras 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 diversas contribuciones deben ser originales, a máquina, a doble espacio y en triplicado.
2. Los trabajos serán remitidos al Editor General 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 del Editor General, ocupen desproporcionado espacio.

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 substanciales del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de 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 original. 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 g 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 gráficas.

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 DISCUSION**. Lo expresado en los incisos a) a 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, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

8. *Agradecimiento (si lo hubiere)*

9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

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 *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J. M. 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:

Asociacion of Official Agriculturas Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 30

d) De un artículo o capítulo de un autor (es) consignado en un libro publicado por casa editora:

Hoskins, W. G. & M. Charles. Macaroni production. En: *The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. S. A. Matz (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1959, p. 274-320.

e) De citas de compendios:

Krebs, H.A. & 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. Abreviaturas 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 las 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 calorías (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. Resultados numéricos

Al consignar números se usará el punto (.) para indicar decimales, p. ej. 35.7; 389.9, y la coma (,) 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 la 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 expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).

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. La actual Junta Directiva de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Dr. Alfredo Lam-Sánchez – Presidente
Dr. Sergio Valiente – Vicepresidente
Dr. Helio Vannucchi – Secretario
Dr. José Fernando Durigán – Tesorero
Dr. Cecilio Morón – Vocal
Dr. Alvaro Oscar Campana – Vocal
Dr. Víctor Valverde – Vocal
Dra. Elisa M. Quintana – Vocal
Dra. Wanda I. Torres de Rivera – Vocal
(Consejo Directivo 1983-1985)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1985

Departamento de Fitotecnia
Faculdade de Ciências Agrarias e Veterinarias
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
14. 870 – Jacoticabal – São Paulo, Brasil

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Editor General: Dr. Ricardo Bressani

Editor Asistente: Dr. J. Edgar Braham

Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez

Encargada de Asuntos Administrativos: Sra. María Eugenia de Martínez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1984-1985

Dr. José Aranda-Pastor
Dr. Héctor Araya
Dra. Julia Araya
Dr. Guillermo Arroyave
Dr. Antonio Bacigalupo
Dr. José Belizán
Dr. Héctor Bourges
Dr. J. Edgar Braham
Dr. Ricardo Bressani
Dr. Adolfo Chávez
Dr. José Félix Chávez
Dra. Rebeca Carlota De Angelis
Dr. Hernán Delgado
Dr. J. E. Dutra de Oliveira
Dr. Luiz G. Elfas

Dr. Werner G. Jaffé
Dr. Miguel A. Guzmán
Dr. Franco M. Lajolo
Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Leonardo Mata
Dr. Luis A. Mejía
Dra. Nelly Pak
Dr. Oscar Pineda
Dra. María E. Sambucetti
Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Nelson de Souza
Dr. Víctor Valverde
Dr. Emilio Vargas
Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXV

Septiembre, 1985

No. 3

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	377
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Bocio endémico en escolares de la Provincia de Salta, Argentina. — Cecilia Morón, María C. Pérez Somigliana, José V. Nordera, Sonia D'Andrea, Raquel Katz, Elvira Virgili, Beatriz Córdoba y Graciela Giménez	383
Características antropométricas de escolares egresados de Educación Básica y Media en el Area Metropolitana de Santiago de Chile. — Daniza Ivanović, Gladys Barrera, María de la Luz Alvarez y Santiago Muzzo	394
Nueva alternativa para el cálculo de recomendaciones de ingesta de proteína en humanos. Necesidades de proteína de una población adulta alimentada con dietas a base de arroz y frijol. — Emilio Vargas, Ricardo Bressani, Delia A. Navarrete, J. Edgar Braham y Luiz G. Elías	406
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Relación entre los niveles de inclusión de pulpa de café y contenido proteínico en raciones para animales monogástricos. — R. A. Gómez-Brenes, G. Bendaña, J. M. González, J. E. Braham y R. Bressani.	422
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Development of a compressed product made with sardine. — Héctor Bourges R., Josefina C. Morales de León y Hildeliza Sierra.	438
Effects of cone opening, initial moisture content and multiple extrusion on the protein quality of extruded soybean using the Brady Crop Cooker. — Alfredo Lam-Sánchez, Ricardo Bressani, Mario Roberto Molina, Luiz Gonzaga Elías, Jorge Mario González and José Fernando Durigan	447
Calidad biológica del aislado proteínico de hojas de <i>Atriplex numularia</i> . — Sara I. L. de Mucciarelli, José A. Cid, Mirta A. L. de Arellano, Silvia Fernández, Norma G. de Lúquez y Mario A. Chirino.	458
Calidad microbiológica de los quesos producidos a nivel artesanal en Costa Rica. — Isabel García Dangla, Rafael Murillo Solís, Candy Barquero y Beatriz Núñez.	466
Estudios bioquímicos y nutricionales de la semilla germinada de soya. — María Joaquina Morón Jiménez, Luiz G. Elías, Ricardo Bressani, Delia A. Navarrete, Roberto Gómez-Brenes y Mario R. Molina	480
Extracción y cuantificación de los polifenoles de la pulpa de café. — L. Amparo García A., A. Jeanette Vélez R. y Martha P. de Roza	491
Studies on the development of infant foods from plant protein sources. Part II. Effect of processing conditions on the chemical and nutritive properties of chickpea. — Abdul Khaleque, Luiz G. Elías, J. Edgar Braham and Ricardo Bressani	496
Concentrados proteínicos de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> , Jacquin). Proceso de extracción y propiedades funcionales. — Emperatriz Pacheco de Delahaye	509
Industrial corn flour enrichment with whole amaranth flour and milling fractions in corn-based products. — A. Sánchez Marroquín and S. Maya.	518
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL	537
¡NUEVOS LIBROS.	543
OTRAS PUBLICACIONES	545
NOTAS	547
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 34, No. 4, 1984.	549
INFORMACION PARA LOS AUTORES.	551