

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

DICIEMBRE, 1987

No. 4

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):

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> DIALOG/Dialorder | <input type="checkbox"/> ITT Dialcom |
| <input type="checkbox"/> OnTyme | <input type="checkbox"/> OCLC ILL Subsystem |
| <input type="checkbox"/> Other (please specify) _____ | |
| <input type="checkbox"/> I am interested in sending my order by mail. | |
| <input type="checkbox"/> 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. XXXVII

JUNIO, 1987

No. 2

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	
ARTICULOS GENERALES	
Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry, and public health II. — <i>Merrill S. Read, Janice Bodner and Hassan Sayadi</i>	215
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Nutrición de zinc en adultos jóvenes chilenos. — <i>Vivien Gattás Zaror, Mauro Fisberg, Gladys Barrera Acevedo y Ricardo Uauy Dagach-Imbarack</i>	239
Nutritional anthropometry and dietary intake of children from the Las Cuevas region of the Dominican Republic. — <i>Linda Bruce and Leslie Sue Lieberman</i>	250
Socioeconomic conditions, food habits and formulated food programs in the pueblos jóvenes of Lima, Peru. — <i>Marisela Benavides and Robert E. Rhoades</i>	259
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Effect of cocaine intake on the development of fatty liver in rats fed a low-protein diet. — <i>Roger Ramos-Aliaga and Maritza Placencia</i>	282
Rat serum proteins and nutritional quality of full-fat soy flour: Application of response surface methodology. — <i>Nohad Buassi</i>	295
Efecto de la hipervitaminosis A aguda sobre las concentraciones séricas de Na, K, Mg, Fe, Zn y Cu en ratas. — <i>O.M. Alarcón, J.L. Burguera y M. Burguera</i>	305

Rice and beans - Effect of mil, mineral, and vitamin A, on weight gain, food intake, and body protein retention. — <i>R.C. de Angelis, G.G. Giuli and R.N. Rogano</i>	312
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Papel de los polifenoles en el bajo valor nutritivo de la <i>Vicia faba</i> . — <i>M.R. Villanueva, J. A. Martínez y J. Larralde</i>	324
The use of hydrogenated fish oil to extend vegetable oil. — <i>L.J. Morales and L.J. Sueyoshi</i>	333
Efecto de los procesos tecnológicos y de la fortificación sobre el contenido de minerales y hierro disponible <i>in vitro</i> en mezclas vegetales. — <i>Margarita Armada de Romano y Carmela Adamo</i>	342
Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y su evaluación durante el almacenamiento. — <i>Luisa Rodríguez G. y Rafael A. Bello</i>	351
The chemical composition and protein quality of amaranth grain germ plasm in Guatemala. — <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elías, Jorge Mario González and Roberto Gómez-Brenes</i>	364
Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>). I. Elaboración de las harinas y sus propiedades para panificación. — <i>Fernando E. Figuerola R., Ana María Estévez A. y Elena Castillo V</i>	378
NUTRICION ANIMAL	
Tratamiento de la paja de trigo con urea, hidróxido de calcio, o sulfato de amonio. — <i>Manuel Núñez Muñoz y Ma. Esther Ortega Cerilla</i>	388
NUEVOS LIBROS	395
OTRAS PUBLICACIONES	398
NOTAS	400
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 36, No. 4, 1986	402
INFORMACION PARA LOS AUTORES	404

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

JUNE, 1987

No. 2

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	
GENERAL ARTICLES	
Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry, and public health II. — <i>Merrill S. Read, Janice Bodner and Hassan Sayadi</i>	215
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Zinc nutrition in young Chilean adults. — <i>Vivien Gattás Zaror, Mauro Fisberg, Gladys Barrera Acevedo and Ricardo Uauy Dagach-Imbarack</i>	239
Nutritional anthropometry and dietary intake of children from the Las Cuevas region of the Dominican Republic. — <i>Linda Bruce and Leslie Sue Lieberman</i>	250
Socioeconomic conditions, food habits and formulated food programs in the pueblos jóvenes of Lima, Peru. — <i>Marisela Benavides and Robert E. Rhoades</i>	259
EXPERIMENTAL NUTRITION	
Effect of cocaine intake on the development of fatty liver in rats fed a low-protein diet. — <i>Roger Ramos-Aliaga and Maritza Placencia</i>	282
Rat serum proteins and nutritional quality of full-fat soy flour: Application of response surface methodology. — <i>Nohad Buassi</i>	295
Effect of acute hypervitaminosis A on the serum content of Na, K, Mg, Fe, Zn and Cu in rats. — <i>O.M. Alarcón, J. L. Burguera and M. Burguera</i>	305
Rice and beans - Effect of milk, mineral, and vitamin A, on weight gain, food intake, and body protein retention. — <i>R. C. de Angelis, G.G. Giuli and R. N. Rogano</i>	312

FOOD SCIENCE

Role of polyphenols in the low nutritive value of <i>Vicia faba</i> . — M.R. Villanueva, J.A. Martínez and J. Larralde	324
The use of hydrogenated fish oil to extend vegetable oil. — L.J. Morales and L.J. Sueyoshi	333
Effect of technological processes and fortification on the mineral and <i>in vitro</i> iron availability in vegetable mixtures. — Margarita Armada de Romano and Carmela Adamo	342
Preparation of frozen blocks of minced fish flesh, and evaluation, during storage. — Luisa Rodríguez G. and Rafael A. Bello	351
The chemical composition and protein quality of amaranth grain germ plasm in Guatemala. — Ricardo Bressani, Luiz G. Elías, Jorge Mario González and Roberto Gómez-Brenes	364
Supplementation of wheat flour with chick-pea flour. I. Preparation of flours and their breadmaking properties. — Fernando E. Figuerola R., Ana María Estévez A. and Elena Castillo V.	378

ANIMAL NUTRITION

Urea, calcium hydroxide or ammonia sulphate treatment of wheat straw. — Manuel Núñez Muñoz and Ma. Esther Ortega Cerilla	388
--	-----

NEW BOOKS	395
---------------------	-----

OTHER PUBLICATIONS	398
------------------------------	-----

NOTES	400
-----------------	-----

CONTENTS OF THE JOURNAL TURRIALBA, Vol. 36, No. 4, 1986	402
---	-----

INSTRUCTIONS TO AUTHORS	404
-----------------------------------	-----

EDITORIAL

LATINFOODS Y SU PROGRESO

Ya en Editoriales previos nos hemos referido al concepto que se ha denominado Latinfoods. Este representa un esfuerzo que poco a poco está cobrando terreno en América Latina, y cuyo fin es actualizar la información referente al contenido de nutrientes de los alimentos. Como se indica, en América Latina esa información está bastante fuera de época, ya que poco se ha hecho por mejorar los datos actuales de acuerdo a las necesidades de los usuarios de la información. La fuente de utilización más común es la Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina, la cual fue preparada y publicada con la información disponible antes del año 1964. Es posible que en algunos países existan datos más actualizados, pero la Tabla en cuestión continúa siendo la referencia que más continuamente se cita. Dicha Tabla es relativamente buena, pero desde 1964 hasta la fecha no sólo han habido cambios en las materias primas que conforman los alimentos y las dietas de las poblaciones latinoamericanas, sino que también han aumentado las necesidades de información por parte de los usuarios. Tales necesidades no las satisface la citada Tabla, lo que obliga a la consulta y al uso de información existente en otros lugares en donde sí ha habido un programa continuo de actualización. Pero esa actualización no se refiere exclusivamente al mejoramiento de los datos o incremento del número de los mismos. Atañe también a la necesidad de mejorar la metodología analítica para que ésta —con un buen sistema de muestreo— rinda los mejores datos que satisfagan plenamente las necesidades de los usuarios.

El intento de iniciar un programa de actualización no es tarea fácil, y más bien parece casi imposible. ¿Dónde principiar? ¿Qué muestras se deben analizar? ¿Qué nutrientes son los más importantes? ¿Qué significado tendrá un valor analítico si la muestra no está bien identificada? ¿Qué método utilizar? Estas y muchas interrogantes más surgen al querer iniciar el programa de actualización. Luego cabe la pregunta ¿Quién desea financiar una empresa de tan grandes dimensiones como implícitamente es esa actualización de Tablas de Composición de Alimentos, sobre todo hoy día en que posiblemente existen necesidades más urgentes por satisfacer que la disponibilidad de datos de esa índole? Después de todo, convengamos en que los problemas nutricionales de América Latina son bastante bien conocidos y, con o sin Tablas de Composición de Alimentos, éstos no han sido aún resueltos. En todo caso, la información referente al contenido de nutrientes de los alimentos es necesaria y se debe actualizar. Una primera actividad podría ser el recuperar en forma ordenada y con criterios estrictos, la información que se ha producido en los últimos 20 años en todos los países, por diferentes organismos nacionales. La verdad es que esa información archivada es como una mina de oro sin explotar. Un simple cálculo sería, por ejemplo, que un laboratorio podría analizar alrededor de 1,000 muestras por año. En un período de 20 años, podría decirse que existen 20,000 muestras analizadas. Si se estima

que por cada análisis que incluyera sólo la composición proximal, a un costo de \$100.00 por muestra, en esa institución en particular se tendría información por valor de 2 millones de dólares. Obviamente, si además del análisis proximal existen otros datos de composición, la disponibilidad teórica en dinero sobrepasa esos dos millones. Cualquier intento de actualización de las Tablas de Composición de Alimentos, por lo tanto, debería iniciarse con la recolección de esos datos.

Después de la Primera Reunión de Latinfoods celebrada en noviembre de 1986, los grupos nacionales interesados en el rubro, han iniciado ya en varios países el proceso a través de organismos nacionales. Estos ya existen en países como Chile, Venezuela, Ecuador, América Central. Otros países están tratando de organizarse, por lo que se confía contar con datos de interés en un futuro no lejano, algunos de los cuales posiblemente serán conocidos durante la Segunda Reunión de Latinfoods. Se espera que ésta tenga lugar durante la próxima Reunión de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), cuyos miembros, en verdad, deberíamos mostrar más interés en conceptos como Latinfoods, ya que sus repercusiones prometen desde ahora, grandes adelantos en una materia tan vital.

*Ricardo Bressani
Editor General*

ARTICULOS GENERALES

GUIDE TO MATERIALS FOR USE IN TEACHING CLINICAL NUTRITION IN SCHOOLS OF MEDICINE, DENTISTRY, AND PUBLIC HEALTH II^{1, 2}

Merrill S. Read,³ Janice Bodner⁴ and Hassan Sayadi⁵

The American Society for Clinical Nutrition
Bethesda, Maryland

In November, 1983, the *Guide to Materials for Use in Teaching Clinical Nutrition* (1) was published under the auspices of the Committee on Education of the American Society for Clinical Nutrition. The very positive response to that publication has prompted the successor Committee on Nutrition Education (Medical/Dental and Residency) to prepare a supplement some 3 yr later.

The methodology was similar to that used previously, namely a questionnaire was sent to nearly 400 individuals known to be involved in nutrition education for students of medicine and dentistry. More than 150 individuals from 63 schools submitted suggestions for this supplement.

Publicado originalmente en el *American Journal of Clinical Nutrition*, 45:643-660, 1987.

- 1 Address reprint requests to The American Society for Clinical Nutrition, 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA.
- 2 This special article was prepared by the Committee on Education of the American Society for Clinical Nutrition.
The first article, entitled "Guide to Materials for Use in Teaching Clinical Nutrition in Schools of Medicine, Dentistry and Public Health," by Merrill S. Read, originally published in the *American Journal of Clinical Nutrition*, 38:775-794, 1983, was also reprinted in *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Vol. 34(3): 433-454, 1984.
- 3 Chairperson, University of Maryland, College of Human Ecology, Marie Mount Hall, College Park, MD 20742.
- 4 From the University of Maryland, College Park, MD20742.
- 5 MD from Washington, D. C.

Emphasis has been placed on books and materials published between 1981 and 1986. Books are cited in both lists only when new editions have appeared or when their uniqueness transcends the publication date. Therefore, it is necessary to refer to both lists to obtain a complete picture of books published in recent years.

To increase the usefulness of this compilation, we have sought published reviews of as many books as possible; citations for these are included. The comments in the final column represent a synthesis of the published reviews. When no reviews were located, these comments are the consensus of our correspondents.

It is to be noted that Section F, Teaching Modules and Audiovisuals, contains only materials specifically called to our attention. This aspect of teaching resources is expanding rapidly. The interested teacher or clinician should consult the Food and Nutrition Information Service of the National Agricultural Library, USDA or the Medlars II Retrieval Service of the National Library of Medicine, NIH for additional citations. Computer-based learning programs also are becoming available but our workgroup found this area to be too fragmented and elusive to include. For those interested in software for use in teaching programs, attention is called to the *Journal of Dietetic Software* (see Section H).

Unlike in the first guide, we have included several regularly appearing newsletters in Section I. These have been broadly recommended to us as objective and useful adjuncts to nutrition teaching and clinical practice.

Finally, an expanded list of journals, has been included for the guidance of libraries in schools of medicine, dentistry, and public health.

BIBLIOGRAPHY

1. Read M.S. Guide to Materials for Use in Teaching Clinical Nutrition in Schools of Medicine, Dentistry, and Public Health. *Am. J. Clin. Nutr.*, 38:775-794, 1983. Reprinted in *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 34:433-454, 1984.

**GUIDE OF RECOMMENDED
TEACHING MATERIALS. II**

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' evaluations:			Review citation	Comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend		
A Reference resources											
Food and Nutrition Board	Nutrition Education in US Medical Schools	1985 \$13.50	National Research Council National Academy Press 2101 Constitution Avenue, NW Washington, DC 20418	X	X	X	X			Am J Clin Nutr 1986; 43:643	Critical assessment of status and needs for nutrition education in medical schools.
J Pennington HN Church	Bowes and Church's Food Values of Portions Commonly Used	14th ed 1985 \$16.85	JP Lippincott Co E Washington Square Philadelphia, PA 19105		X			X		13th ed Am J Clin Nutr 1981; 34: 607 J Am Diet Assoc 1980; 17:507	Well designed and easier to use than <i>USDA Handbook #8</i> .
M Shils	Nutrition Education in Professional Schools: Proceedings of a Conference	1984	New York Academy of Medicine 2 East 103rd Street New York, NY 10029	X	X	X					Must in any review of the subject.
B General textbooks and monographs											
DH Alpers RE Clouse WF Stenson	Manual of Nutritional Therapeutics	1983 (spiral) \$17.50	Little Brown and Co 200 West Street PO Box 902 Waltham, MA 02154		X	X	X			Am J Clin Nutr 1984; 39:986 Gastroenterology 1984; 86:586	Excellent text and reference volume, clearly written, well indexed with much useful tabular material.
AE Bender DA Bender	Nutrition for Medical Students	1986 \$63.95	John Wiley and Sons 605 3rd Avenue New York, NY 10158	X	X			X		J Am Diet Assoc 1982; 81:218	Concise, not overwhelming overview of the principles of nutrition in the developing world and health issues in industrialized countries.
MA Bernard DO Jacobs JL Rombeau	Nutritional and Metabolic Support of Hospitalized Patients	1986 \$21.95	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 10105	X	X			X			Brief, concise, broad coverage for students, interns and residents; not enough detail for specialists in nutrition.

J. DeCristofaro	A Selected Bibliography in Nutrition Support: Nutrition Assessment, Enteral and Parenteral Nutrition and Other Related Topics	1983 \$5.95	American Dietetic Association 430 North Michigan Avenue Chicago, IL 60611		X	X		X			Nearly 700 selected references to the clinically oriented literature.
E Hamilton E Whitney	Nutrition: Concepts and Controversies	3rd ed 1985 \$30.95	West Publishing Co 50 W Kellogg Boulevard PO Box 64526 St Paul, MN 55102		X	X		X		2nd ed J Nutr Educ 1982; 14:167	Addresses many concerns and gives practical guidance
MV Krause	Food, Nutrition and Diet Therapy: A Textbook of Nutritional Care	7th ed 1984 \$37.95	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105			X		X		Mayo Clin Proc 1985; 60:503	Discussion covers cultural food behavior, overall nutrition, special diets; particularly good as introduction and for nurses and other health professionals.
MC Linder	Nutritional Biochemistry and Metabolism with Clinical Application	1985 \$58.75	Elsevier Science Publishing Co 52 Vanderbilt Avenue New York, NY 10017	X	X						Comprehensive, well-documented reference textbook with tables not readily available elsewhere.
N Nestle	Nutrition in Clinical Practice	1986 US \$16.95 Canada \$23.80 Foreign \$18.65	Yearbook Medical Publishers 35 East Wacker Drive Chicago, IL 60601		X	X		X			Broad multidisciplinary text emphasizing basic clinical and developmental aspects of nutrition.
RE Olson	Nutrition Reviews: Present Knowledge in Nutrition	5th ed 1984 \$18.00	The Nutrition Foundation, Inc 1126 16th Street, NW Washington, DC 20036	X	X	X				J Am Diet Assoc 1985; 85:391 J Nutr Educ 1985; 17:28	Clearly written, concise, well referenced reviews on each nutrient, on each stage of life cycle, and on pathological conditions; not for beginning students.
HA Guthrie	Introductory Nutrition	1986 \$31.95	CV Mosby Company 11830 Westline Industrial Drive St Louis, MO 63146		X	X		X			General text for teaching medical and dental students.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' evaluations:			Review citation	Comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend		
B General textbooks and monographs (cont)											
DM Paige	Manual of Clinical Nutrition	1984 (annual) \$49.95	CV Mosby Company 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63146	X	X	X	X			Am J Clin Nutr 1984; 39:984 J Am Coll Nutr 1985; 4:488 J Am Diet Assoc 1984; 84:972 J Nutr Educ 1985; 17:26	A comprehensive general text; annual subscription includes manual in three-ring binder format, updating service, and bimonthly supplements on single topic per issue.
RL Pike ML Brown	Nutrition: An Integrated Approach	3rd ed 1984 \$41.95	Macmillan Publishers 866 Third Avenue New York, NY 10022	X	X		X			J Am Diet Assoc 1985; 85:901 J Nutr Educ 1984; 16:182 JAMA 1984; 252: 3190	Excellent basic science text that integrates nutrition, biochemistry, and metabolism.
WL Scheider	Nutrition: Basic Concepts and Applications	1983 \$30.95	McGraw-Hill Book Co 1221 Avenue of the Americas New York, NY 10020	X				X		J Nutr Educ 1983; 15:147	Good book on basic nutrition including brief discussion of popular topics; useful for elective first-year course.
HA Schneider CE Anderson DB Coursin	Nutritional Support of Medical Practice	2nd ed 1983 \$39.50	JB Lippincott E Washington Square Philadelphia, PA 19105		X			X		J Nutr Educ 1984; 16:183 J Am Diet Assoc 1984; 84:131 JAMA 1984; 251: 3151 Ann Intern Med 1983; 99:888	Compact text for medical students; good compromise between a superficial and an exhaustive review.
J Weinger AM Briggs	Nutrition Update: Vol 1	1983 \$42.50	John Wiley and Sons 605 Third Avenue New York, NY 10158		X	X		X		Am J Clin Nutr 1984; 39:500 J Am Diet Assoc 1983; 83:253 J Nutr Educ 1983; 15:112	Broad array of topics directed towards all levels of nutrition education for health professionals.
	Nutrition Update: Vol 2	1985 \$54.50	John Wiley and Sons 605 Third Avenue New York, NY 10158		X	X		X		J Am Diet Assoc 1986; 86:440	
SR Williams	Nutrition and Diet Therapy	5th ed 1985 \$34.95	CV Mosby Company 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63146	X	X			X		4th ed J Nutr educ 1981; 13:164	Suitable for all dental and medical students and health care professionals.
C Specialized textbooks and monographs											
M Alfano D DePaola	Dental Clinics of North America	1987 \$49.00	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105		X	X		X			Although somewhat outdated, specialized topics are useful.
P Avogaro A Sirtori	Metabolic Effects of Alcohol: Vol 1	1979 \$72.00	Elsevier/North Holland 52 Vanderbilt Avenue New York, NY 10017		X			X		Am J Clin Nutr 1980; 33:1895	Comprehensive monograph on metabolic and nutritional effects of alcohol; individually authored chapters.
JA Bellanti	Acute Diarrhea: Its Nutritional Consequences in Children. Nestle Nutrition Workshop Series, Vol 2	1983 \$30.50	Raven Press 1140 Avenue of the Americas New York, NY 10036		X	X	X			Gastroenterology 1984; 86:776	Of primary interest to those concerned with international health issues.
FB Cerra	Pocket Manual of Surgical Nutrition	1984 \$17.95	CV Mosby Co 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63141		X	X		X			Simple style, good diagrams and tables; useful for nutrition support.
RK Chandra	Food Intolerance	1984 \$33.25	Elsevier/North Holland 52 Vanderbilt Avenue New York, NY 10017		X	X	X				Deals scientifically with difficult subject of interest to patients, public, and media.
Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics	Pediatric Nutrition Handbook	2nd ed 1985 \$20.00	American Academy of Pediatrics PO Box 927 141 NW Point Road Elk Grove Village, IL 60007		X	X	X				Useful, concise, complete, authoritative general text for pediatric nutrition prepared by contributing authors.
Committee on Diet, Nutrition and Cancer, National Academy of Science	Diet, Nutrition, and Cancer	1984 US \$19.95 Foreign \$24.00	National Research Council National Academy Press 2101 Constitution Ave., NW Washington, DC 20418	X	X	X	X			J Am Diet Assoc 1983; 83:399	Valuable reference; comprehensive blend of science and concern for action.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' evaluations:			Review citation	Comments and notes	
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend			
C. Specialized textbooks and monographs (cont)												
RE Dean	Enteral Feeding: A Practical Approach	1983 \$12.95	Pluribus Press, Inc PO Box 11403 Chicago, IL 60611		X	X			X		J Am Diet Assoc 1984; 84:740	Good introduction to techniques of nutritional support; well illustrated.
RE Dean	Total Parenteral Nutrition: Standard Techniques	1983 \$15.95	Pluribus Press, Inc PO Box 11403 Chicago, IL 60611		X	X			X		J Am Diet Assoc 1984; 84:740	Practical guide to TPN; solutions to common problems of catheter placement, care, management, and formula selection.
M Deital	Nutrition in Clinical Surgery	2nd ed 1985 US \$68.50 Foreign \$69.00	Williams and Wilkins Co 428 E Preston St Baltimore, MD 21202		X	X			X		1st ed J Am Diet Assoc 1981; 78:669	Basic principles of nutrition and nutritional support applicable to all patient populations.
J Dobbing	Maternal Nutrition in Pregnancy: Eating for Two?	1981 \$44.00	Academic Press 111 Fifth Avenue New York, NY 10003		X				X			
EB Feldman	Nutrition in the Middle and Later Years	1983 \$31.00	John Wright-PSG Publishing Inc 545 Great Road PO Box 6 Littleton, MA 01460		X	X			X		J Gerontol 1985; 40:115 J Am Diet Assoc 1983; 83:631 J Am Geriatr Soc 1986; 34:76	General reference on nutrition and aging; easy to read, overall is well balanced and carefully edited; individual chapters vary in depth of coverage; chapter on nutrition and oral health is particularly good.
JE Fischer	Surgical Nutrition	1983 \$71.50	Little Brown and Co 200 West Street PO Box 902 Waltham MA 02154		X				X			Clearly written, pointed, useful discussion.

RJ Frankle J Dwyer L Maragne A Owen	Dietary Treatment and Prevention of Obesity	1985 \$30.00	John Libbey and Co, Ltd 80-84 Bondway London, SW8-1SF UK		X				X			Excellent summary of current knowledge.
CF Gastineau WJ Darby T Turner	Fermented Food Beverages in Nutrition	1979 \$77.00	Academic Press 111 Fifth Avenue New York, NY 10003		X			X			J Nutr 1980; 12:27	Comprehensive text on nearly every aspect of alcohol: history, biochemistry, medicine.
ME Gershwin RS Beach LS Hurley	Nutrition and Immunity	1985 \$64.00	Academic Press 111 Fifth Avenue New York, NY 10003		X				X		Am J Clin Nutr 1986; 43:333	Adequate but somewhat narrow overview of rapidly moving area of considerable clinical interest
M Gracey F Falkner	Nutritional Needs and Assessment of Normal Growth: Nestle Nutrition Workshop Series, Vol 7	1985 \$32.50	Raven Press 1140 Avenue of the Americas New York, NY 10036		X	X			X			A good reference volume; not a basic textbook.
E Haller G Cotton	Nutrition in the Young and the Elderly	1983 \$29.50	Collamore Press c/o MacMillan & Co Front and Brown Sts Riverside, NJ 08075		X				X			Individually authored chapters presume a fairly good knowledge of basic nutrition.
SL Halpern	Quick Reference to Clinical Nutrition: A Guide for Physicians	1987	JB Lippincott Co E Washington Square Philadelphia, PA 19105		X	X			X			Office resource; information presented in concise, encapsulated format.
J Hefferen H Koehler JC Osborn	Foods, Nutrition and Dental Health: Sixth Annual Conference, Vol 5	1984 ADA members \$9.95 Others \$12.44	American Dental Association 211 E Chicago Ave Chicago, IL 60611	X	X	X			X			Good overview; major emphasis is on research issues.
WPT James	Obesity: Clinics in Endocrinology and Metabolism	1984 \$60.00	WB Saunders West Washington Square Philadelphia, PA 19106		X			X				Excellent monograph with extensive references on endocrine and metabolic aspects of obesity.
KN Jeejeebhoy	Total Parenteral Nutrition in the Hospital and at Home	1983 US \$84.50 Foreign \$97.00	CRC Press, Inc 2000 NW 24th Street Boca Raton, FL 33431		X				X		J Am Diet Assoc 1984; 84:868 Am J Clin Nutr 1983; 38:819 Ann Intern Med 1983; 99:888 Gastroenterology 1984; 86:1626 Gut 1984; 25:215	Short, practical guide oriented mostly toward establishing a parenteral-nutritional support team and toward home care; level of detail of presentation variable.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' evaluations:			Review citation	Comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend		
C. Specialized textbooks and monographs (cont)											
JA Kerner	Manual of Pediatric Parenteral Nutrition	1983 \$42.50	John Wiley and Sons 605 Third Avenue New York, NY 10158		X					Gastroenterology 1984; 86:376 J Am Diet Assoc 1984; 84:972 Gut 1984; 25:215	Practical, detailed guide with good tables and documentation.
AB Lasswell DA Roe L Hochheiser	Nutrition for Family and Primary Care Practitioners	1986 \$29.00	George F Stickley Co 210 W Washington Square Philadelphia, PA 19106		X	X		X			Practical reference for teaching residents.
RA Lawrence	Breast Feeding: A Guide for the Medical Profession	1985 \$25.95	CV Mosby Co 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63141		X			X		J Nutr Educ 1981; 13:162	A practical guide to all aspects of the clinical management of breast-feeding.
E Leberthal	Textbook of Gastroenterology and Nutrition to Infancy Vol 1: Gastrointestinal Development and Perinatal Nutrition Vol 2: Gastrointestinal Diseases and Nutrition Inadequacies	1981 (set) \$130.00	Raven Press 1140 Avenue of the Americas New York, NY 10036	X	X			X		J Am Diet Assoc 1982; 80:196 JAMA 1982; 247: 889 Gastroenterology 1982; 82:391	Good balance between science and clinical practice; easy to read.
MH Lessof	Clinical Reactions to Food	1983 \$38.00	John Wiley and Sons 605 Third Avenue New York, NY 10158		X	X		X		Am J Clin Nutr 1984; 39:984 Gut 1984; 25:1018	A brief introduction to behavioral and clinical aspects of the topic.
CS Lieber	Medical Disorders of Alcoholism: Pathogenesis and Treatment (Major Problems in Internal Medicine XXII)	1982 \$65.00	WB Saunders West Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X	X	X			N Engl J Med 1981; 308:728 Hepatology 1983; 3: 274 Ann Intern Med 1983; 98:428	Brings together for first time all the medical complications of alcoholism, including various nutritional disorders.
										Arch Intern Med 1983; 143:614 Mayo Clin Proc 1983; 58:410 Alcoholism: Clin Exp Res 1983; 7:423 Gastroenterology 1984; 86:212	
F Lifshitz	Pediatric Nutrition: Infant Feedings-Deficiencies-Diseases	1982 US \$65.00 Foreign \$78.00	Marcel Dekker 20 Madison Avenue New York, NY 10016		X	X		X		Gastroenterology 1984; 86:212 JAMA 1984; 251: 966	A clear, concise overview of perinatal and pediatric nutrition, including international aspects.
TO Lipman A Fletcher	A Bibliography for Specialized Nutrition Support	1987 ASPEN members \$5.00 Others \$7.50	ASPEN Suite 500 8605 Cameron Street Silver Spring, MD 20910		X	X		X			A core reference resource.
LJ Machlin	Handbook of Vitamins: Nutritional, Biochemical and Clinical Aspects	1984 US \$79.50 Foreign \$95.25	Marcel Dekker 270 Madison Avenue New York, NY 10016	X	X					J Am Diet Assoc 1986; 86:150	Comprehensive, solid volume useful for students and clinicians alike.
AO Moore DB Powers	Food Medication Interactions	1982 (1-2) ea \$9.95 (3-10) ea \$8.95 (10-20) ea \$8.25 (20-30) ea \$7.55 (30-50) ea \$6.85	California State University Food Science and Nutrition, Home Economics Dept Northridge, CA 91330		X			X			Useful but some sections are not up-to-date.
PA Neuman PA Halvorson	Anorexia Nervosa and Bulimia: A Handbook for Counselors and Therapists	1983 \$27.95	Van Nostrand Reinhold 135 W 50th Street New York, NY 10020		X			X		J Nutr Educ 1984; 16:182 J Am Diet Assoc 1984; 83:376	Very readable volume oriented towards meeting the questions of patients and their families.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' evaluations:			Review citation	Comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend		
C Specialized textbooks and monographs (cont)											
GH Newell NM Ellison	Nutrition and Cancer: Etiology and Treatment	1981 \$71.00	Raven Press 1140 Avenue of the Americas New York, NY 10036		X	X				J Nutr Educ 1982; 14:125	A comprehensive overview yet sufficiently general to be highly useful for clinicians and other members of health team.
P Pencharz	Pediatric Clinics of North America 32(2): Symposium on Nutrition	1987 \$45.00	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105			X		X			Aimed at pediatric residents and practitioners; several chapters provide basic information on nutrient requirements and the composition of human milk.
C Raab J Tillotson	Heart to Heart: A Manual on Nutrition Counseling for the Reduction of Cardiovascular Risk Factors	1983 comp	NIH National Heart, Blood & Lung Inst Info Office Bldg 31, Rm 4A-2 Bethesda, MD 20892		X	X	X				Excellent resource; outlines steps in nutritional counseling useful to any health provider.
DA Roe	Geriatric Nutrition	1983 \$32.00	Prentice-Hall, Inc Rte 9W Englewood Cliffs, NJ 07632		X	X		X		J Am Coll Nutr 1985; 4:584 Am J Clin Nutr 1984; 39:173 J Nutr Educ 1984; 16:23 J Am Diet Assoc 1983; 83:511 J Gerontol 1984; 39:379	Designed as a textbook with guided questions; good coverage of the nutritional needs of the elderly and how to meet them in a practical way; useful information presented on drug-food interactions in the elderly.
DA Roe TC Campbell	Drugs and Nutrients: The Interactive Effects	1984 US \$99.00 Foreign \$119.50	Marcel Dekker 270 Madison Avenue New York, NY 10016	X	X			X			Clear, well written, useful for students and residents alike.
JL Rombeau MD Caldwell	Clinical Nutrition Vol 1: Enteral and Tube Feeding	1984 \$70.00	WB Saunders West Washington Square Philadelphia, PA 19105		X	X	X			Am J Clin Nutr 1985; 42:166 Mayo Clin Proc 1985; 60:360	Comprehensive review of present knowledge, indications, types of solutions, and clinical uses; presents theory and practice in a logical, well-planned format.
R Schemmel	Nutrition, Physiology, and Obesity	1980 US \$82.00 Foreign \$94.50	CRC press 2000 NW 24th Street Boca Raton, FL 33431		X	X		X		J Am Diet Assoc 1981; 79:97	Well-documented presentation of diverse theories and approaches; not suitable for first-time students of the topic.
H Silberman D Eisenberg	Parenteral and Enteral Nutrition for the Hospitalized Patient	1982 \$39.95	Appleton-Century-Crofts 25 Van Zant St E Norwalk, CT 06855		X	X	X			JAMA 1983; 249: 1772 Ann Intern Med 1983; 98:687	Comprehensive yet concise and readable reference volume and guide to clinical management.
MD Simko C Cowell JA Gilbride	Nutrition Assessment: A Comprehensive Guide to Planning Intervention	1983 \$36.50	Aspen Systems Publications 1600 Research Blvd Rockville, MD 20850		X	X	X			Am J Clin Nutr 1984; 40:666 J Am Coll Nutr 1985; 4:485 J Nutr Educ 1985; 17:27 J Am Diet Assoc 1986; 86:150	Excellent reference for planning, executing, and evaluating nutritional interventions based on the <i>systems approach</i> including quality assurance and cost- effectiveness measurement.
JB Stanbury JB Wyngaarden DS Fredrickson JL Goldstein MS Brown	The Metabolic Basis of Inherited Disease	5th ed 1982 \$130.00	McGraw-Hill Book Co 1221 Avenue of the Americas New York, NY 10020	X	X	X	X			JAMA 1983; 249: 3251 Ann Intern Med 1983; 99:425	The bible for inborn errors of metabolism, some of which respond to nutritional intervention.
LD Stegink LJ Filer	Aspartame: Physiology and Biochemistry	1984 US \$79.75 Foreign \$95.50	Marcel Dekker 270 Madison Avenue New York, NY 10016	X	X	X		X		J Am Diet Assoc 1986; 85:1036	Thorough review of the research and FDA review leading to approval of aspartame in food products.
A Stunkard E Stellar	Eating and its Disorders: Association for Research in Nervous and Mental Disease, Vol 62	1984 \$54.50	Raven Press 1140 Avenue of the Americas New York, NY 10036		X	X		X		Mayo Clin Proc 1984; 59:654 Am J Clin Nutr 1984; 40:187 J Nutr Educ 1984; 16:145 J Am Diet Assoc 1984; 84:1282 Gastroenterology 1985; 88:1289	In-depth analysis of the literature and its application to clinical practice.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' evaluations:			Review citation	Comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend		
C Specialized textbooks and monographs (cont)											
RM Suskind	Textbook of Pediatric Nutrition	1981 \$84.00	Raven Press 1140 Avenue of the Americas New York, NY 10036		X	X	X			J Nutr Educ 1982; 14:80 J Am Diet Assoc 1982; 80:195 JAMA 1981; 246: 1960	Comprehensive reference of all aspects of nutrition for infants, children, and adolescents.
H Trowell D Burkitt K Heaton	Dietary Fibre, Fibre-Depleted Foods and Disease	1985 \$71.00	Academic Press, Inc 111 5th Avenue New York, NY 10003	X	X				X		Up-to-date authoritative volume on fiber.
RC Tsang	Vitamin and Mineral Requirements in Preterm Infants	1985 US \$45.00 Foreign \$54.00	Marcel Dekker 270 Madison Avenue New York, NY 10016	X	X			X		Am J Clin Nutr 1985; 45:572	Basic data on requirements and their interpretation for clinical care.
WA Walker JB Watkins	Nutrition in Pediatrics: Basic Science and Clinical Application	1985 \$77.00	Little Brown and Co 200 West Street PO Box 902 Waltham, MA 02154	X	X	X	X			N Engl J Med 1985; 312:1715 Am J Clin Nutr 1986; 44:160 J Pediatr 1985; 107: 411 Gastroenterology 1985; 89:697	Comprehensive and detailed coverage of a broad range of nutrition topics; probably the best current textbook of nutrition in pediatrics.
WA Walker KM Hendricks	Manual of Pediatric Nutrition	1985 \$29.95	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105		X	X				Am J Clin Nutr 1986; 44:160 J Pediatr 1986; 108: 463	Comprehensive and practical guide to the managing of clinical-nutritional problems in pediatric patients; extensive tables and figures.
RL Weinsier MS Johnston D Doleys	Time Calorie Displacement Approach to Weight Control	1983 \$9.50	George F Sticklely Publishing Co 210 West Washington Street Philadelphia, PA 19106		X	X			X		A rational nonfad approach to weight control suitable for teaching students and residents.
M Winick	Nutritional Management of Genetic Disorders: Vol 8, Current Concepts in Nutrition	1980 (paper) \$61.30 (hard-cover) \$67.30	University Microfilms, Inc 300 N Zeeb Road Ann Arbor, MI 48106		X	X	X			Am J Clin Nutr 1980; 33:2230 J Am Diet Assoc 1980; 77:110	Good for use as reference in clinical practice.
RW Winters HL Green	Nutritional Support of the Seriously Ill Patient: Bristol-Myers Nutrition * Symposia Vol 1	1983 \$32.50	Academic Press 111 5th Avenue New York, NY 10003		X				X	J Am Diet Assoc 1984; 84:1283 Gastroenterology 1984; 87:449	Primarily a reference volume; not heavily oriented to patient care.
World Health Organization Expert Committee	Energy and Protein Requirements	1984 \$9.75	WHO Publication Centre USA 49 Sheridan Avenue Albany, NY 12210		X				X		More comprehensive scientific background than the RDA's basic review of literature, problems, and recommendations.
B Worthington-Roberts J Veimeersch SR Williams	Nutrition in Pregnancy and Lactation	3rd ed \$16.95	CV Mosby Company 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63141		X					2nd ed J Nutr Educ 1981; 13:125	Good source of information on lactation.
RA Wright S Heymsfield C McManus	Nutritional Assessment	1984 US \$35.00 Foreign \$37.00	Yearbook Medical Publishers 35 E Wacker Dr Chicago, IL 60601	X	X	X			X	Am J Clin Nutr 1984; 40:1307 J Am Diet Assoc 1985; 85:392 Gut 1985; 26:645 Gastrointest Endosc 1985; 31:116 Ann Intern Med 1984; 101:577	Reference volume covering evaluation of nutritional status and requirements for hospitalized adult patients; contains tabular information not found elsewhere
D Popular texts suitable for teaching											
Anonymous	Quackery and You	1985 \$1.25	Book Department Review and Herald Pub 55 West Oak Ridge Dr Hagerstown, MD 21704	X	X	X	X				Pamphlet on nutrition quackery; excellent, brief review for all health professionals.
CW Marshall	Vitamins and Minerals. Help or Harm?	1983 \$10.95	George F Sticklely 210 W Washington Square Philadelphia, PA 19106		X			X	X	Am J Clin Nutr 1984; 39:171 J Am Diet Assoc 1984; 84:494 JAMA 1985; 253: 1042	Good resource to deal with questions from patients concerning foods, eating, and food fads.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' evaluations:			Review citation	Comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend		
D Popular texts suitable for teaching (cont)											
AY Owen RT Frankle	Nutrition in the Community	1985 \$28.95	CV Mosby Co 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63141		X	X		X			Discusses nutrition in public health, community, and clinical settings; includes management of nutritional care at each stage in life cycle.
E Selected publishers from industry											
SC Finn	Nutritional Support System	1986 \$21.50	Aspen Publishers, Inc Hospital Material Management Quarterly 1600 Research Blvd Rockville, MD 20850		X	X					Written in layman's terms; for the novice or nonclinical personnel.
F Teaching modules and audiovisuals											
JJB Anderson	Applied Nutrition for Health Professions— Basic Nutrition	1982 \$15.00	Health Sciences Consortium 201 Silver Hill Court Chapel Hill, NC 27514	X						J Am Diet Assoc 1984; 84:612	Well-written text on both basic and clinical nutrition; functions like a programmed learning module.
Anonymous	Norwich Eaton Audio- Visual Directory	1984-85 comp	Norwich Eaton Audio- Visual Library 17 Eaton Avenue Norwich, NY 13815	X	X	X		X			Directory of 237 audiovisual presentations available for loan or purchase on wide range of medical topics including special nutrition topics.

Anonymous (various)	Nutrition and Dental Health Series	1983 Part I \$9.60 Part II \$5.00 Part III \$75.20 Part IV \$72.00 Part V \$67.20	Health Sciences Consortium 201 Silver Hill Court Chapel Hill, NC 27514	X	X	X		X			Very basic information well presented for individual instruction.
Anonymous (various)	Nutrition in Health Promotion Series: Self Study Modules	1985 (set) \$40.00	Dept of Family Medicine Ohio State University 456 Clinic Drive Columbus, OH 43210		X	X		X			These nine modules complement the earlier 16-module series on nutrition in primary care; strongly clinical in orientation; overall index and teaching guide also available.
HL Bonkowsky	Alcohol Use and Its Medical Consequences: A Comprehensive Teaching Program for Biomedical Education	1982-83 \$855.00	Milner-Fenwick, Inc 2125 Greenspring Drive Timonium, MD 21093	X	X	X		X			Covers a topic of importance since many malnourished Americans are alcoholics.
R Bozian	Nutrition and Health Series	1983-85 Purchase price \$3,150.00 Rental per tape \$60.00	Health Sciences Consortium 201 Silver Cedar Court Chapel Hill, NC 27514	X	X	X		X			A series of one-hour self-instructional audiovisual kits containing teaching guide, videocassettes, and post-tests; developed by Ohio Regional Medical Audiovisual Consortium; earlier kits are being revised and updated.
Food and Nutrition Information Center, US Dept of Agriculture	Audiovisual Resources in Food and Nutrition, Vol 2	1984 \$47.00	The Oryx Press 2214 North Central at Encanto Phoenix, AZ 85004		X	X		X			Listings of all currently available audiovisual materials indexed by the USDA Food and Nutrition Information Center from 1979 through 1982.
JM Jones	Nutrition Issues	1983 \$130.00	American Association of Cereal Chemists 3340 Pilot Knob Road St Paul, MN 55121		X	X		X			A 50-min videotape on consumer nutritional beliefs including discussion of carbohydrates, protein, fat, and other dietary components.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' evaluations:			Review citation	Comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend		
F Teaching modules and audiovisuals (cont)											
TW Sheehy	Famous Teachings in Modern Medicine Series: Vitamin Deficiency and Toxicity	1985 \$148.00	Medcom, Inc PO Box 116 Garden Grove, CA 92642		X	X		X			Focuses on various types of vitamin malnutrition and compares diagnostic approaches to each; photographs of signs and symptoms.
G Annual reviews											
GD Aurbach DB McCormick	Vitamins and Hormones: Advances in Research and Application	ongoing Vol 42 1985 \$49.50 Vol 43 1986 \$59.00	Academic Press 111 Fifth Avenue New York, NY 10003	X	X			X			
BM Barker DA Bender	Vitamins in Medicine Vol 1, 1980	ongoing US \$92.75 Canada \$129.90 Foreign \$102.05	Yearbook Medical Publishers 35 East Wacker Drive Chicago, IL 60601	X	X		X				Reviews of physiological, biochemical, nutritional, and clinical aspects of vitamins; individually authored chapters.
RE Olson E Beutler HP Broquist	Annual Review of Nutrition Vol 1 (1981) through Vol 7 (1987)	\$30-34 per vol	Annual Reviews, Inc 4139 El Camino Way Palo Alto, CA 94306	X	X	X					In-depth reviews on current subjects.
RS Rivlin	Contemporary Issues in Clinical Nutrition, Vols 8-10	ongoing \$36-58.00	Alan R Liss, Inc 41 East 11th Street New York, NY 10003		X	X		X			Ongoing series on subjects of current interest; three volumes per year, each on specific topic.
	Contemporary Issues in Clinical Nutrition, Vols 1, 2, 4, 5, 6, 7 (Vol 3— out of print)	\$23-37.50	Churchill Livingstone 1560 Broadway New York, NY 10036		X	X		X			

Recommended
for:

	Basic science	Clinical teaching	Continuing education	
H Journals and periodicals: primary				
American Journal of Clinical Nutrition	X	X	X	Edited for the physician or scientist who wishes to keep abreast of current progress in the field of clinical nutrition; peer reviewed; official journal of the American Society for Clinical Nutrition.
British Journal of Nutrition	X	X	X	An international journal devoted to the science of human and international nutrition; peer reviewed.
International Journal of Obesity	X	X	X	Oriented to both metabolic and behavioral aspects of obesity and to the development and treatment of obesity; published in collaboration with the Association for the Study of Obesity.
International Journal of Eating Disorders		X	X	Quarterly; original reports of biomedical and behavioral science investigations related to eating disorders.
Journal of the American Dietetic Association		X	X	Publishes original dietetic research, case studies, theoretical and review articles, and commentaries.
Journal of Dental Research	X	X	X	Original research including experimental and clinical nutrition as related to dental diseases; peer reviewed.
Journal of Parenteral and Enteral Nutrition	X	X	X	Original articles dealing with parenteral and enteral nutrition interests of surgeons, dietitians, nurses, and hospital pharmacists; official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition.
Journal of Nutrition	X	X		Edited for nutrition scientists and related research workers engaged in experimental nutrition; peer reviewed; official journal of American Institute of Nutrition.
Journal of Nutrition Education		X	X	Stimulates interest and research in applied nutritional sciences and disseminates information to educators and others concerned about positive nutritional practices and policies; peer reviewed.
Journal of the American College of Nutrition	X	X	X	International journal of original articles on basic research and clinical applications; peer reviewed; official journal of the American College of Nutrition.
Nutrition Abstracts and Reviews	X	X	X	Provides critical, authoritative, up-to-date reviews in areas of importance to clinical nutrition.
Nutrition and Metabolism	X	X	X	Articles and studies concerned with nutrition, metabolic disease, and dietetics.
Nutrition Reviews	X	X	X	Enables professional nutritionists to keep up with current progress in nutrition through unbiased reviews of research literature; published by the Nutrition Foundation.
Nutrition Reports International	X	X	X	Concise reports of original research in the areas of clinical and experimental nutrition; provides a medium for rapid communication of advances and newer knowledge of nutritional biochemistry and food sciences.
Nutritional Support Services		X	X	Forum for communication, dialogue, and debate among professionals in nutrition field; very practical; peer reviewed for clinical articles.

	Recommended for:			
	Basic science	Clinical teaching	Continuing education	
H Journals and periodicals: secondary				
Alcoholism: Clinical and Experimental Research		X	X	Frequently contains papers on nutritional disorders associated with alcoholism.
American Journal of Public Health		X	X	Research, reviews, commentaries, and program evaluation relating to public health; peer reviewed.
Annals of Internal Medicine	X	X	X	Clinical, laboratory, socioeconomic, cultural, and historical topics pertinent to internal medicine and related fields; all manuscripts are read by the editor; most are peer reviewed.
Annals of Surgery			X	Devoted solely to the surgical sciences.
Caries Research	X	X	X	Original articles relating to diet, food, and dental caries.
Current Concepts in Nutrition	X	X		Each volume deals with a different subject.
Digestive Diseases and Sciences	X	X	X	Articles on gastroenterology and gastrointestinal problems. (Formerly American Journal of Digestive Diseases.)
Drug-Nutrient Interactions	X	X		Quarterly; biomedical and behavioral research in nutrition, pharmacology, and toxicology, refereed.
Gastroenterology	X	X		Devoted to clinical and basic studies of the digestive tract and liver.
Journal of Clinical Investigation	X	X	X	Original papers on research pertinent to human biology and disease.
Journal of Dietetic Software	X	X	X	Software for nutrition, dietetics, and food science professionals.
Journal of Lipid Research	X	X		Scientific papers dealing with the chemistry, biochemistry, and metabolism of lipids including morphological and clinical studies; peer reviewed.
Journal of Pediatrics	X	X	X	Adolescent health care; ambulatory care; child health services; preventive approaches to health via research case studies.
Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition		X	X	International forum for clinicians and scientists; an international journal of clinical, experimental, and developmental investigations.
Journal of Surgical Research		X		Original articles dealing with clinical and laboratory investigations pertinent to surgical management and teaching of surgery.
Metabolism, Clinical and Experimental	X	X	X	Articles with definite metabolic application concerned with nutrition, endocrines, genetics, dystrophies, diabetes, and gout.
Pediatric Research	X	X	X	An international journal of clinical, laboratory, and developmental investigation.
Pediatrics	X	X	X	Adolescent health care; ambulatory care; child health services; health care delivery systems; health manpower; health and medical economics; laws/legislation and health care; outpatient services; preventive approach to health via research, case studies, commentaries, reviews, and theoretical articles.

Addendum

The following was inadvertently omitted from the special article "Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry, and public health II," *AJCN* 1987; 45:643-60

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ date/ cost	Publisher	Recommended for:			Reviewer's evaluations:			Review citation	Comments and notes	
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Do not recommend			
<i>H. Journals and periodicals: secondary (cont)</i>												
	Progress in Food and Nutrition Science				X							Monthly; critical review of topical subjects on current dietary practices and causality of disease; human and animal nutrition, food science and technology, biochemistry, immunology, and toxicology.
	Surgery				X							Concise, original articles in clinical and experimental surgery as well as surgical education; peer reviewed.
<i>I. Newsletters</i>												
Anonymous	Dairy Council Digest	ongoing US \$3.50 Foreign \$5.00	National Dairy Council 6300 N River Road Rosemont, IL 60018		X	X						Bimonthly; concise, documented reviews of single topic per issue; reviewed by researchers active in appropriate field.
Anonymous	Dietetic Currents	ongoing complimentary	Ross Laboratories 625 Cleveland Avenue Columbus, OH 43216		X	X		X				Clear, clinically oriented, practical reviews of nutrition in clinical practice.
Anonymous	Diet and Nutrition Newsletter	ongoing \$18.00/yr	Tufts University School of Nutrition Medford, MA 02155		X	X		X				Monthly reviews of nutrition topics of current interest.
Anonymous	Nutrition and Health	ongoing US \$18/yr Foreign \$24.00/yr	Institute of Human Nutrition Columbia University Coll of Phys and Surg 701 W 168th Street New York, Ny 10032		X	X		X				Bimonthly.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/ Date/ Cost	Publisher	Rec. for Rev. Eval.						Review citation	Comments and notes
				BS	CT	CE	E	G	DR		
H. Journals and periodicals: Secondary (Cont'd)											
	Progress in Food and Nutrition Science				X						Monthly; critical review of topical subjects on current dietary practices and causality of disease -human and animal nutrition, food science and technology, biochemistry, immunology, and toxicology.
	Surgery				X						Concise, original articles in clinical and experimental surgery as well as surgical education. Peer reviewed.
<i>I. Newsletters</i>											
Anonymous	Dairy Council Digest	ongoing \$5.00	National Dairy Council 6300 N. River Road Rosemont, IL 60018		X	X					Bi-monthly; concise, documented reviews of single topic per issue, reviewed by active researchers in appropriate field.
Anonymous	Dietetic Currents	ongoing	Ross Laboratories 625 Cleveland Avenue Columbus, OH 43216		X	X		X			Clear, clinically oriented, practical reviews of nutrition in clinical practice.
Anonymous	Diet and Nutrition Newsletter	ongoing	Tufts University Medford, Massachusetts 02155		X	X		X			Monthly reviews of nutrition topics of current interest.
Anonymous	Nutrition and Health	ongoing	Institute of Human Nutrition Columbia University Coll. of Phys. and Surg. 701 W. 168th Street New York, NY 10032		X	X		X			Bi-monthly.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

NUTRICION DE ZINC EN ADULTOS JOVENES CHILENOS

Vivien Gattás Zaror,¹ Mauro Fisberg,² Gladys Barrera Acevedo¹ y
Ricardo Uauy Dagach-Imbarack^{1,3}

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

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de factores dietarios en los niveles de zinc plasmático, se estimó la ingesta de zinc y se midieron niveles plasmáticos en 37 sujetos adultos jóvenes de nivel socioeconómico medio y bajo.

El estudio incluyó 16 hombres y 21 mujeres, con edades promedio de 29 ± 7 y 26 ± 6 años, respectivamente.

La ingesta de calorías, proteínas y zinc se obtuvo mediante una encuesta alimentaria de recordatorio de 24 horas. El zinc plasmático se midió por espectrofotometría de absorción atómica, y también fosfatasas alcalinas. Asimismo, se controló peso y talla, calculando el por ciento de peso para-talla según los estándares de Jelliffe.

La dieta promedio del grupo la constituían cereales, legumbres, huevos, pan y fideos. El promedio de ingesta calórica fue de $2,051 \pm 154$ Kcal/día para los hombres y $1,767 \pm 158$ Kcal/día para las mujeres. La ingesta diaria de zinc fue de 8.3 ± 3 mg/día en los hombres, y 9.7 ± 2.0 mg/día en las mujeres. Los cereales constituyeron la fuente de zinc en el hombre, mientras que en las mujeres, lo fueron los huevos y derivados lácteos.

Los promedios de zinc en plasma acusaron 82 ± 22 μ g/dl en los hombres y 94 ± 19 μ g/dl en las mujeres ($P < 0.01$). La concentración de zinc en el grupo total fue de 89 ± 21 μ g/dl. Siete hombres y dos mujeres presentaron valores bajos de zinc plasmático (70 μ g/dl o menos).

Los niveles de fosfatasa alcalina fueron 110 ± 10 UI en los hombres y 71 ± 4 UI en las mujeres ($P < 0.001$). No hubo correlación con los niveles plasmáticos de zinc. La relación P/T fue de $100 \pm 4\%$ para hombres, y de $108 \pm 4\%$ para mujeres.

Manuscrito modificado recibido: 17-6-87.

- 1 Profesora de Nutrición Clínica, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.
- 2 Escola Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.
- 3 Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile. En la actualidad: Human Nutrition Center, University of Texas, Dallas, Texas, EUA.

Los resultados permiten concluir que el grupo en estudio tiene niveles promedio de zinc plasmático dentro del rango de normalidad; sin embargo, esos valores son significativamente más bajos en los hombres.

La ingesta dietaria de zinc resultó ser menor en relación a las recomendaciones. La causa de los bajos niveles de zinc en plasma observados pueden ser una baja ingesta y/o una pobre biodisponibilidad.

INTRODUCCION

Desde los trabajos de Prasad en la década de 1960, se conoce la esencialidad del zinc en la nutrición humana (1). La importancia de este elemento ha adquirido aún mayor relieve, al ir relacionando la función cumplida por múltiples sistemas enzimáticos que contienen átomos de este oligoelemento en su estructura, o como co-factores, con diversas patologías secundarias a la deficiencia de esas enzimas (2,3).

El zinc participa en más de 40 sistemas enzimáticos, entre los que destacan la fosfatasa alcalina, dehidrogenasa láctica y glutámica, carboxipeptidasas, polimerasas del ADN y el ARN (4). La deficiencia extrema de zinc es fácilmente diagnosticada por la presencia de un síndrome clínico ya clásico de: enanismo, hipogonadismo, hepatoesplenomegalia y geofagia (5). Varios estudios al respecto han demostrado la importancia del zinc en patologías tales como la acrodermatitis enteropática, anemia falciforme, enfermedades hepáticas crónicas, malabsorción y enfermedades inmunológicas (6-10).

No es sencillo determinar el estado nutricional de zinc por la dificultad de evaluación e interpretación de los diferentes métodos usados. Se sabe que la determinación en el plasma, es la metodología más simple, aun cuando presenta numerosos problemas de posible contaminación y variación de niveles por ingesta alimentaria; por ello, se puede decir que es un procedimiento insuficiente para el diagnóstico de la deficiencia de zinc (11, 12). La determinación de zinc en el pelo se plantea como una excelente manera de complementar los diferentes métodos existentes para medir el estado nutricional de zinc, a pesar de que algunos autores informan resultados contradictorios. Por otra parte, la medición en el pelo, tiene la ventaja de ser el método menos invasivo (3, 13-15).

Diversos aspectos metodológicos, tales como posible contaminación previa o al tomar la muestra, y cambios en la velocidad de crecimiento del pelo en relación al estado nutricional, pueden explicar en parte, algunos resultados discordantes.

El principal problema en relación al zinc, es diagnosticar los sujetos con deficiencia marginal. Por los trabajos de Hambidge *et al* en Denver, se sabe que poblaciones aparentemente normales pueden presentar deficiencia clínica de zinc (16). Estudios realizados en individuos normales, aplicando diversos métodos para evaluar nutrición de zinc, han demostrado resultados similares en cuanto a la poca sensibilidad para delimitar el estado nutricional de zinc a los encontrados al medir niveles de zinc en el plasma (14). En estos estudios no se ha observado correlación entre el nivel de zinc en plasma, pelo, orina, saliva y uñas. Sin embargo, los estudios de Klevay demuestran una buena correlación entre zinc en plasma y pelo (14). El contenido de éste en el pelo acusa una gran variabilidad

según varios investigadores y se observan rangos de normalidad que fluctúan entre 160 y 200 $\mu\text{g/g}$ (11, 14, 17-19).

La importancia del zinc en la dieta está ampliamente demostrada por los trabajos de Prasad, en que el gran contenido de fitatos y bajo contenido de zinc en la dieta de campesinos egipcios, determinaría deficiencia de zinc. Los sujetos estudiados en Irán y Egipto presentaban una baja biodisponibilidad de zinc, a pesar de recibir una cantidad adecuada del elemento traza en la alimentación (20,21). En un estudio en adultos realizado en Nueva Zelanda, McKenzie demostró que la determinación de zinc en el pelo, suero, orina y uñas, no es un indicador sensible del estado nutricional de este oligoelemento. No se correlacionaron estos parámetros con el zinc de la dieta (13).

En una etapa preliminar del estudio objeto del presente artículo, analizamos la dieta de un grupo de adultos normales, en relación a la ingesta de zinc, observando una buena correlación con los niveles plasmáticos de este oligoelemento (22); los bajos niveles de zinc se relacionaban con la ingesta de dietas basadas principalmente en cereales y pan. En la presente publicación se amplían los hallazgos iniciales encontrados en individuos jóvenes normales, determinándose zinc en plasma y pelo, y midiendo el contenido de zinc en la dieta consumida por ellos.

MATERIAL Y METODOS

Con el objeto de determinar el estado nutricional de zinc en adultos, seleccionamos 38 individuos voluntarios, aparentemente sanos, de nivel socioeconómico medio y bajo. Todos ellos fueron informados del carácter del estudio y firmaron un consentimiento escrito. A los sujetos se les realizó un examen clínico completo, complementado con antropometría y exámenes de laboratorio, con el propósito de descartar patologías intercurrentes. Uno de los sujetos con zinc bajo (34 $\mu\text{g/dl}$) fue descartado del estudio por constatarle una hepatopatía crónica al examen clínico. El grupo definitivo quedó así constituido por 16 hombres y 21 mujeres con edad promedio de 27 años, y un rango de 19 a 44 años. El grupo se caracterizó antropométricamente por una relación de peso para talla de 105% en relación al estándar de Jelliffe (23); se midieron pliegues cutáneos (tricipital, subescapular) y perímetro braquial, calculándose área grasa y magra según Frisancho (24). Las características del grupo, clasificado por sexo, pueden observarse en la Tabla 1.

Cada sujeto se sometió a una encuesta alimentaria por el método de recordatorio de 24 horas, en tres días no consecutivos, incluyendo un día de fin de semana (25, 26). Se determinó ingesta de calorías, proteínas totales, proteína animal y contenido de zinc de la dieta, utilizando la *Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos* (27). Las dietas fueron separadas en sus alimentos básicos, estableciéndose un orden de acuerdo a la frecuencia de consumo. A aquellos alimentos que determinaban la mayor parte del aporte calórico, se les midió su contenido de zinc, mediante espectrofotometría de absorción atómica, comparándose con una tabla provisional, que se utilizó como patrón (28). Se hicieron correlaciones estadísticas entre los niveles de zinc en plasma y pelo e ingesta.

TABLA 1

**CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS DE LA MUESTRA TOTAL,
SEGUN SEXO**

Sexo	♂	♀
No. sujetos	16	21
Edad (años)	29 ± 7	26 ± 6
Peso para talla (°/o) ⁺	99 ± 18	108 ± 18
Area magra (°/o)	80 ± 13	83 ± 17
Area grasa (°/o)	103 ± 53	107 ± 45

* Promedio ± DE.

+ Por ciento de estándares (21,22).

Para la determinación de zinc plasmático, se obtuvieron muestras de sangre en ayunas, recolectándolas entre las 8 y 9 horas, valiéndose de jeringas plásticas desechables, con agujas de acero inoxidable, para evitar contaminación con elementos traza y heparina libre de zinc (Liquemine^R), como anticoagulante. La sangre fue centrifugada, y el plasma se separó y transfirió a tubos libres de iones, siendo analizado en forma inmediata, según técnicas descritas para espectrofotometría de absorción atómica Perkin Elmer 303 (29). Para la determinación de zinc en pelo se tomó una muestra de aproximadamente 1 g de pelo de la región occipital de los sujetos, previo lavado con jabón de glicerina libre de zinc, y usando una tijera de acero inoxidable. Las muestras eran tratadas con calor hasta su conversión a cenizas, las que eran digeridas con ácido clorhídrico al 50%, analizándose el contenido de zinc por espectrofotometría de absorción atómica. La fecha de toma de la muestra de pelo coincidió con la muestra de sangre.

RESULTADOS

El contenido de zinc de los alimentos constituyentes de la dieta de la población en estudio, se observa en la Tabla 2. Al comparar estos resultados con una tabla de referencia de zinc en los alimentos, las diferencias encontradas principalmente en relación al pan, azúcar y arroz, pueden explicarse por diferencias en la preparación, tipo y procedencia del alimento (28). Nuestros datos apoyan la necesidad de medir contenido de zinc en los alimentos locales para evaluar ingesta y adecuación dietaria. En nuestro caso, habría existido una gran subvaloración de la ingesta real, de haberse utilizado los datos de las tablas de referencia en vez del análisis directo.

El análisis de aporte nutritivo de la dieta consumida por los individuos correspondió a una ingesta calórica promedio de $2,150 \pm 513$ calorías para los hombres, y de $1,790 \pm 690$ calorías para las mujeres, valores ambos que están por debajo de las recomendaciones internacionales (21).

El contenido de zinc de las dietas, determinado mediante análisis por espectrofotometría de absorción atómica, reveló que los hombres ingieren un promedio de 8.3 ± 3 mg/día de zinc, mientras las mujeres ingieren

TABLA 2

CONTENIDO DE ZINC EN LOS ALIMENTOS HABITUALES DE LA DIETA EN ESTUDIO, Y SU COMPARACION CON LA TABLA DE REFERENCIA (mg/100g materia seca)

Alimentos	Zinc analizado	Zinc de referencia
Pan	1.5	0.6
Azúcar	0.2	0.06
Carne	4.5	6.0
Poroto verde	0.2	0.4
Papa	0.3	0.3
Fideos	2.5	1.5
Arroz	3.3	1.3

9.7 ± 2 mg/día, ingestas ambas, inferiores a las recomendaciones de 15 mg/día, que es la calculada para adultos (21). Como lo muestra la Tabla 3, la ingesta proteínica total y de proteína de origen animal, fue similar para ambos sexos. No se encontró correlación entre la ingesta de zinc y los niveles de este elemento traza en pelo y plasma.

El análisis de las dietas consumidas habitualmente por los adultos jóvenes incluidos en el estudio, demostró que las proporciones de alimentos de origen animal, cereales, legumbres y vegetales son semejantes para los dos grupos. Sin embargo, la ingesta de pan en los hombres de este grupo, es acentuadamente superior que en las mujeres.

El promedio de zinc plasmático para el grupo total fue de 89 ± 21 µg/dl (\bar{x} ± DE). Al separar por sexo, los hombres presentaron un valor promedio de 82 ± 22 µg/dl inferior al obtenido en las mujeres, cuyo valor fue de 94 ± 19 µg/dl, diferencia que es estadísticamente significativa ($P < 0.01$) (Tabla 4).

Siete hombres acusaron valores de zinc plasmático menores de 70 µg/dl, considerado como límite normal (13), mientras que solamente dos mujeres estuvieron por debajo de ese límite ($P < 0.05$). La distribución de los valores de zinc plasmático según el sexo se ilustra gráficamente en la Figura 1.

El promedio de zinc en pelo para el grupo total fue de 180 ± 25 µg/g, sin encontrarse diferencia significativa al realizar el análisis según sexo. Considerando el valor de 160 µg/g como límite inferior de normalidad (20), cuatro hombres (25%) y dos mujeres (9%) estuvieron por debajo de este límite. No se encontró correlación estadística entre los valores de zinc en plasma y pelo. De los sujetos que presentaron valores bajos de zinc, solamente dos hombres y una mujer tenían, concomitantemente, depleción a nivel plasmático y en el pelo.

DISCUSION

El análisis de las dietas del grupo sometido a estudio reveló una ingesta de zinc muy baja, al compararla con las recomendaciones estable-

TABLA 3

CARACTERISTICAS DE LA DIETA DEL GRUPO ESTUDIADO

	Hombres (n = 21)	Mujeres (n = 16)	P
Calorías	2,150 ± 513	1,790 ± 690	< 0.01
Proteínas totales (g/día)	63 ± 21	58 ± 25	NS
Proteínas animales (g/día)	30 ± 18	27 ± 12	NS
Zinc ingesta (mg/día)	8.3 ± 3	9.7 ± 2	NS
Zinc (mg/1,000 Kcal)	3.9 ± 1.4	5.4 ± 1.1	NS

TABLA 4

NIVELES DE ZINC EN PLASMA Y PELO, SEGUN SEXO

	Hombres (n = 21)	Mujeres (n = 16)
Zinc en pelo (µg/dl)	174 ± 23	185 ± 26
Zinc en plasma (µg/g)	82 ± 22	* 94 ± 19

* P < 0.01.

cidas por la NRC-NAS, Estados Unidos (21). No obstante, el contenido calórico y proteínico de las dietas, también se encontraba bajo los límites considerados como aceptables para la población adulta. Pero si observamos la relación peso para talla, la población tiene en promedio valores de 104^o/o en relación al estándar, lo que sugiere que no existía un déficit en el balance energético.

Los adultos del sexo masculino consumían una dieta cuyo aporte de pan y cereales era mayor que las mujeres. Una de las posibles explicaciones de la mayor prevalencia de individuos con bajos niveles de zinc en el plasma, podría ser la presencia de una mayor cantidad de fitatos en la dieta, perjudicando la absorción del zinc de la dieta, ya bastante pobre en este elemento (20).

Siete de los 16 individuos de sexo masculino presentaron niveles de zinc plasmático inferiores al límite normal, hecho que ocurrió sólo en una pequeña proporción de las mujeres (14^o/o). Estas diferencias significativas entre sexos, pueden explicarse a través de la diferencia en la calidad de la dieta, tipo de proteínas y pérdidas de Zn en hombres y mujeres. En relación al pelo, los resultados revelaron que no hubo casos por debajo del rango normal. No se encontró una correlación estadísticamente significativa entre los valores de zinc en el pelo y en el plasma.

La gran importancia que en muchas condiciones patológicas se da al zinc, su relación con procesos metabólicos, crecimiento y enzimas, obligan a verificar con mucha exactitud las variaciones de la normalidad del zinc

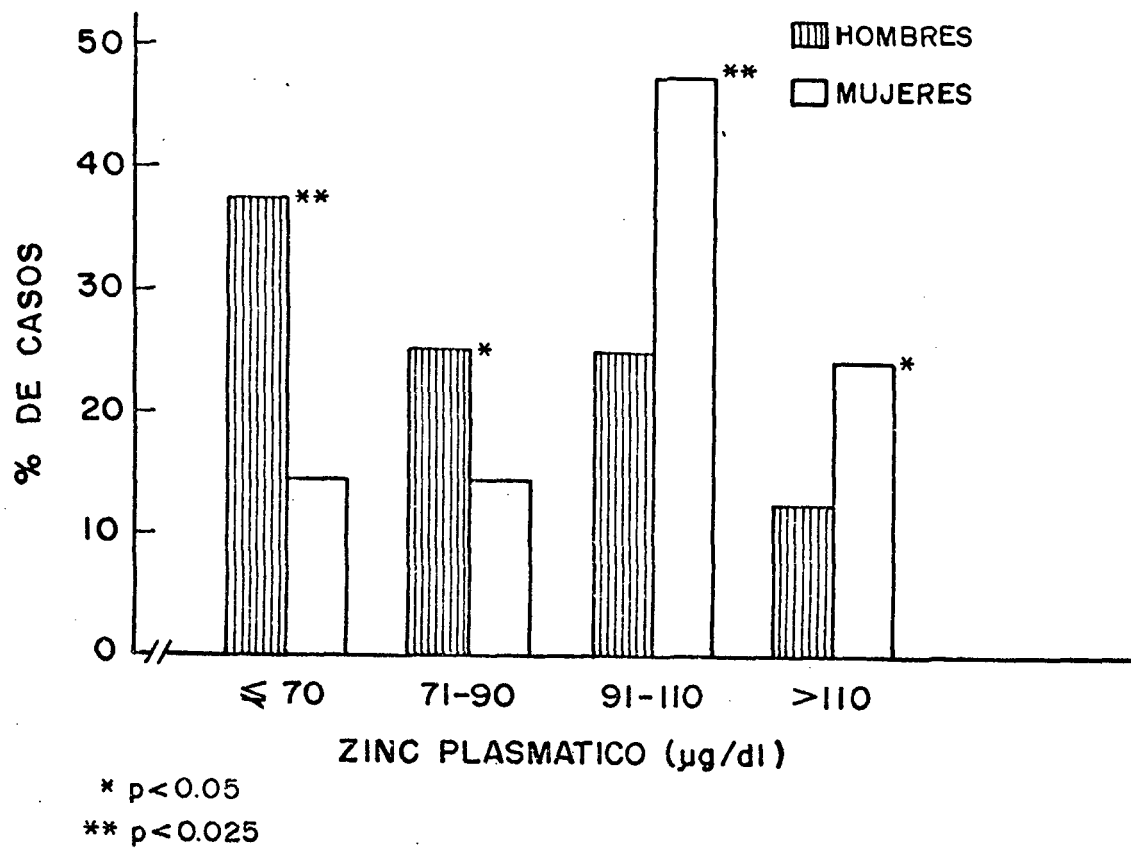


FIGURA 1

Niveles de zinc plasmático, según sexo del grupo estudiado.

en diferentes poblaciones, considerando edad y métodos utilizados. En la actualidad, no hay concordancia entre diferentes autores sobre cuál es la mejor técnica para medir zinc, debido a la gran variabilidad de resultados, contaminación con otros elementos y diferencias ambientales.

La interrelación entre dieta, ingesta de zinc y determinación del zinc en el plasma y pelo ha sido objeto de estudios investigativos pero, de nuevo, los resultados son confusos, y algunas veces contradictorios.

Los valores normales para el zinc en plasma y suero en adultos dados por la literatura, varían de 83 $\mu\text{g/dl}$ a 180 $\mu\text{g/dl}$, encontrándose diferencias entre sexo, edad, nivel socioeconómico de los grupos y tipo de alimentación (30,31). A pesar de ello, nuestros resultados iniciales demuestran que los hombres acusan valores de zinc plasmáticos de 82 $\mu\text{g/dl}$, inferiores a los que se citan en trabajos internacionales, no así las mujeres, que presentan niveles similares. Los resultados obtenidos por nosotros, comparados con algunos datos de la literatura, pueden verse en la Tabla 5.

TABLA 5

VALORES PROMEDIO DE ZINC EN LOS ADULTOS CHILENOS, JOVENES,
COMPARADOS CON DATOS DE LA LITERATURA

Autores	n	Zinc en plasma ($\mu\text{g/dl}$)	Zinc en pelo	Zinc en suero ($\mu\text{g/dl}$)
Gattás, V. <i>et al.</i> (presente estudio)	16 ♂	82 ± 22	180 ± 25 ^a	—
	21 ♀	94 ± 19	185 ± 26	—
Hambidge, K.M. <i>et al.</i>	88 (♂ y ♀)	—	180 ± 4 ^b	—
Strain W.H. <i>et al.</i>	12 ♂	—	103 ± 4 ^b	—
Renhold, J.G. <i>et al.</i>	20 ♂	—	181 ± 36 ^a	—
Mc Bean, L.D. <i>et al.</i>	14 ♂	—	176 ± 37 ^a	—
Mc Bean, L.D. <i>et al.</i>	75 niños	72 ± 12	199 ± 22 ^a	—
Klevay, L.M.	118 ♂	95 ± 125	142 ± 43 ^a (n = 64)	—
	172 ♀	76 ± 111	167 ± 129 (n = 70)	—
Mc Kenzie, J.M.	42 ♂	—	180 ± 15	84 ± 15
E.R. Gabrieli	54 ♀	—	195 ± 23	121 ± 30
Sinha, S.N. & E.R. Gabrieli	200 (♂ y ♀)	—	—	120 ± 22 ^a

a $\bar{x} \pm DE$.

b $\bar{x} \pm EE$.

Las concentraciones de zinc en el pelo, inicialmente vistas como un reflejo de las reservas tisulares de zinc, han experimentado innumerables variaciones dependiendo de las técnicas utilizadas para su medición. Sin embargo, estudios realizados en Denver, han demostrado que el zinc en el pelo puede ser independiente del lugar de corte, de la contaminación ambiental, del método del lavado o de pigmentación del pelo, y sí dependiente de la edad de los sujetos (16).

Así, adultos jóvenes tuvieron niveles semejantes al de los neonatos. Hay una disminución importante de los niveles en la infancia temprana para luego ascender (30). Nuestros datos demuestran que los adultos chilenos jóvenes, de nivel socioeconómico medio y bajo, acusaron valores de zinc en el pelo muy semejantes a los de la población adulta norteamericana. Los datos de nuestro estudio, por lo tanto, confirman que no hay diferencia entre sexos en cuanto al contenido de zinc en el pelo.

CONCLUSION

En conclusión, podemos decir que la dieta de los adultos chilenos, jóvenes, contiene una cantidad de zinc más baja que lo recomendable. Los valores de zinc en plasma se presentan levemente inferiores a los promedios informados por otros autores, y los niveles de zinc en el pelo son semejantes a los citados en la literatura internacional.

En consecuencia, es necesario investigar el posible efecto funcional de esta carencia marginal en nuestra población adulta, especialmente en los hombres.

SUMMARY

ZINC NUTRITION IN YOUNG CHILEAN ADULTS

To evaluate the effect of dietary factors on plasma zinc levels, dietary zinc intake was estimated and plasma levels were measured in 37 healthy young adults of low and middle socioeconomic status.

Our study included 16 males aged 29 ± 7 and 21 females aged 26 ± 6 years. Dietary intake of zinc and protein was determined from a 24-hour dietary recall survey. Plasma zinc was measured by atomic absorption spectrophotometry. Alkaline phosphatase (AP) in plasma was also measured and the weight/height percentage for each subject calculated according to Jelliffe's standards.

The average diet was composed of cereals, legumes, eggs, bread and noodles, caloric intake was 2051 ± 154 kcal/day for men and 1767 ± 158 ($\bar{x} \pm SD$) kcal/day for women. The daily intake of zinc was 8.3 ± 3.0 mg/day for males, and 9.7 ± 2.0 mg/day for females. Cereals were the main source of zinc for men, while egg and dairy products were for women.

Plasma zinc values were 82 ± 22 $\mu\text{g/dl}$ for men and 94 ± 19 $\mu\text{g/dl}$ for women ($p < 0.01$). For the whole group plasma zinc concentration was 89 ± 21 $\mu\text{g/dl}$. Seven males and two females had low plasma zinc values (70 $\mu\text{g/dl}$ or less).

Alkaline phosphatase (AP) levels were 110 ± 10 IU for males and 71 ± 4 IU for

females ($p < 0.001$). These values did not correlate with the zinc levels. Average weight/height was 99 ± 18 for men, and 108 ± 18 for females.

Results indicate that on the average, in our study group plasma zinc levels were within the normal range, although they were significantly lower in men. Dietary intake of zinc was below the recommendations, being higher for women as related to values presented by men. The observed low plasma levels of zinc may be caused by a low intake, and/or poor bioavailability.

BIBLIOGRAFIA

1. Prasad, A.S., J.A. Halsted & M. Nadimi. Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism and geophagia. *Am. J. Med.*, **31**:532-536, 1961.
2. Prasad, A.S. *et al.* Zinc metabolism in patients with the syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, dwarfism and hypogonadism. *J. Lab. Clin. Med.*, **61**:537-549, 1963.
3. Hambidge, K.M., C. Hambidge, M. Jacobs & J.D. Baum. Low levels of zinc in hair, anorexia, poor growth and hypogeusia in children. *Pediat. Res.*, **6**:868-874, 1972.
4. Halsted, J.A., J.C. Smith & M.I. Irwin. A conspectus of research on zinc requirements of man. *J. Nutr.*, **104**:345-378, 1974.
5. Prasad, A.S. Zinc deficiency in man. *Am. J. Dis. Child.*, **130**:358-361, 1976.
6. Moynahan, E.J. Acrodermatitis enteropathica: A lethal inherited human zinc deficiency disorder. *Lancet*, **2**:399-400, 1974.
7. Prasad, A.S., E.B. Schoomaker, J. Ortega, *et al.* Zinc deficiency in sickle-cell disease. *Clin. Chem.*, **21**:582-587, 1975.
8. Sandstead, H.H., K.P. Vo-Khactu & N. Solomon. Conditioned zinc deficiencies. In: *Trace Elements in Human Health and Disease*. New York, N.Y., Academic Press, 1978.
9. Golden, M.H.N., B.E. Golden, P.S.E.G. Harland & A.A. Jackson. Zinc and immunocompetence in protein-energy malnutrition. *Lancet*, **1**:1226-1228, 1978.
10. MacMahon, R.A., M.L.M. Parker & M.C. Mckinnon. Zinc treatment in malabsorption. *Med. J. Austr.*, **3**:210-211, 1968.
11. McBean, L.D., M. Mahludji, J.G. Reinhold & J.A. Halsted. Correlation of zinc concentrations in human plasma and hair. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**:506-509, 1971.
12. Sinha, S.N. & E.R. Gabrieli. Serum copper and zinc levels in various pathologic conditions. *Am. J. Clin. Pathol.*, **54**:570-577, 1970.
13. McKenzie, J.M. Content of zinc in serum, urine, hair and toenails of New Zealand adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**:570-579, 1979.
14. Klevay, L.M. Hair as a biopsy material. I. Assessment of zinc nutriture. *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**:284-289, 1970.
15. McKenzie, J.M. Alteration of the zinc and copper concentration of hair. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**:470, 1978.
16. Hambidge, K.M., P.A. Watravens, R.M. Brown, J. Webster, S. White, M. Anthony & M.L. Roth. Zinc nutrition of preschool children in the Denver Head Start Program. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**:734-738, 1976.
17. Strain, W.H., L.T. Steadman, C.A. Lankan Jr., W.P. Berliner & W.J. Pories. Analysis

- of zinc levels in hair for the diagnosis of zinc deficiency in man. *J. Lab. Clin. Med.*, **68**:244-249, 1966.
18. Reinhold, J.G., G.A. Kpory, M.A. Ghalambor & J.C. Bennett. Zinc and copper concentrations in hair of Iranian villagers. *Am. J. Clin. Nutr.*, **18**:294, 1966.
 19. Shapcott, D. *Hair and Plasma in the Diagnosis of Zinc Deficiency. Clinical Applications of Recent Advances in Zinc Metabolism.* 1982, p. 121, 139 (Ph. D. Thesis).
 20. Reinhold, J.G. High phytate content of rural Iranian bread: A possible cause of human zinc deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**:1204-1206, 1971.
 21. National Academy of Sciences-National Research Council. *Recommended Dietary Allowances.* A report of the Food and Nutrition Board. 9th ed. Washington, D.C., NAS-NRC, 1980.
 22. Fisberg, M., V. Gattás, G. Barrera & R. Uauy. Nutrición de zinc en adultos jóvenes. *Rev. Chil. Nutr.*, **8**:39, 1980.
 23. Jelliffe, D.B. *Evaluación del Estado de Nutrición de la Comunidad (con Especial Referencia a las Encuestas en las Regiones en Desarrollo).* Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1968, 291 p.
 24. Frisancho, R. New norms and upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**:2540-2545, 1981.
 25. Morris, T. *Encuestas Alimentarias. Su Técnica e Interpretación.* Roma, Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas 1950, 120 p. (FAO, Estudios de Nutrición No. 4).
 26. Mitchell Gersovitz, J., P. Madden and H. Smicklas Wright. Validity of the 24-hr dietary recall and seven-day record group comparisons. *J. Am. Diet. Assn.*, **73**:48-55, 1978.
 27. Schmidt-Hebbel, H. *et al. Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos.* 6a. ed. Depto. de Química y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas, Universidad de Chile, 1979.
 28. Murphy, E.W., B.W. Willis & B. K. Watt. Provisional tables on the zinc content of foods. *J. Am. Diet. Assn.*, **66**:345-355, 1975.
 29. Sprague, S. & W. Slavin. Determination of iron, copper and zinc in blood serum by atomic absorption method requiring only dilution. *Atomic Absorption Newsletter* **4**, 228, 1965.
 30. Shaw, J.C.L. Trace elements in the fetus and young infant. I. Zinc. *Am. J. Dis. Child.*, **133**:1260-1268, 1979.

NUTRITIONAL ANTHROPOMETRY AND DIETARY INTAKE OF CHILDREN FROM THE LAS CUEVAS REGION OF THE DOMINICAN REPUBLIC

Linda Bruce¹ and Leslie Sue Lieberman²

University of Florida
Gainesville, Florida

SUMMARY

A nutritional survey was conducted in the "Las Cuevas" watershed located in the southwestern region of the Dominican Republic to assess the nutritional status of preschool children. Height, weight, mid-arm circumference and triceps skinfold measurements were taken of 280 children between 6 to 54 months of age. Dietary recall was elicited from mothers or care givers. Results compared with the National Center for Health Statistics reference data indicate that these children: 1) experience growth failure and poor nutritional status as indicated by low weight for age; 2) suffer chronic malnutrition as revealed by low height for age and reduced muscle mass of the mid-arm; and 3) have appropriate weight for height measurements.

A food frequency survey revealed that these children consume a diet high in carbohydrates and low in animal protein. Breast feeding is a common practice although cow's milk was introduced early in 25% of the sample. The mean age at weaning is 12 months. The results indicate that these children experience the greatest growth deficits in the second year of life and that these deficits are indicative of chronic undernutrition rather than acute food shortage or recent disease episodes.

This study was carried out to establish baseline data for a resource management project initiated by the Secretariat of Agriculture of the Dominican Republic.

INTRODUCTION

Malnutrition is one of the Dominican Republic's major health problems. This condition is acute in children under five years of age who make up 43.1% of the country's six million inhabitants. According to a

Manuscrito modificado recibido: 16-1-87.

¹ Department of Food Science and Human Nutrition, University of Florida, Gainesville, Florida 32611. Present address: 3001 Veazey Terrace, N.W. No. 923, Washington, D.C. 20008, USA.

² Department of Anthropology and Pediatrics, University of Florida, Gainesville, Florida 32611.

nutritional survey undertaken in 1969 among lower and middle income families, 75% of the children comprised between the ages of one to five years suffered from protein-energy malnutrition (PEM) (1). Subsequent surveys revealed similar findings. In a 1976 study of the Catholic Relief Services (CARE) conducted in the central and southwestern regions of the Dominican Republic, 66% of the preschool children were malnourished (2). More recently, in 1981, a nutrition survey was carried out by the Secretariat of Public Health, in the rural area surrounding La Romana located in the eastern region of the Island. Data for 849 children under one year of age indicated that 41% were diagnosed as malnourished, although only 1.9% were classified as severely malnourished (3). All survey results were compared to the Gómez classification, which measures the degree of PEM according to the percentage deficit in weight for age.

Little research has been conducted in the rural southwestern region of the Dominican Republic which consists primarily of small land holders and tenant farmers and is considered a frontier zone. Previous estimates suggest that childhood PEM is worse in the southwest, but these data include an urban coastal population (3). Therefore, the "Las Cuevas" watershed was the site selected for another nutritional survey undertaken to assess the nutritional status of this rural mountainous region. A second purpose was to compare results with previous data in order to determine if there had been any improvement in the nutritional status of Dominican children since the first 1969 survey.

The survey was conducted in the summer of 1982 as part of an interdisciplinary research project initiated by the Secretariat of Agriculture of the Dominican Republic and the Center for Latin American Studies of the University of Florida. The main purpose of the "Las Cuevas" project was to improve resource management in an underdeveloped rural region of the country and to train professionals to conserve natural resources (4). At the initiation of the "Las Cuevas" project, nutritional status of the population was taken to provide baseline data for assistance programs (4).

The "Las Cuevas" watershed is located on the southwestern flank of the Cordillera Central and covers 600 km². In 1981 the estimated population was 31,148 inhabitants, with an average density of 52 persons per km². The population of "Las Cuevas" is 71% rural (4), most of the inhabitants being small-farm agriculturists who cultivate land and tend goats. In the same year of 1981, family income in the region was estimated to be less than US\$800.00 annually (4). Mortality in the watershed is difficult to calculate due to the absence of accurate records. Although the stated mortality rate for the province of Azua is 4.5/1,000 (37/1,000 for the Dominican Republic) (5), it is suspected that this rate is considerably underestimated.

MATERIAL AND METHODS

The sample population was comprised by 10% of the children from six to 54 months of age in every community in the watershed, accessible by four wheel-drive vehicles. Households with preschool children were

randomly selected, and were either measured at home or brought to a meeting place for this purpose and for interviews with their mothers. A total of 280 children, 141 males and 139 females were measured. The preschool children population for each community was determined by statistics from the Department of Rural Health and from the rural health agent (6).

Anthropometric measurements were taken to determine nutritional status based on the National Center for Health Statistic's (NCHS) age and sex specific reference data for weight, height, arm circumference and triceps skinfold. (7-12). From these measurements, relationships of weight for age, height for age, weight for height and the fat and muscle areas of the upper arm were derived. Weight was measured with a hanging scale hung from a stable pole or fixture, removing clothes and shoes except underwear before weighing. Weights were recorded in kilograms to the nearest tenth. Height was measured by recumbent length to the nearest tenth of a centimeter on a 100 cm. length board. Recumbent length gives a slightly larger measurement than standing length. The difference between the two measurements is approximately one centimeter (9). The NCHS data report recumbent length for children birth to 36 months and stature for children 2-18 years (7).

Upper arm circumference was measured at the midpoint between the acromion process of the scapula and olecranon process of the elbow at the posterior midline over the belly of the triceps. A fiber glass, non-stretchable tape was used to measure the circumference. Measurements were recorded in centimeters to the nearest 0.1 centimeter. Triceps skinfold, a measure of a double layer of skin and subcutaneous fat on the midpoint of the upper arm, was taken with an Adiameter^T™ skinfold caliper. Measurements were recorded to the nearest millimeter. Using both skinfold and upper arm circumference the cross-sectional area of fat and muscle was calculated in order to determine the relative tissue of the upper arm (8, 10, 12).

The National Center for Health Statistics (NCHS) reference data were used to evaluate the anthropometric data collected in "Las Cuevas". Considering that well-fed ethnic groups have reached similar growth standards as well-nourished Caucasians in the United States and Europe, the NCHS tables were used as a reference to assess growth deviations of the "Las Cuevas" children (11). Upper arm circumferences, tricep skinfolds and the derived tissue circumferences and areas were compared to the National Health and Nutritional Examination Survey I (NHANES I) standards. This reference includes children from one to five years of age (12, 13).

Food frequency data were collected for 90% of the children surveyed. Each mother was interviewed by a Dominican interviewer to determine food frequency consumption, breast-feeding practices and weaning foods. No attempt was made to quantify food eaten, determine standard composition, or calculate nutritive values. Food frequency was taken so as to obtain a general dietary profile.

RESULTS

According to the weight-for-age measurements, 23% of the children

were at, or below the 5th percentile. Over 60% of them did not achieve weights over the 25th percentile, while only 21% of the children were above the 50th percentile (Table 1). Males tended to have lower weights than females. For all ages, nearly 30% of males were at or below the 5th percentile, while less than 20% of females were in this category. The children who showed the greatest deficits in weights belong to the age range of 12 to 23 months old. Twenty-nine of the total 104 children in this age group were at or below the 5th percentile.

As to measurements for height for age, these indicate that 39% of the sample were at, or below the 5th percentile. Over 70% of the children did not exceed the 25th percentile (Table 1). A small 17% were above the 50th percentile, males generally being of shorter stature than their female counterparts. More than 40% of the males were at the 5th percentile, while 35% of the females were in this category. Children from 24 to 35 months of age experience the greatest deficits for age.

Children in the "Las Cuevas" watershed did not experience great deficits in weight for height. Fewer than 8% of the children were at or below the 5th percentile (Table 1). As the data reveal, a little over 50% of the children were above the 50th percentile, which is to be expected in a normal centile distribution.

Both upper arm circumference and triceps skinfold measurements of the sample were low when compared to the NCHS reference data. As may be observed, over 30% of the subjects were at or below the 5th percentile, while over 70% did not exceed the 25th percentile (Table 2). A mere 12% were above the 50th percentile. Triceps skinfold thickness was equally low in the sample; while 16% of the children were at or below the 5th percentile, only 13% of them were above the 50th percentile.

Calculated from upper arm circumference and skinfold thickness, the fat area of the sample was low. Nearly 60% of the sample had fat areas at or below the 25th percentile, while less than 20% exceeded the 50th percentile. Calculated muscle area shows approximately 57% of the children with reduced muscle mass, falling at or below the 25th percentile. Only 20% of the sample were greater than the 50th percentile (Table 2).

According to the dietary survey, the customary diet consists primarily of high carbohydrate foods: rice, bread and spaghetti as well as starchy tubers such as yucca, potatoes, and plantains comprise the daily fare. Beans (habichuelas, gandules, etc.), which are grown locally, are also consumed on a daily basis. The main sources of animal protein, milk and eggs, are consumed daily by 50% of the children. Meat, chicken, fish and goat are eaten from one to three times a week to once a month. Fruits and vegetables are not an integral part of the diet. Except for the small banana, guineo, fruits and vegetables are consumed once or twice a week at the most. The consumption of fruit, however, may have been under-reported since mothers were not questioned about their children consuming seasonal fruits such as mangoes, which are picked from the trees and eaten as snacks. Condiments, peanut oil, sugar, as well as coffee and tea are usually part of every meal.

Breast feeding is a common practice in the Dominican Republic. According to the dietary survey, 60% of the mothers breast-fed their

TABLE 1

CENTILE DISTRIBUTION OF WEIGHT FOR AGE, HEIGHT FOR AGE
AND WEIGHT FOR HEIGHT BY SEX

Percentile rank of NCHS standard ¹	Female ²	(No.)	Male	(No.)	Total	(No.)
Weight						
5 or less	19 ^o /o	(26)	29 ^o /o	(40)	24 ^o /o	66
10-24	37 ^o /o	(52)	37 ^o /o	(51)	37 ^o /o	103
25-50	17 ^o /o	(24)	17 ^o /o	(24)	17 ^o /o	48
51 or more	26 ^o /o	(36)	16 ^o /o	(23)	21 ^o /o	59
Height						
5 or less	35 ^o /o	(49)	43 ^o /o	(61)	39 ^o /o	110
10-24	35 ^o /o	(49)	30 ^o /o	(42)	32 ^o /o	91
25-50	12 ^o /o	(17)	10 ^o /o	(15)	11 ^o /o	32
51 or more	17 ^o /o	(24)	16 ^o /o	(23)	17 ^o /o	47
Weight for height						
5 or less	8 ^o /o	(11)	9 ^o /o	(13)	8 ^o /o	24
10-24	17 ^o /o	(24)	25 ^o /o	(35)	21 ^o /o	59
25-50	19 ^o /o	(27)	25 ^o /o	(35)	22 ^o /o	62
51 or more	55 ^o /o	(76)	40 ^o /o	(55)	47 ^o /o	131

1 National Center for Health Statistics (7).

2 Percentages may not equal 100^o/o, due to rounding off.

children, a practice that lasts from 6 to 24 months. The mean weaning age was 12 months. Twenty-five per cent of the babies received cow's milk, and 10^o/o formula. Whether or not some mothers combined breast-feeding with formula was not explored.

The average age for introducing solid foods was 6-7 months. In some cases children were not introduced to solid foods until they were 12 months old. The most severe cases of malnutrition were found among those children who were not given solid foods until 16 to 24 months of age. They continued breast-feeding often in competition with another sibling.

The most frequent weaning foods are variations of the daily diet. Rice, pureed tubers and beans along with plantains, guineo and coffee are the most common introductory foods. Sources of protein such as cow's milk, eggs, stewed meat and breast milk complement the infant's diet.

DISCUSSION

Based on weight for age the children in "Las Cuevas" experience significant growth failure and poor nutritional status. As can be gleaned from the data nearly a quarter of the children do not surpass the 5th percentile

TABLE 2

PRESENTATION OF CENTILE DISTRIBUTION OF ARM CIRCUMFERENCE, SKINFOLD THICKNESS AND FAT AND MUSCLE AREAS BY SEX

Percentile rank of NCHS standard ¹	Female ²	(No.)	Male	(No.)	Total	(No.)
Arm circumference						
5 or less	33 ^o /o	(40)	38 ^o /o	(48)	36 ^o /o	88
10-24	33 ^o /o	(41)	34 ^o /o	(42)	34 ^o /o	83
25-50	20 ^o /o	(25)	15 ^o /o	(19)	18 ^o /o	44
51 or more	13 ^o /o	(16)	12 ^o /o	(15)	12 ^o /o	31
Skinfold thickness						
5 or less	14 ^o /o	(17)	17 ^o /o	(22)	16 ^o /o	39
10-24	39 ^o /o	(48)	40 ^o /o	(50)	40 ^o /o	98
25-50	34 ^o /o	(42)	28 ^o /o	(35)	31 ^o /o	77
51 or more	12 ^o /o	(15)	14 ^o /o	(17)	13 ^o /o	32
Fat area						
5 or less	11 ^o /o	(13)	15 ^o /o	(17)	12 ^o /o	30
10-24	49 ^o /o	(60)	45 ^o /o	(56)	47 ^o /o	116
25-50	22 ^o /o	(27)	21 ^o /o	(26)	21 ^o /o	53
51 or more	18 ^o /o	(22)	19 ^o /o	(23)	18 ^o /o	45
Muscle area						
5 or less	18 ^o /o	(22)	19 ^o /o	(23)	18 ^o /o	45
10-24	39 ^o /o	(47)	40 ^o /o	(50)	39 ^o /o	97
25-50	23 ^o /o	(28)	20 ^o /o	(25)	21 ^o /o	53
51 or more	20 ^o /o	(24)	21 ^o /o	(26)	20 ^o /o	50

1 National Center for Health Statistics (7).

2 Percentages may not equal 100^o/o, due to rounding off.

in weight and more than 60^o/o of them do not reach the 50th percentile. Males in particular, tend to be lighter than females. These low weights appear to be the result of decreased body fat, poor muscle development, deficient skeletal growth or a combination of all three. Height for age, weight for height, arm circumference and skinfold thickness will evaluate the degree of malnutrition as expressed by these low body weights.

For the purpose of this study, deviations in weight for age are evaluated according to the NCHS standard of reference. The Gómez Classification, frequently used for evaluating malnutrition in Latin America and the Caribbean, was not used because it does not take into account edematous weight nor distinguish between acute and chronic PEM. For comparison sake, however, the authors have also compared the "Las Cuevas" children to this classification. According to the Gómez standard, 52^o/o of the sample suffered from 1st degree malnutrition, 17^o/o from 2nd degree malnutrition, and 2^o/o experience 3rd degree.

Low height for age reflects a prolonged period of nutritional stress and subsequent retardation of linear growth (11). This is an important measure to distinguish present day, from past nutrition. Due to the fact that height cannot be gained in a short period, significant deficits in height indicate a period of prolonged undernutrition. Height-for-age measurements for the "Las Cuevas" sample revealed children who were very short for their ages. Nearly two-thirds of the sample did not exceed the 25th percentile. This low stature was found among all age groups, but is particularly low after 24 months of age. The low height for age indicates a retardation of linear growth especially after the weaning age. The height/age data demonstrate that these children have suffered a history of malnutrition and retarded growth.

A deficit in weight for height disregarding age suggests that a child currently is, or has been in the period immediately prior to examination, on an inadequate diet (13). Nevertheless, a recent work by Cole (14) on the weight-for-height standard and by Rolland-Cachera *et al.* (15) on adiposity indices in children, suggest that weight for height may overestimate the proportion of children who are undernourished. The overestimation is greatest for children at the extremes of the distribution, i.e., those under the 5th centile and over the 95th centile and for all children at about two years of age. Unexpectedly, weight-for-height measurements are not particularly low for the "Las Cuevas" children. Only 8% of the subjects were below the 5th percentile, while over 65% were at or above the 50th percentile. This means that only a small percentage of the subjects were suffering from acute malnutrition. One explanation of the favorable weight-for-height measurements may lie in the fact that the sample was measured during the summer months, when crops were being harvested and food was more plentiful. For whatever reason, however, the weight-for-height ratio suggests that the children did not experience unusual nutritional stress before or during the survey.

Upper arm measurements are valuable indicators of nutritional reserves (10, 12, 13). A decreased amount of subcutaneous fat and poor muscle development or "muscle wasting" are cardinal features of all forms of protein-calorie malnutrition. Arm measurements for the "Las Cuevas" subjects indicated reduced protein reserves. Over 30% of the children had upper arm circumferences at or below the 5th percentile. Calculated muscle area revealed decreased muscle size, a sign of poor muscle development and decreased protein reserves. This phenomenon usually occurs from chronic calorie deprivation as revealed by low height for age. Skinfold thickness and estimated fat area indicate only moderately low fat reserves. Moderate deficits in fat storage may reflect an overall thinness but no acute deprivation of calories. Thus, the low arm circumference measurements appear to be a result of poor calorie and protein reserves rather than an acute deficit in calories.

The diet of the "Las Cuevas" children evidently was high in carbohydrates, and relatively low in protein. Starchy items such as rice, bread, tubers and plantains were consumed daily. Although milk and eggs are eaten daily by 50% of these children, beef, fish, and goat were consumed from two to three times a week at most. This diet may be one of the contributing factors related to the poor nutritional status in the watershed. Insufficient calorie consumption is reflected in low weight for age, and

low protein intake is shown by poor muscle development, low weight and retarded linear growth experienced by the children. This seemingly high carbohydrate, low-protein diet does not provide sufficient calories and nutrients to support proper growth and development as reflected by the poor nutritional status of the children in "Las Cuevas".

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by a grant from the Dominican Republic Secretariat of Agriculture to Gustavo Antonini, Ph.D., Professor of Latin American Studies at the University of Florida.

RESUMEN

ANTROPOMETRIA NUTRICIONAL E INGESTA DIETETICA DE NIÑOS DE LA REGION "LAS CUEVAS" DE LA REPUBLICA DOMINICANA

Se llevó a cabo un estudio nutricional en la cuenca de "Las Cuevas", localizada en la región suroeste de la República Dominicana, con el propósito de analizar el estado nutricional de los niños de edad preescolar. Se hicieron mediciones de estatura, peso, circunferencia braquial y pliegue cutáneo del tríceps de 280 niños comprendidos entre las edades de 6 a 54 meses. Sus antecedentes alimentarios fueron recabados de sus madres o encargados.

Los resultados se compararon con datos de referencia del Centro Nacional de Estadísticas de Salud, los cuales revelaron: 1) que los niños experimentan un retardo de crecimiento y estado nutricional deficiente, indicado por un bajo peso para su edad; 2) que los niños sufren desnutrición crónica, como lo reveló la baja estatura para su edad y masa muscular reducida del antebrazo; y 3) que los niños tienen un peso adecuado para su estatura.

Un estudio de la frecuencia de alimentación demostró que los niños consumen una dieta rica en carbohidratos y baja en proteínas de origen animal. La lactancia materna es práctica común, aunque la leche de vaca se introdujo tempranamente en el 25% de los niños. La edad para la ablactación es de 12 meses.

Los resultados señalan, asimismo, que los niños experimentan los mayores déficits de crecimiento en el segundo año de vida, y que esos déficits son ocasionados por la malnutrición crónica, y no por la carencia aguda de alimentos ni por episodios recientes de enfermedad. El estudio se llevó a cabo con miras a establecer datos básicos requeridos para un proyecto de manejo de recursos iniciado por la Secretaría de Agricultura de la República Dominicana.

BIBLIOGRAPHY

1. Sebrell, W.H., K.W. King, R.E. Webb et al. Nutritional status of middle and low income groups in the Dominican Republic. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22:1-90, 1972.
2. Suero, V.C. *La Desnutrición Infantil Según Dos Encuestas*. Santo Domingo, CARITAS, 1976.
3. Rondon, H. La Romana, Dominican Republic In: *Current Topics in Nutrition*

- and Disease. Vol. 10. **Malnutrition: Determinants and Consequences**. P.L. White and H. Slevey (Eds.) New York, N.Y., Alan R. Liss, 1984, p. 373-377.
4. Antonini, G.A. **Integrated Training and Research Program in Natural Resource Management for the Dominican Republic with Special Attention for "Las Cuevas" Watershed**. Gainesville, Fla., Center for Latin American Studies, 1981, p. 1-20.
 5. **Statistical Abstract of Latin America**. Los Angeles, University of California, Latin American Center Publication 22, Table 709.
 6. Government of the Dominican Republic. **Census Data from the Secretariat of Public Health**, Santo Domingo, 1982.
 7. National Center for Health Statistics. **NCHS Growth Charts. Monthly Vital Statistics Report**, 25:76-1120, 1976.
 8. Malina, R.M. The measurement of body composition. In: **Human Physical Growth and Maturation: Methodologies and Factors**. F.E. Johnston Roche and C. Susanne (Eds.). New York, N.Y., Plenum Press, 1980, p. 35-39.
 9. Tanner, J.M., R.H. Whitehouse & M. Takaishi. Standard from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity: British children. **Arch. Dis. Childhd**, 41:454-474, 1965.
 10. Gurney, J.M. & D.R. Jelliffe. Arm anthropometry in nutritional assessment: Nonogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. **Am. J. Clin. Nutr.**, 26:912-915, 1973.
 11. Habicht, J-P., R. Martorell, C. Yarbrough, R.M. Malina & R.E. Klein. Height and weight standards for preschool children: How relevant are ethnic differences in growth potential? **Lancet**, 1:611-615, 1974.
 12. Frisancho, R.A. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. **Am. J. Clin. Nutr.**, 34:25-40, 1981.
 13. Seone, N. & M.C. Latham. Nutritional anthropometry in the identification of malnutrition in childhood. **J. Trop. Pediat. Environ. Child Health**, 17:98-103, 1971.
 14. Cole, T.J. A critique of the NCHS weight-for-height standard. **Human Biology**, 57:183-196, 1985.
 15. Rolland-Cachera, M.F., M. Sempé, M. Guillaud *et al.* Adiposity indices in children. **Am. J. Clin. Nutr.**, 36:178-184, 1982.

SOCIOECONOMIC CONDITIONS, FOOD HABITS AND FORMULATED FOOD PROGRAMS IN THE PUEBLOS JOVENES OF LIMA, PERU

Marisela Benavides¹ and Robert E. Rhoades²

International Potato Center (CIP)
Lima, Peru

SUMMARY

The present article examines attempts to develop and introduce formulated foods, or mixes, to low-income populations in Lima, Peru's *Pueblos Jóvenes* (squatter settlements).

It discusses how socioeconomic conditions, dietary patterns, and economic pressures often mitigate against consumer acceptance. An alternative approach which stresses a prediagnostic study of clients' needs and careful monitoring of product development with consumer input is suggested.

INTRODUCTION

Formulated or blended foods, sometimes called "mixes", have been widely investigated and debated as to their merit over the past two decades (1,2). While a number of nutrition studies and guidelines for development of the composition of formulated foods have been published, little research has been conducted on the social and economic conditions which encompass acceptability or rejection by beneficiaries of formulated food programs. This article, which presents the findings of a study done in 1983, examines formulated food programs in Lima, Peru, both historically and at present. Acceptability of formulated foods is examined in light of various factors: household economics, cultural preferences, dietary patterns, and food assistance programs. A major objective of the paper is to broaden our understanding of non-biological factors that play a major role in the successful transfer of formulated foods designed for Third World populations.

Data collection procedures involved a literature review of socioeco-

Manuscrito modificado recibido: 5-3-87.

¹ Sociologist, International Potato Center, (CIP), Lima, Peru.

² Leader, Food Systems, International Potato Center (CIP), P.O. Box 5969, Lima, Peru.

conomic conditions and present dietary habits in Lima's *Pueblos Jóvenes* or "young towns," interviews with specialists working on food-related problems among the urban poor, in-depth interviewing of mothers as well as women working in the *comedores populares* (common kitchens), and the administration of a questionnaire to a sample of mothers. The potato (*Solanum tuberosum*) was selected as a focal point due to the importance this tuber has in the Andean diet, and attempts in other world areas to use potato as a base for formulated mixes (3-6).

SOCIOECONOMIC CHARACTERISTICS OF LIMA'S PUEBLOS JOVENES

1. Development of Pueblos Jóvenes

Modern Lima is surrounded by a belt of marginal settlements called *pueblos jóvenes* or *barriadas* containing a population of 1.2 million (4).

The first *barriadas* appeared in Lima in the 1940's. They were established in the areas surrounding the *Mercado Mayorista*, Lima's main produce market. New *barriadas* or *pueblos jóvenes* appeared on the margins of the Rimac River during the 1940 and 1950 decades. From 1955 onward, however, an acceleration in the expansion process of these settlements occurred, and new *barriadas* emerged around the contour of the urban center and along the main access roads leading to the capital (See Figure 1).

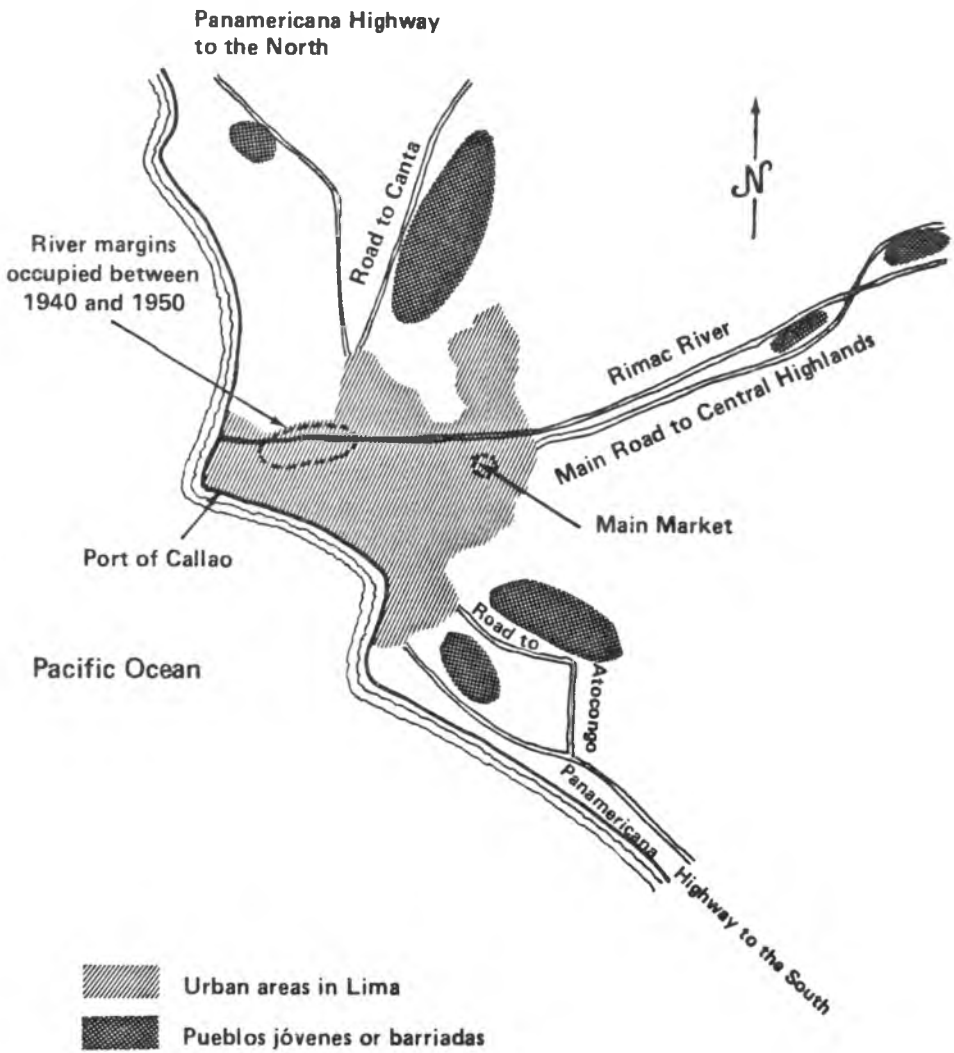
The constant growth and yearly expansion of *barriadas* (Table 1), is currently evidenced in the settlements occupying the sandy, desert areas surrounding the city.

The formation of a *pueblos jóvenes* begins with the "invasion" of state or private land by an organized group and, in fewer cases, the relocation of populations. Once installed, the inhabitants formally organize themselves to obtain official government recognition, legal title to property, and installation of electricity, water, and sewage services. The age of the *pueblo joven* and its organization power explains the differences between *pueblos jóvenes*: older settlements tend to have better facilities (e.g. San Martín de Porres located in the margins of the Rimac) than new ones. Nevertheless, even in the best *pueblos jóvenes*, severe problems are found in regard to sanitation, water, and most basic amenities.

2. Population Characteristics

Reliable statistical information on the populations of *pueblos jóvenes* is difficult to obtain and available data often correspond to different years. In this paper, a few general conclusions are drawn, which are important for understanding the target populations of formulated food projects.

Origin of slum population is important in determining food customs and dietary practices. The original inhabitants of *pueblos jóvenes* are primarily rural migrants to the city where a tremendous amalgamation of races and ethnic groups is found. While the greatest proportion of migrants are of highland origin, many originate as well from the coast and



Collier, David, 1978

FIGURE 1
Map indicating the location of *barriadas* in Lima, Peru

TABLE 1

TOTAL POPULATION, AND POPULATION GROWTH IN *PUEBLOS JOVENES*, METROPOLITAN LIMA

Year	Lima's total population	Population in <i>Pueblos Jóvenes</i>	Percentage
1953		13,599 ^a	
1955	1,200,000	119,140 ^a	10
1959	1,641,900	236,716 ^a	14
1967	2,628,700	491,340 ^a	19
1970	2,990,000	761,755 ^a	25
1972	3,418,500	783,039 ^b	23
1981	4,608,010	1,171,839 ^b	25

Sources:

a Rodríguez, Alfredo *et al.* (8).b Henríquez, Narda *et al.* (9).

jungle. For example, a study of a *pueblo joven* in Callao revealed that one-third of its inhabitants originated from the coast (10). Not all people living in *pueblos jóvenes* have taste preferences of the highlands (also a highly variable cultural zone) as is sometimes assumed in food programs.

The population of *pueblos jóvenes* is demographically young, and families tend to be large by Lima standards. According to a *pueblo joven* census conducted in 1972, 45% of the total population of Lima and Callao *pueblos jóvenes* are less than 15 years of age (11). The average family size of the low-income groups in Metropolitan Lima is 6.7 persons.

3. Employment Patterns

According to a 1982 survey carried out in 18 Lima *pueblos jóvenes* by INADUR (National Institute of Urban Development), 57% of the active economic population have stable employment, 36% have temporary employment, and no information was available on the remainder (12). Concerning occupations revealed in this survey, 37% declared themselves laborers, 31 claim to be self-employed, 26% classified themselves as employees, while the remainder (6%) fell into miscellaneous categories (12). Self-employed workers include street vendors, artisans, and semi-skilled workers (carpenters, plumbers, etc.) all of which are common activities for men. The most typical economic activity among women is hourly domestic employment, small businesses, street vendors, and in a few cases, sewing.

In the implementation of any formulated food program special attention should be given to the activities of mothers. In one *pueblo joven* study, 62% of women gave up work at marriage (85% worked before marriage), 15% remained unemployed and approximately 23% remained permanently in the labor force (13). This pattern of leaving work is explained in part by the necessity of the mother to remain at home to

take care of children and the house, especially in the cases of "invasions". As the family matures, women will return to the labor force due to economic pressures. When the children are older, or one child can watch the younger children, the mother will again frequently engage in an outside economic activity. They devote themselves primarily to commercial ventures which are compatible with maternity and which permit the greatest liberty in establishing their own hours and allowing, if possible, the mother to take her children with her. They frequently become street vendors or, if capital can be accumulated, they open a small local shop, often in their own house.

4. *Income*

According to the 1982 INADUR survey, and other data from 1983 the average family income in the *pueblos jóvenes* fluctuated, between 1.5 and 1.6 MLS (minimum labor salary) which was equivalent to US\$110-118.³

Two other surveys—the first, in San Juan de Lurigancho (north-east part of the city) and the other, in the Fundo Marquez (port of Callao)—provided the data on income levels shown in Table 2. In both studies, 50% of the analyzed population had incomes fluctuating between 80 and 160 US dollars.

THE FAMILY BUDGET AND FOOD EXPENDITURE

According to information in the National Survey of Food Consumption (15), conducted between August 1971 and August 1972, the expenditures among the lower income groups for food and drink in the Lima Metropolitan area required almost half of the total family budget. This was corroborated by another survey undertaken in 1977 and 1978 (16) which showed that 55% of expenses of the two lowest income strata are oriented toward food.

Hilary Creed de Kanashiro (17) in reference to food expenses of the lower income groups based on data obtained between 1972 and 1979 from various *pueblos jóvenes* (Ciudad de Dios y Pamplona), argues that food expenses are even higher than government data suggest:

"In 1972 these groups spent 78% of their total income to eat. It was not possible to obtain this information for all families but the impression is that some families have maintained more or less this percentage between 1972 and 1979 while for others it has risen. One of the families spent 85% of their total income for food in the 3 weeks prior to the interview."

Inflationary trends have continued to drive food costs higher.

2. *Nutritional Situation*

The close correlation between consumption patterns and income

³ On April 20, 1983, the average exchange rate was 1,306 Soles per US dollar. The exchange rate in 1987 is 14,000 Soles or 14 Intis.

TABLE 2

INCOME LEVELS IN TWO PUEBLOS JOVENES

Population (Percentage)	Income levels US\$
<i>Fundo Marquez</i>	
27	< 79
35	82-117
21	119-163
15	> 163
2	n.d.
Survey applied to 209 persons Zolezzi, M. and G. Romero (14)	
<i>San Juan de Lurigancho</i>	
34	< 82
44	82-156
17	> 156
5	n.d.
Survey applied to 246 persons. Zolezzi, M. and G. Romero (14)	

makes it clear that in *pueblos jóvenes* the low nutritional level has important consequences for health. According to the ENCA 1972 survey (15), 19% of the Lima population less than six years of age face malnutrition problems: 17% suffer from first degree malnutrition, while 2% are of second degree (18). The ENCA survey indicated also that 47% of Lima families do not satisfy 90% of their caloric requirements, and 22% of their protein requirements (12), a situation which has worsened since 1972 to the present. In addition, severe water and sanitation problems in *pueblos jóvenes* compound health and nutritional problems.

FOOD HABITS IN THE PUEBLOS JOVENES

1. Nursing

a. Breast-feeding

Breast-feeding is the main feeding method for babies in the *pueblos jóvenes*, and as Table 3 shows, mothers try to extend this practice for as long as possible, generally up to one year of age. Most mothers considered their own milk more adequate than artificial feeding. Breast-feeding is primarily used because of custom, its natural character, and savings to the family. In the *pueblo joven* Matazango a survey of 94 mothers re-

vealed that mother's milk is considered by 90% of the mothers as better than any other kind of milk (19). Mothers declare they stop breast-feeding when they no longer have milk or the child is old enough to eat other foods.

TABLE 3

BREAST-FEEDING PERIOD: COMBINED RESULTS OF TWO
PUEBLO JOVEN STUDIES
(N = 163)

Time	No. of mothers
Less than 6 months	22
6 - 12 months	73
More than 12 months	68

Source: González, Elías, 1979-1980. *Pueblo joven* Villa María del Porvenir (N = 103) (20).

Source: Leon Angeles Lauritz, Nov. 1977-1978. *Pueblo joven* San José, and Virgen del Rosario near Ancon (N = 60) (21).

b. *Breast-feeding, supplementary feeding and non-maternal milk*

In cases of insufficient mother's milk or if the mother works, supplementary feeding on non-maternal (canned or powered) milk is made. In San Jose and Virgen del Rosario, for example, evaporated milk⁴ is used by 71% of the mothers, pasteurized or homogenized by 8% and powered milk by 2% (21). In addition to mother's or other milk, babies are given substances such as tea and anise to eliminate gases and colic.

2. *Transition to Solid and Non-Milk Food*

This period begins when the child starts to eat solid foods at three to six months of age. The first foods given to the child are soups or broth containing noodles or potatoes prepared by the mother. Other foods given to the child are: potato purée prepared from the family soup bowl, squash purée, banana, boiled egg, pudding-dessert (*mazamorra*), and juice (mainly papaya and granadilla). These are traditional convenient methods of feeding babies from readily available table foods which are part of the regular adult meals and do not have to be specially prepared. The concept of a prepared child's meal as something separate from the adult's meal is not found, only in the sense that food may be separated out of the family pot (e.g., potatoes) and then mashed or made palatable for the child.

⁴ Gloria was the brand best known until 1985. This situation has probably changed. Although these are not recent studies, ENCI, a highly subsidized powdered milk may well have replaced it as the most commonly used.

Ninety-four mothers in *pueblo joven* Matazango responded to the question: which are the most common foods used to begin weaning? The most frequently mentioned items were mashed potato and vegetable broth (36 responses each) followed by fruit juice and boiled egg (20 and 8 responses, respectively) (19).

Results of a survey (N = 21) conducted specifically for the present article (Table 4) revealed the following first foods:

TABLE 4
FIRST FOODS FOR BABIES

Food	Frequency of response
Soups (vegetable, noodle, semola)	14
Potato (purée or mashed)	9
Banana	6
Eggs	5
Chicken broth	5
Fruit juice (granadilla, papaya)	3
Carrot	3
Purée squash	3
Corn pudding	2
Spinach	1

Source: Author's survey 1983.

3. Incorporation of the Child into the Adult Diet

The age of incorporation of the baby into the adult diet varies according to family resources. In the lowest income families, the child is incorporated as rapidly as possible into the family diet (although individual components may be prepared especially). This occurs generally after six months of age (Table 5).

a. Child diet: 1-6 years

The daily diet of small children like that of adults, is divided into the three usual meals: breakfast, lunch, and supper. Often, the evening meal is in reality the noon meal warmed over or, on other occasions, it is a *lonche* (snack) consisting of tea, bread, or pudding (*mazamorra*) with a bit of milk. There is limited consumption of fruit, eggs, and meat. Milk is used in some preparations, but this is diluted, canned evaporated milk. When the child is weaned, he does not always receive the proper substitute for mother's milk, a state which is compounded by the attention a mother must give to the newly arrived baby (22).

TABLE 5
INCORPORATION OF CHILD INTO THE ADULT DIET
(N = 21)

Age	Frequency of mention	Percentage
4 months	1	6
6 months	4	25
8 months	3	19
9 months	1	6
1 year	4	25
1 year +	3	19
	16	100 ^o /o

Source: Authors' survey 1983.

Mothers often fear that the use of fish and dried legumes (*menestras*)⁵ produces infection, allergy, and diarrhea. Legumes (*menestras*) are ranked highest by mothers as harmful to children, describing their effect as *caen pesados*, *aflojan el estómago*, *empachan*, Spanish expressions which refer to gastrointestinal problems (23). Beans, fish, and bananas are also thought to cause stomach problems. These are considered too "heavy" for the young child. At this age, preferred foods are noodles, puddings, fruits, and gelatines. Processed foods that children receive at this age are oats, *sémolas*, including preparations previously mentioned. For the preparation of puddings it is common to use corn starch (*Maicena*).

b. *Diets of children: 6-14 years*

The diet of children comprised in this age bracket is virtually the same as the family diet, although the proportion is greater than in the 1-5 year-age group. Despite their limited diets, by this age children have formed certain food habits and tastes which are important in determining acceptability of donated or formulated foods.

4. *The Adult Diet*

a. *Foods consumed most frequently*

Soups are important elements in the *pueblos jóvenes* diet since they are consumed daily, as is rice and bread. The soup ingredients include basic items such as onions, tomatoes, garlic, supplemented by vegetables such as carrots, potatoes, often mixed with a chicken broth or piece of inexpensive meat. In other cases, they prepare soups with wheat, beans and pea flours, or with noodles, *sémola* and rice. The mother prepares the soup using many different forms which depend on their availability and

⁵ In Peru the *menestras* include beans, broad-beans, peas and Lima bean.

market prices. Flavoring adding cubes are often added to soups.

Consumption of legumes and rice is common, due to the volume that can be bought with family budgets and generally their more secure supply in the market. Eggs are important in the diet, particularly if the mother has her own backyard chickens, a pattern common in *pueblos juvenes*. Fruit consumption is variable due to price fluctuations and supply. The most commonly consumed fruits are oranges (cheap in winter) and bananas (cheap in summer). Consumption of milk is also variable.

Legumes are generally consumed every other day. The diversity of legume types (e.g. green beans, broad-beans, chick pea) in the market permit a variation in consumption. Legumes are eaten with rice and in some cases with a piece of fish, egg and other high-density protein food if the family income permits.

Stews are prepared with greens and pieces of inexpensive meat, generally viscera. Stews are also quite diverse according to the green vegetable or grain with which it is prepared: e.g., squash, maize, olluco, potato or cabbage. Choice of vegetable depends on whichever ingredient is lowest in price at the market. Noodles, prepared in soups or separately, are consumed at least once a week. Fish and shellfish are frequently consumed since they are cheaper than chicken.

Frequency of chicken consumption also varies according to prevailing market prices. Generally, mothers purchase small pieces (wings, backs, feet, liver, etc.) for soups and for broths. Other meats, such as beef or pork, are rarely consumed due to their high cost. If meat is consumed, it is the less expensive pieces (e.g., viscera, head pieces, feet) which are selected.

According to the 1980 national household survey (ENHI) (24), Table 6 includes a list of the foods frequently consumed among low-income groups in the Lima Metropolitan area.

The adult diets of the *pueblos juvenes* are primarily made up of high carbohydrate foods such as rice, bread, noodles and dried legumes. Potatoes are also commonly consumed, reflecting a highland cultural preference. The former are consumed because of lower price in relation to volume. Concern with price does not necessarily mean, however, that people do not perceive differences in the nutritive value of foods. For example, in a study of mothers' opinions on the health value of foods, by Bardales de Hoyos (25), milk, meat, eggs, fish, fresh vegetables, fruits, and legumes were ranked highest, in the order presented.

Susan Lobo (10) in her excellent study of squatter settlements in Lima, reports that strong feelings of trust must pervade a situation in which food is given and received. Although men often eat *en la calle* (in the street) from vendors, this is considered disagreeable and often unhealthful. They prefer food prepared in the home, by one's own relatives. Culinary arts of the *pueblos juvenes* can be quite elaborate, especially on festive occasions. Foods which they can afford to eat are always well prepared.

5. Shopping Patterns, Food Storage, and Kitchen Activities

Mothers generally acquire food daily. Very few go to the market

TABLE 6
FOODS MOST FREQUENTLY CONSUMED AMONG THE LOW-INCOME
GROUPS IN THE LIMA METROPOLITAN AREA

Food	Grams per family per day	Percentage of the daily total consumption
Potato	.899	16.3
Rice	.738	13.4
Bread	.459	8.3
Fish	.328	5.9
Sugar	.275	5.0
Chicken meat	.242	4.4
Sweet potato	.242	4.4
Onion	.234	4.2
Noodles	.184	3.3
Evaporated milk	.162	2.9
Banana	.158	2.8
Tomato	.140	2.5
Beans	.139	2.5

76 (rounded)

Source: Encuesta Nacional de Hogares Individuales (ENHI) (24).

only once a week, as is common among the middle and upper classes. They purchase food in small open-air markets called *paraditas*, but in small amounts, a pattern reflecting in part limited cash availability.

In Lobo's study (10), the shopping patterns in Callao are described as follows:

"In Ciudadela, Chalaca and Dulanto each household purchases food daily. Generally, the women do the shopping since it is they who prepare the meals. Purchase of foodstuffs and preparation of food represent a large portion of the female head of the households' concerns. The morning trip to the market, in which food is selected for the entire household's consumption, generally lasts about an hour and is carried out efficiently. The market represents a focal setting for communication, for sizing up the available products, for commiserating on rising prices, and for exchanging quick bits of information with intimates."

"Food is generally stored in boxes or left in sacks in places protected from humidity and light" (cf. study by Bardales Hoyos) (25). Daily shopping minimizes household storage.

a. *Types of kitchens and availability of water and fuel.* Primarily, kerosene stoves are used and kerosene is an important expense. Water in the newer *pueblos jóvenes* is brought in by truck, sold in containers at a relatively high price and is often of dubious quality.

b. *Time spent preparing food.* As illustrated in Table 7, time dedicated

to food preparation is approximately four hours daily, and 4.45 hours in families with small children (22). Preparation of food is the mother's task, or in her absence, the grandmother, an older sister, or other adult family member.

TABLE 7

PREPARATION TIME OF FOODS CONSUMED IN *PUEBLOS JOVENES*

Oats with milk	30 minutes
Sémola and green vegetable soup	1.5 hours
Quinoa soup with egg	1 hour
Broad-bean flour soup	1 hour
Noodles (tallarines)	20 minutes
Rice	45 minutes
Sweet potato (boiled)	35 minutes
Cau-cau	2 hours
Purée of squash (zapallo)	40 minutes

Source: Cabieses, C. (22).

FOOD ASSISTANCE PROGRAMS

Diverse private and public institutions have organized distribution systems for donated foods in Peru. These organizations place great emphasis on the *pueblos jóvenes*. The population that receives donated foods often participates in food programs to receive oil and animal protein foods. Some other foods in the donated packages are said not to be to their liking. From this it might be inferred that the "poor" will not accept any food (especially those labelled "for the poor") and that foods being promoted among low-income people should be attractive in color, taste, smell and culturally acceptable in terms of preparation and presentation.

1. *Food for Work*

This program requires participation of recipients in community works, such as construction of local buildings, roads, street cleaning, road levelling and caring of parks. They require that recipients work at least 10 days a month to receive 24 kg of food (26). The workers should be family heads of either sex who do not have regular employment. The maximum permitted work time is 25 days, for which they receive 48 kg of food. The program allows up to five rations per family. The participants receive six products: wheat, maize flour, wheat flour, rice, oats and vegetable oil.

2. *Program for Mother-Infant Food Support*

This program distributes packages (powdered milk and corn-soy-milk mix or CSM) to pregnant or nursing mothers. Evidence shows, however, that the ration is consumed by all family members.

3. *Popular Kitchens*

Another mechanism through which donating agencies operate is that known as *comedor popular* (popular kitchen) which is an important form of women's organization in the *pueblos jóvenes*. Through this organization, women use a common fund to buy the food and jointly prepare the meals, taking turns in the different tasks involved in the process. This type of organization was started in 1979, and has quickly extended in recent years due to the population's urgent food needs. At present, around 200 popular kitchens are found in different *pueblos jóvenes*.

4. *The Glass of Milk Program*

In recent years, and taking advantage of the existence of women's organizations in the *pueblos jóvenes*, the *Glass of Milk Program* (*Programa del Vaso de Leche*) was implemented. This program, which receives donated milk for distribution among children, is supported by 7,000 organized committees in different *pueblos jóvenes*.

PREVIOUS EXPERIENCES WITH PROCESSED FOOD ORIENTED TOWARD LOW-INCOME GROUPS

The experience of promoting formulated processed foods for low-income groups is not new in Peru. The most notable cases occurred in the 1960's when two products were developed and introduced to the market: 1) concentrated fish protein, and 2) cotton-seed flour.

1. *The Concentrated Fish Protein Case*⁶

This project received wide newspaper coverage and was strongly supported by the political sector and international organizations. In the early 1960s Peru was the world's top supplier of fish flour. Given the alarming rate of malnutrition and infant mortality in the country, it was believed that fish flour for human consumption could be an effective way to fight these problems. As shown in Table 8, at that time the cost of fish protein was six times less than milk protein, prices reflected in soles, then the currency of Peru.

At the Nutritional Investigation Institute located in Lima, nutritionists began tests on tolerance and nutritive value of fish flour in baby foods. Fish flour (produced by the company VIO-BIN in the USA) was mixed with bread and noodles to be consumed in soups and nursing bottles for children suffering from malnutrition. As a result of these studies, it was found that concentrated fish protein could, for example, fortify wheat flour to levels from 3 to 10⁰/o.

Five-year introduction trials were conducted in entire communities using noodles enriched with 10⁰/o fish flour. One acceptability test

⁶ This section is based in part on the analysis given in the Junta del Acuerdo de Cartagena, n.d. (27,28).

TABLE 8

COMPARATIVE PRICES OF FISH FLOUR AND OTHER PRODUCTS

Product	Soles/kg
Fish (corvina)	35
Meat	25
Eggs	18
Evaporated milk	10
Fresh milk	4
Fish flour	3
Cotton-seed flour	1

Source: La prensa, Feb. 6, 1965.

was carried out for more than one year in Pucalá, a village of 4,000 near Chiclayo. For this specific purpose, the population was divided into three groups: 1) control group with regular diet; 2) a group that received a supplemented diet with fish flour in wheat mix in noodle form (0.5 kg weekly, *per capita*); 3) the group received a diet supplemented with a wheat and fish flour base (0.5 kg weekly *per capita*, of noodles, enriched with 10% concentrated fish protein). Results revealed a lowering of infant and preschool mortality in the two diet-supplemented groups, with a more marked effect among the preschool and the adolescent categories, respectively.

In 1964, after four years of research and publicity, fish protein concentrate was finally produced in Peru. To stimulate interest among private industry, in that same year the Government approved a Supreme Decree exonerating industries from paying import and other taxes for material, machinery, and parts required in the study. This also included investigation, production, utilization, and marketing of products that might have the quality of "compensatory nutritive supplements" for human consumption. Furthermore, industrial processors were not required to pay any taxes on profits.

The first concentrated fish-protein product, called CPP (*Concentrado de Proteína de Pescado Verrando*) was first introduced into a soup or *chupe* mix that could be utilized for making soups, or in less quantity, for the enrichment of noodles, bread and other foods. The product had less than 2% oil and grease, with very little fish odor. *CPP Verrando* (the developer of the product was named Verrando) was sold combined with vegetable protein and condiments, having between 72 and 75% pure protein, 98% digestible, and was sold in packages meant to serve six persons. The product received favorable backing from FAO and UNICEF.

A second project developed another type of fish-protein concentrate product with 0.02% of oil and grease, with no smell, capable of being included in all kinds of foods and which might be given different tastes: vanilla, chocolate, chicken, ham, or other ingredients. Selling fish-protein concentrate in pure form to be utilized for people in combination with their foods, including baby foods, was also considered.

To test acceptability of the product *Caritas of Peru* carried out a 6-month pilot program of food distribution for preschool children, especially during the weaning period, in various parishes of Lima. Twenty children from 6 to 30 months of age were selected in each parish and their regular diets were supplemented two times daily, with a soup prepared with noodles "*cabello de angel*," a nursing baby bottle with a base of skim milk, and special crackers. The companies Arturo Field and Nicolini Brothers collaborated with *Caritas of Peru* in preparing the crackers and noodles for this program.

According to available information on these projects, the markets of fish protein concentrate products had access to were fundamentally institutional (Military Hospital and National Eating Halls). The demands with which CPP met made its production possible only 2-3 times per year. Promotional campaigns were not undertaken, nor a systematic distribution developed (27,28).

Despite the careful, exhaustive, and highly technical study on the nutrition and digestibility of the fish concentrate products, attempts to gain acceptability by the public failed. The technological development phase of the project was first-rate, the work almost exclusively of a dedicated Peruvian scientist who defined the technical processes necessary to obtain fish-protein concentrate, assigned his own team, and carried out an important investigation on marine species. Furthermore, the primary product was of extremely low cost and was widely available in the country. The project received support of private and government groups. Dislike of the fish taste and odor by consumers might have been one aspect in the rejection and limited diffusion of concentrated fish protein. Likewise, introduction of CPP for massive consumption was not accompanied by educational and promotional campaigns on a national level.

The Andean Pact, however, explains its failure, not in relation to taste or palatability problems alone, but in terms of socioeconomic problems which were never considered:

"The major omissions were found in the pre-development stage of the product. There was no clear knowledge of the market, no knowledge of food habits in the consumption of foods with fish taste nor of preparation in the kitchen, nor of soups prepared from powder, and no understanding of the population segments in Peru nor of their food habits. It was not possible to identify adequate promotion. No studies of feasibility were conducted. The basic aspects of investment, costs, profitability were unknown. The operative phase involved a limited introduction of the product, the sole promotion of essentially its creator. There were no systematic studies of operation, supply, etc. Practical mechanism of evaluation and control were not implemented". (27,28). (The author's translation).

2. *Cotton-Seed Flour*

Another effort of the supplementary food projects was made by the UNA (Universidad Nacional Agraria) and IIN (Instituto de Investigación Nutricional) to produce a food based on cotton-seed flour. The UNA worked on the problem of preparing cotton-seed flour for human con-

sumption, while INN carried out studies in the field of nutrition and digestibility of cotton-seed flour as a principal source of proteins. The Nestle Company prepared two rice flour and cotton-seed meal mixes. They also experimented with a mix based on cotton-seed flour, *quinua*, and beans. The purpose was to define the method of incorporating these flours into prepared products for human consumption. This project received the support of the Ministry of Health, which requested bids from private enterprises for the production of a new commercial product.

Perulac, a subsidiary of Nestlé, won the bid and in 1966 initiated the production of a cotton-seed product called "PeruVita." After a campaign of support and promotion, "PeruVita" appeared on the market in two forms: sweet and salty. Easy to rehydrate; it was characterized by fine creamy-brown color powder. Its basic components were cotton-seed flour, quinoa flour, calcium carbonate, and vitamins B₁, B₂, and A₂. The salty version also contained sodium glutamate, onion powder, and dehydrated *orégano*. The sweet version contained: vanilla extract, powdered cinnamon, and finely ground nuts. Ten months after introducing PeruVita, however, Perulac withdrew the product from the market. A total of 197 metric tons had been sold during this period. Seventy-three per cent of the purchases came from the Government for institutional programs. The main reasons given for stopping this project were the bitter taste of PeruVita and the palatability of the product (Junta del Acuerdo de Cartagena, n.d., p. 196).

NEW APPROACH TO BLENDED FOODS: A CASE STUDY

Although we have discussed the best known cases in Peru over the past 25 years, other numerous less known attempts have been made to develop supplementary foods for low-income groups. Government organizations and private and international companies have been involved. There has been limited success due not only to taste and palatability problems but also because of educational, promotional, socioeconomic and marketing problems. These cases and similar ones around the world should be carefully considered to avoid repeating history (1).

In 1983, the International Potato Center (CIP) embarked on a food processing project using potato as a base for a mix, aimed at low-income groups in Lima. In Peru, the homeland of the potato, the tuber is highly valued and a much-sought-after item by urban migrants. In an effort to avoid past mistakes, an investigation, in which the authors participated, was undertaken to understand how the urban poor would evaluate a potato-based mix. The first step was to go to the clients of the proposed project and obtain their input early in product development stage. The philosophy applied was similar to the "Farmer-back-to-Farmer" approach of CIP which posits that successful adaptive research must *begin and end* with the presumed beneficiaries of the project (29). It was felt that a strong diagnostic stage—prior to committing resources to the mix development—would assist in preventing failure or at least in re-orienting the project design.

Initial questions the research team answered were:

- What processed products were presently consumed in *pueblos jóvenes*?
- How might a potato-based mix fit into the local diet and was there interest?

– What might the cost of an acceptable mix be for the low-income groups?

1. *Processed Products Consumed in Pueblos Jóvenes*

A survey of the markets revealed the following processed products were presently in use:

- a) Flavor - adding items, e.g., Sibarita and Maggi cubes (brand names).
- b) *Sémola*, a wheat-based product used in soups and different types of noodles for soups.
- c) Broad-beans, peas, wheat and maize flours are used primarily by people from the highlands for the preparation of soups.
- d) *Papa seca* and *chuño*. *Papa seca*, a dried potato product made in the highlands, is consumed on a limited scale in a festive dish called *carapulcra*. *Chuño*, the Andean freeze-dried potato, is rarely consumed on the coast due to its cost.
- e) Products for children. *Maicena* (maize starch), *sémola*, and oats are used in puddings. Oats are used for breakfast and evening meals.

2. *Feasibility of a Mix Acceptance*

A “ready mix” mentality or need for the *pueblos jóvenes* of Lima was not identified in the survey, especially if a mix had to be cooked for some time. Adding a formulated processed product to their diet might shorten the amount of time it takes a mother to mix the processed ingredients into a soup or a pudding. The overall preparation time remains roughly the same, unless a potato-based product is meant to replace fresh potatoes which need peeling. Considering the high culinary standing fresh potatoes hold, this proved to be difficult.

A formulated mix which still requires home cooking (as opposed to a complete ready-mix) and is aimed at children above six months of age, should be adapted to the same forms of preparation of foods now consumed by adults. Children are incorporated into the general family diets as rapidly as possible, although mothers may especially mash or prepare some foods for babies.

An acceptable mix would probably be similar to *sémola* which is presently used in soups and puddings (*mazamorras*). Mothers would most likely try to utilize a cereal-based mix in the preparation of stews, purées, and other typical preparations. For children, it might be possible to prepare the mix in the form of *mazamorra*, with sugar or other ingredients. Based on experiences with mixes in other countries, mothers would have to be taught forms of preparing the mix, by supplying recipes that take into consideration seasonal fluctuations in prices and supply.

3. *Possible Expenditures for the Potato-Cereal Legume-Based Formulated Mix for Low-Income Groups*

The diets of people in the *pueblos jóvenes* are constrained by their limited disposable incomes. They attempt to stretch their budgets as carefully as possible, often through purchasing relatively low-cost foods which are “filling” (noodles, rice, bread, beans). Mothers frequently

express that their diets lack the more expensive, non-bulky, highly nutritive foods: e.g., eggs, milk, fish and meat. It is therefore important—early in the development of a mix—to make sure cost is acceptable to project clients.

Analysis of household budgets can be a helpful exercise for programs aimed toward improving the nutritional status of low-income groups. The following calculations illustrate how the CIP team estimated how much a family might afford for a formulated mix replacing other foods. The following two calculations illustrate an economically attractive cost level to which a potato-based mix must be brought for low-income groups in Lima.⁷

Calculation 1: Estimation of possible expenditures for the mix, based on family expenses for its components in the proportions presently consumed, using as a base the average income of *pueblos jóvenes*.

According to data on food consumption among lower income groups of Metropolitan Lima in the National Survey of Individual Households (24), consumption of potato, rice, beans, broad-beans, maize and oats (Quaker) represent 25.17% of the food family expenditures per day (Table 9).

According to data on family income previously presented, the average family monthly income for *pueblos jóvenes* was US\$118.00. The percentage for food was 60% or US\$71.00, of which 25.17% went for the components of the prototype mix or US\$18.00 per month, per family. In daily terms, this amounted to US\$0.59.

The daily family consumption of the mix components was equivalent to 1.822 kg (see Table 9); thus, the expenditures per kg consumed were US\$0.32.

Calculation 2: Estimation of possible expenditures for the mix, using the prices of April 1983 of the products assumed to be in it, in the proportions presently consumed.

Through this calculation we see that expenditures per kg of the mix components in the proportions regularly consumed, amount to US\$0.45.

These calculations show that in 1983, the cost per kg should not have risen above US\$0.50 per kilo, the approximate cost of *sémola* at that time. Unfortunately, given the high cost of dehydrated potatoes, it was difficult to keep cost of the mix within this range.

Given the high consumption of fresh potatoes by the Lima population (0.899 kg daily, per family, an amount which obviously varies according to the price of potatoes) and given fluctuations in prices for fresh potatoes, a potato-based mix might serve as an interesting alternative when the potato is out of the economic reach of the low-income groups. When the price of potato rises beyond their ability, we know that this group substitutes potatoes with other foods such as sweet potato, cassava, and rice. A potato-based product within an affordable price range and with an agreeable flavor might be acceptable. Nevertheless, this implies that the mix processors should buy potatoes cheaply, process, and store them.

⁷ The prototype mix would involve potato, broad-beans, rice, oats, maize and barley.

TABLE 9

PERCENTAGE OF FAMILY EXPENDITURES IN FOODS POSSIBLY INCLUDED
IN A FORMULATED MIX

Products	Family's daily consumption (kg)	% of family expense per day
Rice	738	9.25
Potato	899	10.49
Beans	139	4.25
Broad-beans (habas)	019	0.32
Maize	005	0.10
Oats (Quaker)	022	0.76
	1.822	25.17 ^o /o

Source: ENHI, 1980. (24).

TABLE 10

PRICE OF PROTOTYPE MIX AND DAILY FAMILY CONSUMPTION OF
INGREDIENTS

Food	Price/kg 4/83 "Minorista" Market of Jesús María US\$	Family daily consumption (kg)	Cost of the amount con- sumed/day US\$
Rice	0.38	0.738	0.28
Potato	0.46	0.899	0.41
Beans	0.61	0.139	0.08
Broad-beans	0.65	0.019	
Maize	0.46	0.005	0.03
Oats (Quaker)	0.92	0.022	
		1.822	0.80

Source: Authors' survey and ENHI 1980. (24).

As a result of these types of early diagnostic exercises, the idea of a potato-based mix to be developed within, and for the *pueblos jóvenes* of Lima, was dropped. Research shifted to highland communities and government institutions where, in terms of cost and preparation, the processed product could have a better chance of success. Research continues, but bearing in mind the cost and acceptability factors. Our position is that if more pre-diagnostic exercises like the ones we have presented are executed, fewer failures in formulated food projects would take place.

CONCLUSION

Many of the attempts to develop supplemental and formulated foods have encountered acceptability as the principal problem to address. After reviewal of the literature on formulated foods and our study of socioeconomic characteristics and food habits in the *pueblos jóvenes* of Lima, it becomes clear that the technology development stage cannot be considered as a process isolated from the socioeconomic context. The characteristics of these products should be designed from the viewpoint of nutritional needs of consumers, taking into account their preferences and habits, their economic possibilities, and alternatives. It is crucial that formulated food projects begin and end with their ultimate clients: the consumers who are to benefit from their efforts.

RESUMEN

CONDICIONES SOCIOECONOMICAS, HABITOS ALIMENTARIOS
Y PROGRAMAS DE ALIMENTOS FORMULADOS EN LOS PUEBLOS JOVENES
DE LIMA, PERU

Este artículo examina algunos intentos por desarrollar e introducir alimentos formulados, o mezclas de éstos, a las poblaciones de bajos ingresos de los *Pueblos Jóvenes* de Lima, Perú.

Se pone en evidencia el hecho de que las condiciones socioeconómicas, los hábitos alimentarios y las presiones económicas actúan muchas veces en perjuicio de su consumo. Se sugiere, en consecuencia, un enfoque alternativo que haga énfasis en un estudio previo de diagnóstico de las necesidades de los consumidores, y un cuidadoso seguimiento en el desarrollo del producto, con participación de los consumidores.

BIBLIOGRAPHY

1. International Food Policy Research Institute. **Towards More Effective Programs and Policies for Improving Human Nutrition**. Washington, D.C., 1981.
2. Austin, James E. (Ed). **Nutrition Intervention in Developing Countries. Study IV. Formulated Foods**. Cambridge, Mass. Oelgeschlager, Gunn and Hain, Publishers Inc., 1981.
3. Velarde, N. & Abrahamson Lillemor. Home prepared weaning foods for use in the Altiplano area of South America. Reference to protein quality. Institute of Nutrition. University of Uppsala, Uppsala, Sweden, 1978.
4. López de Romaña, G., G. Graham, S. Madrid & W. Maclean, Jr. Prolonged consumption of potato-based diets by infants and small children. *J. Nutr.*, **111**: 1430-1436, 1981.
5. Mudambi, S. R. & M. V. Rajagopal. Role of potato in child nutrition. *India Food Packer*, September/October, 1980.
6. Keane, P., R. Booth & N. Beltrán. **Appropriate Techniques for Development and Manufacture of Low-Cost Potato-Based Food Products in Developing Countries**. Lima, Perú, International Potato Center, 1985.
7. Ministerio de Vivienda. Oficina de Estadística. **Estadística sobre Crecimiento Urbano y Pueblos Jóvenes**. Lima, Perú, 1981.

8. Rodríguez, A. *et al.* De Invasores a Invadidos. Lima, Perú, DESCO.
9. Henríquez, N. *et al.* Lima, Población, Trabajo y Política. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 1985.
10. Lobo, Susan. *A House of my Own. Social Organization in the Squatter Settlements of Lima, Perú.* Tucson, Arizona, University of Arizona Press, 1982.
11. Oficina Nacional de Estadística y Censos (ONEC). Los Pueblos Jóvenes en el Perú. *Boletín de Análisis Demográfico*, Vol. 13, 1978.
12. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Banco Central de Reserva. Oficina Nacional de Apoyo Alimentario. *Diagnóstico de los Pueblos Jóvenes de Lima Metropolitana*, 1982.
13. Villalobos, Gabriela & Gabriela Vega. Evolución de la economía familiar (Un estudio de casos en Pamplona Alta). April, 1982. (Unpublished).
14. Zolezzi, M. & G. Romero. Problemática de la vivienda y de la autoconstrucción en Cantogrande. February, 1982. (Unpublished).
15. Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA) Lima, Perú, 1972.
16. Instituto Nacional de Planificación. Oficina Nacional de Estadística. *Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples (ENAPROM). Módulo: Presupuestos de los Hogares. Resultados Lima Metropolitana.* December, 1980.
17. Creed de Kanashiro, H. *Consumo y Preparación de Alimentos en Grupos de Bajos Ingresos.* Lima, PUC, October 1979.
18. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Oficina Sectorial de Planificación. *Análisis del Consumo y de la Situación Nutricional en Lima Metropolitana.* Lima, 1980.
19. Muñoz Rodríguez La Rosa. *Informe Memoria sobre las Actividades Realizadas en la Posta Médica del Pueblo Joven Matazango.* (Servicio Civil de Graduandos de las Ciencias de la Salud Humana). May, 1981.
20. González Elías, José Luis. *Hábitos en la Población Menor de Dos Años. Su Correlación con Enfermedades Diarreicas y Evaluación de las Creencias y Conceptos Referentes a la Lactancia Materna.* 1979-1980.
21. León Angeles-Lauritz, Lucía. *Actividades Realizadas en la Posta Médica de San José de Ancón.* (Programa Piloto del Servicio Civil de Graduandos de las Ciencias Humanas de la Salud. Universidad Nacional Federico Villarreal). November 1977-1978.
22. Cabieses, Consuelo & C. Amat y León. Reunión de grupo de trabajo sobre hábitos y creencias alimentarias en el Perú. Junta del Acuerdo de Cartagena, October 1981, (Unpublished).
23. Bardales Hoyos, Rosa Amalia. Entrevista domiciliaria a beneficiarias del Programa de Asistencia Alimentaria Materno Infantil (PAMI). December 1978. (Programa Académico de Nutrición Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos). (Unpublished).
24. Encuesta Nacional de Hogares Individuales (ENHI). Lima, Perú, 1980. (Unpublished).
25. Bardales Hoyos, Rosa Amalia. Encuesta de creencias y hábitos alimentarios a madres beneficiarias del Programa de Asistencia Alimentaria Materno Infantil (PAMI). December 1978. (Programa Académico de Nutrición Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos). (Unpublished).
26. Food for Work. Unpublished manuscript. Lima, Perú, 1979.
27. Junta del Acuerdo de Cartagena. *Memoria del Primer Seminario Taller sobre Programas de Complementación Alimentaria al Grupo Materno Infantil en la Subregión Andina.* Bogotá, December 1980.
28. Junta del Acuerdo de Cartagena. *Acta Final de la Octava Reunión Ordinaria*

del Comité Contratante para los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de Alimentos. Decisión 126. September 1981.

29. Rhoades R. & R. Booth. Farmer-Back-To Farmer: A model for generating appropriate agricultural technology. *Agricultural Administration*, 11: 127-137, 1982.

OTHER CONSULTED BIBLIOGRAPHY
(Not cited in text)

- Amat y León, C. & D. Curonisy. La alimentación en el Perú. Lima, Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. pp. 19.
- Calderón Cockburn, J & L. Olivera Cárdenas. Manual del poblador de pueblos jóvenes. Desco, Lima, 1979.
- Cervera Campos, María C. Encuesta dietética cualitativa de consumo de alimentos en familias del pueblo joven "Jardín Britania" – Rimac. June 1979. Programa Académico de Nutrición Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Unpublished).
- Collier, David. 1978. *Barriadas y Elites de Odría a Velazco*. Lima, Instituto de Estudios Peruanos, 1978.
- Cullison, Sue. The nutritional status of young children in Peru. November 1975.
- Encuesta Nacional de Hogares Individuales (ENHI). 1976-1979, Lima, Perú.
- Escalante, M. & I. Chang. Informe de la encuesta dietética y de hábitos alimentarios realizados en familias de la localidad del "Pedregal Bajo" – San Martín de Porres. July 1979. Programa Académico de Nutrición Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Unpublished).
- Garay Gutti, Carmen. Encuesta sobre: Conducta de la madre en relación a la alimentación infantil. November 1978. Programa Académico de Nutrición Humana de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Unpublished).
- Graham, G. & E. Morales. Studies in infantile malnutrition: Nature of the problem in Peru. *J. Nutr.*, 79 (4): 470-487, 1963.
- Hartog, Adel P. den & Wija A. van Staveren. *Field Guide on Food Consumption. A Practical Introduction to Social Surveys on Food and Nutrition in Third World Communities*. Wageningen, ICFSN, 1979.
- Instituto de Investigación Nutricional. Lima, Perú, 1961-1982.
- Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial. *Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico. Tecnología, Producción y Comercialización de Alimentos Infantiles y Dietéticos en el Perú*. P. III. La Molina, June 1982.
- Jiménez Jordán, Carmela. *Atención de la Salud de la Madre y el Niño. Pueblo Joven "Jardín Primavera"*. Servicio Civil de Graduandos de las Ciencias de la Salud Humana. Lima, February 1981.
- Junta del Acuerdo de Cargagena. n.d. Grupo de Política Tecnológica. Proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de alimentos. PADT/Alimentos. Análisis y recomendaciones de política.
- Ministerio de Vivienda y Construcción. Oficina Sectorial de Estadística. *Pueblos Jóvenes en Cifras 1979*. Lima, Perú, 1981.
- Noriega Meneses & Susana Gregoria. *Mención de la Salud de la Madre y el Niño en el Centro de Salud de "Villa Victoria del Porvenir"*. (Servicio Civil de Graduandos de las Ciencias de la Salud Humana). September 1980.
- Oficina Nacional de Apoyo Alimentario. Dirección de Seguridad Alimentaria. *La Asistencia Alimentaria en el Perú*. ONAA, February, 1978.

- Rhoades, R. E. **Transfer of CIP Processing Technology in Peru: An Evaluation.** International Potato Center. Lima, Peru, 1982.
- Vermury, Merylin. **Beliefs and Practices Affecting Food Habits in Rural Peru.** AID-CARE, April, 1979.
- Zolezzi, M. & S. Romero. **Problemática de la vivienda y de la autoconstrucción. Pueblo Joven Marquez.** October 1981. (Unpublished).

EFFECT OF COCAINE INTAKE ON THE DEVELOPMENT OF FATTY LIVER IN RATS FED A LOW-PROTEIN DIET^{1,2}

Roger Ramos-Aliaga³ and Maritza Placencia⁴

Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición,
Universidad Nacional Mayor de San Marcos,
Lima, Perú

SUMMARY

It has been shown that cocaine given in the diet is able to reduce fat accumulation in the liver of protein-malnourished rats (*Arch. Latinoamer. Nutr.* 19: 69-79, 1969). This study was, therefore, designed to approach the probable action of the drug upon the process (increased triglycerides synthesis and normal/decreased capacity for exporting triglycerides from the liver into the blood) which leads to an increased fat accumulation in the liver under this physiological condition. To accomplish this purpose, the total and fractioned lipids in the liver and total lipids as well as lipoproteins in serum were determined in female Wistar rats (120-130 g) fed either a 5% corn protein diet or a 20% casein diet, with and without cocaine (15 mg HCl cocaine/10 g of diet) for 18 days.

The results, aside from confirming the reduction ($p < 0.001$) of fat accumulation in the liver of rats fed on the 5% corn protein diet plus cocaine, revealed that this drug also reduced triglycerides concentration (significantly, $p < 0.001$, when results were calculated by difference, and slightly reduced them when results were determined) in this tissue. Nevertheless, it increases both total lipids ($p < 0.05$) and trigly-

Manuscrito modificado recibido: 6-3-87.

- 1 This investigation was supported by the Association of Pharmaceutical Laboratories of Peru, through a grant from the Instituto Hipólito Unanue. Partial support was also obtained from the Organization of American States (OAS).
- 2 A preliminary report of some of the results of this research work were presented by one of the authors⁴, to obtain the title of Pharmaceutical-Chemist at the Programa de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Peru.
- 3 Pharm, B.D. Member of the Centro de Investigación, Instituto de Bioquímica y Nutrición, and Principal Professor at the Facultad de Farmacia y Bioquímica (UNMSM), Apartado Postal 1546, Lima, Peru.
- 4 Post-graduate student (Bachelor) in Pharmacy and Biochemistry, UNMSM.

cerides-rich pre-beta lipoprotein ($p < 0.10$) levels in the serum of these animals. Otherwise, these lipidic parameters were not modified by cocaine in rats on the 20% casein diet, except for the total cholesterol level in liver and the cholesterol-rich beta lipoprotein level in serum. Respectively, these were slightly and significantly ($p < 0.001$) reduced by the drug.

These evidences and their statistical significance suggest that cocaine given chronically with the 5% corn-protein diet for 18 days, reduces at least partially (other biochemical event in the liver could have also accounted for its effect at this level) the liver fat accumulation, by increasing the triglycerides output from the liver into the blood. Elsewhere, cocaine appears to be able to induce some metabolic alterations in the hepatic cholesterol of well-nourished rats.

INTRODUCTION

Some years ago we reported (1) that cocaine given a 5% corn-protein diet for four weeks to growing rats reduces the accumulation of fat in the liver. The reduction phenomenon of the liver lipids concentration was not seen in animals fed a 20% casein diet, plus the drug. In an effort to explain this finding, we searched for a possible association between the metabolism of cocaine after a long-term pretreatment with the drug, and its preventive effect on fat deposition in this tissue via a *de novo* increased synthesis to methyl groups to form choline, the molecule of which has been claimed to hold lipotropic properties (2). Keeping this hypothesis in view, we studied the enzymatic N-demethylation of cocaine which yields formaldehyde and norcocaine and showed that it takes place preferently in the liver (3). Furthermore, we also observed that a long-term pretreatment with the drug induces both much higher increases in the activity of this reaction in rats under a protein-deficiency condition, than in other protein-sufficient ones (4) with no significant increments of the contents of choline isolated from the liver lipids in rats fed a 5% corn-protein diet (5). Although these results are consistent with our above-mentioned hypothesis, the latter result—which appears not to offer conclusive evidence for the role of cocaine as a source of methyl groups—suggests, however, that the drug, as inductor of the hepatic drug microsomal enzymatic system when it is given orally (3, 4), might play some role in the hepatic metabolism of phospholipids. This, in turn, would lead to an increased synthesis of intracellular membranes concerned with the lipoprotein synthesis (6).

Therefore, to provide basic information as to the role of cocaine in reducing fat deposition in protein-malnourished rats, we have found it plausible to approach the metabolic condition of lipids in both liver and serum of rats fed both a 5% corn-protein diet, and a 20% casein diet. In performing the experiments we have taken into account the following fact. Increased triglycerides concentration, the main disturbance of the liver lipid metabolism in rats (7) and humans (8) under protein malnutrition, might be affected, interfering with its metabolism/secretion by cocaine administered chronically and reflected both in its concentration in this tissue, and its mobilization into the blood.

Thus, in this preliminary work we determined total and fractioned lipids in liver and total lipids as well as lipoproteins in serum. Results of

our research work revealed reduction of hepatic triglycerides concentration by cocaine, with concomitant increase of triglycerides-rich pre-beta lipoprotein level in serum. These findings confirm, at least partially, the important role played by cocaine in protecting the liver against fat accumulation in protein-malnourished rats.

MATERIAL AND METHODS

Two groups of Wistar female rats from the animal colony of the Instituto de Bioquímica y Nutrición, with an initial weight of 120-130 g were used. These were housed in galvanized wire-mesh cages in an air-conditioned room with a 12 hr (09.00 to 21.00) light-dark cycle. Before experimentation, both groups (n = 12) of rats were allowed free access to either a 50/o corn-protein diet or a 200/o casein diet for five days, so they could adjust themselves to the new dietary regime. After this period, each group was divided into two other groups (n= 6) according to whether they were to be fed a 50/o corn-protein diet with or without cocaine and a 200/o casein diet with or without cocaine. The composition of these diets has been previously reported (1). However, within a brief term, proteins were provided from a corn meal brand commercially available (corn-protein diet) and from a purified casein protein (Nutritional Biochemicals Co., Cleveland, Ohio, USA) (casein diet). These diets were isocaloric and cocaine hydrochloride (Merck Darmstadt, F.R.G.) (cocaine groups) was added in the proportion of 15 mg/10 g of diet. Both diets and tap water were supplied *ad libitum* for 18 days. Food consumption was registered every two days and the rats weighed simultaneously. On the last day of the experimental period, the diets were removed and the rats were sacrificed by decapitation under a light ether anesthesia. Blood was collected for analysis of serum lipids, protein and lipoprotein. The liver was removed, washed with physiological saline solution (NaCl 0.90/o), blotted, weighed and frozen at -20°C until the lipids were analyzed. To accomplish this step, a portion of the stored liver tissue was homogenized with ice-cold phosphate buffer (potassium salt) pH 7.4. Determination of total lipids was performed in aliquots of liver homogenate, according to the procedure of Frings and Dunn (9). Triglycerides and organic phosphorus in the liver homogenates were determined according to Bartlett (10) and Soloni (11) methods, respectively. Phospholipids were calculated from P values using a factor of 25. Total cholesterol was measured with a commercially available test (cholesterol enzymatic method, Merckotest, Kit No. 14350, Merck Darmstadt, F.R.G.) (12) according to Richmond's method (13). Lipoproteins in serum were then separated in beta, pre-beta and alpha fractions by electrophoresis on 76 x 25 mm cellulose acetate plates (Titan III-Lipo; Helena Laboratories, Beaumont, Tex. USA) at 250 volts for 25 min, according to a procedure established by the Helena Laboratories (14). Tincton was made with oil red, and evaluation of the percentage of every fraction in a densitometer R-110 (Beckman Inst. Inc. USA). Protein in serum and liver homogenates was determined according to Lowry *et al.* (15). Protein efficiency ratio (PER) or body weight diminution/g of protein consumed, were calculated at 15 days of dietary treatment, according to Osborne, Mendel and

Ferry (16) after determining the N in food by the Kjeldahl method (17).

RESULTS

The dietary and nutritional parameters after cocaine pretreatment (18 days) of growing female Wistar rats on either 5⁰/o corn-protein diet or 20⁰/o casein diet are presented in Table 1.

Other results obtained in the liver (expressed per g of wet tissue or per g of protein) and in serum (expressed per g of serum protein) are shown in Table 2 and Figure 1, respectively. Taken together, these results confirm and extend a previous finding (2), i.e., that cocaine administered to growing rats of both sexes with a 5⁰/o corn-protein diet, reduces fat accumulation in the liver (Table 2). These findings also demonstrate that there is no significant decrease of the total cholesterol and phospholipids levels in this tissue. With regard to these results, we note both a significant increase ($p < 0.05$) of the level of total lipids and a notorious increase ($p < 0.10$) of the triglycerides-rich pre-beta lipoprotein level in serum (Figure 1). The levels of other lipoproteins, alpha and beta, are not modified by the drug.

Apart from these results, our findings in rats on a 20⁰/o casein diet, plus cocaine, exhibit a different pattern (Table 2). Thus, concentration of total lipids as well as triglycerides and phospholipids levels of total cholesterol concentration in the liver, is observed. In the same way, neither the total lipids level nor triglycerides-rich pre-beta lipoprotein concentration in serum are changed by cocaine, but cholesterol-rich beta lipoprotein level is significantly decreased ($p < 0.001$).

DISCUSSION

Keeping in mind an early assumption concerning a possible physiological role that cocaine might play in the metabolic economy of human beings who chronically chew coca leaves under poor nutritional conditions, some years ago we carried out several experiments in animals in order to learn more about the biochemical background underlying the effect of the drug. From these studies we must stress the findings already reported (1) and confirmed in the present study, that cocaine, added to a 5⁰/o corn-protein diet administered to growing rats, counteracts fat accumulation in the liver. In trying to explain this particular finding, however, our new results, herein presented, still do not sufficiently explain the intrinsic mechanism behind this effect, even though we can approach it when we examine the results obtained, in the light of other findings in this respect.

Thus, the effect of cocaine appears not to be due to a reduction of the dietary calories ingested by the animals (Table 1). The data (Table 1, Table 2, and Figure 1) show, in turn, that the effect is due to metabolic events taking place in the liver. Furthermore, they also suggest that in rats, cocaine given chronically with the diet would not be hepatotoxic but, as reported previously (4), it might contribute (e.g. by mediation of

TABLE 1
DIETARY AND NUTRITIONAL PARAMETERS IN GROWING FEMALE WISTAR RATS FED EITHER A
20% CASEIN DIET OR A 5% CORN-PROTEIN DIET PLUS COCAINE FOR 18 DAYS¹

Parameters	20% Casein diet		5% Corn-protein diet	
	Without cocaine (6)	With cocaine ² (6)	Without cocaine (6)	With cocaine ² (5)
Initial weight, g	136.9 ± 5.1	127.4 ± 7.5	108.6 ± 8.6	104.2 ± 11.4
Final weight, g	183.5 ± 13.0	162.9 ± 8.5	96.4 ± 8.8	89.1 ± 10.3
Weight change, g	46.5 ± 9.7	35.5 ± 8.1	-12.5 ± 1.9	-14.1 ± 1.3
Food consumed, g	176.8 ± 17.3	158.8 ± 8.8	82.5 ± 5.4	76.8 ± 10.4
Energy consumed Kcal/ 100 g b.w.	383.8 ± 21.3	389.6 ± 13.4	298.0 ± 19.6	294.5 ± 22.0
PER indexes (15 days) or b.w. diminution	1.31 ± 0.16	1.29 ± 0.18	-3.57 ± 0.65	-4.30 ± 0.40
Cocaine, HCl. ingested mg/100 b.w.	—	146.2 ± 8.1	—	129.2 ± 17.5

¹ Before the 18-day-experimentation, both groups of rats were fed their corresponding diets without cocaine for 5 days.

² During experimentation, cocaine hydrochloride was given in proportion of 15 mg/10 g of diet. The results are expressed as mean values ± s.e.m. for the number of animals, given in parenthesis. Protein (N x 6.25), PER indexes and b.w. diminution were determined as described in *Material and Methods*.

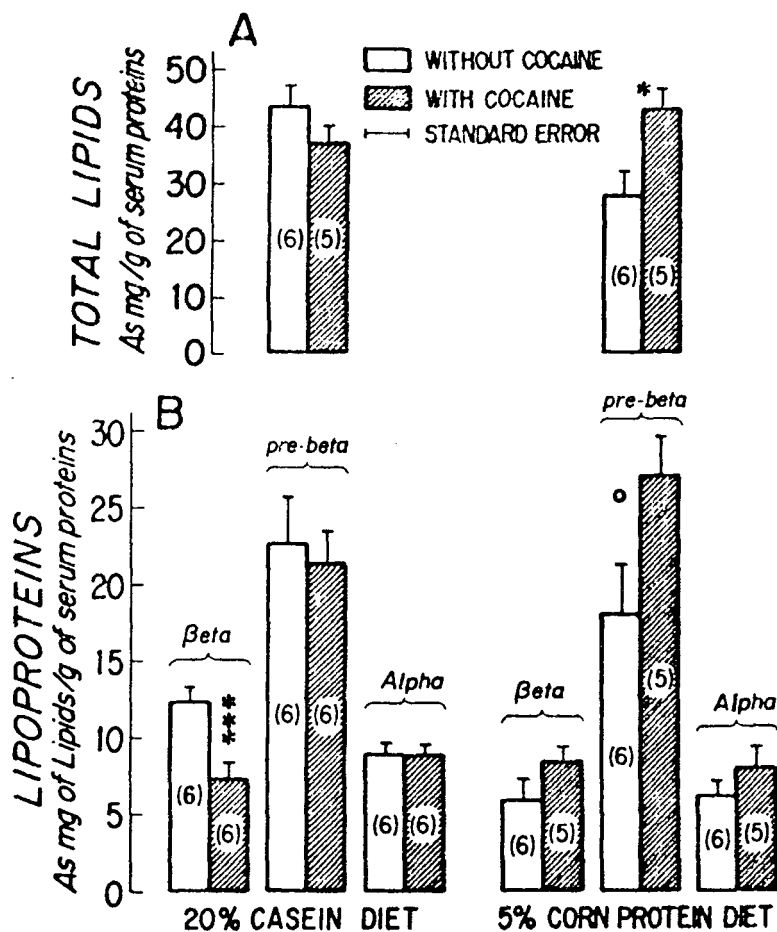


FIGURE 1

Serum total lipids level (A) and serum lipoproteins concentration (B) in rats fed either a 20% casein diet without (a) and with (a1) cocaine, or a 5% corn-protein diet without (b) and with (b1) cocaine, for 18 days. Cocaine was given in proportion of 15 mg/10 g of diet. Results are expressed as mean values \pm s.e.m. for the number of animals given in parenthesis. Levels of lipids (averages, mg/o: a) 319.5, a1) 303.5, b) 204.4, b1) 281.3), proteins (averages, g/o: a) 7.4, a1) 8.1, b) 6.8, b1) 6.5) and lipoproteins fractions (averages, o/o: a) beta = 28.5, pre-beta = 50.7, alpha = 20.8; a1) beta = 20.5, pre-beta = 56.2, alpha = 23.5; b) beta = 20.2, pre-beta = 58.4, alpha = 21.5; b1) beta = 19.7, pre-beta = 61.7, alpha = 18.6) were determined as described in *Materials and Methods*, and used to calculate the results.

TABLE 2

LIVER LIPIDS COMPOSITION IN FEMALE WISTAR RATS FED EITHER A 20% CASEIN DIET OR A 5% CORN-PROTEIN DIET PLUS COCAINE FOR 18 DAYS¹

Parameters	20% Casein diet		5% Corn-protein diet	
	Without cocaine (6)	With cocaine ² (6)	Without cocaine (6)	With cocaine ² (5)
Liver weight, g/100 g b. w.	3.68 ± 1.33	3.93 ± 0.18	3.79 ± 0.24	3.79 ± 0.24
<i>Lipids, mg/g wet tissue</i>				
Total lipids	80.21 ± 3.61	78.65 ± 5.82	108.59 ± 6.10*	73.95 ± 2.54**
Total cholesterol	16.33 ± 1.11	15.54 ± 0.88	11.00 ± 0.58	11.64 ± 1.58
Phospholipids	5.25 ± 0.25	5.75 ± 0.75	6.00 ± 0.25	5.50 ± 0.25
Triglycerides (determined)	61.18 ± 2.82	62.99 ± 7.29	77.12 ± 2.54	71.95 ± 8.13 ⁺
Triglycerides (calculated)	58.63 ± 3.64	57.39 ± 5.74	91.60 ± 6.52	56.80 ± 3.44**
<i>Lipids, mg x 10³ /mg protein</i>				
Total lipids	555.00 ± 31.00	512.00 ± 52.00	781.50 ± 126.00 ^o	528.80 ± 25.00 ⁺⁺
Total cholesterol	114.40 ± 12.29	100.05 ± 5.84	75.93 ± 5.34	83.88 ± 12.52
Phospholipids	36.25 ± 2.75	37.00 ± 4.75	41.75 ± 3.75	39.75 ± 3.75
Triglycerides (determined)	422.23 ± 24.68	410.51 ± 51.21	549.70 ± 71.82	519.98 ± 73.39 ⁺
Triglycerides (calculated)	402.72 ± 24.09	370.57 ± 52.71	668.66 ± 122.50	405.11 ± 23.88**

1 The results are expressed as mean values ± s.e.m. for the number of animals, given in parenthesis.

2 Cocaine hydrochloride was given in proportion of 15 mg/10 g of diet. Levels of lipids (above) and proteins (averages, mg/g wet tissue, casein 20%: without cocaine 146.6; with cocaine, 156.1; corn protein 5%: without cocaine 149.0, with cocaine 140.9) were determined as described in *Materials and Methods*. * P < 0.005 (vs. 20% casein diet without cocaine). ** P < 0.001 (vs. 5% corn-protein diet without cocaine). ⁺ P < 0.60 (vs. 5% corn-protein diet without cocaine). ⁺⁺ P < 0.20 (vs. 5% corn-protein diet without cocaine). ^o P < 0.20 (vs. 20% casein diet without cocaine).

some factor/by inducing adaptive responses in the body/through more direct action on the liver) to favor its own metabolism in this tissue and, therefore, its elimination from the body. Any of these conditions (or all of them together) induced by cocaine could have had a special meaning in protein-malnourished rats, where the drug appears to be acting against the induction of fatty liver. In partial support of this suggestion are previous laboratory findings (2-4) which show no apparent damage of the liver (as determined each by macroscopic examination, fat concentration and activity of the glutamic pyruvic transaminase, the latter considered to be an adequate marker for hepatocellular damage) caused by cocaine in both well-nourished and malnourished rats, but an increase of the liver cocaine N-demethylation, depending upon changes in the body (decrease of PER indexes/body weight values) induced by the drug. In like manner, results from other investigators (18, 19) show no injury and injury (fat accumulation, necrosis and increase glutamic pyruvic transaminase activity) in the liver of rats and mice, respectively, as a consequence of the different hepatic metabolism of norcocaine (N-demethylated metabolite of cocaine) between these two animals species (20).

In this context, our present results (Table 2 and Figure 1) appear in line with the above-mentioned facts, and the study of their biochemical background allowed us to observe after cocaine pretreatment, patterns of lipid distribution in liver and serum which are opposed to those claimed to take place under protein malnutrition following the administration of either vegetable protein diets (21, 22) or an unbalanced amino acid mixture (23). After these dietary treatments, a feature of fatty liver, different from those features obtained by administration of different chemicals (CC14, ethanol, phosphorus, puromycin, orotic) or by feeding a choline-deficient diet, is obtained. In the former cases, normal/decreased (by diminution of pre-beta apolipoprotein(s) synthesis) capacity for exporting triglycerides-rich pre-beta lipoprotein with increased triglycerides synthesis has been suggested (8, 21-23) while in the latter two, some researchers have suggested a block in the secretion of triglycerides into the blood (24-26), as the pathogenic factor for inducing fatty liver. Nevertheless, an increased concentration of triglycerides is the common response of the liver to these injuries (27, 28).

From these facts we can draw the suggestion that the effect produced by cocaine in protecting the liver against fat deposition in rats which received a choline-supplemented 50/o corn-protein diet (Table 2) (1), could have been accomplished by an increased secretion of hepatic triglycerides (as pre-beta lipoprotein) into the blood (triglycerides account for about 600/o of the pre-beta lipoprotein mass, and for about 10-150/o of each protein, cholesterol and phospholipids) (29), even though it could have also been theoretically accomplished by other means (e.g. inhibition of free fatty acids output from adipose tissue, increased fatty acids oxidation in the liver or decreased hepatic triglycerides synthesis). Of these possibilities, the former appears to be consistent with our findings (Table 2), showing a decrease of the liver triglycerides concentration either determined or calculated (by difference between [the total lipids content and the contents of both total cholesterol and phospholipids (averages; *without cocaine*, 91.60/o mg/g wet tissue, 668.6 mg x 10³/mg protein; *with cocaine*, 56.8 mg/g wet tissue, 405.1 mg x 10³/mg protein)] and

concomitant increases of both the level of total lipids ($p < 0.05$) and the level of triglycerides-rich pre-beta lipoprotein ($p < 0.10$) in the serum (Figure 1) of these animals. However, the significance of some of these changes (significant reduction—caused by cocaine—of the amount of liver triglycerides when assessed by calculation, but only a slight reduction when experimentally determined, [as well as the notorious increment of the serum triglycerides-rich pre-beta lipoprotein, the significance of which is not as high as the increments of total lipids level determined in the same fluid) prompt us to think that their dissimilar values are probably dependent on the reliability of the techniques used. Despite this, findings reveal a similar meaning and, according to the interpretation, this means that the increased secretion of triglycerides-rich pre-beta lipoprotein could have accounted for avoiding fat accumulation in the liver.

Concerning the cause of this increased secretion, we must say that it is not immediately known. Nevertheless, when this effect is discussed taking into account some experimentally well-established facts regarding induction of the drug-metabolizing-enzymatic system by certain drugs (including cocaine) (3, 4, 30), as well as evidence (some already mentioned above) showing and/or suggesting that some chemical/physiological factors other than dietary protein [e.g. increased contents of protein and phospholipids in the liver cell membranes, efficient hepatic reutilization of the greater flow of aminoacids from the peripheral tissues (muscles)] caused by malnutrition (31) but magnified by the drugs (4, 32) (e.g. phenobarbital, cocaine), account for some adaptive responses in the liver of rats on protein-deficient diets—plus either phenobarbital (33) or cocaine (4) (increased N-demethylation of ethyl-morphine and cocaine)—we must suppose that this drug administered with the diet to protein malnourished rats could have also induced [like the N-demethylation reaction in protein (casein)-deficient rats] an increase of the triglycerides-rich pre-beta lipoprotein secretion by increasing the synthesis of pre-beta apolipoprotein(s) in the liver. This, in turn, could have led to an increased assembling of both triglycerides and cholesterol to the phospholipid-apolipoprotein(s) complex in the endoplasmic reticulum of parenchymal cells.

The apolipoprotein(s) is (are) synthesized in the rough endoplasmic reticulum (8), and the triglycerides-rich pre-beta lipoprotein is assembled and packed in the smooth endoplasmic reticulum and Golgy apparatus, respectively (34, 35) and both reticula, rough and smooth, although the latter in major degree, are newly synthesized by the inductive phenomenon resulting from the drug action at this level (36). Therefore, through its effect of inducing both its own hepatic-N-demethylation and the decrease of body weight [and perhaps favoring so the enzymatic induction in the liver by increasing the muscle protein catabolism, as has been suggested previously (4) and commented above], cocaine could also have been responsible for increasing the apolipoprotein(s) (by enhancement of its synthesis and/or the synthesis of membranes of the endoplasmic reticulum) available for assembling the particles of pre-beta lipoprotein in the smooth reticulum.

Even though we still must provide evidence for this assumption neither can we discard another early suggestion about a probable and additional contribution of the cocaine N-methyl groups (through the formaldehyde produced by the N-demethylation reaction of the drug

which is ingested repeatedly and in great amount by the animals under these experimental conditions) to increase the rate of synthesis/turnover of some phospholipids (e.g. phosphatidylcholine) required for the inductive phenomenon (6) in the liver cells.

Among other ways by which the phenomenon of fat accumulation reduction in the liver could have also taken place, as well as regarding the results which show an increase of the serum triglycerides-rich pre-beta lipoprotein level, the possibilities that both an inhibition of the free fatty acids output from adipose tissue, and a decreased removal of that lipoprotein from plasma by cocaine, could have accounted for the effect of the drug in the liver and plasma, respectively, appear not to be consistent with facts showing reduced triglycerides concentration in the liver and hyperlipemia by cocaine (Table 2). We must note, however, that we have not determined the free fatty acids level in serum.

Concerning the other possibility, i.e. that a decreased hepatic triglycerides synthesis could have also been involved in the preventive phenomenon by cocaine, we must comment on the probable diversion of the NADPH equivalents from triglycerides synthesis (fatty acids synthesis) to the N-demethylation reaction of the drug in the liver.

Although in the present study we have not approached the metabolism of cocaine, this suggestion is supported by facts showing the requirement of NADPH by both processes (3, 36, 37) and the characteristics of one of them (N-demethylation of cocaine) which is significantly stimulated in rats fed on protein (casein)-deficient diets plus cocaine (4). Aside from this fact, the striking finding showing a significant ($p < 0.001$) reduction of the cholesterol-rich beta lipoprotein in the serum of rats fed the 20% casein diet, with concomitant slight decrease of total cholesterol in the liver, constitutes a relative support for our assumption that the availability of NADPH for synthesizing both triglycerides (reductive steps for fatty acid synthesis) and cholesterol (reductive steps and demethylation) in each physiological case (malnourished and well-nourished animals respectively), could have diminished by increasing the metabolism of a foreign chemical compound such as cocaine. These probable metabolic influences of cocaine are now being tested in our laboratory. Nevertheless, whatever the mechanism(s) (increased output of pre-beta lipoprotein/increased output of this lipoprotein plus either diversion of the NADPH from triglycerides synthesis to N-demethylation of cocaine or other additional metabolic event) for reversing the protein malnutrition-induced fatty liver, all the results in this respect constitute clear evidence for supporting the assumption of the physiological role for cocaine in those organisms which ingest the drug chronically (coca chewers, human beings/animals, experimentally). Even more, these findings and others already cited (3, 4), allow us to stress the influence of the physiological status upon the metabolic effect of cocaine, probably via the metabolism (N-demethylation) of the drug. This is important to emphasize, because reasonable influences of this metabolism upon relevant metabolic pathways in the liver (according to nutritional status) may occur when we take into account the structure (N-methyl groups), site of biotransformation (mainly in the liver), route and frequency of the doses (orally and repeatedly) and the cellular/physiological influences of cocaine.

Finally, apart from the striking effect of cocaine in reducing the level

of cholesterol-rich beta lipoprotein in serum of rats fed a 20% casein diet, the magnitude of the other cocaine-induced changes suggests, among other things, that further experimentation and usage of either long cocaine pretreatment or younger rats than those used in the present study must be done, in order to obtain more conclusive results. Formerly we reported (1) a very significant reduction in liver lipids accumulation in growing rats (46 g b.w.) after 28 days-cocaine pretreatment, which showed signs of severe protein malnutrition.

ACNOWLEDGEMENT

The authors express their appreciation to Dr. Marino Villavencio, Director of this Center (Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición), for his valuable suggestions.

RESUMEN

EFECTO DE LA INGESTA DE COCAINA EN EL DESARROLLO DE HIGADO GRASO EN RATAS ALIMENTADAS CON UNA DIETA BAJA EN PROTEINA

Se ha demostrado que la cocaína que se administra oralmente con la dieta es capaz de reducir los niveles de acumulación de grasa hepática en ratas con malnutrición proteínica (*Arch. Latinoamer. Nutr.* 19: 69-79, 1969). Por consiguiente, el presente estudio fue diseñado para tratar de determinar la acción de la droga sobre el proceso (aumento de la síntesis de triglicéridos en el hígado y capacidad normal o disminuida para liberar estos triglicéridos al plasma) que induce la acumulación de grasa en el hígado bajo esta condición fisiológica. Para lograr este propósito, se determinó lípidos totales y fraccionados en el hígado, y lípidos totales, así como lipoproteínas en el suero de ratas Wistar hembra (120-130 g) alimentadas con cada una de las dos dietas siguientes: una con 5% de proteína de maíz, y la otra, con 20% de caseína sin y con cocaína (15 mg HCl cocaína/10 g de dieta) durante 18 días.

Además de confirmar el hallazgo previo de reducción ($P < 0.001$) del valor de grasa acumulada en el hígado de las ratas integrantes del grupo con malnutrición proteínica, que recibieron la dieta con 5% de proteína de maíz más cocaína, los resultados también muestran que esta droga disminuye la concentración de triglicéridos (significativamente, $P < 0.001$, cuando el resultado se obtiene por cálculo y, ligeramente, cuando este resultado se obtiene experimentalmente) en el tejido hepático, y aumenta los niveles de lípidos totales ($P < 0.05$) y de la lipoproteína pre-beta rica en triglicéridos en el suero de estos animales ($P < 0.10$). Por otro lado, estos parámetros no fueron modificados por la cocaína en el grupo de ratas alimentadas con caseína al 20%, excepto en lo concerniente al colesterol hepático total y a la lipoproteína beta, rica en colesterol, en el suero. Estos valores fueron ligera y significativamente ($P < 0.001$) reducidos por la droga, respectivamente.

Las evidencias en cuestión y sus significancias estadísticas sugieren que la cocaína administrada en forma crónica con la dieta de proteína de maíz al 5% por 18 días, disminuye —al menos parcialmente— (otros procesos bioquímicos en el hígado pudieron también haber contribuido en alguna forma al efecto producido en este tejido) la acumulación hepática de grasa, al incrementar la secreción de triglicéridos desde el hígado al plasma. En otro sentido, parece ser que la cocaína es capaz de inducir también ciertas alteraciones metabólicas del colesterol, en el hígado de ratas bien nutridas.

BIBLIOGRAPHY

1. Ramos-Aliaga, R. & G. Arroyave. Biochemical changes produced by cocaine in rats receiving different types of nutrition. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **19**:69-79, 1969.
2. Du Vigneaud, V & J.R. Rachele. The concept of transmethylation in mamalian metabolism and its establishment by isotopic labeling through *in vivo* experimentation. In: *Transmethylation and Methionine Biosynthesis*. S.K. Shapire and F. Schlenk (Eds.) Chicago, Illinois, The University of Chicago Press, 1965, p. 1-20.
3. Ramos-Aliaga, R. & J. Chiriboga. Enzymatic N-demethylation of cocaine and nutritional status. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **20**:415-428, 1970.
4. Ramos-Aliaga, R. & G. Puma. Adaptive increases of liver cocaine-N-demethylation induced by the drug in rats receiving different levels of utilizable protein. I. Its relationship with the protein efficiency. *Res. Comm. Substances Abuse*, **2**:27-46, 1981.
5. Ramos-Aliaga, R. **Contribución al Estudio sobre el Efecto de la Cocaína en el Metabolismo Intermediario de Animales de Experimentación con Diferente Estado Nutricional**. Tesis de Doctor en Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Publicada en: *Bol. Soc. Quim. Peru*, **36**:70-98 1970.
6. Orrenius S., Y. Gnosspelius, M.L. Das & L. Ernster: 'The hydroxylating enzyme system of liver endoplasmic reticulum. In: *Structure and Function of the Endoplasmic Reticulum in Animal Cells*. F.C. Gran (Ed). New York, N.Y., Academic Press, Inc., 1967, p. 81-96.
7. Svoboda, D.H., H. Grady & J. Higginson. The effect of chronic protein deficiency in rats. II. Biochemical and ultrastructural changes. *Lab. Invest.*, **15**:731-749, 1966.
8. Hoyumpa. A.M., H.L. Greene, G.D. Dunn & S. Schenker. Fatty liver: Biochemical and clinical considerations. *Dig. Dis.*, **20**:1142-1170, 1975.
9. Frings, C.S. & R.T. Dunn. A colorimetric method for determination of total serum lipids based in the sulfo-phospho-vainillin reaction. *Am. J. Clin. Path.*, **53**:89-91, 1970.
10. Bartlet, G.R. Phosphorus assay in column chromatography. *J. Biol. Chem.*, **234**:466-468, 1959.
11. Soloni, F.G. Simplified manual micromethod for determination of serum triglycerides. *Clin.Chem.*, **17**:529-534, 1971.
12. E. Merck, Darmstadt, Federal Republic of Germany. Cholesterol enzymatic (CHOD-iodine method) Merckotest. *Bull.*, **14350**, 1982.
13. Richmond, W. Preparation and properties of a cholesterol oxidase from *Nocardia sp.* and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. *Clin. Chem.*, **19**:1350-1356, 1973.
14. Helena Lipoprotein Electrophoresis Procedure. **Procedure No. 3**. 1980.
15. Lowry, O.H., N.J. Rosenbrough, A.L. Farr & R.J. Randall. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**:265-275, 1951.
16. Osborne, T.B., L.B. Mendel & E.L. Ferry. A new way of expressing numerically the growth promoting value of protein. *J. Biol. Chem.*, **37**:223-229, 1919.
17. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. Washington, D.C., The Association, 1970, p. 16-17.
18. Evans, M.A. Role of protein binding in cocaine-induced hepatic necrosis. *J. Pharm. Exp. Therap.*, **224**:73-79, 1983.

19. Kloss, M.W., G.M. Rosen & E.J. Rauckman. Acute cocaine-induced hepatotoxicity in DBA/1Ha male mice. *Toxic Appl. Pharm.*, **65**:75-83, 1982.
20. Thompson, M., L. Shuster & K. Shaw. Cocaine-induced necrosis in mice. *Biochem. Pharmacol.*, **28**:2389-2395, 1979.
21. Mokady, S. & E. Pnina. Effect of dietary wheat gluten and lipids metabolism in growing rats. *Nutr. Metab.*, **22**:181-189, 1978.
22. Lyman, R.L., C.R. Cook & M.A. Williams. Lipid accumulation in isoleucine deficient rats. *J. Nutr.*, **82**:432-438, 1979.
23. Synal, S.A., S.J. Hazan, V.P. Syndenstricken & J.M. Little John. The production of fatty liver in rats on threonine and lysine deficient diets. *J. Biol. Chem.*, **200**: 867-883, 1953.
24. Lombardi, B. Consideration of the pathogenesis of fatty liver. *Lab. Invest.*, **15**:1-20, 1966.
25. Pottinger, L.A. & G. Getz. Serum lipoprotein accumulation in the liver of orotic acid-fed rats. *J. Lipid Res.*, **12**:450-459, 1971.
26. Lombardi, B., P. Pani & F.F. Schlenk. Choline-deficiency fatty liver: Impaired release of hepatic triglycerides. *J. Lipid Res.*, **9**:437-446, 1968.
27. Lombardi, B. Pathogenesis of fatty liver. *Fed. Proc.*, **242**: 1200-1205, 1965.
28. Judah, J.D., A.E.M. Mc Lean & E.K. Mc Lean. Biochemical mechanism of liver injury. *Am. J. Med.*, **49**:609-616, 1970.
29. Skipski, V.P., M. Barclay, R.K. Barclay, V.A. Fetzler, J.J. Good & F.M. Archibald. Lipid composition of human serum lipoprotein. *Biochem. J.*, **104**:340-352, 1967.
30. Feimman, L., E. Rubin & Ch.S. Lieber. Adaptation of the liver to drugs. In: *Liver and Drugs*. F. Orlandi and A.M. Jezequel (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1972, p. 41-78.
31. Gerson, Th. A comparison of the effects of dietary protein and lipid deprivation on lipid composition of liver membranes in rats. *J. Nutr.*, **104**:701-709, 1974.
32. Hayes, J. R., M. U. K. Mogbodile & T. C. Campbell. Effect of protein deficiency on the inducibility of the hepatic microsomal drug-metabolizing enzyme system I. Effect on substrate interaction with cytochrome P-450. *Biochem. Pharmac.*, **22**:1005-1014, 1973.
33. Mogbodile, M.U.K., J.R. Hayes & T.C. Campbell. Effect of protein deficiency on the inductibility of the hepatic microsomal drug metabolizing enzyme system. II. Effect on enzyme kinetics and electron transport system. *Biochem. Pharmac.*, **22**:1125-1132, 1973.
34. Jones, A.L., N.B. Riderman & M.G. Herrera. An electron microscopic study of lipoprotein production and release by the isolated perfused rat liver. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **123**:4-9, 1966.
35. Scanu, A.M. Structural studies on serum lipoproteins. *Biochem. Biophys. Acta*, **265**:471-483, 1972.
36. Mc Gilvery, R.W. *Biochemistry. A Functional Approach*. Philadelphia, Pa., W.B. Saunders Co., 1970, p. 329-341.
37. Altmann, F.P. & J. Chayen. Evidences for two types of hydrogen atom in reduced nicotinamide-adenine dinucleotide phosphate arising from glucose 6-phosphate oxidation based on the inhibitory action of certain steroids. *Biochem. J.*, **118**: 6-7, 1970.

RAT SERUM PROTEINS AND NUTRITIONAL QUALITY OF FULL-FAT SOY FLOUR: APPLICATION OF RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

*Nohad Buassi*¹

Universidade Estadual de Londrina
Londrina, Paraná, Brasil

SUMMARY

A study was conducted to diagnose nutritional status by determining total serum proteins and electrophoretic patterns of protein reserves. Serum proteins are affected by privation of several amino acids. The purpose of the present research work was to evaluate protein quality of full-fat soy flour (FFSF) obtained from various hydrothermal processes by measuring changes in the serum proteins of Wistar rats. Response surface methodology was used as tool to determine the optimum conditions of hydrothermal process. The mean values of total serum proteins for the experimental group fed treated FFSF, were $\beta_0 = 5.12 \pm 0.13$ g^o/o; for the untreated FFSF group, $C_1 = 4.60 \pm 0.28$ g^o/o, and for the control group fed casein, $C_2 = 5.63 \pm 0.33$ g^o/o. All these values differ at 5% of significance ($p \leq 0.05$).

Results confirmed that treated full-fat soy flour is nutritionally superior to untreated FFSF, but not to casein.

INTRODUCTION

At present, there is an increasing interest in the use of soybean as an important energetic and protein source. Anti-nutritional factors are normally present which call for the use of proper heat treatment (1). Insufficient heat treatment results in a suboptimal product and excessive treatment reduces the bioavailability of lysine and sulphur amino acids, also affecting the nutritional value of the products (2). Some authors have reported that alkaline processing of soybeans alters the nutrient profiles by reducing the thiamine content (3).

Biological methods used to evaluate protein quality are important,

Manuscrito modificado recibido: 16-1-87.

1 Departamento de Ciências Fisiológicas, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Campus universitário, Caixa Postal 6001, 68055, Londrina, Paraná, Brasil.

particularly when dealing with proteins of similar amino acid composition, but subjected to modifications during processing (4). Moreover, for each species and body function there is an optimal amino acid profile, and profile alterations reduce the efficiency of protein use (5). Serum protein has been related to protein-deficient nutrition. According to Dimopoulos (6), factors that affect protein metabolism may influence total serum proteins or individual protein fractions. Protein depletion has been induced by protein-free diets. As reported by Bressani, Brenes and Braham (7), it can also be induced by the use of protein diets deficient in essential amino acids, which determine protein quality.

Protein reserves are affected by the quantity and quality of protein ingested (8). Determination of serum proteins has been used to find variation of protein reserves. It would be interesting to determine changes in serum proteins for the better diagnosis of nutritional status. Serum proteins are affected by absence of several essential amino acids. Albumin neof ormation could be blocked in rats deprived of sulphur and phenolic amino acids, tryptophan and valine (9).

The purpose of the present work, therefore, was to evaluate protein quality of full-fat soy flour obtained from various hydrothermal processes by measuring changes in the serum proteins of rats. Response surface methodology was used as a tool to determine the optimum conditions for hydrothermal process.

MATERIAL AND METHODS

Certified soybean seeds (Paraná variety) were dehulled according to Sastry *et al.* (10), and cotyledons were selected using a mesh sieve of 0.45 - 0.55 cm.

Cotyledons were then processed by the hydrothermal method (11) employing response surface methodology (12) to determine optimum conditions.

Full-Fat Soy Flour Hydrothermal Processing

The important steps of the process were:

- 1) Soaking of cotyledons in a 1:3 solid/liquid ratio (3 kg cotyledons/3 lt water) for 0, 4 and 8 hours at room temperature.
- 2) Blanching of cotyledons in tap water containing Na HCO₃ (0, 0.25 and 0.50% concentrations) at 96°C, atmospheric pressure for 5, 20 and 35 min in a 1:10 solid/liquid ratio.
- 3) Dehydration in an air-circulating oven at 50 to 60°C for 20 hours.
- 4) Grinding in a hammer mill to obtain full-fat soy flour.

Experimental Design

As Table 1 shows, the incomplete 33 factorial design with equidistant levels was used. The plan of work constituted a group of 12 experiments, with three replicates in the central point (for the estimate optimum) totalling 15 experiments at random (Table 1). This procedure was selected

TABLE 1
EXPERIMENTAL DESIGN

Number of treatments	Variables		
	X ₁	X ₂	X ₃
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	-1
6	1	0	-1
7	-1	0	1
8	1	0	1
9	0	-1	-1
10	0	1	-1
11	0	-1	1
12	0	1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

VARIABLES AND LEVELS USED FOR OPTIMIZATION PATTERN

Natural variables	Levels		
	-1	0	+1
X ₁	0	4	8
X ₂	5	20	35
X ₃	0	0.25	0.50

X₁ = Hydration — hours.

X₂ = Blanching — minutes.

X₃ = NaHCO₃ - g o/o.

$$\text{Coded variables} = \frac{\text{Variable} - \text{Variable at central point}}{\text{Range}}$$

so as to perform an analysis by response surface methodology (RSM) to determine the optimum processing conditions.

Determination of Response Surface

In most RSM problems, the form of relationship between the response and independent variables is unknown. Therefore, a second order quadratic equation (13) was selected in this study because it is the simplest non-linear equation that can be used for optimization with response surface methodology. Responses are total serum proteins and their electrophoretic fractions from rats fed different diets prepared with

full-fat soy flour (FFSF) denoted by Y (1 to 6) and the independent variables that affect the responses are: hydration time (X_1), blanching time (X_2) and NaHCO_3 concentration (X_3), since these may affect protein quality of FFSF. The general form of the quadratic equation in this study is:

$$Y = \beta_0 + \sum_i \beta_i X_i + \sum_i \beta_{ii} X_i^2 + \sum_i \sum_j \beta_{ij} X_i X_j + \epsilon$$

$$i < j$$

Where ϵ is a random error component and β 's are the coefficients of the least squares estimators. An analysis of variance (F-test) was done for coefficients of multiple regression equation terms to determine the suitability of the model for response surface analysis, that is, the value of serum proteins as a function of independent variables.

Preparation of Diets and Handling of Animals

Full-fat soy flours were used after determination of proximate analysis by the AOAC methods (Table 2), as the only protein source for preparation of the diets (14). Experimental diets (treated FFSF) were identified with numbers 1 to 15 based on protein source and treatment. Two control diets were used, one with untreated FFSF (C_1), and the other with casein (C_2) as protein source.

Male weanling rats (*Rattus rattus*) of the Wistar strain, 21 days old, obtained from Tecpar², were used for the experiments. Animals were divided into 17 groups, identified from 1 to 15, C_1 and C_2 , according to protein source of the diets offered, and housed in individual cages (18 cm x 18 cm x 18 cm) provided with screen bottoms. Each group was formed by six animals with a mean body weight of 37 to 40 g, and an individual body weight of 30 to 42 g. A period of three days acclimatization was allowed prior to the initiation of the test. During this period, a standard casein diet was provided for all animals (15), and a 12/12 hr light-dark cycle and a temperature of $24 \pm 1^\circ\text{C}$ were maintained. The animals were weighed, and food intake was determined every two days. Spillage food was collected and used to correct the amount of food intake during 50 days of the experimental period, and hematological tests were then performed.

Determination of Serum Proteins

Seventeen blood samples were analyzed per day, in a period of six days, corresponding to 1 sample for each group. Rats from the experimental group were fasted the night before the assays took place. Bleeding was done by severing the jugular vein, and blood was allowed to clot at room temperature for 60 minutes, centrifuged for 10 minutes at 2,500 rpm and centrifugation serum was recovered. Total serum proteins were determined by Biuret methods (16) using Precinorm U (Boehring)

TABLE 2
PROXIMATE COMPOSITION OF FULL-FAT SOY FLOURS: TREATED, UNTREATED, AND CASEIN

	Proteins (N x 6.25)	Fat	Ashes	Fiber carbohydrate	Moisture
1	45.18	25.38	4.28	25.15	4.38
2	48.18	16.12	3.61	22.08	4.85
3	47.54	28.90	3.90	19.65	4.66
4	47.75	30.39	3.44	18.42	4.29
5	47.16	26.52	4.00	22.30	5.09
6	48.62	27.66	3.44	20.27	4.08
7	45.68	28.84	4.13	21.34	4.90
8	48.80	27.99	3.71	19.49	4.33
9	48.93	24.46	3.77	22.84	4.46
10	47.64	31.23	3.24	17.88	4.16
11	48.78	25.06	3.83	22.32	5.04
12	47.19	30.48	3.88	18.45	5.66
13	46.62	28.60	3.65	21.13	4.53
14	46.76	29.55	3.62	20.06	4.60
15	46.83	30.04	3.72	19.41	5.02
C1	43.73	22.51	4.89	28.86	8.74
C2	96.70	—	0.71	—	9.48

1 to 15 = Treated full-fat soy flour.

C1 = Untreated full-fat soy flour.

C2 = Casein.

as standard. Electrophoresis was performed by strips of cellulose acetate, veronal buffer 0.4M (diethyl barbiturate sodium 8.24 g/lit). Serum was applied with micropipette using a current of 200 volts for 45 minutes. Staining was done with amido Schwartz. The strips were analyzed by a recording integrating densidometer (Atago Quick).

RESULTS AND DISCUSSION

Serum protein fractions from all groups are presented in Table 3. Our results are similar to those obtained by Pestana (17) except for γ globulins, which were lower than those found by the author.

Total serum protein and serum albumin may be related to protein quality of the diet. As stated by Leveille and Sauberlich (18), a decrease in total serum protein may be attributed to a drop in albumin serum concentration.

Serum protein fractions of groups 1 to 15 were analyzed by multiple regression equations. The analysis of regression and analysis of variance for the model are shown in Tables 4 and 5, and as we may observe, R^2 represents the per cent of variation explained by the model. Values of

TABLE 3

SERUM PROTEINS OF RAT GROUPS FED WITH DIFFERENT DIETS

Group No.	Total serum proteins g/o	Albumin g/o	α_1	Globulins g/o		Υ
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	α_2 Y ₄	β Y ₅	Y ₆
1	5.24	2.85	0.72	0.64	0.99	0.17
2	5.50	2.87	0.62	0.68	1.32	0.28
3	5.08	2.59	0.72	0.56	0.98	0.28
4	5.30	2.86	0.64	0.67	0.97	0.15
5	5.12	2.83	0.76	0.55	0.94	0.18
6	5.32	2.83	0.73	0.64	1.03	0.22
7	5.12	2.64	0.78	0.64	0.94	0.16
8	5.24	2.65	0.70	0.69	1.05	0.21
9	5.22	2.55	0.78	0.67	1.07	0.21
10	5.04	2.58	0.80	0.65	0.97	0.14
11	5.16	2.70	0.71	0.67	0.92	0.15
12	5.02	2.44	0.86	0.68	1.03	0.16
13	5.07	2.61	0.75	0.57	1.01	0.20
14	5.27	2.75	0.80	0.69	0.91	0.14
15	5.03	2.64	0.65	0.61	0.94	0.19
β_0	5.12	2.66	0.73	0.62	0.95	0.17
C ₁	4.60	2.44	0.51	0.46	1.06	0.13
C ₂	5.63	3.13	0.72	0.63	1.01	0.27

β_0 = Animal's serum from experimental group fed treated FFSF; mean values of central point trials.

C₁ = Animal's serum from control group fed untreated FFSF.

C₂ = Animal's serum from control group fed casein.

R² indicate that the present model could be used. Since the multiple regression analysis is not significant at 50/o level ($p \leq 0.05$), the model does not establish differences among treatments. Consequently, the mean in central point (β_0) may be used).

Applying Duncan test to compare serum total proteins and then albumin of β_0 , C₁ and C₂ (Table 3), one can appreciate that these values differ at the 50/o level of significance ($p \leq 0.05$). Values in decreasing order are C₂, β_0 and C₁, and the α and Υ globulins seem to be unaffected by protein ingestion. The difference in the results of β_0 , C₁ and C₂ is not significant at the level 50/o ($p \leq 0.05$). As stated by Allison and Fitzpatrick, the α globulins are considered proteins of specific biological importance since they are preserved (8). Consequently, α β and Υ globulin levels may not provide good estimates of protein nutritional quality.

The means of body weight and the amount of protein ingested during the experiment were analyzed by multiple regression in groups 1 to 15. The results revealed that there were no significant differences at the 50/o significance level ($p < 0.05$). The Duncan Test was used to compare mean body weight of groups β_0 (146.16 g), C₁ (90.11 g) and C₂ (191.37 g). All of these values proved to be significantly different; $p \leq 0.05$. The

TABLE 4

MULTIPLE REGRESSION EQUATION AND β CALCULATED PARAMETERS

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3$$

Y	Total serum proteins	Albumin	α_1 -Globulin	α_2 -Globulin	β -Globulin	γ -Globulin
B ₀	5.1233	2.6633	0.7333	0.6233	0.9466	0.1753
B ₁	0.1000	0.0375	-0.03625	0.036250	0.0337	0.0071
B ₂	-0.0850	-0.0625	0.02375	-0.0125	-0.0113	-0.0113
B ₃	-0.0200	-0.0451	-0.0025	0.02125	-0.0100	-0.0099
B ₁₁	0.1233	0.1495	-0.0516	-0.011667	0.0254	0.0364
B ₂₂	0.0333	-0.0205	-0.0066	0.025833	0.0304	0.0097
B ₃₃	-0.0466	-0.0755	0.0608	0.018333	0.0179	-0.0211
B ₁₂	-0.0100	0.0625	0.0050	0.0175	-0.0225	-0.0586
B ₁₃	-0.0200	0.0025	-0.01250	0.0100	0.0049	-0.0008
B ₂₃	0.0100	-0.0725	0.03250	0.0075	0.0549	0.0210
R ²	0.8550	0.8406	0.7516	0.6872	0.7487	0.8605

R² = Per cent of variation explained by the model.

same procedure was used to compare the mean amount of protein ingested in groups β_0 (47.4 g), C₁ (21.67 g) and C₂ (49.61 g). The test did not show a significant difference between the groups β_0 and C₂, although the remaining values were different at a significance level of 5%. The weight increase obtained in group β_0 and C₂ were different when the same amount of protein was ingested.

The results obtained confirm that FFSF treated by hydrothermal method is nutritionally better than untreated FFSF, but not so in the case of casein, as the protein source in animal diets. This statement is confirmed by other authors in the literature (19). Aside from this fact, these conclusions agree with Buassi *et al.* (20), who determined the protein nutritional quality of these flours by chemical (methionine and cystine) and biological (net protein ratio) methods.

Measurement of serum proteins, as stated by Bressani, Gómez-Brenes and Braham (7), is a less sensitive procedure than nitrogen balance in the evaluation of protein quality. In the work herein reported, the same results could be drawn from chemical, nutritional and hematological indicators.

The interactions of processing variables of FFSF, at the levels used in our experiment, did not reveal any modification in protein quality which could alter the hematological indices of serum proteins.

Since de response surface methodology could not detect differences in the serum proteins analyzed from various treatments, the use of 20 minutes blanching, without prior hydration or addition of sodium bicarbonate, is suggested.

TABLE 5
EFFECT OF EXPERIMENTAL DIETS ON TOTAL SERUM PROTEINS AND ELECTROPHORETIC PATTERNS

		Analysis of variance					
		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆
		Total serum protein g ^o /o	Albumin g ^o /o	α ₁ -Globulin g ^o /o	α ₂ -Globulin g ^o /o	β-Globulin g ^o /o	γ-Globulin g ^o /o
Source of variation	Degrees of freedom	Q.M (F)	Q.M (F)	Q.M (F)	Q.M (F)	Q.M (F)	Q.M (F)
Regression	9	0.0238(1.44)	0.0233(2.33)	0.0051(0.87)	0.0024(0.64)	0.0033	0.0033
Deviation	3	0.0011(0.07)	0.01 (1.63)	0.0011(0.20)	0.0008(0.21)	0.00(0.90)	0.00(0.47)
Experimental error	2	0.0165	0.01	0.0058	0.0037	0.00	0.00

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Universidade Estadual de Londrina, Coordenadoria de Pós Graduação. The author is grateful to: Dr. Rui Sérgio F. da Silva for his valuable assistance in regard to statistics; Dr. Dionisio Borsato, for the statistical analysis of the results, and Dr. Kuruganti V. Reddy, for his review of the English manuscript.

RESUMEN

PROTEINAS SERICAS EN RATAS, Y CALIDAD NUTRICIONAL DE LA HARINA INTEGRAL DE SOYA: APLICACION DE LA METODOLOGIA DE ANALISIS DE SUPERFICIE DE RESPUESTA

Se llevó a cabo un estudio para diagnosticar el estado nutricional mediante la determinación de proteínas séricas totales y patrones electroforéticos de las reservas proteínicas. La privación de varios aminoácidos afecta a las proteínas séricas.

El propósito de este trabajo de investigación fue evaluar la calidad de la proteína de harina integral de soya sin desgrasar (FFSF) obtenida de varios procesos hidrotérmicos, a través de la medición de cambios en las proteínas séricas de ratas Wistar. Se utilizó la metodología de análisis de superficie de respuesta como instrumento para determinar las condiciones óptimas del proceso hidrotérmico. Los valores medios de las proteínas séricas totales del grupo experimental alimentado con FFSF tratada, fueron: $\beta_0 = 5.12 \pm 0.13$ g^o/o; para el grupo que recibió FFSF sin tratar, $C_1 = 4.60 \pm 0.28$ g^o/o, y para el grupo control alimentado con caseína, $C_2 = 5.63 \pm 0.33$ g^o/o. Todos los valores difieren al nivel de 5^o/o de significancia ($P \leq 0.05$).

Los resultados confirmaron que la harina integral de soya sin desgrasar, tratada, es nutricionalmente superior a la FFSF sin tratar, pero no lo es con respecto a la caseína.

BIBLIOGRAPHY

1. Rackis, J.J. Biologically active components. In: *Soybeans: Chemistry and Technology*. A.K. Smith and S.J. Circle (Eds.). Westport, Conn., 1957, p. 158-202.
2. Amadi, S.C. & D. Hewitt. The digestibility and availability of lysine and methionine in isolated soybean protein after severe heat damage. *Proc. Nutr. Soc.*, 34:26A, 1975.
3. Bankhead, R.R., K.E. Weingartner, D.A. Kuntz & J.W. Erdman. Effects of sodium bicarbonate blanch on the retention of micronutrients in soy beverage. *J. Fd Sci.*, 43:345-348, 1978.
4. McLaughlan, J.M. & O.M. Keith Bioassays for protein quality. In: *Protein Nutritional Quality of Foods and Feeds*. M. Friedman (Ed.). New York, N.Y., Marcel Dekker, 1975, p. 79-85.
5. Lewis, J.A., R.E. Peo, J.P. Cunningham & D.B. Moser. Determination of the optimum dietary proportions of lysine and tryptophan for growing rats based on growth, food intake and plasma metabolites. *J. Nutr.*, 107:1361-1368, 1977.
6. Dimopoulos, G.T. Plasma proteins. In: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. J. J. Kaneko and C.E. Cornelius (Eds.). New York, N.Y., Marcel Dekker, 1970, p. 97-129.

7. Bressani, R., R. Gómez-Brenes & E.J. Braham. Estudios, en perros, de las proteínas caseína, gelatina y zeína, y su efecto sobre el balance de nitrógeno y niveles de proteína y urea séricas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **21**:15-29, 1971.
8. Allison, J.B. & W.H. Fitzpatrick. *Dietary Proteins in Health and Disease*. Springfield, Illinois, C.C. Thomas Publishers, 1960, p. 40-49.
9. Aschkenasy, A. Effets comparés de la caseïne et de divers mélanges d'acides aminés sur la régénération des protéines sériques après une inanition azotée chez le rat. *Société De Biologie*, **164**:1208-1213, 1970.
10. Sastry M.C. *et al.* Studies on the dehulling and screw pressing of soybean to obtain optimally processed soy flour. *J. Fd Sci. Technol.*, **6**:189-191, 1970.
11. Buassi, N. *Farinha de Soja Integral: Aspectos Nutricionais e Fisiológicos em Modelo Biológico*. (Master's Thesis). Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 1981.
12. Henika, R.C. & G.M. Palmer. Response Surface Methodology: Revisited in: *Proceedings, American Association of Cereal Chemists Annual Meeting*. New Orleans, October, 1976, 14 p.
13. Meyers, R.H. *Response Surface Methodology*. Boston, Mass., Allyn and Bacon Publishers, 1971, p. 126-195 and 340-353.
14. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975, p. 857.
15. Hackler, R.L. Methods of measuring protein quality: A review of bioassay procedures. *Cereal Chem.*, **54**:984-995, 1977.
16. Gornall, A.G., C.J. Bardawill & M.M. David. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.*, **177**:751, 1949.
17. Pestana, A. Metabolismo proteico de la rata en crecimiento. II-Sero-proteínas y complemento sérico en relación con la edad y nivel de proteínas en la dieta. *Revista Española de Fisiología*, **23**:43-50, 1967.
18. Leveille, G.A. & H.E. Sauberlich. Influence of dietary protein level on serum protein components and cholesterol in the growing chick. *J. Nutr.*, **74**:500-504, 1961.
19. Antunes, P.L. & V.C. Sgarbieri. Processing effects on the nutritive value of soybean seeds and products. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **27**:33-47, 1977.
20. Buassi, N., R.S.F. Da Silva, S. Rao & D.A. Perera. *Farinha de soja integral: Aplicação da metodologia da superfície de resposta para estudo de aspectos nutricionais*. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **33**:557-572, 1983.

EFFECTO DE LA HIPERVITAMINOSIS A AGUDA SOBRE LAS CONCENTRACIONES SERICAS DE Na, K, Mg, Fe, Zn y Cu EN RATAS

O. M. Alarcón,¹ J. L. Burguera² y M. Burguera²

Universidad de Los Andes
Mérida, Venezuela

RESUMEN

Se estudió, en ratas, el efecto de la hipervitaminosis A aguda sobre el contenido sérico de los elementos sodio, potasio, magnesio, hierro, zinc y cobre. Los resultados se compararon con los obtenidos en animales control o no tratados con vitamina A. En los animales tratados se observó un incremento significativo en el contenido sérico de magnesio, cobre y potasio, y una disminución también significativa, del sodio, hierro y zinc.

Se comentan los hallazgos resultantes, sugiriéndose posibles explicaciones para los mismos. Se concluye que la hipervitaminosis A aguda, directa o indirectamente determina notorias alteraciones en el contenido sérico de los cationes evaluados.

INTRODUCCION

Se han descrito estrechas interrelaciones entre la vitamina A y ciertos cationes, y viceversa. Así, tenemos que el zinc es necesario para el metabolismo de la vitamina A (1), señalándose que se requieren cantidades adecuadas del mismo para mantener normales las concentraciones plasmáticas de la vitamina (2, 3) y de su proteína transportadora (4). Esta interacción es tan evidente que, en la actualidad, el zinc se considera esencial para el mecanismo de acción de la vitamina A (5). También se ha detectado cierta relación entre el hierro y la vitamina A (6) sugerente de que esta última regula la liberación de dicho catión a nivel hepático (7). Inclusive, se ha observado que el ingreso de cantidades elevadas de hierro en la dieta

Manuscrito modificado recibido: 16-1-87.

- 1 Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- 2 Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Apartado Postal 542, Mérida 5101-A, Venezuela.

se acompaña por una disminución de los depósitos hepáticos de la vitamina (7). Por otro lado, la administración de vitamina A a dosis elevadas determina variaciones significativas en el contenido sérico de calcio y fósforo (8-10), así como en el contenido hepático de sodio, potasio, magnesio (11) y fósforo (12) de diversas especies animales. Estos antecedentes motivaron la presente investigación, en la que se valoró el contenido de sodio, potasio, magnesio, hierro, zinc y cobre en la sangre de ratas blancas macho tratadas con dosis elevadas de vitamina A, y se comparó con lo que sucede en ratas normales, no tratadas.

MATERIAL Y METODOS

Diseño Experimental

Se utilizaron 60 ratas macho de la cepa Sprague-Dawley, con una edad de dos meses y con pesos que oscilaban entre 160 y 180 g mantenidas en jaulas metabólicas individuales. Se les suministró como alimento, Ratarina Protinal^R suplementada con vitaminas y minerales (13), agua de bebida *ad libitum*, distribuidas en los grupos que se describen a continuación:

Grupo I — Hipervitaminosis A Aguda — Este fue integrado por 30 animales, a los que se les inyectó diariamente 1 ml de vitamina A Merk (palmitato de retinol hidrosoluble: 1 ml = 100,000 UI) V.I.M. por espacio de siete días (dosis total: 700,000 UI por rata). La dosis de vitamina fue similar a la utilizada por Misra (14), Modis *et al.* (15) y por Vorhees (16), y sustancialmente inferior a la de Love y Vickers (17).

Grupo II — Control — El grupo control estuvo constituido igualmente por 30 animales, los que fueron alimentados de acuerdo con las normas establecidas. Se les inyectó, V.I.M., 1 ml de agua destilada diariamente y por igual espacio de tiempo. No se les inyectó palmitato, pues se ha demostrado que este compuesto no tiene ninguna influencia particular sobre el efecto inducido por las dosis elevadas de vitamina A (18).

Durante todo el período experimental, los animales recibieron el mismo tipo de alimentación y tuvieron libre acceso al agua de bebida. Las ratas se pesaron y examinaron diariamente en busca de manifestaciones patológicas, recolectándose muestras de orina para el reconocimiento de proteínas y de sangre (19). A las 24 horas de inyectada la última dosis de vitamina A o de agua, respectivamente, los ejemplares se anestesiaron con éter etílico, en campana de vidrio, como paso previo a la obtención de las muestras de sangre empleadas para la determinación de los siguientes cationes: sodio, potasio, magnesio, zinc, hierro y cobre por la técnica de inyección en flujo continuo — espectroscopía de absorción atómica (20-23). Posteriormente se decapitaron mediante una guillotina Harvard, y se desangraron durante 3 min. Se les practicó laparatomía mediana, tomándose trozos de hígado a fin de determinar el contenido tisular de vitamina A.

Para el estudio al microscopio óptico se tomaron fragmentos de riñón de 0.5 - 1.0 g aproximadamente, los cuales se fijaron durante 24 hr en formol al 10⁰/o (v/v) y en formol-calcio (24). Las muestras fueron deshidra-

tadas con etanol a concentraciones crecientes, aclaradas con cloroformo, incluidas en parafina, y cortadas con un micrótomo rotatorio a un espesor de siete micrómetros. Para el estudio histológico las secciones de tejido se colorearon con hematoxilina-eosina (25). La vitamina A se valoró en el tejido hepático según el método de Neeld y Pearson (26), expresándose los resultados en μg por g de tejido húmedo.

En cuanto al análisis estadístico, se calcularon los promedios, las desviaciones y los errores tipo. Se determinó, asimismo, la significancia estadística de las diferencias entre las medias, mediante la prueba "t" de Student.

RESULTADOS

Los animales tratados con vitamina A (Grupo I) acusaron manifestaciones patológicas muy similares a las descritas previamente (9-11, 27, 28), siendo las más interesantes: el edema palpebral bilateral con secreción mucopurulenta, los signos de enfermedad general, la presencia de hemorragias a nivel de los conductos auditivos externos y la marcada disminución del volumen urinario (Tabla 1) al séptimo día de tratamiento. En las muestras de orina de estos animales se detectó una ostensible proteinuria y hematuria en comparación con los controles correspondientes.

El estudio histológico efectuado en los animales del Grupo I, demostró como hechos más constantes: degeneración del epitelio tubular proximal y distal, necrosis tubular, y presencia en la luz tubular (túbulos colectores) de masas multinucleadas, de forma, aspecto y tamaño variables, que aparecen unidas a las células adyacentes o bien libres en la luz, obstruyéndola total o parcialmente de una manera similar a lo descrito previamente por Rodahl (28).

TABLA 1

EFFECTO DE HIPERVITAMINOSIS A EN EL CONTENIDO DE DICHA VITAMINA EN HIGADO, Y SOBRE LA DIURESIS EN 24 HORAS

Parámetro	Grupo I*	Grupo II*
Vitamina A ($\mu\text{g/g}$)**	1400.00 \pm 15.38	24.23 \pm 7.98
Diuresis (ml/24 (hr))**	7.15 \pm 1.09	40.00 \pm 1.15

* Promedios \pm errores tipo de 30 determinaciones.

** Grupo I vs. Grupo II; $P < 0.05$, estadísticamente significativo.

En la Tabla 2 se muestran las concentraciones séricas de los diferentes cationes valorados, tanto en el Grupo I como en el II. Los niveles séricos de los electrolitos en el Grupo II (Control), concuerdan con los publicados previamente (29, 30). Según se observa, la administración de vitamina A produjo en los animales del Grupo I, un descenso en los niveles séricos del sodio, hierro y zinc, con un incremento concomitante en los de potasio,

TABLA 2

EFFECTO DE LA HIPERVITAMINOSIS A AGUDA EN EL CONTENIDO SERICO DE CATIONES*

Catión	Unidades	Grupo I (Tratado)**	Grupo II (Control)**
Na	mEq/L	129.15 ± 1.27	155.30 ± 1.07
K	mEq/L	6.99 ± 0.08	4.84 ± 0.11
Mg	mg/dl	4.00 ± 0.07	2.90 ± 0.08
Fe	µg/dl	60.00 ± 0.39	140.90 ± 0.10
Zn	µg/dl	45.01 ± 0.08	90.00 ± 1.48
Cu	µg/dl	210.80 ± 0.06	107.00 ± 1.01

* Promedios ± errores tipo de 30 determinaciones.

** Grupo I vs Grupo II; $P < 0.05$, estadísticamente significativo.

magnesio y cobre. Simultáneamente se pudo comprobar un notorio incremento en el contenido hepático de vitamina A en los animales del Grupo I (Tabla 1).

DISCUSION

La hipervitaminosis A aguda, confirmada por los criterios de Regezi y Row (31) y por las hemorragias presentes (28), determinó lesiones histopatológicas renales similares a las descritas por Drigalski y Laubmann (32), Arvy (33), Rodahl (28) y Leelaprute *et al.* (34) y la notable disminución de la diuresis (oliguria) que, juntamente con la marcada proteinuria y hematuria, muy bien podrían ser la expresión clínica de dichas alteraciones. Se determinaría en consecuencia un cierto grado de disfunción renal (¿falla renal?) con las respectivas modificaciones electrolíticas: hiponatremia, hiperpotasemia e hipermagnesemia (35) como efectivamente se observó en los animales del Grupo I. Indiscutiblemente, en estos hallazgos pueden haber influido otros factores que escapan a las características de la investigación aquí comentada. Es de hacer notar que la mayoría de los trabajos consultados (36, 37) señalan valores séricos de sodio, potasio y magnesio en límites normales en animales tratados con dosis elevadas de vitamina A; sólo en una oportunidad se ha encontrado un incremento en las concentraciones del potasio (8). Quizás en nuestros resultados pudo haber influido la dosis administrada del compuesto, el tipo de vitamina y/o la vía de administración, como han señalado previamente Strebel *et al.* (10).

Se podría especular en el sentido que la hiperpotasemia, vista en nuestros animales experimentales, sería capaz de determinar las alteraciones electrocardiográficas descritas en terneras intoxicadas con vitamina A (38), y constituir una de las causas de muerte en esta situación experimental. Por su parte, la hiponatremia podría condicionar la somnolencia y la disminución de la actividad corporal (35). La hipermagnesemia, en cambio, podría influir en el sentido de deprimir la actividad del sistema

nervioso central y la muscular (39), manifestaciones ampliamente relacionadas con la hipervitaminosis A, tanto aguda como crónica (9, 28).

El proceso inflamatorio e infeccioso agudo, en los animales tratados con vitamina A, al estimular la formación del "mediador endógeno leucocitario (LEM)" (40-42) —una proteína termolábil que favorece la captación hepática de zinc y de hierro con una liberación incrementada de cobre (40)— podría explicar, en parte, nuestros hallazgos con respecto a estos cationes. Tales modificaciones, a su vez, se pueden considerar como un mecanismo de defensa frente a la infección y a la inflamación (40, 41). En el caso del hierro su disminución en sangre también depende indiscutiblemente del síndrome hemorrágico presente (28).

En conclusión, los hallazgos previamente descritos permiten sugerir que la hipervitaminosis A aguda, directa o indirectamente puede alterar el metabolismo mineral, tal como sucede en el glucídico (15, 28), el lipídico (14) y el proteínico (27). Y, al mismo tiempo, nuestros hallazgos confirman parcialmente la hipótesis de Modis *et al.* (15), quienes opinan que: ". . . la polimorfa sintomatología vista en la hipervitaminosis A está relacionada con un mecanismo de acción muy complejo que afecta a todos (o casi todos) los metabolismos intermediarios corporales. . .".

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al CDCHT de la Universidad de Los Andes por financiar la realización del presente trabajo. Igualmente agradecen la asistencia técnica del Sr. José R. Pineda L.

SUMMARY

EFFECT OF ACUTE HYPERVITAMINOSIS A ON THE SERUM CONTENT OF Na, K, Mg, Fe, Zn and Cu IN RATS

The effect of hypervitaminosis A on the content of sodium, potassium, magnesium, iron, zinc and copper in rat serum was studied. Results were compared to findings in non-treated animals. The serum content of potassium, magnesium and copper increased significantly, while the content of sodium, zinc and iron decreased significantly in the treated animals, when compared to the values obtained with untreated animals.

Possible mechanisms for these changes are discussed, and we conclude that high doses of vitamin A cause a marked change in the serum content on the measured cations.

BIBLIOGRAFIA

1. Duncan, J. R. & L. S. Hurley. An interaction between zinc and vitamin A in pregnant and fetal rats. *J. Nutr.*, **108**: 1431-1438, 1978.
2. Brown, E. D., W. Chan & J. C. Smith, Jr. Vitamin A metabolism during the repletion of zinc-deficient rats. *J. Nutr.*, **106**: 563-568, 1976.

3. Smith, J. C., Jr., E. D. Brown, E. G. Mc Daniel & W. Chan. Alterations in vitamin A metabolism during zinc deficiency and food and growth restriction. *J. Nutr.*, **106**: 569-574, 1976.
4. Smith, J. E., E. D. Brown & J. C. Smith, Jr. The effect of zinc deficiency on the metabolism of retinol-binding protein in the rat. *J. Lab. Clin. Med.*, **84**: 692-697, 1974.
5. Smith, J. C., Jr., E. G. Mc Daniel, F. F. Fann & J. A. Halsted. Zinc: A trace element essential in vitamin A metabolism. *Science*, **81**: 954-955, 1973.
6. Blackfan, K. D. & S. B. Wolbach. Vitamin A deficiency in infants. *J. Pediat.*, **3**: 679-706, 1933.
7. Staab, D. B., R. E. Hodges, W. K. Metcalf & J. L. Smith. Relationship between vitamin A and iron in the liver. *J. Nutr.*, **114**: 840-844, 1984.
8. Nelson, E. C., B. A. Dehority, H. S. Teage, V. L. Sanger & W. D. Pounder. Effect of vitamin A intake on some biochemical and physiological changes in swine. *J. Nutr.*, **76**: 325-332, 1962.
9. Nieman, C. & H. J. Klein-Obbink. The biochemistry and pathology of hypervitaminosis A. *Vitamins Horm.*, **12**: 69-99, 1954.
10. Strebél, R. F., R. J. Girerd & B. M. Wagner. Cardiovascular calcification in rats with hypervitaminosis A. *Arch. Path.*, **87**: 290-297, 1969.
11. Maldonado, J. R. **Estudio del Mecanismo de Acción de las Dosis Tóxicas de Vitamina A Alcohol (Retinol) en Ratas.** Trabajo de Ascenso a Prof. Asociado, Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 1974.
12. Alarcón, O. M. **Aspectos Metabólicos en Roedores Intoxicados con Vitamina A Alcohol (Retinol).** Tesis Doctoral, Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 1973.
13. National Research Council (Eds.). Nutrient requirements of the laboratory rats. En: **Nutrient Requirements of Laboratory Animals.** Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1978, p. 7-37.
14. Misra, U. K. Lipid metabolism in hypervitaminosis A. *Nature*, **209**: 910-911, 1966.
15. Modis, L., A. Spreca, J. Süvege-Conti & G. Conti. Recherches histochimiques et biochimiques sur du rats en hyper- et hypovitaminose A. *Acta Anat.*, **83**: 481-504, 1972.
16. Vorhees, C. V. Some behavioral effects of maternal hypervitaminosis A in rats. *Teratology*, **10**: 269-274, 1974.
17. Love, A. M. & T. H. Vickers. Placental agenesis, embryonal hydraemia, embryolethality and acute hypervitaminosis A in rats. *Br. J. Exp. Path.*, **57**: 525-541, 1976.
18. Niazi, I. A. & S. Saxena. The influence of excess of vitamin A on the growth of frog tadpoles with particular reference to thyroid glands. *Rev. Can. Biol.*, **31**: 89-96, 1972.
19. Henry, R. J. **Clinical Chemistry. Principles and Techniques.** New York, N. Y., Hoeber Medical Division, Harper & Row, 1964, p. 245 and 779.
20. Burguera, J. L., M. Burguera, M. Gallignani & O. M. Alarcón. More on flow injection/atomic absorption analysis of electrolytes. *Clin. Chem.*, **29**: 569-570, 1983.
21. Burguera, J. L., M. Burguera & M. Gallignani. Direct determination of sodium and potassium in blood serum by flow injection and atomic absorption spectrometry. *An. Acad. Bras. Cien.*, **55**: 209-213, 1983.
22. Rocks, B. F., R. A. Sherwood, L. M. Bayford & C. Riley. Zinc and copper determination in microsamples of serum by flow injection and atomic absorption

- spectroscopy. *Ann. Clin. Biochem.*, **19**: 338-343, 1982.
23. Rocks, B. F., R. A. Sherwood, Z. J. Turner & C. Riley. Serum iron and total iron-binding capacity determination by flow injection analysis with atomic absorption detection. *Ann. Clin. Biochem.*, **20**: 72-76, 1983.
 24. Pearse, A.G.E. *Histochemistry. Theoretical and Applied*. 3rd. ed. Vol. 1. London, Churchill, p. 698-699.
 25. Barka, T. & P. J. Anderson. *Histochemistry. Theory. Practice and Bibliography*. Hoeber Medical Division. New York, N. Y., Harper & Row, 1963, p. 80-81.
 26. Neeld, J. B. & W. N. Pearson. Macro- and micromethods for the determination of serum vitamin A using trifluoroacetic acid. *J. Nutr.*, **79**: 454-462, 1963.
 27. Alarcón, O. M., M. E. Jonckheer, D. S. de Molina, J. L. Burguera, M. Burguera, J. A. Burguera & L. D. González P. Modificaciones del metabolismo proteico en la hipervitaminosis A aguda, en ratas. *Acta Cient. Venez.*, **37**: 162-169, 1986.
 28. Rodahl, K. Hypervitaminosis A in the rat. *J. Nutr.*, **41**: 399-421, 1950.
 29. Altman, P. L. & D. S. Dittmer (Eds.). *Blood and Other Body Fluids*. Washington, D. C., Federation of American Societies for Experimental Biology, 1961, p. 53.
 30. Long, C. (Ed.). *Biochemist's Handbook*. Princeton, Van Nostrand, 1961, p. 831-832.
 31. Regezi, J. A. & N. H. Rowe. Morphologic effects of hypervitaminosis A on rat submandibular gland. *Rach. Oral. Biol.*, **17**: 1609-1618, 1972.
 32. Drigalski, W. & W. Laubman. Uber Schädigung durch vitamin A. *Klin. Wschr.*, **12**: 1171-1174, 1933.
 33. Arvy, L. Le rein et les vitamines A. *Laval Med.*, **39**: 142-172, 1968.
 34. Leelaprute, V., V. Boonpucknaug, N. Bhamaraparavati & W. Weerapradist. Hypervitaminosis A in rats. *Arch. Path.*, **96**: 5-9, 1973.
 35. Villarreal, H. *Riñón y Electrolitos*. F. Méndez Otero (Ed.). México, D. F., Librería de Medicina, 1959, p. 37-55.
 36. Maddock, C. L., S. B. Wolbach & S. Maddock. Hypervitaminosis A in the dog. *J. Nutr.*, **39**: 117-139, 1949.
 37. Di Beneddeto, R. L. Chronic hypervitaminosis A in adult. *J.A.M.A.*, **201**: 700-702, 1967.
 38. Nielsen, W., R. M. Grey & J. J. Lucas. Chronic hypervitaminosis A in Holstein male calves. *J. Dairy Sci.*, **47**: 391-401, 1964.
 39. Pleschiteer, A. Biological role of magnesium. *Clin. Chem.*, **4**: 429-451, 1958.
 40. Beisel, R. W. Trace elements in infectious processes. *Med. Clin. N. Am.*, **60**: 831-848, 1976.
 41. Pekarek, R. S. & W. R. Beisel. Characterization of the endogenous mediator(s) of serum zinc and iron depression during infection and other stresses. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **138**: 728-732, 1971.
 42. Pekarek, R. S., M. C. Powanda & W. Wannemacher. The effect of leukocytic endogenous mediator (LEM) on serum copper and ceruloplasmin concentration in the rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **141**: 1029-1031, 1972.

RICE AND BEANS – EFFECT OF MILK, MINERAL, AND VITAMIN A, ON WEIGHT GAIN, FOOD INTAKE, AND BODY PROTEIN RETENTION

R. C. de Angelis,¹ G. G. Giuli¹ and R. N. Rogano¹

Instituto de Ciências Biomédicas
Universidade de São Paulo
São Paulo, Brazil

SUMMARY

Weanling rats were fed on diets of rice/beans (RB) with or without mineral (M) supplement; vitamin A (A); M + A (MA); or milk (L), containing from 3 to 14% protein. As determined by various measures, the best results were observed in the group fed the RB diet, supplemented with L. This group was followed by those receiving the MA and M diets. Protein utilization in the RB diet, as well as minimum protein requirement for maintaining body weight, depend on the supplementary nutrients. The mechanism of this effect may be related to the appetite of the animals and to the voluntary intake, which is influenced and regulated by the diet composition.

INTRODUCTION

Rice and beans (RB) are recognized as the most important basic foods consumed by the Brazilian population, who eat them sporadically, without any other adequate complementary food. Different proportions of rice/beans are habitually consumed in Brazil as documented by nutritional surveys; in the Northeast rural area (1) the total intake/individual/year was estimated to be 55.3 kg of cereals, and 46.1 kg of legumes and oleaginous. In earlier reports it was suggested that the RB mixture is limited in fat-soluble factors (2, 3). To design a food supplementation program it is relevant to observe the limitation of these nutrients. In a recent proposal in Brazil, for a model of basic minimum-cost diet for adults, the rice/beans daily intake was suggested to be: 100/200 g, or 140/120 g, respectively, for the southeastern and northeastern regions (4).

Manuscrito modificado recebido: 14-4-87.

1 Centro de Nutrição, Departamento de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 4365, 01000 São Paulo, Brasil.

Based on these data, the present investigation was designed to study the basic food system of rice/beans using experimental animal models, in order to determine the main limiting nutrients in rice/bean mixtures of 55/45^o/o.

MATERIAL AND METHODS

Animals

A total of 250 Wistar weaning rats (21 days old) were housed individually, and given *ad libitum* different diets (shown in Table 1) for 25 days. The initial average body weight was 39 ± 1.8 g (mean \pm SD).

TABLE 1
DIETS OF RICE/BEAN (RB) OR CASEIN (CAS), CONTAINING 3 TO
14^o/o PROTEIN
(per 100 g diet)

Ingredients	Diet						
	RB	RBM	RBA	RBMA	RBL	Cas	PF ⁵
RB ¹	+ ⁴	+	+	+	+	+	+
Cas ¹	—	—	—	—	—	—	—
Milk (L) ² , g	—	—	—	—	—	—	—
Minerals (M) ³ , g	—	4	—	4	—	4	4
Vitamin A (A), μ g	—	—	6 ^o /o	6 ^o /o	—	—	—
Oil ³ , g	—	—	—	—	—	2	2
Codfish oil, g	—	—	—	—	—	2	2
Vitamins ³ , g	—	—	—	—	—	2	2
Starch ⁶ , g	+	+	+	+	+	+	+

1 RB or Cas, amount to obtain diets containing 3 to 14^o/o protein: RB — Rice, 55^o/o, beans, 45^o/o (protein of rice, 8^o/o, beans, 24.8^o/o) (Beans, cooked with water in autoclave, 115^oC/40 min and lyophilized).

2 L — Milk (whole powdered, 25^o/o protein), RB, 70^o/o + L, 30^o/o.

3 (Ref. 2).

4 (+) present, (—) absent.

5 PF — Protein-free diet.

6 Corn-starch to complete 100^o/o of diet.

Ten animals/group were fed *ad libitum* each diet, containing from 3 to 14^o/o protein.

Diets

Each individual diet was prepared so as to have a final protein content of 3, 7, 10 or 14^o/o, which was estimated by calculating $N \times 6.25$ (5).

Protein content of the diets is presented in per cents in Table 2, while their basic mineral composition can be appreciated in Table 3.

TABLE 2

PROTEIN CONTENT OF THE RICE AND BEANS (RB) DIETS
SUPPLEMENTED WITH MILK (L): MINERALS (M) OR VITAMIN A (A),
AND OF CASEIN (Cas)

Diet	Protein content (g/100 g)			
	3	7	10	14.5
RB ¹	2.5 ²	6.0	9.0	14.5
RBL	3.3	8.1	12.2	14.0
RBM	3.5	7.0	10.5	14.7
RBA	2.7	5.5	9.8	14.7
RBMA	3.9	8.7	10.5	14.4
Cas	2.8	7.0	10.5	13.1

1 As described in Table 1.

2 Measured as: Nitrogen x 6.25.

Protein content of PF diet was: 0.15 g/100 g.

TABLE 3

MINERAL COMPOSITION AND VITAMIN A OF THE RICE/BEAN (RB) DIETS
SUPPLEMENTED WITH MILK (RBL) OR WITH MINERALS (RBM) COMPARED
TO THE REQUIREMENTS FOR GROWING RATS (RGR)
(Expressed in mg/100 g)

	RB	RBL	RBM	RGR ³
Calcium ¹	80	330	633	500
Iron ¹	4.71	3.39	15.7	3.5
Zinc ¹	3.12	3.23	3.62	1.2
Copper ¹	0.44	0.35	0.84	0.5
Magnesium ¹	870	880	955	400
Manganese ¹	2.23	1.73	2.49	5
Phosphorus ¹	290	390	668	400
Vitamin A ²	Trace	0.076	Trace	0.067

1 Determined in food.

2 Not analyzed (calculated from ICNND/INCAP Food Composition Table, 1961.

3 RGR — Requirements for growing rats (ref. 9).

Determinations

The following determinations were carried out, as stated:

1 - *Body weight and food intake* - The animals' weight and the food intake (FI) were recorded twice a week.

2 - *Protein efficiency* (6)

a) *NPR - Net protein ratio* - Calculated as body weight gain (BW) in the 100/o protein group, plus the weight loss (WL) of the group, relative to protein intake (PI).

$$PER = \frac{BW + WL}{PI}$$

b) *PER - Protein efficiency ratio* - Calculated as body weight gain in the 100/o protein group relative to protein intake.

$$PER = \frac{BW}{PI}$$

c) *RPV - Relative protein value* - From the regression line of the BW, using the 3 to 140/o protein groups.

d) *MP - Minimun protein requirement* - This was determined from the regression line of the body weight slopes for each diet related to the protein content of the diet, at the point of x intercept.

e) *NPU - Net protein utilization* - Calculated from retained nitrogen (N) in the carcass, determined from the water content in the carcass before and after drying at 100°C, (H₂O). The calculation used was $N = (3.09 + 0032x) \times (H_2O)$ (6), where x represents days of life. The protein was assumed to be: $N \times 6.25$. The protein of the carcass of the test groups (P_{10}^d) of protein minus the carcass protein of the PF group (P_0^{PF}) was asumed to be the total protein retained (TPR). The NPU of each diet (NPUd) was calculated by $NPUd = \frac{TPR}{PI}$.

f) *TPR - Total protein retained* - The protein of the carcass of the test groups at 100/o of protein (P_{10}^d) minus the carcass protein of the PF group (P_0^{PF}) was assumed to be the total protein retained (TPR):

$$TPR = \frac{P_{10}^d - P_0^{PF}}{0}$$

3 - *Minerals* - Determined by spectrophotometry (Perkins Elmer 360) (7), and

4 - *Phosphorus* - Established following the method of the molybdenum blue complex at 700 nm (8).

RESULTS

The average body weight changes and P_{10}^d over 25 days, in rats fed the various 3 to 14% protein diets (RB, RBM, RBA, RBMA, RBL, CAS) are shown in Table 4.

TABLE 4

AVERAGE ENERGY INTAKE (EI/d) AND BODY WEIGHT VARIATION (BW) (g) IN RELATION TO PROTEIN OF DIET (Po/o), AND PROTEIN OF THE CARCASS AT 10% (P_{10}^d) OF 25 DAYS ON RATS FED DIFFERENT DIETS: RB, RBM, RBA, RBMA, RBL, CAS, COMPARED TO PF VALUES

Diet	EI/d Kcal	Regression of BW/Po/o	r^1	$P_{10}^d(g)^4$
RB ²	25.4 ± 1.2 ^{(a)3}	BW = 10.64 + 1.60 p ^(a)	0.96	9.13 ± 0.85 ^(a)
RBM	35.1 ± 3.7 ^(b)	BW = -12.29 + 2.44 p ^(b)	0.96	11.30 ± 0.95 ^(b)
RBA	28.1 ± 1.8 ^(a)	BW = -7.62 + 1.51 p ^(a)	0.93	8.84 ± 0.81 ^(a)
RBMA	33.8 ± 1.9 ^(b)	BW = -23.30 + 4.40 p ^(c)	0.93	12.40 ± 1.08 ^(b)
RBL	39.7 ± 4.2 ^(c)	BW = -23.70 + 6.08 p ^(d)	0.98	16.80 ± 1.81 ^(c)
CAS	40.1 ± 2.9 ^(c)	BW = -10.57 + 7.64 p ^(e)	0.94	23.70 ± 1.81 ^(d)
PF	23.1 ± 1.9 ^(a)	BW = -10.7 g		7.2 ± 0.78 ^(e)

(Mean ± SD).

n = 10.

1 Correlation.

2 Ref. Table 1.

3 Values followed by the same letter = NS; followed by a different letter = $p < 0.01$ (in column) (t-Student).

4 Protein of the carcass of the test group at 10% of protein in the diet.

According to results, L was the best supplement followed by MA, and them by M. As the data reveal, vitamin A was not an effective supplement by itself, but together with M (AM) it was really effective compared to RB alone. Figure 1 shows the body weight variations of the animals fed on the different diets.

The minimums of protein capable of maintaining the body weight were 3.90, 5.38, 5.04, 4.95, 6.65 and 1.38% of protein for RBL, RBMA, RBM, RBA, RB and Cas, respectively (which correspond approximately to 0.39, 0.54, 0.50, 0.49, 0.66 and 0.14 g/day/rat). Figure 2 illustrates the regression lines of carcass protein for the different groups. By extrapolating the correspondent regression of Cas, we calculated the protein of the carcass of the animals fed on a protein-free diet (P_{10}^{Cas}). The carcass

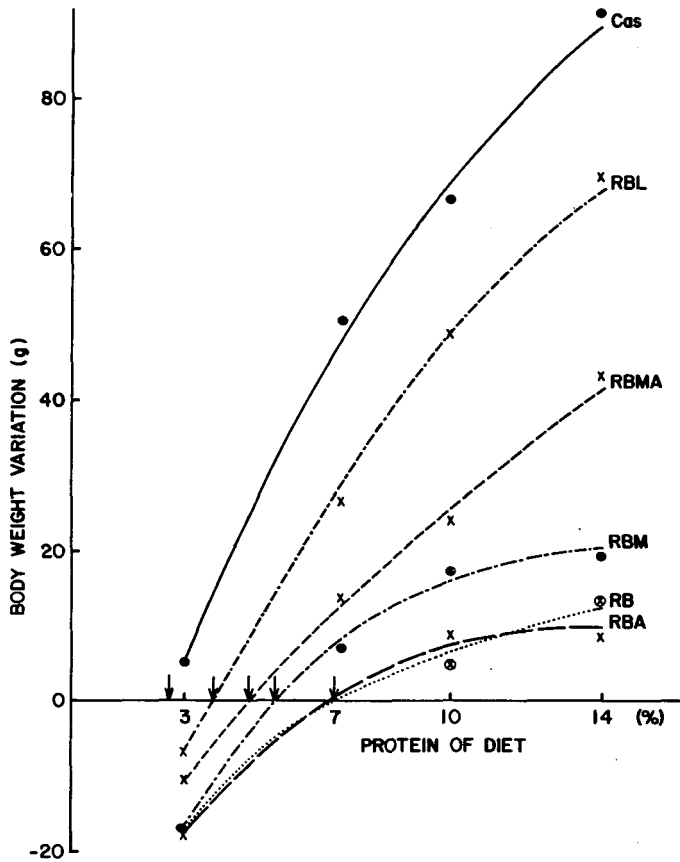


FIGURE 1

Body weight evolution (g) of rats fed diets RB, RBMA, RBM, RBL, RBA, CAS for 25 days and protein (o/o) (for details see Table 4)

protein of the animals fed on PF diet (P_0^{PF}) were compared to the calculated P_0^{Cas} .

P_0^{Cas} (8.72 ± 0.58) was significantly higher than P_0^{PF} (7.2 ± 0.78).

The values of RPV, NPU, NPR, PER, growth, FI and MP are depicted in Table 5 in relation to the casein-fed group. There was a significant difference among the groups: RB, RBA < RBM, RBMA < RBL ($p < 0.01$) (Student's "t" test). These data suggest that the best results were obtained with the RBL diet.

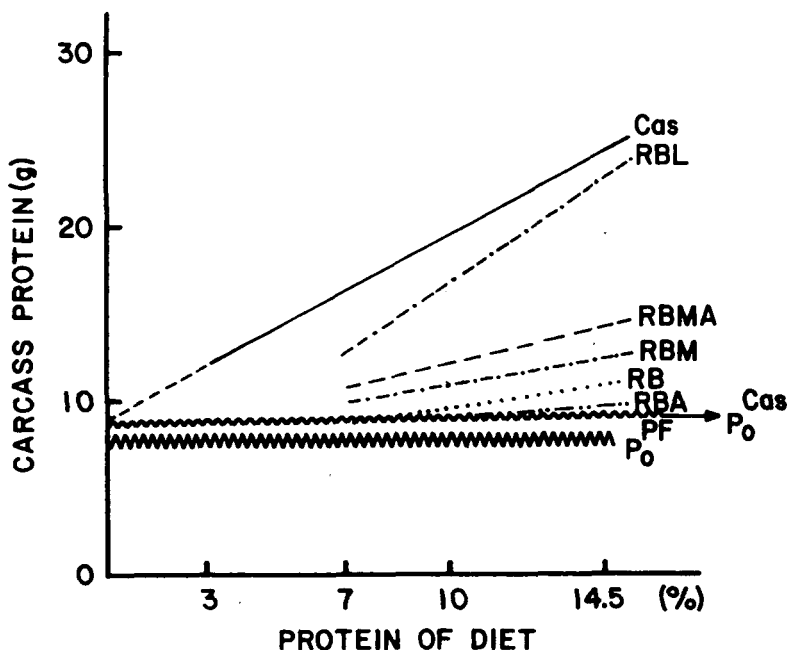


FIGURE 2

Regression lines of the carcass protein of the different group versus protein of diets. Rats fed diets: RB, RBMA, RBM, RBL, RBA, Cas, for 25 days. Values of P_0^{Cas} obtained by extrapolating the Cas regression line is compared to P_0^{PF} obtained with the experimental PF group. Data of P_0^{Cas} , 8.3 ± 0.58 ; P_0^{PF} , 7.2 ± 0.61 ($p < 0.01$).

DISCUSSION

Those animals fed on the rice and beans diet supplemented with milk, gained weight better than those without supplementation. Even other added nutrients such as M, A or MA had less effect than the diets assayed in this study. M and especially L supplements resulted in increased weight gain.

The regression lines of the weight changes versus protein level of the diet (Figure 1) were different for the RB diet itself, or when supplemented, suggesting that RB is effectively limited with respect to some of the minerals contained in the mineral mixture. Other important nutritional factors must be present in L. Vitamin A *per se* had no effect; however, AM had some supplemental effect compared to M alone. In the present study only vitamin A was used as supplement, since its deficiency constitutes a public health problem in Brazil, while vitamin D as food

TABLE 5

RELATIVE NUTRITIVE VALUE OF DIETS* RB, RBM, RBA, RBMA AND RBL DETERMINED FOR BODY WEIGHT (BW), FOOD INTAKE (FI), PER, NPR, RPB, TOTAL PROTEIN RETAINED (TPR), NPU, AND MINIMUM PROTEIN - RELATIVE TO CAS, 100^o/o

Diet	Method ¹							
	BW	FI	PER	NPR	RPV	TPR	NPU	MP
CAS	100	100	100	100	100	100	100	100
RBL	73 ^{b(2)}	80 ^b	61 ^b	72 ^b	80 ^b	72 ^b	50 ^b	36 ^b
	± 6.8	± 5.1	± 5.8	± 5.8	± 4.2	± 8.2	± 6.8	± 2.1
RBMA	38 ^c	56 ^c	38 ^c	72 ^b	57 ^c	54 ^c	34 ^c	26 ^c
	± 4.1	± 2.9	± 2.9	± 1.2	± 5.2	± 1.9	± 3.4	± 1.8
RBM	26 ^d	54 ^c	30 ^c	42 ^c	32 ^d	49 ^c	23 ^c	28 ^c
	± 1.8	± 4.5	± 4.3	± 2.9	± 2.8	± 2.5	± 7.1	± 1.8
RBA	15 ^e	40 ^d	23 ^d	72 ^b	14 ^e	38 ^d	1 ^d	26 ^c
	± 2.1	± 2.2	± 2.8	± 6.1	± 6.2	± 5.5	± 8.2	± 2.1
RB	2 ^e	37 ^d	23 ^d	40 ^c	21 ^e	39 ^d	5 ^d	20 ^d
	± 7.4	± 5.4	± 7.1	± 5.6	± 7.2	± 5.9	± 7.2	± 2.9

n = 10.

* See description in Table 2.

1 Determination at 10^o/o protein for BW, FI, PER, NPR, TPR, NPU.

2 Followed by different letters in the column - p < 0.01 (t-Student).

supplement is not relevant (probably because of our country's sunlight). Concerning vitamins E and K, there are no evidences of deficiencies in our country.

Actually, the increase in protein quantity for improved conditions (RBL, RBMA) enhanced the slopes of BW on P^o/o in relation to the zero-point of P^o/o, reaching to y-intercept with more negative values as shown in Table 4, because for very low protein levels the intersects of y-axis are different for high or low protein values. Therefore, determinations only at low levels of protein for RB could over-estimate the true quality, perhaps due to the conservation of certain amino acids, especially when in short supply (10). Then, the best measure of protein for growth is the slope between points of protein around the equilibrium.

The protein retained in the carcass is usually determined from the final body protein of each animal, corrected by the carcass nitrogen at the beginning of the experiment (11). It can also be estimated using the final body nitrogen of animals fed on a protein - free diet (12). Miller and Bender (13) introduced the body water determination as an easier method for the calculation of total nitrogen. Bressani *et al* (11) showed that there was a high correlation between the nitrogen content of the carcass and the nitrogen calculated through the water content of the carcass, as follows: $N = (3.09 + 0.032x) \times (H_2O)$, where x = days of life. In our previous studies (not published) the total nitrogen content of the carcass

was determined by the Kjeldahl method and compared to the indirect method using the formula (11). The results obtained by both methods were not significantly different.

The fact that the obtained value of P_0^{Cas} was higher than the determined P_0^{PF} , might be explained by the enhancement of the basal metabolism of the animals fed on protein, as compared to those fed on PF. The difference ($P_0^{Cas} - P_0^{PF}$) might correspond to the greater loss of metabolic-endogeneous nitrogen in PF animals in relation to the extrapolated P_0^{Cas} .

The MP required for maintenance was quite different among the diets, even considering that the protein quality for all the RB diets was fundamentally the same (obtained from rice and beans).

The differences among the MPs might be explained by the effect of additional factors required for protein utilization. The results suggest that minerals and other nutrients may be insufficient in RB. On the other hand, milk (L) was the best supplement for RB. Since in our previous investigation we observed that casein did not improve the results obtained with RB (3), the effect of milk supplementation may be related to other nutritional factors rather than protein quality.

We calculated the regression equation between TPR/day and PI/day, at 10% for all diets (Figure 3), obtaining the following equation: $TPR/d = 0.22 + 0.70 \times PI/d$, with $r = 0.82$. For all diets with 7% and 10% protein (RB, RBM, RBA, RBMA, RBL, CAS) the analysis of TPR in relation to food intake (FI) and energy intake (EI) gave the relationships: $TPR = 16.1 + 0.106 FI$ (the FI for maintenance would be 6.4 g/d); $TPR = -16.01 + 0.027 EI$ ($r = 0.80$) (The EI for maintenance would be 23.6 Kcal/d). Concerning only the casein groups, 3 to 14% of protein, the relation of TPR with FI presented a correlation of $r = 0.999$. These results suggest that *ad libitum* total food intake plays the primary role in protein retention. Therefore, L, as well as M or MA supplementation in the diet of RB are relevant factors in enhancing food intake by the animals, thus causing increase in the total energy intake.

In a previous paper (14) we suggested that increasing the relative proportion of Ca/Zn beyond 100, an adverse effect occurs, reducing the voluntary food intake and growth in rats.

Prasad (15) states that zinc is involved in many biochemical functions and there exists a competition with other metals as calcium for binding sites, while Yunice and Hsu (16) observed that zinc, as well as copper and manganese deficiency affect adversely the endocrine glands, either through decreasing dietary intake, or increasing excretion, and dietary intake can be influenced by several factors in the diet, such as the presence of phytic acid, fiber and high calcium intake.

Matuba *et al.* (17) showed that total zinc contents in the tibia of rats were decreased when calcium content in the diets was increased. On the other hand, Franz *et al.* (18) demonstrated that the addition of

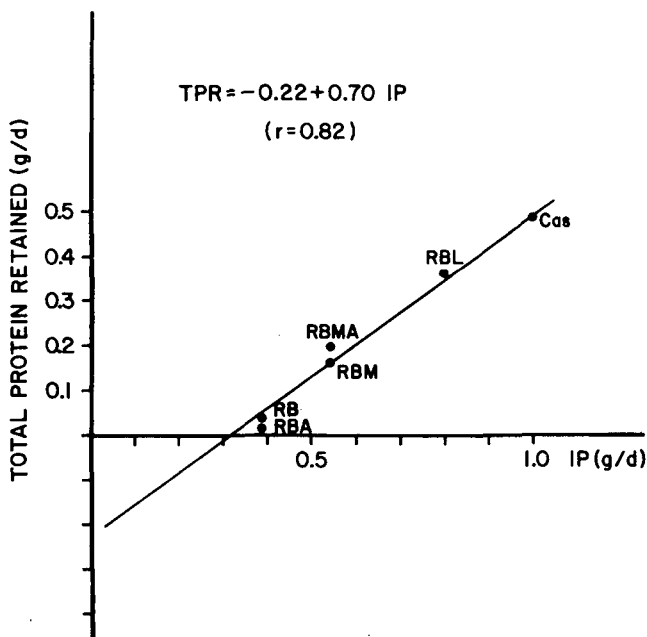


FIGURE 3

Regression equation between TPR/d and PI/d at 10⁰o, for diets: RB, RBM, RBMA, RBA and CAS

zinc to a basal diet of rats (up to 14 ppm) enhanced the voluntary food intake.

In the diets used in this investigation, the Ca/Zn relationships for RB, RBL and RBM were 25, 102 and 175, respectively. It is possible that the better results obtained with RBL than with RBM are related to the proportion and quantity of Ca/Zn, around 100. Aside from this, the Ca/P relationship in RBL, RBM and RB were, respectively: 0.85, 0.94 and 0.27. Consequently, RB presented a very bad situation for calcium utilization (19).

The presence of vitamin A improved the effect of M supplementation, enhancing perhaps the body's mineral utilization, not by stimulating appetite.

Although the present results were determined in animals, the implication of these results is that the basic food system RB is deficient in nutrients. In extrapolating these conclusions to man, we suggest that populations consuming basically RB may require more attention in institutional nutrition supplementation programs.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank C.B. Giassi, J.C. Bento Gonçalves, I. Klemps

and J.H. Scialfa, for their technical support. They also wish to express their appreciation to the following: Nestlé do Brasil, for processing beans; FAPESP and CNPq, for their financial support, and Refinanças de Milho Brasil, for the corn-starch supply provided for this study.

RESUMEN

ARROZ Y FRIJOLES — EFECTO DE LA LECHE, MINERALES Y VITAMINA A EN LA GANANCIA PONDERAL, INGESTA DE ALIMENTO Y RETENCION CORPORAL DE PROTEINA

Ratas recién destetadas fueron alimentadas con dietas de: arroz/frijoles (RB) suplementadas o no con minerales (M); vitamina A (A); M + A (MA), o leche (L), que contenían de 3 a 14% de proteína. Según se determinó a través de diversas mediciones, los mejores resultados se observaron en el grupo alimentado con la dieta RB suplementada con L, seguido por los grupos que recibieron las dietas MA y M. La utilización proteínica de la dieta de RB, así como el requerimiento mínimo de proteína para mantenimiento de peso corporal, depende de los nutrientes suplementarios. Puede que el mecanismo de este efecto esté relacionado con el apetito de los animales y con la ingesta energética voluntaria, la que es influenciada y regulada por la composición de la dieta.

BIBLIOGRAPHY

1. ENDEF (Estudo Nacional da Defesa Familiar). **Consumo Alimentar Despesas das Famílias — Secretaria de Planejamento da Presidência da República.** Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1978, p. 35 and 75.
2. De Angelis, R.C., L.G. Elías & R. Bressani. Mezclas de arroz y frijol. I. Valor nutricional de las proteínas de las mezclas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **32**:47-63, 1982.
3. De Angelis, R.C., L.G. Elías & R. Bressani. Mezclas de arroz y frijol. II. Limitación de vitaminas liposolubles y minerales. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **32**:64-78, 1982.
4. Seventh Brazilian Food and Nutrition Symposium. *Anais do 7 SIBAN*, Rio de Janeiro, Brazil, 1984.
5. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**, Washington, D.C., The Association, 1960, p. 12.
6. Pellett, P.L. & V.R. Young. **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. Tokyo, The United Nations University, 1980, Part II.
7. Horowitz, W. (ed). **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. No. 2.109-2. Washington, D.C., The Association, 1980.
8. International Dairy Federation, F.I.L./I.D.F. 33; 1986, Square Vergote 41, 1040. Brussels, Belgium.
9. Warner, R.G. & L.H. Brever. **Nutrient Requirements of Laboratory Animals**. Washington, D.C., National Academy of Sciences (NAS), 1972, p 56-93.
10. Hegsted, D.M. What are the problems in evaluating protein quality? III. In: **Protein in Human Nutrition**. J.W. Porter and B.A. Rolls (Eds.). London, New York, Academic Press, 1973, p. 356-361. (Chapter 23).
11. Bressani, R., L.U. Valle & L.G. Elías. Relación entre el nitrógeno retenido por ratas, determinado por análisis corporal de nitrógeno y por medio de balance nitrogenado. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **26**:449-466, 1976.

12. Miller, D.S. & A.E. Bender. The determination of the net utilization of protein by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, **9**:382-386, 1955.
13. Miller, D.S. **Committee on Protein Malnutrition, Food and Nutrition Board, National Research Council - National Academy of Sciences** Washington, D.C., 1963. (Publication 110).
14. De Angelis, R.C., J. Mauron, P.A. Pinot, R. Besson, G. Vodoz, R.N. Rogano, G. G. Giuli & M. G. Vecchia. Bioavailability of mineral elements in the Brazilian basic food system of rice and beans. *Nutr. Research*, **5**:969-981, 1985.
15. Prasad, A.S. Trace metals in growth and sexual maturation. In: **Metabolism of Trace Metals in Man**. M. Rennert Owen and Wai-Yu Chan (Eds.). Vol. 1. Boca Raton Florida, CRC Press, 1984, p. 79-98. (Chapter 5).
16. Yunice, A.A. & J.M. Hsu. Homeostasis of trace elements in the aged. In: **Metabolism of Trace Metals in Man**. Owen M. Rennert and Wai-Yu Chan (Eds.). Vol. I. Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc., 1984, p. 99-128. (Chapter 6).
17. Matuba, K., M. Matui & I. Kondo. Effect of dietary calcium on zinc utilization. **The Book of Abstracts - XIII International Congress of Nutrition**, 1985, p. 135.
18. Franz, K.B., B.M. Kennedy & D.A. Fallers. Relative bioavailability of zinc from selected cereals and legumes using rat growth. *J. Nutr.*, **110**:2272-2283, 1980.
19. Askar, A., Faba beans (*Vicia faba* L.) and their role in the human diet. **Food and Nutrition Bulletin** **8**:15-24, 1986.

PAPEL DE LOS POLIFENOLES EN EL BAJO VALOR NUTRITIVO DE LA *Vicia faba*

M. R. Villanueva¹, J. A. Martínez² y J. Larralde³

Departamento de Fisiología y Nutrición
Universidad de Navarra
Pamplona, España

RESUMEN

La inclusión de harina de habas (*Vicia faba*) en la dieta de animales de experimentación produce un retardo en el crecimiento, semejante al inducido por la adición de 0.2% de ácido tánico en dietas control de caseína. Tanto los extractos hidroalcohólicos obtenidos a partir de semillas de habas como los taninos extraídos de las mismas, reducen la absorción intestinal de glucosa. Asimismo, la presencia de ácido tánico al 0.05, 0.1 y 0.2% en las soluciones de glucosa, disminuye proporcionalmente la absorción de ésta por el intestino. Los resultados en cuestión parecen sugerir que los polifenoles afectan, al menos parcialmente, el valor nutritivo de la leguminosa (*Vicia faba*), si bien otros componentes de las mismas también podrían estar involucrados.

INTRODUCCION

Las leguminosas constituyen una importante fuente de proteínas, tanto en la alimentación humana como animal (1, 2). No obstante, la presencia de determinadas sustancias consideradas antinutricionales, por ejemplo, lectinas, hemaglutininas, inhibidores de proteasas, polifenoles, etc. (3, 4) y su bajo contenido en aminoácidos azufrados (4), reducen su valor nutritivo cuando se emplean en estado crudo. Entre los fenómenos adversos observados existe una reducción en el crecimiento (5), alteraciones en la actividad de diferentes enzimas (6, 7), disminución de la retención nitrogenada (8), y otros (9). En este contexto, también se ha puesto de manifiesto que la absorción intestinal de glucosa, galactosa y leucina se

Manuscrito modificado recibido: 6-1-87.

1 Adjunto de Bromatología, Universidad de Navarra, Pamplona, España.

2 Adjunto de Fisiología y Nutrición de la misma Universidad, y Colaborador del CSIC.

3 Catedrático de Fisiología, Universidad de Navarra y Director de la Sección de Nutrición Animal del CSIC.

encuentra reducida en aquellos animales alimentados con *Vicia faba* como fuente de proteína (10). En un intento por contribuir a la identificación de las sustancias antinutricionales implicadas en alteraciones del proceso de absorción, se llevó a cabo una serie de experimentos en los que se estudió la influencia de extractos obtenidos de *Vicia faba*, de polifenoles aislados de la misma, y del ácido tánico sobre el transporte intestinal de glucosa. Se determinó, asimismo, el efecto del agregado de ácido tánico a una dieta de caseína sobre el crecimiento corporal.

MATERIAL Y METODOS

Animales y Dietas

Tres lotes de ocho ratas hembra de la raza Wistar, con pesos comprendidos entre 91 y 99 g, se alojaron en jaulas metabólicas, bajo condiciones ambientales adecuadas. A cada uno de los lotes —en régimen de ingesta controlada— se les proporcionó durante siete semanas, las dietas siguientes: lote 1 (dieta de caseína 18.80/o), lote 2 (dieta de *Vicia faba* 18.60/o de proteína) y lote 3 (dieta de caseína 18.80/o + 0.20/o ácido tánico Merck^R). La composición porcentual de las dietas ya ha sido descrita previamente (5). Las semillas de *Vicia faba* fueron molidas para preparar las dietas, incluyendo los tegumentos, ya que es en esta fracción donde se encuentran los polifenoles. Los animales se pesaron diariamente, y tuvieron libre acceso al agua de bebida. El índice de transformación (I. T.) fue calculado como la relación entre la ingesta (g) y el incremento de peso (g) a lo largo de las siete semanas de experimentación (Tabla 1).

TABLA 1

VARIACIONES DE PESO, INGESTA DIARIA E INDICE DE TRANSFORMACION EN RATAS ALIMENTADAS DURANTE SIETE SEMANAS CON LAS DIETAS RESEÑADAS

	Caseína 18.80/o	<i>Vicia faba</i> 18.60/o	Caseína 18.80/o + Acido tánico 0.20/o
Peso inicial (g)	94.5 ± 2.3	96.0 ± 3.1	95.2 ± 2.5
Peso final (g)	198.3 ± 4.3	166.1 ± 3.9**	169.0 ± 5.1**
Ganancia diaria (g/día)	2.20 ± 0.22	1.53 ± 0.30**	1.58 ± 0.36**
Ingesta diaria (g/día)	11.7 ± 0.8	11.6 ± 1.1	11.8 ± 1.6
Indice de transformación (I.T.)	5.40 ± 0.61	8.13 ± 0.93**	7.75 ± 0.71**

Medias ± DE (n = 8). Grado de significación de las diferencias respecto al control:
* P < 0.05; ** P < 0.01.

Técnica de Absorción

Se emplearon ratas hembra (120 a 160) de la raza Wistar. El estudio de la influencia de los diferentes productos sobre la absorción intestinal se llevó a cabo mediante la técnica de absorciones sucesivas *in vivo* (11). En síntesis, los animales se anestesian con uretano 12.5% (1 ml/100 g) y se sitúan en una cámara de temperatura controlada (35-37°C). A continuación se les practica una laparatomía, procediéndose a canular una zona de entrada y otra de salida en el yeyuno, separadas por 15-20 cm. Posteriormente se cierra la cavidad abdominal con un clip y se conecta la cánula de entrada a una bomba de perfusión por donde se introducen las soluciones a estudiar. En nuestro caso, glucosa 2mM en presencia de extractos de *Vicia faba*, taninos aislados de la misma leguminosa o de ácido tánico 0.05, 0.1 y 0.2%. Se realizaron cuatro absorciones sucesivas en cada animal en las que la primera y tercera sirven como control de las otras dos. La absorción de glucosa se determina mediante ¹⁴C-glucosa, y las lecturas se llevan a cabo con un contador de radiactividad LKB. Los resultados, diferencia entre la cantidad de azúcar inicial y la cantidad de azúcar recogida en intestino tras el período destinado a absorción, se expresa en $\mu\text{mol}/\text{cm}$ de intestino, y referido al tiempo de contacto (10 min).

Preparación de Extractos y Aislamiento de Taninos

Los extractos de la leguminosa objeto de estudio (*Vicia faba*) se prepararon a partir de 140 g de semillas completas previamente molidas, y se sometieron a maceración con 300 ml de etanol agua (50:50) con agitación continua. Después de 24 horas, los extractos se filtran, y se procede a una concentración con un rotavapor a 50°C. Finalmente se centrifuga a 1,500 rpm, durante 30 min, llevándose a un volumen final de 100 ml con agua destilada.

El aislamiento de los taninos se realizó siguiendo el método de Marquardt *et al.*, (12) en el que la separación final y purificación se verifica mediante una columna de Sephadex LH-20 de 2.6 x 30 cm que se eluye con acetona:agua (50:50). Se obtienen aproximadamente 0.5 g de taninos por 250 g de semillas, localizándose sobre todo en el tegumento de las mismas.

Estudio Estadístico

Para evaluar las diferencias estadísticas entre grupos se empleó el test de Duncan.

RESULTADOS

Curva de Crecimiento

Los datos obtenidos indican que la dieta elaborada con *Vicia faba* provoca una reducción de 17.1% de crecimiento a las siete semanas en

relación al control de caseína. En cambio, aquellas ratas suplementadas con ácido tánico (0.2%) sufren un retardo del 15.6%. Consecuentemente, los índices de transformación son inferiores en los animales alimentados con la dieta control de caseína.

Efecto de los Extractos de Vicia faba en la Absorción Intestinal de Glucosa

Los valores del transporte de glucosa a través del yeyuno de la rata en presencia o ausencia de extractos se exponen en la Figura 1. En la realización de este estudio, se sometieron a ensayo tres concentraciones diferentes de extracto: 25%, 50% y 100%, con un contenido de tanino equivalente a 0.29, 0.58 y 1.16 g/100 ml. La solución de D-glucosa empleada fue 2 mM y los períodos de absorción de 10 min en siete absorciones sucesivas (Figura 1). La presencia de extracto inhibió en forma parcialmente reversible la absorción de glucosa en relación a la concentración de extractos presente. La reducción observada en el transporte de glucosa fue de 29.2, 39.8 y 50.1% para las concentraciones de 25, 50 y 100% de extracto, respectivamente.

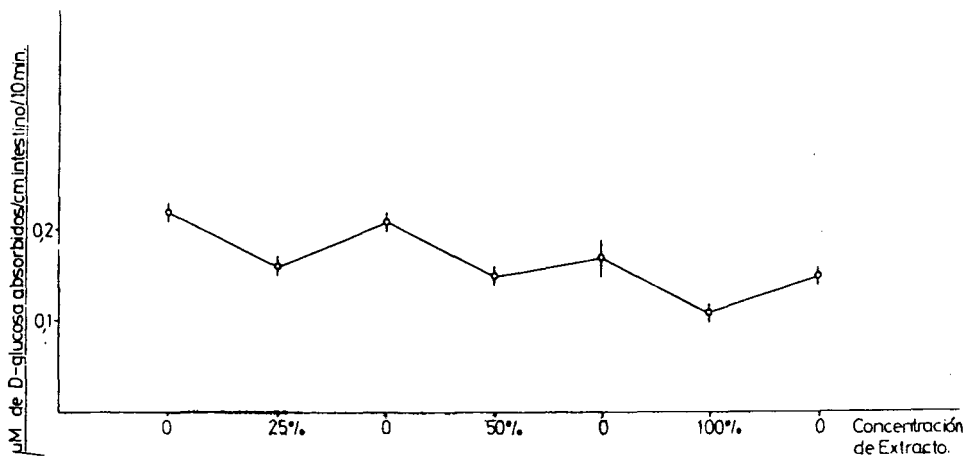


FIGURA 1

Representación gráfica de los valores absolutos de absorción intestinal *in vivo* de D-glucosa 2 mM en presencia de extractos de *Vicia faba* L. en concentraciones del 25%, 50% y 100%

Efecto de la Presencia de Taninos Aislados Procedentes de Vicia faba sobre la Absorción Intestinal de Glucosa

Los taninos extraídos de las semillas de *Vicia faba* según el método previamente descrito, fueron disueltos (0.1 g/100 ml) en una solución de D-glucosa 2 mM, y se introdujeron en el asa intestinal en la segunda y cuarta absorciones, siendo la primera y tercera de D-glucosa únicamente. Los resultados se ilustran gráficamente en la Figura 2, donde se observa que la presencia de taninos en la solución de glucosa induce una inhibición de 22.30/o en el segundo período de absorción, y de 280/o en el cuarto.

También pudo apreciarse cómo la capacidad absorptiva del intestino delgado no se recupera totalmente tras la exposición inicial a los taninos; así, la absorción del azúcar en el tercer período fue 16.00/o inferior a la observada en el primer período.

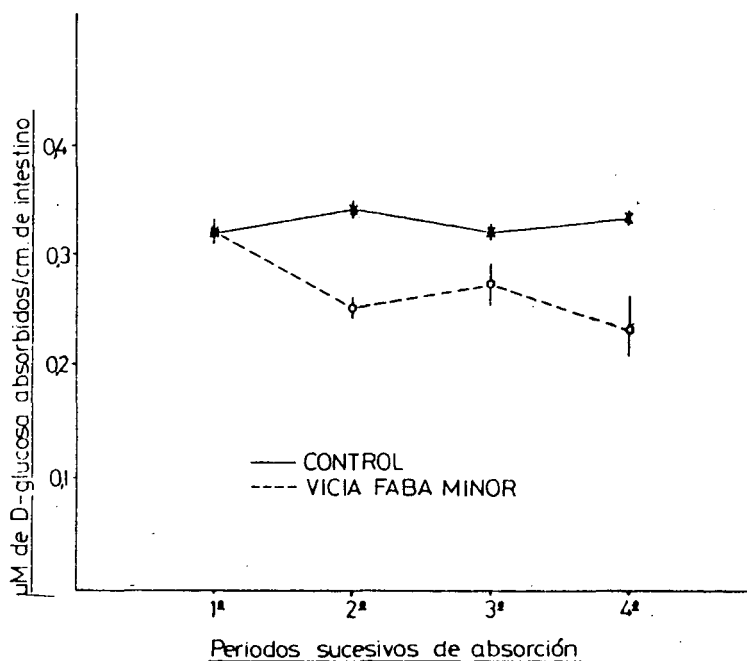


FIGURA 2

Representación gráfica de los valores absolutos de absorción intestinal *in vivo* de D-glucosa 2 mM en presencia de extractos purificado de *Vicia faba* L. a la concentración de 0.10/o

Efecto de la Presencia de Acido Tánico en la Absorción Intestinal de Glucosa

La presencia de ácido tánico a tres concentraciones diferentes (0.05, 0.1 y 0.2%) reduce el transporte de glucosa a través del intestino delgado de la rata. Se realizaron cuatro absorciones sucesivas de 10 minutos cada una, en un mismo animal. La primera y tercera con soluciones de glucosa 2 mM, mientras que la segunda y cuarta —además de la glucosa (2 mM)— se adicionó ácido tánico a las concentraciones indicadas.

Los resultados revelan (Figura 3), que en la segunda absorción con una concentración de 0.05% de ácido tánico, se produjo una inhibición de 14.0% en la absorción de glucosa; de 33.2% para la concentración de 0.1% y de 45.1% para la concentración de 0.2%. Estas inhibiciones se mantenían en parte en la tercera absorción para las concentraciones 0.1% y 0.2% de ácido tánico; sin embargo, con el ácido tánico al

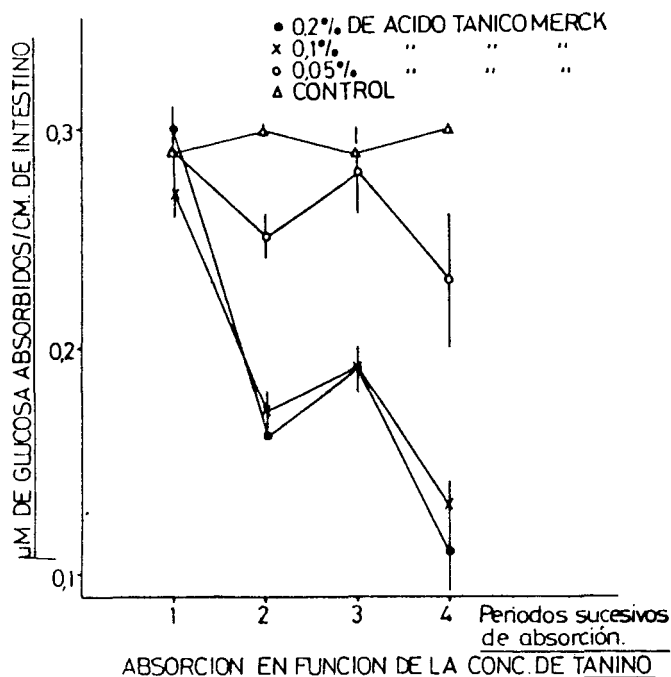


FIGURA 3

Representación gráfica de los valores absolutos de absorción intestinal *in vivo* de D-glucosa 2 mM en presencia de ácido tánico en concentraciones de 0.05%, 0.1% y 0.2%

0.05% la absorción volvía a la normalidad tras la eliminación del inhibidor. Al añadir el ácido tánico en la cuarta absorción, el transporte de glucosa fue inferior en un 21.4, 53.0 y 61.9 para las concentraciones 0.05, 0.1 y 0.2%, respectivamente.

DISCUSION

El retraso en el crecimiento observado en animales alimentados con legumbres crudas ha sido atribuido a la presencia de sustancias termolábiles, tales como inhibidores de proteína (13) hemaglutininas y saponinas (3) y entre otros, también a la presencia de polifenoles (14, 15) y a un bajo contenido de aminoácidos azufrados (4, 15). En este caso particular, la adición de metionina a una dieta de *Vicia faba*, mejoró ligeramente el valor biológico de la proteína, sin que ésta alcanzara los valores correspondientes a la proteína patrón (25). No obstante, hasta el presente todavía no se ha determinado el mecanismo de acción de algunos de estos componentes y su influencia sobre la utilización nutricional de las leguminosas.

Trabajos previos de este laboratorio (10) han puesto de manifiesto la inhibición del transporte intestinal de glucosa después de la ingestión de *Vicia faba* y posteriormente por la presencia de extractos de tegumentos procedentes de *Vicia faba* (16) y otras leguminosas (17) ricas en taninos. En este contexto, surge la necesidad de determinar la influencia de taninos extraídos de la leguminosa así como de la adición de ácido tánico a diferentes concentraciones sobre la absorción de glucosa y el crecimiento.

Los compuestos pertenecientes al grupo de los polifenoles, se encuentran ampliamente distribuidos en las plantas superiores. Su presencia en las semillas de leguminosas podría afectar significativamente el valor nutritivo de las mismas (18). Por otra parte, es conocido el hecho de que aquellas variedades de habas cuyas testas son coloreadas suelen ser ricas en taninos, y su inclusión en la dieta de animales monogástricos reduce la digestibilidad de la proteína (19).

En estudios sobre los efectos comparativos del ácido galotánico y compuestos fenólicos afines sobre el crecimiento de ratas, otros investigadores (20) afirman que existe una disminución en el desarrollo corporal, proporcional al contenido de estos productos. Resultados paralelos fueron obtenidos por Sobrini *et al.*, (4) al investigar diferentes variedades de habas con distintos contenidos de taninos, en las que los índices nutricionales estaban correlacionados con el contenido en polifenoles de las semillas.

El papel de estos componentes de las leguminosas, vistos a la luz de los trabajos de Calderón *et al.*, (21) podrían explicarse a través de la formación de complejos entre las proteínas y los taninos, pero otros autores no comparten esta opinión (22, 23). Se ha sugerido también que los compuestos polifenólicos, asociados a la coloración del tegumento, afectan la digestibilidad de la proteína e inhiben la actividad enzimática intestinal (24). Estudios más recientes (18) han logrado mejorar el valor nutricional de la proteína de leguminosas, tras la adición de polietilenglicol, que permite extraer los productos polifenólicos de la semilla.

Los taninos parecen actuar formando complejos que modifican las estructuras del epitelio intestinal, dando lugar a una inhibición irreversible,

aunque no del todo (16). De este modo, los polifenoles podrían modificar débilmente el transporte de glucosa sin producir severas alteraciones en la mucosa intestinal. De hecho no hemos podido detectar alteraciones histológicas con el microscopio electrónico (resultados no publicados). A pesar de ello, y como lo indica Griffiths, cabe admitir ciertos efectos metabólicos (24).

A partir de los resultados obtenidos por nosotros, puede admitirse que la reducción en el crecimiento, observado en animales alimentados con harina de *Vicia faba* como fuente de proteína —o bien con caseína a la que se adicionó ácido tánico—, se debe, al menos en parte, a la presencia de productos polifenólicos que inhiben el transporte de glucosa por el intestino. Como lo hicimos manifiesto en trabajos anteriores (8), éstos a la vez reducen la retención nitrogenada en el organismo animal, tras la ingestión de tales leguminosas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la Srta. María Luz Morcillo en las labores de secretaría, así como el apoyo económico que, para este estudio, tuvo a bien proporcionarnos el Gobierno de Navarra.

SUMMARY

ROLE OF POLYPHENOLS IN THE LOW NUTRITIVE VALUE OF *Vicia faba*

The inclusion of field bean (*Vicia faba*) in diets for growing experimental animals, reduced their growth performance in a similar way as compared with controls fed a casein diet, with 0.2% tannic acid. Hydroalcoholic extracts or isolated tannins obtained from *Vicia faba* seeds, decreased the intestinal transport of D-glucose. The addition of 0.05, 0.1 or 0.2% of tannic acid to the perfusion solutions containing D-glucose proportionally diminished the intestinal uptake of sugar according to its polyphenolic content. It has been postulated that polyphenols reduce, at least partially, the nutritive value of legumes, by altering monosaccharide absorption. Other constituents, however, could also be involved.

BIBLIOGRAFIA

1. FAO. Legumes in Human Nutrition. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1982. (Food and Nutrition Papers Series 20).
2. Hebblethwaite, P. L. The Faba Bean: A Basis for Improvement. London, Ed. Butterworths, 1983.
3. Liener, I. E. Toxic Constituents in Plant Foodstuffs. New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1980.
4. Sobrini, F. J., J. A. Martínez, A. Ilundain & J. Larralde. The effects of *Vicia faba* L. polyphenols on absorption, growth and metabolism in the rat. *Plant Food for Human Nutrition*, 33: 125-131, 1983.
5. Martínez, J. A. & J. Larralde. Developmental changes on protein turnover in

- growing rats fed on diets containing field beans (*Vicia faba* L.) as source of protein. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **34**: 466-476, 1984.
6. Cenarruzabeitia, E., S. Santidrián, J. Bello & J. Larralde. Effect of raw field bean (*Vicia faba*) on amino acid degradating enzymes in rats and chickens. **Ann Nutr. Metab.**, **23**: 203-209, 1979.
 7. Griffiths, D. W. & G. Moseley. The effects of diets containing field beans of high or low polyphenolic content on the activity of digestive enzymes in the intestine of rats. **J. Sci. Food Agric.**, **31**: 255-259, 1980.
 8. Martínez, J. A. & J. Larralde. Influence of diets containing different levels of *Vicia faba* L. as source of protein on body protein composition and nitrogen balance of growing rats. **Ann Nutr. Metab.**, **28**: 174-180, 1984.
 9. Bressani, R. & L. G. Elías. Legume foods. (Chapter V). In: **New Protein Foods**. Vol. 1A. **Technology**. Aaron M. Altschul (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1974, p. 230-297.
 10. Santidrián, S. Intestinal absorption of D-glucose, D-galactose and L-leucine in male growing rats fed a raw field bean diet. **J. An. Sci.**, **53**: 414-419, 1981.
 11. Ilundain, A., F. Ponz & M. Lluch. Kinetic of intestinal transport *in vivo*. **Rev. Esp. Fisiol.**, **35**: 359-366, 1979.
 12. Marquardt, R. R., T. Ward, L. D. Campbell & P. E. Cansfield. Purification, identification and characterization of a growth inhibitor in faba bean. **J. Nutr.**, **167**: 1313-1324, 1977.
 13. Abbey, B. W., R. J. Neale & G. Norton. Nutritional effects of field bean proteinase inhibitors fed to rats. **Br. J. Nutr.**, **41**: 31-38, 1979.
 14. Jaffé, W. G., D. I. González & M. C. Mondragón. Composición de caldos de frijoles. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **26**: 76-83, 1976.
 15. Mondragón, M. C. & D. I. González. Caldos de frijoles en relación a su contenido en polifenoles y aminoácidos. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **28**: 44-62, 1978.
 16. Motilva, M. J., J. A. Martínez, A. Ilundain & J. Larralde. Effect of extracts from *Phaseolus vulgaris* and field bean varieties on intestinal D-glucose transport *in vivo*. **J. Sci. Food Agric.**, **34**: 239-246, 1983.
 17. Barcina, Y., A. I. Alcalde, A. Ilundain & J. Larralde. Kinetic study of the effects of extracts from *Vicia faba* on intestinal sugar absorption. **J. Sci. Food Agric.**, **35**: 996-1003, 1984.
 18. Hewitt, D. & J. E. Ford. Influence of tannins on the protein nutritional quality of food grains. **Proc. Nutr. Soc.**, **41**: 7-17, 1982.
 19. Moseley, G. & D. W. Griffiths. Varietal variation in the antinutritive effects of field bean when fed to rats. **J. Sci. Food Agric.**, **30**: 772-778, 1979.
 20. Glick, Z. & M. A. Joslyn. Effect of tannic acid and related compounds of the absorption and utilization of proteins in the rat. **J. Nutr.**, **100**: 509-515, 1970.
 21. Calderón, P. J., J. P. Van Buren & W. B. Robinson. Factors influencing the formation of precipitates and hazes by gelatine and condensed tannins. **J. Agr. Food Chem.**, **16**: 479-482, 1968.
 22. Mitjavilla, S., G. Saint Blanquat & G. Derache. Effet de l'acide tannique sur l'absorption intestinale chez le souris. **Food Cosmet. Toxicol.**, **8**: 27-33, 1970.
 23. Mitjavilla, S., C. Lacombe, C. Carrera & G. Derache. Tannic acid and oxidized tannic acid on the functional state of rat intestine epithelium. **J. Nutr.**, **107**: 2113-2121, 1977.
 24. Griffiths, D. W. The poliphenolic content and enzyme inhibitory activity of testas of field bean and pea varieties. **J. Sci. Food Agric.**, **32**: 797-804, 1981.
 25. Bello, J., M.N. Cenarruzabeitia & J. Larralde. Factores antinutritivos contenidos en las semillas de *Vicia faba*. II. Influencia de la suplementación aminoacídica y el tratamiento térmico. **Rev. Nutr. Anim.**, **10**: 139-149, 1972.

THE USE OF HYDROGENATED FISH OIL TO EXTEND VEGETABLE OIL¹

L. J. Morales² and I. J. Sueyoshi²

Department of Food Science and Technology
National Institute of Nutrition "Salvador Zubirán",
México D. F., Mexico

SUMMARY

During the last four years, national production of fish oil has increased appreciably due to the expansion of the "reduction" industries (fish flour). Nevertheless, this production is almost totally destined to industrial use (lubricants, tannery, etc.). In contrast, some countries like Japan, Canada and Peru have been using oil from different fish species for human consumption.

In view of the above, the objectives of the present work were: first, to establish the experimental conditions for obtention of a hydrogenated fish oil and second, the formulation of fish and vegetable oil mixtures for use in the food industry.

The methodology followed comprised: 1) characterization of crude fish oil through physical and chemical analysis; 2) adaptation of the vegetable oil refining procedures to fish oil, and 3) development of fish oil with vegetable oils. A hydrogenated fish oil with a melting point of 36°C, iodine index of 80, and lovibond color, yellow 20, red 13, was produced.

Based on the results of the sensory test, the possibility of using up to 30% extension of this oil with vegetable oils for frying, and up to 50% extension for baking, without affecting acceptability of product, was established.

INTRODUCTION

In Mexico, as in other countries, the production of oleaginous seeds and edible vegetable oils varies as a result of seasonal changes, field conditions, market prices and industrial storage possibilities (1). Self-sufficiency has not been achieved and oleaginous seeds have to be imported at a high

Manuscrito modificado recibido: 29-5-87.

- 1 This research was partially supported by a CONACYT grant.
- 2 Department of Food Science and Technology, National Institute of Nutrition "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga No. 15, Col. Tlalpan, C. P. 14000 - México D. F., México.

cost. It was therefore considered that the use of locally available raw materials for edible oil production could be advantageous.

Countries such as Japan, Norway and Peru, which also need to increase their edible oil production, are processing significant amounts of oils from marine species (1-3). This product is then mixed with vegetable oils to extend the available amount. In Mexico, a similar system could be applied. During the last 10 years, fish oil production has increased considerably (from 1,500 ton in 1976 to around 12,000 ton in 1986). This increase is a result of the increased demand for fish flour in the animal food industry (4). Nevertheless, the oil byproduct has so far been used for industrial purposes, as lubricating grease and for soap manufacture (5). It is important, therefore, to explore its possible uses in the food industry.

Marine oils which contain a large variety of fatty acids are obtained principally from herring, sardine, pilchard, menhaden and whale. Their exact composition varies widely, depending on the season, type of nourishment and reproductive cycle, as well as the capture zone of the different species (6). These differences in composition have little effect on the energy value of the product. The fatty acids are highly unsaturated and oxidize rapidly, producing disagreeable fishy flavors and odors (7-9). However, they become relatively stable upon hydrogenation and develop a characteristic sweet odor and flavor which are removed during subsequent deodorization (10-12). The objectives of the study herein described were, therefore, to develop a process for obtaining fish fat with a melting point of 35-50°C and an iodine index of 50-90, and to use this oil as extender of vegetable oil for its utilization for frying, and in bread production.

MATERIAL AND METHODS

A. Experimental

- *Characterization of the fish oil and vegetable fat* — Physical and chemical tests were performed on "sardine oil" donated by the "Asociación de Productores de Harina del Pacífico, A. C.", and vegetable fat from Anderson Clayton obtained in a supermarket in Mexico City.
- *Crude fish oil processing* — A procedure, similar to the one employed in the edible vegetable oil and fat industry was used (13), but in order to adapt it to the fish sample the following conditions were included:
 - a) In the *bleaching phase*, two activated carbon concentrations (3 and 5% in relation to oil weight) were employed along with a constant temperature of 105°C for 15 minutes.
 - b) In the *hydrogenation phase*, 150 and 200°C temperatures and nickel rod catalyst concentration of 0.1, 0.2, 0.4 and 0.6% were used. Two reaction periods of 4 and 8 hr were also included, maintaining the hydrogen pressure at 2.8 kg/cm².

- *Formulation of fish and vegetable fat mixtures* — The hydrogenated fish oil was heated to 55°C and then mixed with 0.05% commercial antioxidants (BHT) (12). The product was then mixed with vegetable fat in the following proportions:

Mixture 1: 50:50 fish oil to vegetable fat

Mixture 2: 30:70 fish oil to vegetable fat

Mixture 3: 10:90 fish oil to vegetable fat

The mixtures were then cooled to room temperature and stored for three days to allow the formation of a more stable crystalline structure (13 - 15) before being evaluated.

- *Physical, chemical and sensory evaluation of fish oil and mixtures* — Evaluation by physical and chemical procedures, plus sensory tests were undertaken as a last step, as follows:

B. Methods

- *Physical methods* — Humidity and volatile material were determined by the AOCS evaporation method (16), and insoluble impurities detected with hexane and petroleum ether (17). Lovibond color (18), melting point using the capillary tube method (19) and smoke point (20) determinations were also performed.
- *Chemical methods* — Acidity (21), non-saponifiable material and the saponification index (22) were determined. For the iodine index, Wij's procedure (23) was followed. The peroxide value (24-26) was determined on samples stored at room temperature (approximately 20°C) for periods of 7, 10, 15 and 30 days and 4 months.
- *Sensory tests* — To establish acceptability of the fish oil and its mixtures, as compared to that of vegetable oil, two types of products were prepared: a sponge cake, and a fried product containing mainly "tortillas". The preparations were evaluated by two groups of untrained judges, one group formed by 41 and another group by 49 persons. The odor, flavor and acceptability of the products were evaluated in questionnaires on a scale of 1 to 7 (27-30). The data were finally submitted to analysis of variance and Duncan's test (31).

RESULTS AND DISCUSSION

The characteristics of this crude fish oil product compared to those of other oils such as anchovy and sardine oils are very similar (Table 1). An important observation was the high iodine index of these samples, indicative of a high degree of unsaturation.

During processing of the fish oil, significant bleaching was obtained using activated carbon, especially with the 5% addition. Quantitative color determinations confirmed visual observations. Yellow-colored units diminished 25 and 42.5% for the 3 and 5% additions, respectively, and red-colored units decreased 94 and 96%. Reduction in the blue-colored units was 100% in both cases.

TABLE 1
 PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOME CRUDE
 FISH OILS

	Fish ¹	Sardine ²	Anchovy ²
Humidity and volatile matter	0.16	—	—
Humidity and impurities, o/o	—	—	0.5 Maximum
Acidity (oleic acid), o/o	1.68	0.1 — 13	1 Maximum
Impurities, o/o	0.04	—	—
Unsaponifiable matter, o/o	1.40	0.5 — 2.0	3 Maximum
Iodine content	194	160 — 194	196 — 198.5
Lovibond color ³	40YW 28R 3B	—	—
Gardner color	—	—	9 Maximum

- 1 Fish oil — raw material used in the present investigation.
- 2 Data obtained from Fineberg, H. & A. G. Johanson. Industrial use of fish oils. In: *Fish Oils*. M. E. Stansby (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., Inc., 1967, p. 225.
- 3 YW = Yellow; R = Red; B = Blue.

During hydrogenation, iodine value decreased as the reaction period increased. In tests conducted at 200°C, the decrease in iodine value became more apparent as the catalyst concentration was increased. Nevertheless, at 150°C, the decrease in iodine value was greatest with the 0.4% catalyst concentration. In both cases, however, the hydrogenation rate reached its highest during the first four hours of the reaction. As Figure 1 shows, with constant catalyst concentrations and reaction times, the hydrogenation rate was proportional to the temperature. The optimal conditions for fish oil hydrogenation were a 0.4% nickel-rod catalyst concentration, a 200°C temperature and a minimum reaction period of four hours. The product obtained was a plastic fat, that is, a deformable non-flowable soft grease. The objectionable odor of crude fish oil was replaced by a sweet smell. During deodorization, the FFA content (expressed as oleic acid) was reduced to 5% and the sweet smell acquired during hydrogenation was replaced by a neutral odor. The flow diagram for the obtention of fish fat is shown in Figure 2.

With regard to oxidation during storage (Figure 3), the rate was greater in all samples during the first 60 days. This corresponds to the propagation period during which free radicals become oxidized. After this period, the oxidation rate was almost constant in all samples. During the 120-day test period, no unpleasant odors were detected in the fish fat, or in the 30 and 50% mixtures. A slight rancid smell, however, was detected in the vegetable fat and in the 10% fish-fat mixture. This may be a result of the high peroxide value detected in the vegetable fat when tests were initiated. When the peroxide value was less than 2.5 mEq/kg of fat, sensory characteristics were not altered, but with values of 3.75 mEq/kg, rancidity was detected in all cases.

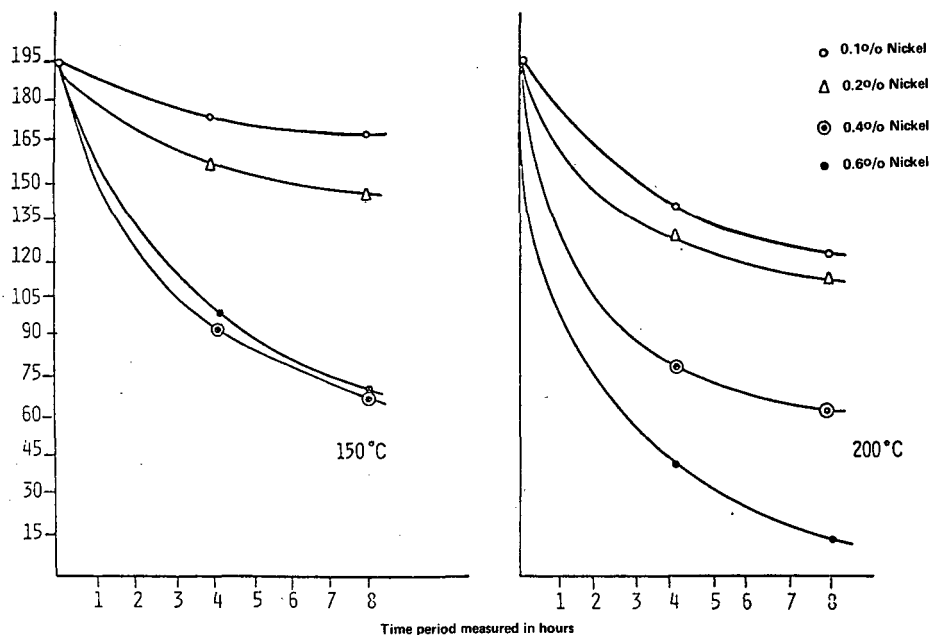


FIGURE 1

Temperature effect of the catalyst concentration and speed time for fish oil hydrogenation (Pressure: 2.8 kg/cm^2)

Sensory analysis of the baked products prepared with each mixture revealed no significant difference at the 95% level in any of the characteristics analyzed compared to those of the vegetable fat. Only 100% fish fat showed a significant difference. Tortilla fritters prepared with the 10 and 30% fish-fat mixtures were undistinguishable from those prepared with vegetable fat. Those prepared with 50 and 100% fish fat were unacceptable.

On the basis of our findings, we concluded that fish oil can be processed under the conditions laid out in this article, and extended with vegetable fat to form a product stable for at least four months at room temperature. Extensions of up to 50% for baking purposes and up to 30% for frying, are completely acceptable and undistinguishable from commercial, 100% vegetable fat.

We consider, however, that industrialization of food industry sub-products in Mexico requires more development to fully exploit the potential available.

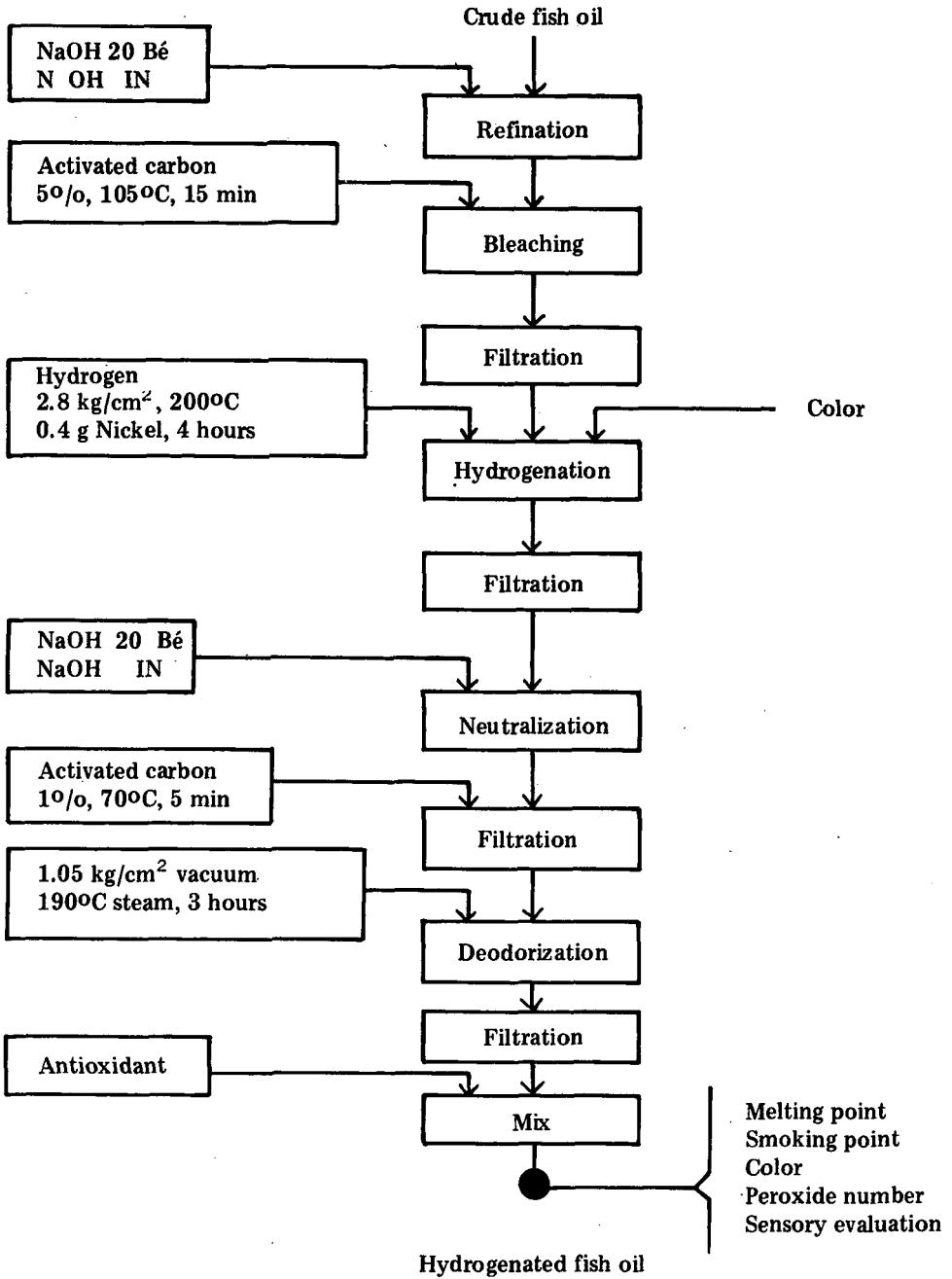


FIGURE 2

Procedure for the obtention of a hydrogenated fish oil

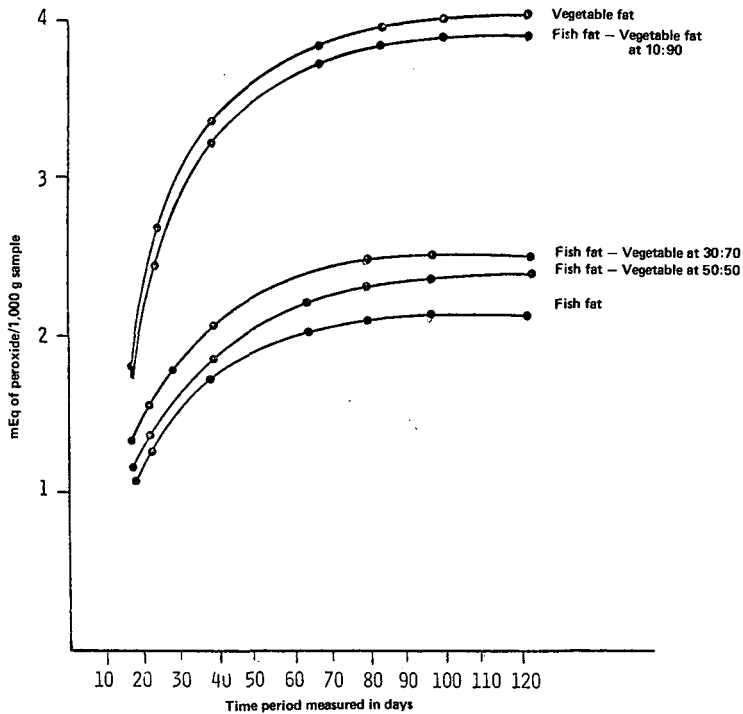


FIGURE 3

Stability for fish fat and its mixtures which lead to rancidity by oxidation

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Jennifer Riddell for her assistance during translation of this material into English.

RESUMEN

EL USO DE ACEITE HIDROGENADO DE PESCADO COMO EXTENSOR DE ACEITE VEGETAL

La producción nacional de aceite de pescado ha aumentado en forma sensible en los últimos cuatro años, en virtud de la expansión de las industrias de "reducción" (harina de pescado). Sin embargo, esta producción se destina, casi en su totalidad, a

usos industriales (lubricantes, curtiduría, etc.). Algunos países como Japón, Canadá y Perú han venido utilizando el aceite de pescado de diversas especies para consumo humano.

En vista de lo expuesto, los objetivos del presente trabajo fueron: primero, establecer las condiciones experimentales para obtener una grasa hidrogenada de pescado y segundo, formular mezclas de ésta con grasas vegetales para su utilización en la industria alimentaria.

La metodología comprende lo siguiente: 1) Caracterización del aceite crudo de pescado mediante análisis físicos y químicos; 2) adaptación del proceso de refinación de aceites vegetales al aceite de pescado y 3) elaboración de mezclas de grasa de pescado con grasas vegetales. Se obtuvo una grasa hidrogenada de pescado con punto de fusión 36°C, índice de yodo 80; punto de humeo 248°C, color lovibond, 20 amarillo y 1.3 rojo.

A partir de los resultados de las pruebas sensoriales, se estableció la posibilidad de utilizar una grasa vegetal "extendida" con grasa de pescado en un 30% para frituras, y en un 50% para productos de panificación.

BIBLIOGRAPHY

1. Bailey, B. E. Marine oils with particular reference to those of Canada. **Fish Res. Bd. Can.**, 89: 247-249, 1952.
2. Ackman, R. G. Marine lipids and fatty acids in human nutrition. In: **Fishery Products**. R. Kreuzer (Ed.). London, Whitefriars Press Ltd., 1974, p. 125.
3. Gauglitz Jr., E. J., V. F. Stout & J. C. Wekell. Application of fish oils in the food industry. In: **Fishery Products**. R. Kreuzer (Ed.). London, Whitefriars Press Ltd., 1974, p. 132-136.
4. Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA). **La Industria Alimentaria Animal en México**. México, 1979, p. 14.
5. Galnarez, I. Comunicación personal, 1979.
6. Jacquout, R. Organic constituents of fish. In: **Fish as Food**. Vol. I. G. Borgstrom (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1961, p. 164-166.
7. Tsuchiya, T. Biochemistry of fish oils. In: **Fish as Food**. Vol. I. G. Borgstrom (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1961, p. 242-245.
8. Oldfield, J. E., R. O. Sinnhuber & A. A. Rasheed. Nutritive value of marine oils. II. Effects of *in vivo* antioxidants in feeding Menhaden oil to swans. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, 40(8): 357-360, 1963.
9. Lang, K. Biological properties of oxidized fish oils. In: **The Technology of Fish Utilization**. R. Kreuzer (Ed.). London, Whitefriars Press Ltd., 1965, p. 223-224.
10. Bailey, E. A. **Aceites y Grasas Industriales**. Zaragoza, Reverté S. A., 1961, p. 422-615.
11. Baldwin, R. A. Effects of deodorization on the stability of vegetable oils. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, 25(2): 33-35, 1948.
12. Griffith Laboratories, S. A. Antioxidantes Griffith Formulados para Aplicaciones Particulares. México (s/a).
13. López, A. Elaboración de aceites de cocina, aceite para ensalada y margarina. **Rev. Tecnol. Aliment. (Méx)**. Ed. extraordinaria, 1976.
14. Wiederman, L. H. Margarine and margarine oil, formulation and control. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, 55(11): 823-829, 1978.
15. Thomas III, A. E. Shortening formulation and control. **Ibid**, 830-833, 1978.

16. American Oil Chemists' Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS.** 3rd. ed. Chicago, Illinois, The Society, 1965, p. Ca 2b-38.
17. **Ibid**, 1965, p. Ca 3-46.
18. **Ibid**, 1965, p. Cc 13b-45.
19. **Ibid**, 1965, p. Cc 1-25.
20. **Ibid**, 1965, p. Cc 9a-48.
21. **Ibid**, 1965, p. Ca 5a-40.
22. **Ibid**, 1965, p. Cd 3-25.
23. **Ibid**, 1965, p. Ca 1-25.
24. **Ibid**, 1965, p. Cd 8-53.
25. Pohle, W. D., R. L. Gregory, T. J. Weiss, B. Van Giessen, J. R. Taylor & J. J. Ahern. A study of methods for evaluation of the stability of fats and shortening. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, 41(12): 795-799, 1964.
26. Sherwin, E. R. Methods for stability and antioxidant measurement. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, 45(11): 632A-648A, 1968.
27. Tarver, M. & A. Schenck. Statistical development of objective quality scores for evaluating the quality of food products. **Food Technol.**, 12: 127-131, 1958.
28. Pangborn, R. M., R. H. Vaughn & G. K. York. Effect of sucrose and type of spicing on the quality of processed dill pickles. **Food Technol.**, 12: 144-147, 1958.
29. Kramer, A. & B. Twigg. **Quality Control.** Vol. I. 3rd ed. Westport, Conn., The Avi Publishing Co., Inc., 1970, p. 120-155.
30. Amerine, M. A., R. M. Pangborn & E. Roessler. In: **Principles of Sensory Evaluation of Food.** New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1965, p. 354-374.
31. Banks, A. Deteriorative changes in fish oils. In: **Principles of Sensory Evaluation of Food.** New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1965, p. 143-163.

EFECTO DE LOS PROCESOS TECNOLOGICOS Y DE LA FORTIFICACION SOBRE EL CONTENIDO DE MINERALES Y HIERRO DISPONIBLE *in vitro* EN MEZCLAS VEGETALES

Margarita Armada de Romano¹ y Carmela Adamo²

Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI),
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),
Universidad Nacional de Salta
Salta, Argentina

RESUMEN

Se determinaron los contenidos de hierro, calcio, zinc y ácido fólico de mezclas vegetales elaboradas a partir de trigo, maíz y soja. La utilización de soja en productos compuestos, en sustitución de trigo y maíz, aporta una cantidad apreciable de hierro y calcio a las mezclas, en tanto que no modifica en forma significativa el contenido inicial de ácido fólico del trigo ni del maíz.

Los procesos tecnológicos de descascarado e inactivación de enzimas denotan poca influencia sobre el contenido de minerales en soja, y el de extrusión en la cantidad de hierro soluble en mezclas.

La incorporación de soja en mezclas vegetales disminuye considerablemente la disponibilidad *in vitro* del hierro, en tanto que la fortificación con mezclas de minerales interfiere levemente disminuyendo la disponibilidad del hierro, respecto a las mezclas vegetales fortificadas sólo con dicho mineral.

INTRODUCCION

En el consumo de alimentos influyen factores geográficos, económicos, sociales, culturales, fisiológicos, etc., que en los países en vías de desarrollo originan dietas con niveles característicos de ingesta de nutrientes.

En dietas de la Provincia de Salta, por ejemplo, se detectaron deficiencias en minerales, con una adecuación de la ingesta de 34.60/o de calcio y de 68.50/o de hierro (1). También se encontró 14.90/o de anemia en

Manuscrito modificado recibido: 6-3-87.

- 1 Ingeniera Química, Profesora Adjunta en Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI), Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177 - 4400 Salta, Argentina.
- 2 Licenciada en Química, Auxiliar de Investigación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Salta.

embarazadas de la ciudad, y 32.30/o en mujeres con deficiencia de hierro, mientras que en una villa suburbana, el 52º/o de ellas, acusaban deficiencias (2).

El hecho que la anemia por deficiencia de hierro es aún condición común, indica que no todo el hierro presente en los alimentos es capaz de ser absorbido (3).

En contraste con los de fuentes de origen animal, los minerales a partir de alimentos vegetales generalmente son poco utilizados por el hombre y otros animales monogástricos. Se ha comentado que factores endógenos tales como ácido fítico, fibras, proteínas quelantes de minerales, etc., son causa de la reducida absorción de minerales a partir de alimentos vegetales. La interacción entre minerales como calcio y fósforo, hierro y cobre, cadmio y zinc, etc. también es importante (4, 5).

La fuente y la forma química del hierro en la dieta puede afectar notablemente su disponibilidad para la absorción. Es probable que la capacidad del organismo para absorber el hierro proveniente de vegetales esté influenciada por varios factores; aumenta si estos últimos se combinan con alimentos de origen animal y, por el contrario, la absorción del hierro de fuentes animales disminuye en combinación con alimentos de origen vegetal (6). Es evidente que estos últimos contienen factores inhibidores que impiden la absorción, no sólo del hierro intrínseco, sino también el proveniente de otros alimentos (7).

A partir de estudios realizados en humanos, se ha informado una inhibición sustancial en la absorción de hierro asociado a productos de soja. Al sustituir albúmina de huevo como fuente purificada, por harina de soja desgrasada, harina de soja texturizada y aislados proteínicos de soja, la absorción de hierro se redujo en 82, 65 y 92º/o, respectivamente (8).

La soja contiene sustancias como el ácido fítico que disminuye la biodisponibilidad de minerales, hierro y zinc, por ejemplo. En distintas condiciones investigadas en lo que a la reacción del zinc con el ácido fítico concierne, sólo un 25º/o de los complejos aislados tienen relaciones atómicas estequiométricas (9).

Varios autores han encontrado que reemplazando carne por proteína de soja, ésta inhibe notoriamente la absorción de hierro no hemínico de las comidas (10).

Nuevos estudios han revelado que el efecto inhibitor, atribuido a los aislados proteínicos de soja, podría no ser eliminado por calentamiento o por adición de mejoradores como el ácido ascórbico y carne de las dietas. El mecanismo preciso de este efecto de la soja todavía no ha sido dilucidado, pero parece ser que la influencia de la absorción del hierro es aún más pronunciada cuando el total de proteínas en una dieta la aporta la soja (11).

El procesamiento tecnológico puede modificar la biodisponibilidad de un mineral en particular, en un alimento. Aproximadamente el 70º/o del fitato de un aislado de proteína de soja se perdió al someterse al autoclave durante dos horas. Se encontró que la harina de soja desgrasada liga más hierro, calcio y magnesio al pH de 6.8 que al pH de 5.0, pero la situación inversa ocurre con el zinc. El testado también produce un significativo incremento de zinc y calcio ligado a ambos valores de pH (12, 13).

Asimismo, la forma de adición de los minerales de fortificación, calcio y zinc, por sus distintas maneras de interacción, incide en la absorción

de hierro (14).

Los métodos *in vitro* para predecir la biodisponibilidad de hierro, se han concentrado en la duplicación del medio ambiente químico del estómago y del intestino. Los alimentos son incubados en ácido clorhídrico que contiene pepsina a 37°C; luego la solución se ajusta al pH de 7.5, encontrándose que la fracción de hierro que es ionizable, correlaciona bien con el porcentaje de hierro absorbido en estudios humanos (15).

En el presente trabajo se determinó el contenido de hierro, calcio, zinc y ácido fítico, en mezclas vegetales preparadas a partir de trigo, maíz y soja. Por otra parte, se observaron los efectos de tratamientos tecnológicos y fortificaciones en el contenido de minerales, y en la disponibilidad de hierro *in vitro* de dichos productos.

MATERIAL Y METODOS

Se evaluaron los productos siguientes: grano de soja (G); granos de soja descascarados en forma mecánica (G.D.); harina de soja inactivada mediante tratamiento térmico con vapor a 98°C durante 6 minutos (H.S.); harina 000 (T); sémola de maíz (M); harina de trigo:soja (90:10) (T.S.); sémola maíz:soja (70:30) (M.S.); y extruido de maíz:soja (70:30) (E), producido en la Planta Piloto de Alimentos del INIQUI; (H.S.), (T), (M), (T.S.), (M.S.) y (E) fortificados con hierro, y con mezclas de minerales conteniendo hierro, calcio y zinc.

En la preparación de las muestras, éstas se molieron, pasándose por una malla 60 A.S.T.M.

Para la fortificación con los minerales hierro, calcio y zinc se utilizaron las cantidades recomendadas por la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos de América para cubrir parte considerable de las ingestas adecuadas. Se utilizó en la adición 1% de pantotenato de calcio, 0.046% de fumarato ferroso y 0.004% de $Zn SO_4 \cdot 7H_2O$.

Las muestras se sometieron a análisis para determinar su contenido de humedad y cenizas, así como de calcio y zinc (por espectrometría de absorción atómica), según los métodos oficiales de la AOAC (16). En la determinación de hierro se aplicó el procedimiento colorimétrico con el reactivo de $\alpha - \alpha$ dipiridilo (20).

El dosaje de ácido fítico se realizó mediante la técnica que lo extrae con T.C.A. (3%) y lo precipita como fitato férrico (17). Se utilizó la relación Fe:P (4:6), y en la expresión de resultados como porcentaje de ácido fítico, se tuvo en cuenta que el 28.2% de la molécula corresponde al fósforo (18).

La determinación de hierro soluble se efectuó combinando los procedimientos descritos por Jacobs y Greenman (19). El hierro ionizable fue determinado espectrofotométricamente con el reactivo $\alpha - \alpha$ dipiridilo (20).

El análisis estadístico de los datos se hizo por análisis de varianza, estableciéndose comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se observa la influencia del procesamiento tecnológico. Según se aprecia, en el descascarado del grano de soja, los minerales, hierro, calcio y zinc decrecen en su contenido inicial, entre 70/o y 150/o, mientras que el ácido fítico decrece casi en 220/o su contenido inicial. En cuanto al tratamiento térmico para inactivar factores indeseables en el grano, éste no influye en forma significativa sobre el contenido total de minerales.

La harina de soja fortificada con los minerales hierro, calcio y zinc, incrementa su contenido de minerales en aproximadamente cinco veces en el caso del hierro, mientras que el calcio y zinc prácticamente duplican su contenido inicial.

El bajo contenido de minerales en la harina de trigo, comparado con el de la harina de soja, se observa en la Figura 2. En la producción de harina compuesta trigo:soja (90:10), esta última aporta una cantidad importante de minerales a la mezcla. Así, el trigo prácticamente triplica su contenido inicial de hierro y duplica el de calcio.

Con respecto al maíz, en la Figura 3 también se aprecia un bajo contenido de minerales en comparación con el del grano de soja descascarado, acentuándose esta diferencia en el contenido de calcio.

En los extruñdos de maíz:soja (70:30), ocurre que el contenido inicial de hierro en el maíz se duplica, mientras que el calcio aumenta casi 15 veces el valor inicial.

Salta a la vista la importante contribución de la soja para con la mezcla en lo que a calcio se refiere, ya que el 260/o del incremento total en el extruido fortificado se debe al aporte de la soja.

En la Tabla 1 se observa que, en cuanto al contenido de hierro, la harina de soja fortificada con éste acusa diferencias significativas respecto de la soja sin fortificar. No ocurre así en el caso del trigo y del maíz, con o sin fortificación, y tampoco en el de los distintos tratamientos de fortificación de la soja.

Las harinas de soja, trigo y maíz, fortificadas con igual cantidad de hierro, tienen distintos contenidos de hierro soluble, según se observa en la Tabla 2. No se presentan diferencias significativas entre la soja, con y sin fortificación, en tanto que el trigo y maíz fortificados, sí acusan diferencias en cuanto al contenido de hierro soluble, en relación a dichos cereales sin fortificar.

A partir de los datos en la Tabla 1 y en la Tabla 2, se aprecia que el contenido de hierro total en las muestras no tiene relación directa con el contenido de hierro soluble de las mismas. El mayor aporte relativo de hierro soluble corresponde al trigo, con aproximadamente 580/o de hierro soluble respecto a su contenido total de hierro, en contraste con el maíz con 150/o, y la soja, con 80/o. Así, el trigo resulta ser un vehículo más eficaz para la fortificación con hierro, dado que en la soja existen factores que inhiben en forma importante la disponibilidad *in vitro* de ese mineral.

En las harinas de soja, maíz y trigo, los minerales presentes en la mezcla de fortificación interfieren levemente con la disponibilidad *in vitro* del hierro, disminuyendo ésta respecto a la fortificación con sólo sal férrica.

En cuanto a las harinas compuestas, en la Tabla 3 se puede apreciar que el contenido total de hierro de las mismas, fortificadas sólo con

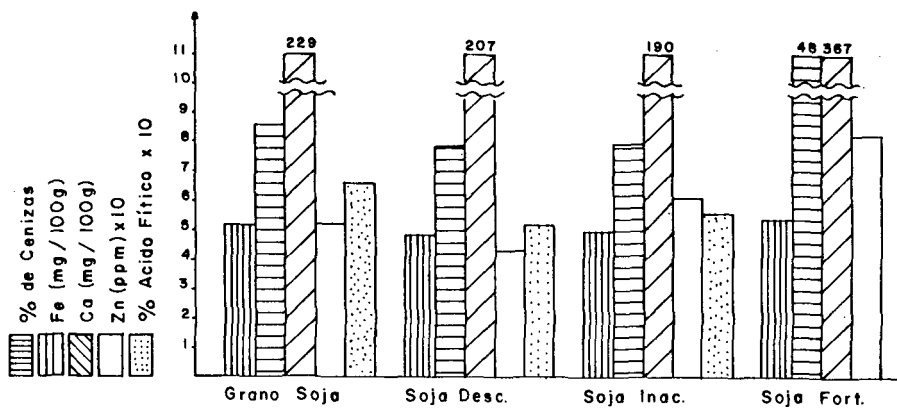


FIGURA 1

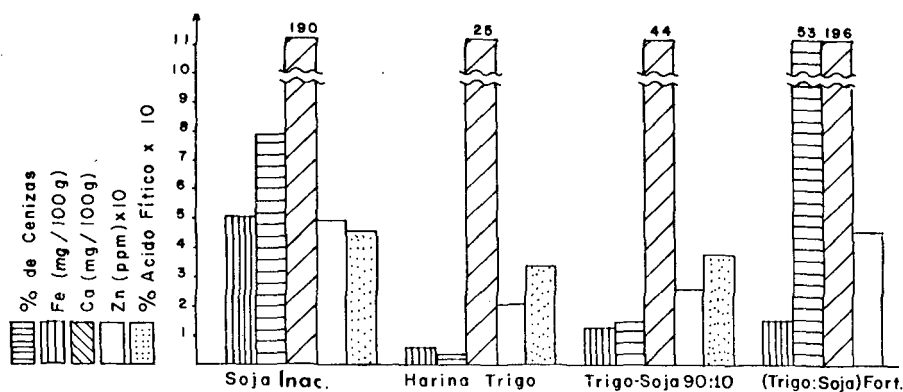


FIGURA 2

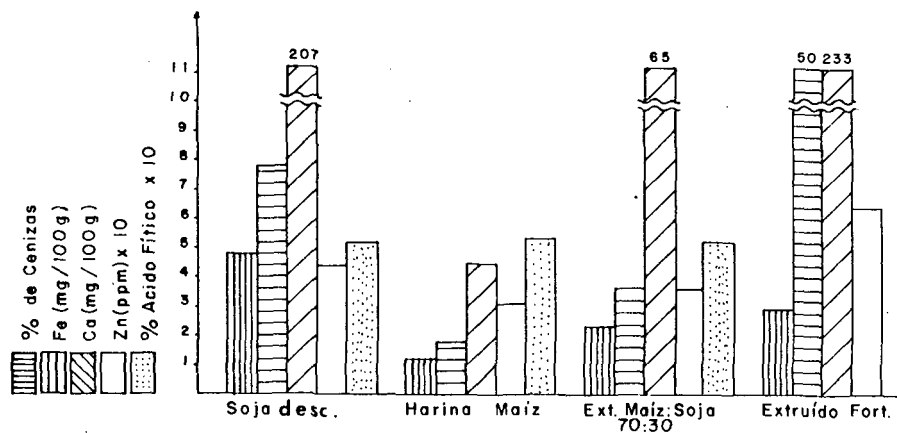


FIGURA 3

TABLA 1

HIERRO TOTAL (mg Fe/100 g de muestra)

Tratamiento	Muestra		
	Soja	Trigo	Maíz
—	8.49 ^b ± 0.01	0.52 ^b ± 0.02	1.73 ^b ± 0.06
Fe++	44.75 ^a ± 0.48	9.37 ^b ± 0.06	8.35 ^b ± 0.006
Mezcla mineral	47.33 ^a ± 0.58	11.39 ^b ± 0.21	9.33 ^b ± 0.15

Las letras iguales no indican diferencias significativas para $P \leq 0.05$.

TABLA 2

HIERRO SOLUBLE (mg Fe soluble/100 g de muestra)

Tratamiento	Muestra		
	Soja	Trigo	Maíz
—	0.72 ^b ± 0.03	0.30 ^c ± 0.007	0.26 ^c ± 0.05
Fe++	2.05 ^{bc} ± 0.05	7.20 ^a ± 0.007	3.21 ^b ± 0.005
Mezcla mineral	0.97 ^{bc} ± 0.01	7.07 ^a ± 0.06	3.02 ^b ± 0.01

Las letras iguales no indican diferencias significativas para $P \leq 0.005$.

TABLA 3

HIERRO TOTAL (mg Fe/100 g de muestra)

Tratamiento	Muestra		
	Trigo:soja	Maíz:soja	Ext. (maíz:soja)
—	1.39 ^e ± 0.03	3.56 ^b ± 0.03	4.08 ^d ± 0.03
Fe++	8.25 ^c ± 0.47	10.30 ^{ab} ± 0.64	10.13 ^{ab} ± 0.60
Mezcla mineral	8.02 ^c ± 0.03	9.41 ^b ± 0.02	11.10 ^a ± 0.29

Las letras iguales no indican diferencias significativas para $P \leq 0.05$.

hierro o mezcla de minerales, no muestra diferencias significativas, pero sí acusa diferencias significativas en las mismas harinas sin fortificar.

Según revela la Tabla 4, el contenido de hierro soluble de las harinas compuestas fortificadas con ambos tratamientos, no presenta diferencias

TABLA 4

HIERRO SOLUBLE (mg Fe soluble/100 g de muestra)

Tratamiento	Muestra		
	Trigo: soja	Maíz: soja	Ext. (maíz: soja)
—	0.57 ^f ± 0.02	1.29 ^{ef} ± 0.02	1.92 ^{de} ± 0.05
Fe + +	3.49 ^{ab} ± 0.01	3.91 ^a ± 0.06	2.67 ^{cd} ± 0.14
Mezcla mineral	3.15 ^{abc} ± 0.05	3.35 ^{ab} ± 0.05	2.19 ^{cae} ± 0.26

Las letras iguales no indican diferencias significativas para $P \leq 0.05$.

significativas. En cambio, estas diferencias sí se aprecian en las muestras fortificadas respecto de las mismas sin fortificar.

En las mezclas de cereal:soja el contenido relativo de hierro soluble aumenta considerablemente respecto al contenido de hierro total. Mejora así la disponibilidad *in vitro* de las mismas en relación a la harina de soja, y la fortificación con mezcla de minerales es levemente menos efectiva que la fortificación con hierro solo.

La sustitución del trigo con 10^o/o de soja disminuye el contenido relativo del hierro soluble respecto al Fe total del trigo, en valores próximos a la mitad. En cambio, cuando un 30^o/o de soja sustituye al maíz, prácticamente no afecta la disponibilidad relativa del hierro soluble correspondiente al cereal, tanto en el caso de harinas compuestas fortificadas, como en las sin fortificar.

En el extruido de maíz: soja, no se observa que el proceso tecnológico influya sobre la disponibilidad *in vitro* del hierro. Los contenidos de Fe soluble en éstos, son similares a los dosados en mezclas de maíz:soja, con y sin fortificación.

CONCLUSIONES

En base a los hallazgos comentados, los autores llegaron a las siguientes conclusiones:

El contenido inicial de minerales en el grano de soja es poco afectado por el proceso tecnológico de descascarado.

En la harina de trigo: soja (90:10), la última resulta ser un importante contribuyente de los minerales hierro y calcio.

En el caso del maíz, su bajo contenido de calcio aumenta considerablemente, al sustituirlo en un 30^o/o por soja.

Por otro lado, el aporte de esta última a las mezclas, no modifica en forma significativa el contenido inicial de ácido fítico del trigo y del maíz, mientras que la incorporación de soja a mezclas vegetales, sí reduce considerablemente la disponibilidad *in vitro* del hierro.

La adición de mezclas minerales a las harinas de trigo, maíz y soja, así como a sus mezclas, interfiere levemente con la disponibilidad del hierro, disminuyendo el contenido del mismo.

En cambio, el proceso tecnológico de extrusión no denota influencia

en las mezclas de maíz:soja en lo que al contenido de hierro soluble se refiere.

SUMMARY

EFFECT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND FORTIFICATION ON THE MINERAL AND *in vitro* IRON AVAILABILITY IN VEGETABLE MIXTURES

Iron, calcium, zinc and fitic acid contents in vegetable blends from wheat, corn and soy were determined. Wheat and corn substitution with soy in compound products, gave an important amount of iron and calcium to the blends, while the initial content of fitic acid in wheat and corn was not significantly modified.

Dehulling and enzymatic inactivation technological processes denoted a rather low influence on soy mineral content. In a similar way, the extrusion-cooking process did not affect appreciably the soluble iron content in blends.

Soy incorporation greatly decreased *in vitro* iron availability in vegetable blends, while fortification with mineral blends slightly interfered, decreasing iron availability with regard to iron-fortified vegetable blends.

BIBLIOGRAFIA

1. Morón, C. Evaluación del Estado de Nutrición de los Escolares de la Zona Pilcomayo, Rivadavia, Salta. Informe Proyecto Especial Multinacional O.E.A./018, Salta.
2. Morón, C., C. Gerscovich, S. D'Andrea, J. Nehben & A. Fernández. Deficiencia de hierro y folatos en embarazadas de la Ciudad de Salta. Presentado en: VI Congreso Latinoamericano de Nutrición, Buenos Aires, 1982.
3. Mork, T.A. & J. Cook. Factors affecting the bioavailability of dietary iron. *Cereal Foods World*, **26**(12):667-671, 1981.
4. Ritchey, S.J. Interrelationships among protein, zinc and copper in human nutrition. *Cereal Chem.*, **58**(1):18-21, 1981.
5. Solomons, N.W. Interacciones entre zinc y factores dietéticos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **32**:26-31, 1982.
6. Layrisse, M. & C. Martínez-Torres. Iron absorption from food. Iron supplementation of foods. In: *Progress in Hematology*. E. B. Brown and C. V. Moore (Eds.), Vol. VI. New York, N. Y., 1981, p. 137.
7. Wallis, V. & W.G. Jaffé. Hierro soluble y hierro aprovechable en alimentos vegetales. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **27**:195-204, 1977.
8. Layrisse, M., J.D. Cook & C. Martínez-Torres. Food iron absorption. A comparison of vegetable and animal foods. *Blood*, **33**:430-443, 1969.
9. Evans, W.J., T.J. Jacks & E.J. McCourtney. The Interaction of zinc with phytic acid. *J. Food Sci.*, **48**:1208-1210, 1983.
10. Hallber, L., & L. Rossander. Effect of soy protein on non-heme iron absorption in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **36**:514, 1982.
11. Morck, T.A., S.R. Lynch & J.D. Cook. Factors affecting the bioavailability of dietary iron. *Cereal Foods World*, **26**(12):667-671, 1981.
12. Clydesdale, F.M. & A.L. Camire. Effect of pH and heat on the binding of iron, calcium, magnesium and zinc and the loss of phytic acid in soy flour. *J. Food Sci.*, **48**:1272-1274, 1983.

13. Rizk, S.W. & F.M. Clydesdale. Effect of organic acids in the *in vitro* solubilization of iron from a soy-extended meat patty. **J. Food Sci.**, **50**:577-581, 1985.
14. Platt, S.R. & F.M. Clydesdale. Binding of iron by lignin in the presence of various concentrations of calcium, magnesium and zinc. **J. Food Sci.**, **50**:1322-1326, 1985.
15. Narasing, Rao, B.S. & T. Praghavthi. An *in vitro* method for predicting bioavailability of iron from foods. **Am. J. Clin. Nutr.**, **28**:1, 289, 1979.
16. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D.C. The Association, 1975.
17. Wheller, E.L. & R.E. Ferrel. A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. **Am. Ass. Cereal Chem.**, **48**:312-321, 1971.
18. Boland, A.R., G.B. Garner & B.L. O'Dell. Identification and properties of "phytate" in cereal grains and oilseed products. **J. Agr. Food Chem.**, **23**(6):1186-1189, 1975.
19. Jacobs, A. & D.A. Greenman. Availability of food iron. **Brit. Med. J.**, **1**:673-676, 1969.
20. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. **Métodos de Laboratorio: Análisis de Alimentos**. Guatemala, Talleres Gráficos del INCAP, 1964, p: 29.

ELABORACION DE BLOQUES CONGELADOS DE PULPA DE PESCADO Y SU EVALUACION DURANTE EL ALMACENAMIENTO¹

Luisa Rodríguez G.² y Rafael A. Bello²

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se elaboraron cuatro tipos de bloques congelados de carne deshuesada obtenida a partir de una mezcla de especies de pescado pertenecientes a la fauna de acompañamiento del camarón, de acuerdo a las siguientes especificaciones: a) Lavado de la carne deshuesada durante 10 minutos con agitación continua (proporción agua:pescado 3:1). b) Mezclado de la carne deshuesada con tripolifosfato de sodio (TPP) y sal a concentraciones de 0.5^o/o y 1^o/o, respectivamente. c) Mezclado de la carne deshuesada con 0.5^o/o de TPP, 1^o/o de sal y 7.5^o/o de almidón de maíz, y d) Bloque control preparado con carne deshuesada sin ningún tratamiento.

Los bloques fueron congelados a -40°C y almacenados a temperaturas de congelación de -10°C y -30°C durante un período de seis meses, durante el cual se realizaron evaluaciones fisicoquímicas y microbiológicas. Los resultados obtenidos permiten concluir que los bloques almacenados a -10°C presentaron mayor deterioro en cuanto a calidad, que los almacenados a -30°C. Los tratamientos con TPP, sal y almidón, no mostraron ser muy efectivos en lo que a reducir la desnaturalización de las proteínas se refiere, pero sí en el aumento de la capacidad de retención de agua.

INTRODUCCION

En el presente trabajo, se sugiere una alternativa en cuanto al uso de carne deshuesada proveniente de especies sub-utilizadas de pescado, específicamente de la fauna de acompañamiento del camarón. Integran la fauna de acompañamiento del camarón todas aquellas especies marinas

Manuscrito modificado recibido: 14-4-87.

¹ Este trabajo fue subvencionado a través del CONICIT, Proyecto S1-1308.

² Miembros del Departamento de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47097, Caracas 1041-A, Venezuela.

que son capturadas junto con el camarón en el momento del arrastre (peces, crustáceos, moluscos, equinodermos). A excepción de las especies con valor comercial, la fauna de acompañamiento del camarón ha sido considerada como basura (broza), por lo que esta fuente de proteína animal ha sido sub-utilizada. En los momentos actuales, las naciones camaroneras están interesadas en aprovechar este recurso, pero su utilización eficiente todavía es casi insignificante (1).

Debido a las características de tamaño y peso de las especies de pescado que conforman la broza, se hace imposible su comercialización directa, por lo que es necesario utilizar vías no convencionales para transformar este recurso en uno más manipulable a nivel industrial. Con este objetivo, se han utilizado deshuesadoras mecánicas que permiten la obtención de pulpa de pescado, la cual se puede usar en la elaboración de gran variedad de productos, entre ellos los bloques congelados de carne deshuesada de pescado. Otra ventaja importante del proceso de deshuesado, es el alto rendimiento de carne. Así, durante el fileteado se recupera cerca de 30% del peso del pescado, mientras que con las máquinas deshuesadoras se incrementa hasta cerca del 45% (2).

La producción de bloques congelados de pescado, tanto en filetes como de carne deshuesada, ha sido un éxito en los países en los que se manufacturan. Se han realizado numerosas investigaciones con el propósito de producir bloques congelados a partir de especies sub-utilizadas. En este sentido, Teeny y Miyauchi (3), desarrollaron bloques congelados de carne deshuesada de "Black Rockfish". Miyauchi, Patashnik y Kudo desarrollaron bloques similares, utilizando la misma especie, pero tratando de mejorar la calidad de los mismos mediante el lavado con agua fría, para eliminar la sangre, otros constituyentes solubles en agua y la grasa. Licciardello y Hill (5) y Licciardello, Ravasi y Allsup (6) prepararon bloques congelados de ciertas especies de pescado del Atlántico Norte, y las compararon con bloques importados de "Alaska Pollock". Debido al éxito mundial que alcanzaron estos bloques, se ha sugerido la posibilidad de desarrollar bloques similares a partir de carne deshuesada obtenida de la fauna de acompañamiento del camarón (7,8).

MATERIAL Y METODOS

Material

Se obtuvieron muestras frescas de pescado pertenecientes a la fauna de acompañamiento del camarón, de barcos camaroneros que realizan sus capturas en la zona del Golfo Triste en Puerto Cabello, Estado Carabobo (Venezuela). Posteriormente, se almacenaron y transportaron en hielo hasta su procesamiento inmediato. Después del lavado y clasificación se escogieron las siete especies más predominantes. Estas eran: *Eucinostomus melanoptereus* (española), *Gymnothorax nigromarginatus* (morena), *Trachinocephalus myops* (guaripete), *Rhomboplites aurorubens* (cunaro), *Priacanthus arenatus* (catalana), *Alpeus parvus* (salmonete de charco) y *Chloroscombrus chrysurus* (chicharra). Se lavó cada una de las especies, luego se les eliminó la cabeza y vísceras, y seguidamente se sometieron a deshuesado mecánico, utilizando una deshuesadora japonesa marca

Yanagiya tipo S. Se mezcló entonces la carne deshuesada perteneciente a todas las especies entre sí, y posteriormente, ésta fue utilizada en la preparación de bloques para ser congelados.

Elaboración de los Bloques

Se prepararon cuatro tipos de bloques de carne deshuesada (56 en total), según las especificaciones siguientes:

a) *Bloque control* - Constituido por carne deshuesada exenta de tratamiento.

b) *Bloque de carne deshuesada lavada* - La carne deshuesada fue sumergida en agua fría (4°C) con una relación de agua-pescado de 3:1, y se mantuvo bajo agitación manual continua por un lapso de 10 minutos. Posteriormente se drenó el agua, y la carne deshuesada se filtró y presó manualmente utilizando una tela de algodón.

c) *Bloque con tripolifosfato de sodio (TPP) y sal* - A la carne deshuesada se le agregó TPP y sal en cantidad suficiente para alcanzar concentraciones de 0.5% y 1%, respectivamente.

d) *Bloque con TPP, sal y almidón* - Se trató de manera similar a la anterior (c), y se hizo la mezcla de aditivos con la carne deshuesada de pescado, pero esta vez incluyendo almidón de maíz hasta alcanzar una concentración de 7.5%.

La carne deshuesada, preparada según los tratamientos indicados, fue envasada en recipientes plásticos con capacidad de 250 g y congelados en un congelador de placas de doble contacto marca Dole, Modelo Freeze-cell (EUA) por 4 hr a -40°C. Una vez congelados, los bloques de cada una de las cuatro condiciones señaladas se almacenaron a dos temperaturas: -10°C y -30°C. Luego, cada condición se sometió mensualmente a análisis microbiológicos y fisicoquímicos durante el período de almacenamiento, que fue de seis meses.

Métodos Analíticos

pH - Este fue determinado potenciométricamente en el producto homogeneizado y diluido con una relación de agua-pescado de 2:1.

Capacidad de retención de agua - Se centrifugaron 20 g de muestra previamente homogeneizada durante 20 minutos, a 18,000 rpm y a la temperatura de 2°C en una centrifuga refrigerada marca Sorvall RC-2B. Los resultados se informan como ml de agua exudados/g de muestra.

Proteínas extraíbles - Se utilizó el método de Dyer, French y Snow (9) para su extracción, y se cuantificaron mediante el método del micro-Kjeldahl (10).

Análisis de rancidez - Este se llevó a cabo según el ensayo del ácido tiobarbitúrico (TBA) sugerido por Tarladgis, Watts y Younathan (11), con la modificación introducida por Rhee (12).

Determinación del nitrógeno de trimetilamina (TMA) - Para el propósito se aplicó el procedimiento de microdifusión sugerido por Murray y Gibson (13), y la *determinación de nitrógeno básico volátil (NBV)* se hizo de acuerdo a la técnica de microdifusión de Conway y Byrne (14).

Análisis proximal - Se llevó a cabo por los métodos de la AOAC (10), como sigue: las proteínas se analizaron por el método del micro-Kjeldahl,

utilizando el factor 6.25 para transformar porcentaje de nitrógeno a porcentaje de preteínas; grasa cruda, mediante el método de extracción continua, utilizando éter de petróleo en un equipo de extracción de Goldfisch; humedad, por deshidratación de la muestra en una estufa de aire seco; y cenizas, mediante incineración en mufla a 550°C. Los carbohidratos fueron determinador por diferencia.

Rcuento de aerobios totales—El recuento fue realizado valiéndose del método de recuento en placa, con siembra en profundidad, utilizando agar estándar con la adición de 0.5% de NaCl, según las recomendaciones de la American Public Health Association (APHA) (15). Las placas de aerobios mesófilos se incubaron durante 48 ± 2 horas, y las de los psicotrofos, a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 10 días. Los resultados se notifican como unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

Métodos Estadísticos

Los resultados obtenidos después del período de almacenamiento se sometieron a tratamiento estadístico mediante un análisis de varianza de dos vías, y también a análisis de correlación (16).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se exponen los resultados del análisis proximal realizado a los cuatro tipos de bloques preparados. En general, los valores obtenidos para la carne deshuesada son los que usualmente se encuentran para pescado. Sin embargo, resalta bastante el bajo contenido de grasa del producto, hecho que no es de extrañar si se toma en cuenta que en una gran proporción, los peces de la broza son de poco peso y de talla pequeña, por lo que pueden caracterizarse como especies magras. Este bajo contenido de grasa permite predecir poco deterioro por efecto de rancidez oxidativa durante el almacenamiento bajo congelación. A su vez, el contenido proteínico hace al producto bastante atractivo como fuente potencial de proteína animal, especialmente para los países que poseen este recurso. La comparación del porcentaje de humedad de los bloques de carne deshuesada lavada, con el control, sugiere que el prensado manual no fue lo suficientemente eficiente para eliminar toda el agua del tejido incorporada por efecto del lavado. Ese efecto que el lavado tiene en la disminución del contenido de grasa y de pigmentos hemoproteínicos, se ve atenuado por las características iniciales de la materia prima (bajo contenido de grasa y blancura de la carne), aun cuando los bloques preparados con carne deshuesada, lavada, acusaron un aspecto más blanquecino que los bloques control (de acuerdo a datos objetivos de color, no publicados en este trabajo).

El método de proteínas extraíbles o de proteínas solubles en soluciones salinas con fuerza iónica de 0.5, permite conocer las variaciones que durante el almacenamiento en congelación sufren las proteínas miofibrilares. Estas constituyen cerca del 75% de las proteínas totales del pescado, las que —como cualquier otra proteína— se ven afectadas por agentes desnaturizantes tales como la velocidad de congelación y la temperatura de almacenamiento. Las Figuras 1 y 2 ilustran gráficamente

TABLA 1

ANÁLISIS PROXIMAL DE CUATRO TIPOS DE BLOQUES PREPARADOS CON CARNE DESHUESADA DE UNA MEZCLA DE ESPECIES PERTENECIENTES A LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAMARÓN

Bloque	Humedad °/o	Grasa °/o	Cenizas °/o	Proteínas °/o	Carbo- hidratos °/o
Carne deshuesada	80.4 ± 0.49	0.33 ± 0.13	0.976 ± 0.45	17.22 ± 1.13	—
Carne deshuesada lavada	83.02 ± 0.7	0.278 ± 0.19	0.568 ± 0.037	15.23 ± 0.46	—
Carne deshuesada con 1°/o sal y 0.5°/o TPP*	79.27 ± 0.6	0.33 ± 0.07	2.486 ± 0.14	16.57 ± 0.53	—
Carne deshuesada con 1°/o sal, 0.5°/o TPP y 7.5°/o almidón	73.99 ± 0.37	0.19 ± 0.062	2.246 ± 0.1	15.55 ± 0.72	7.5

* TPP = Tripolifosfato de sodio.

los cambios en el porcentaje de proteínas extraíbles de los cuatro tipos de bloques de carne deshuesada, almacenados a -10°C y -30°C . Estos resultados demuestran que a la temperatura de almacenamiento de -10°C se presenta una disminución del porcentaje de proteínas extraíbles en el tiempo, y que ese grado de disminución con 95°/o de confiabilidad, depende del tratamiento aplicado. Por su parte, las muestras que se almacenaron a -30°C no presentan disminución estadísticamente significativa para ninguno de los tratamientos estudiados. El declive de la curva en el sexto mes no fue lo suficientemente grande para que el tratamiento estadístico detectara diferencias, pero sería interesante realizar estudios más prolongados al respecto. De estos resultados se puede concluir que al menos durante un período de almacenamiento de seis meses a -30°C , no ocurren cambios en el sistema proteínico del músculo de pescado, lo que hace innecesaria la adición de agentes crioprotectores.

Por el contrario, a -10°C se presenta una desnaturalización progresiva de las proteínas, y aun cuando el agregado de TPP disminuyó en pequeño grado ese proceso deteriorativo, no lo evitó. La desnaturalización de las proteínas ha sido definida como un cambio en la estructura (cuaternaria, terciaria y en algunos casos secundaria) que conlleva a la pérdida de sus propiedades funcionales, entre ellas la solubilidad. Dyer y Dingle (17), indican que la desnaturalización de las proteínas ocurre más rápidamente a temperaturas más altas de almacenamiento; diversos autores (18-20) informan conclusiones similares, confirmadas en este trabajo.

Los resultados del volumen exudado de los cuatro tipos de bloques se dan a conocer en las Figuras 3 y 4, y muestran que en todos los bloques almacenados a -10°C se produjo un aumento significativo del volumen exudado, dependiendo ese aumento del tratamiento aplicado. Así, los

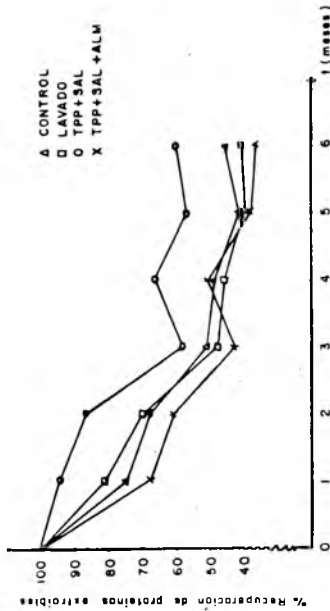


Figura 1. Cambio en el % de proteínas extraíbles de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C.



Figura 2. Cambio en el % de proteínas extraíbles de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C.

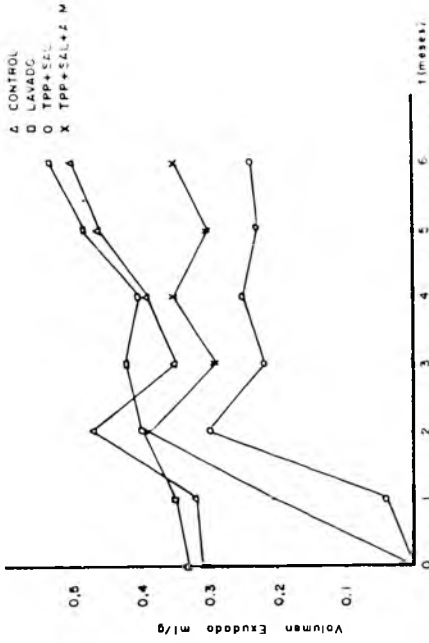


Figura 3. Cambio en el volumen exudado de 4 tipos de bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C.

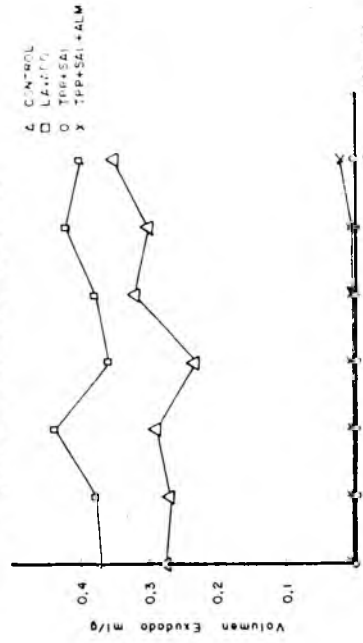


Figura 4. Cambio en el volumen exudado de 4 tipos de bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C.

bloques con TPP, cloruro de sodio y almidón, presentaron los menores aumentos. A tiempo cero, los bloques con agentes crioprotectores no exudaron ningún volumen, lo que permite concluir que ellos no sólo mantienen la capacidad de retención de agua de las proteínas del pescado, sino que la aumentan. La disminución de la capacidad de retención de agua de la carne deshuesada está íntimamente ligada con el grado de desnaturalización de las proteínas durante el almacenamiento, y los agentes crioprotectores (TPP y NaCl) mejoraron significativamente esta propiedad. Dichos agentes tienen la particularidad de afectar la estructura de las proteínas mediante tres vías: incrementando el pH, la fuerza iónica, y a través de su interacción con las proteínas (21). La capacidad de retención de agua es una de las características más importantes del músculo de pescado y, en general, la pérdida de fluidos de la carne rinde un producto seco y duro con poca cohesividad, por lo que las propiedades de los agentes crioprotectores son de vital importancia para la industria alimentaria.

Los bloques almacenados a -30°C no presentaron cambios significativos en la capacidad de retención de agua durante el almacenamiento, lo que sugiere que esta temperatura de almacenamiento ocasiona un deterioro mínimo al sistema proteínico de la carne deshuesada. Asimismo, los agentes crioprotectores aumentaron la capacidad de retención de agua de la misma. Aun cuando la adición de almidón se realizó con el propósito de mejorar la textura de la carne, como quedó evidenciado, no mejoró la capacidad de retención del producto.

Los resultados del recuento de aerobios totales y psicrotrofos se aprecian en las Figuras 5, 6, 7 y 8. El análisis estadístico aplicado a estos resultados, demostró que tanto para los bloques almacenados a -10°C como a -30°C , con el tiempo se produjo una disminución significativa del número de microorganismos, pero no se constataron diferencias entre los tratamientos, lo que indica que ni el lavado ni la adición de aditivos afectó la calidad microbiológica de los mismos. Así, si se quiere disminuir la carga bacteriana de la carne deshuesada por acción del lavado, es necesario incrementar el número de éstos. A pesar de que tanto para los aerobios mesófilos como los psicrotrofos se produjo un descenso significativo durante el período de almacenamiento, es bastante evidente que el grado de supervivencia de ambos tipos de microorganismos fue mayor en los bloques almacenados a -30°C . Los microorganismos que no mueren en la congelación, sobreviven por largo tiempo en la conservación, y el porcentaje de muertes está en relación inversa al descenso de la temperatura (22).

Un rasgo importante en la alteración de muchos pescados marinos es la acumulación de trimetilamina producida por la flora bacteriana en su acción sobre el óxido de trimetilamina. También se producen otras bases volátiles nitrogenadas como la monometilamina, dimetilamina y el amoníaco en el curso de la alteración, las que pueden ser medidas junto con la trimetilamina mediante la determinación de las bases volátiles totales.

En las Figuras 9 a 12 se dan a conocer los resultados de bases volátiles totales (NBV) y nitrógeno de trimetilamina. A la temperatura de -10°C ambos índices suministran la misma información, siendo lógicamente NBV mayor que TMA. El análisis de varianza practicado permite concluir que para ambos índices se produce aumento significativo en el

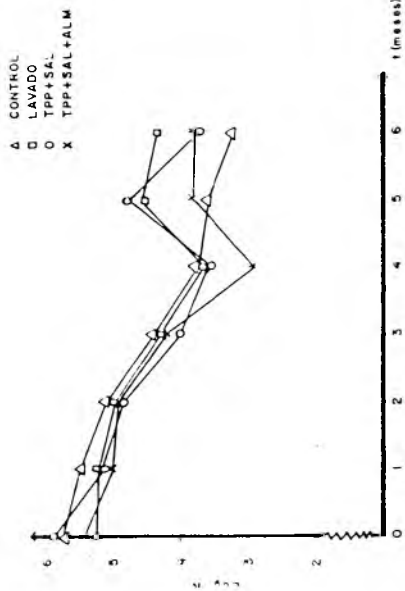


FIGURA 5. Cambio en el logaritmo del número de aerobios mesófilos de 4 bloques de carne deshechada almacenados a -10°C

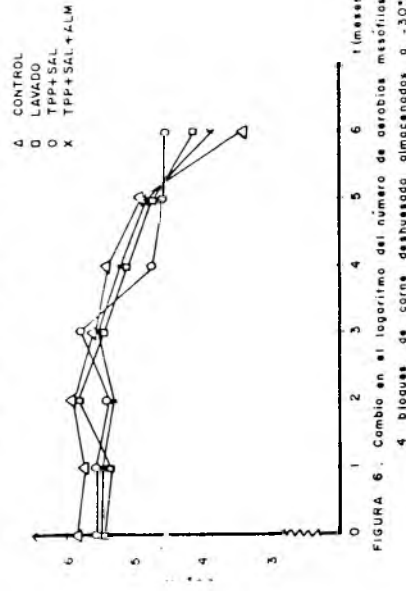


FIGURA 6. Cambio en el logaritmo del número de aerobios mesófilos de 4 bloques de carne deshechada almacenados a -30°C

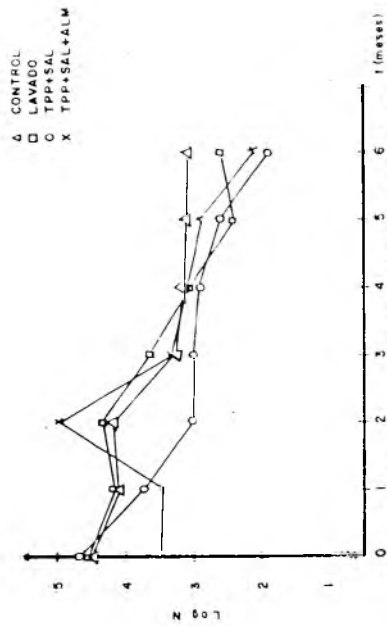


FIGURA 7. Cambio en el logaritmo del número de psicrotrofos de 4 bloques de carne deshechada almacenados a -10°C

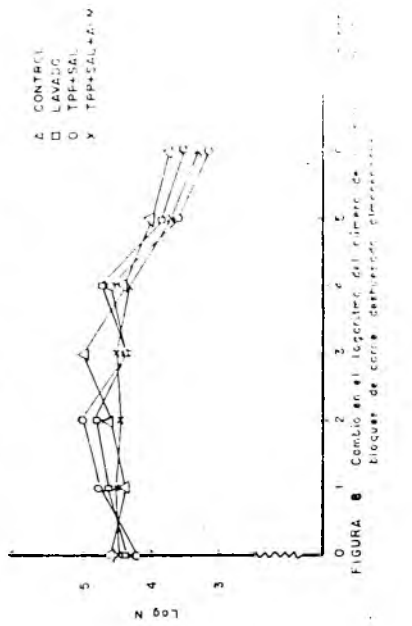


FIGURA 8. Cambio en el logaritmo del número de psicrotrofos de 4 bloques de carne deshechada almacenados a -30°C

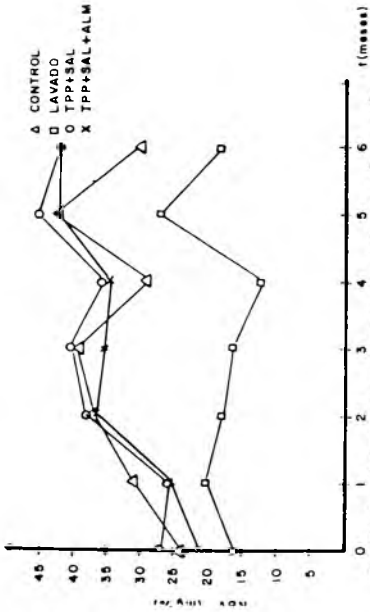


FIGURA 9 . Variación en los niveles de nitrógeno básico volátil de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C.

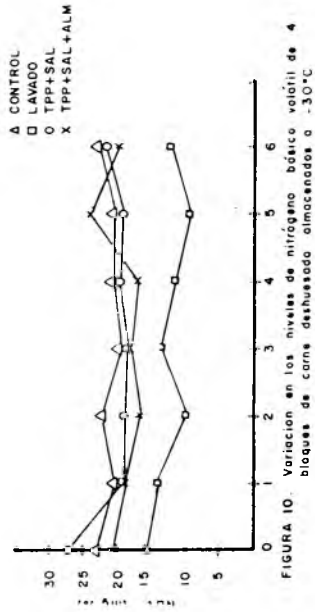


FIGURA 10 . Variación en los niveles de nitrógeno básico volátil de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C.

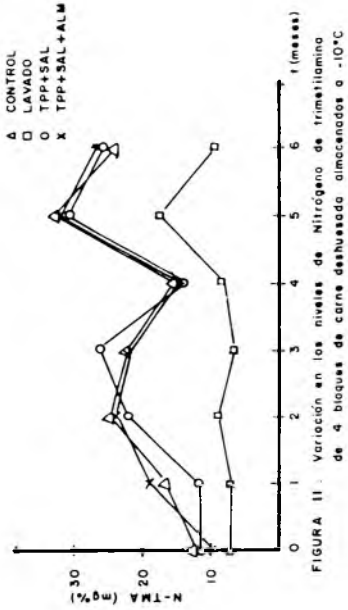


FIGURA 11 . Variación en los niveles de Nitrógeno de trimetilamina de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C.

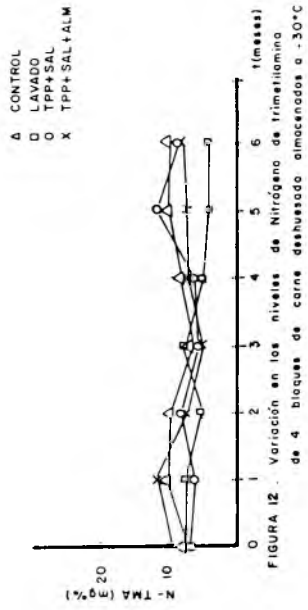


FIGURA 12 . Variación en los niveles de Nitrógeno de trimetilamina de 4 bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C.

tiempo, así como también por efecto de los tratamientos. Por el contrario, para los bloques almacenados a -30°C sólo se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, y no en el tiempo. Las correlaciones efectuadas entre TMA y NBV con los aerobios totales y psicrotrofos se tradujeron en coeficientes bajos. Estos hallazgos pueden ocasionar confusión, principalmente porque en el pescado los niveles de TMA y NBV son considerados como índices de frescura. Se han constatado resultados similares en filetes congelados de bacalao, lo que sugiere la modificación de la idea de que la producción de TMA es únicamente el resultado de alteración bacteriana (23). En este sentido, se hace necesario estudiar en especies tropicales, los cambios del óxido de trimetilamina durante almacenamiento en congelación, a fin de poder utilizar estos índices de frescura con mayor seguridad. En cuanto al efecto de los tratamientos tanto a -10°C como a -30°C , los bloques preparados con carne deshuesada lavada fueron los que acusaron los menores niveles de ambos tipos de compuestos. Es muy probable, por lo tanto, que durante el proceso de lavado se produjera una disminución de los niveles normales de óxido de trimetilamina, y otras bases solubles en agua.

En lo que respecta al pH, durante todo el período de almacenamiento no se produjeron cambios significativos de este parámetro para ninguno de los bloques almacenados a las dos temperaturas de congelación, a pesar de que a -10°C se produjo acumulación de bases, hecho demostrativo de la capacidad tampón del sistema proteínico del músculo de pescado.

Los cambios en los valores de ácido tiobarbitúrico (TBA) pueden observarse en las Figuras 13 y 14. Este ensayo ha sido utilizado ampliamente para la estimación objetiva del grado de rancidez oxidativa en una gran cantidad de productos de origen pesquero. Es de esperar que a medida que la rancidez oxidativa sea más acentuada, los valores de TBA aumenten. En este trabajo, por el contrario, se encontró una disminución progresiva de la densidad óptica a 540, que puede interpretarse como una reducción de los valores de TBA durante los seis meses de almacenamiento. Investigaciones similares (24, 25), atribuyen este hecho a que el malonaldehído, que es un producto de la oxidación de ácidos grasos insaturados, detectado mediante reacción con el TBA, se hace inextraíble, presumiblemente debido a su reacción con las proteínas. De cualquier forma, y en virtud de los bajos contenidos de grasa cruda de la carne deshuesada y de los bloques preparados con ésta, la rancidez oxidativa no constituyó un factor deteriorativo de la calidad del producto.

CONCLUSIONES

- Es innegable el potencial de la fauna de acompañamiento del camarón como fuente de proteína animal. El deshuesado mecánico permite la utilización eficiente de este recurso, por lo que puede ser utilizado en la elaboración de una gran variedad de productos a nivel industrial, destacándose los bloques congelados de carne deshuesada por su versatilidad y facilidad de manipulación.
- El mayor efecto deteriorativo de la carne deshuesada durante el almacenamiento en congelación se relacionó con la desnaturalización de las proteínas y la disminución de la capacidad de retención de agua. Estos cambios deteriorativos se minimizan cuando la carne se almacena a -30°C .

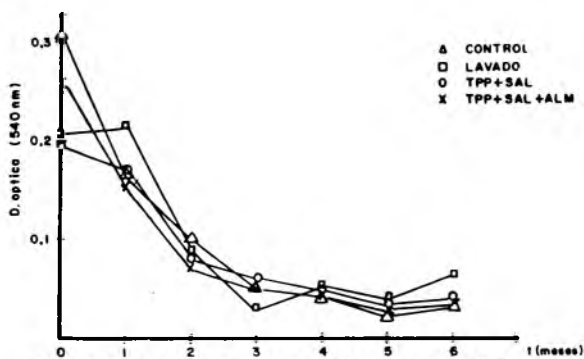


FIGURA 13. Cambio en los valores de TBA de 4 tipos de bloques de carne deshuesada almacenados a -10°C

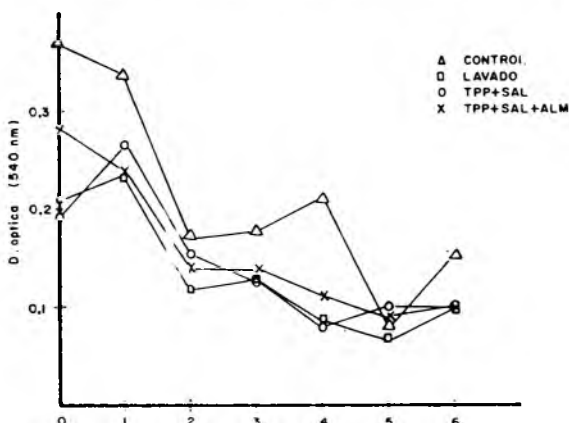


FIGURA 14. Cambio en los valores de TBA de 4 tipos de bloques de carne deshuesada almacenados a -30°C

— La adición de agentes crioprotectores indujo sólo un pequeño efecto protector sobre el sistema proteínico de la carne deshuesada de pescado. Sin embargo, mejoró de manera evidente la capacidad de retención de agua de la misma.

SUMMARY

PREPARATION OF FROZEN BLOCKS OF MINCED FISH FLESH AND EVALUATION DURING STORAGE

Minced fish flesh from shrimp by-catch was used as raw material to prepare four frozen blocks under different conditions, as follows: a) Minced fish flesh washed in cool water for 10 minutes with continuous stirring (water-fish proportion, 3:1). b) Minced fish flesh mixed with sodium tripolyphosphate (TPP) (0.5%), and sodium chloride (1%), respectively. c) Minced fish flesh mixed with 0.5% sodium tripoly-

phosphate, 1% sodium chloride and 7.5% corn starch, and c) Minced fish flesh without any treatment, which was used as control.

Fish blocks were frozen at -40°C and stored at -10°C and -30°C freezing points during a six-month period. Physical, chemical and microbiological tests were performed during the storage period. The results obtained indicate that frozen fish blocks stored at -10°C deteriorate faster than those stored at -30°C. The TPP, sodium chloride and corn starch treatments were not effective in reducing protein denaturation, but they do increase the water retention capacity of the blocks.

BIBLIOGRAFIA

1. Young, R. Shrimp by-catch utilization in Mexico: Potencial and problems. Conferencia presentada en: **First International Symposium on Fishery Education, Fish Processing and Marketing Systems**. México, Departamento de Pesca, 1979.
2. Miyauchi, D. Minced fish products. **Fish. News. Int.**, **12**(12):31, 1973.
3. Teeny, F. & D. Miyauchi. Preparation and utilization of frozen blocks of minced black rockfish muscle. **J. Milk Fd Tech.**, **35**(7):414-417, 1973.
4. Miyauchi, D., M. Patashnik & G. Kudo. Frozen storage keeping quality of minced black rockfish (*Sebastes spp*) improved by cold water washing and use of fish binder. **J. Fd Sci.**, **40**(3):592-594, 1975.
5. Licciardello, J. & W. Hill. Microbial quality of commercial frozen minced fish blocks. **J. Fd Protection**, **41**(12):948-952, 1978.
6. Licciardello, J., E. Ravesi & M. Allsup. Quality aspects of commercial frozen minced fish blocks. **J. Fd Protection**, **42**(1):23-26, 1979.
7. Tan, S., T. Fujiwara, M. Ng & C. Tan. Processing of by-catch into frozen minced blocks (surimi) and fish jelly products. **Technical Consultation on Shrimp By-Catch Utilization**. Georgetown, Guyana, FAO, 1981.
8. Productos Pesqueros Mexicanos. **Pepepez, un Nuevo Producto de Pulpa de Pescado, sin Espinas y Congelado**. México, Baja California, 1981.
9. Dyer, W., H. French & J. Snow. Protein in fish muscle. I. Extraction of protein fractions in flesh fish. **J. Fish. Res. Bd Can.** **7**(10):585-593, 1950.
10. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. W. Horwitz (Ed.). Washington, D.C., The Association, 1980.
11. Tarladgis, B., B. Watts & M. Younathan. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **J. Am. Oil. Chem. Soc.**, **37**:44-48, 1960.
12. Rhee, K. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-thio-barbituric acid tests of fish and meat. **J. Fd Sci.**, **43**:1776-1778, 1978.
13. Conway, E. & A. Byrne. LXI. An absorption apparatus for the micro-determination of certain volatile substances. **Biochem. J.**, **27**:419-429, 1933.
14. Murray, C. & D. Gibson. An investigation of the method of determining trimethylamine in fish muscle extracts by the formation of its picrate salt. Part I. **J. Fd Tech.**, **7**:35-46, 1972.
15. APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Marvin and Speck (Eds.). Washington, D.C., American Public Health Association, 1976.
16. Sokal, R. & F. Rohlf. **Biometría. Principios y Métodos Estadísticos en la Investigación Biológica**. Madrid, España, H. Blume Ediciones, 1969.
17. Dyer, W. & J. Dingle. Fish proteins with special reference to freezing. In: **Fish as**

- Food**. Vol. 1. Borgstrom (Ed.). New York, N.Y., Academic Press, Inc., 1961, p. 275-327.
18. Cowie, W. & I. Mackie. Examination of the protein extractability method for determining cold-storage protein denaturation in cod. **J. Sci. Fd Agric.**, **19**:696-700, 1968.
 19. Rodger, G., R. Weddle & P. Craig. Effect of time, temperature, raw material type, processing and use of cryoprotective agents on mince quality. In: **Advances in Fish Science and Technology**. J. Connel (Ed.). England, Fishing News (Books), 1977, p. 199-217.
 20. Dingle, J., R. Keith & B. Lall. Protein instability in frozen storage induced in minced muscle of flat fishes by mixture with muscle of red hake. **Can. Inst. Food Tech. J.**, **10**(3):143-146, 1977.
 21. Brotsky, E. & E. Swartz. Use of polyphosphates in minced fish. En: **Third National Seminar on Mechanical Recovery and Utilization of Fish Flesh**. R. Martin (Ed.). Washington, D.C., National Fisheries Institute, 1980.
 22. Noskowa, G. **Microbiología de las Carnes Conservadas por el Frío**. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1972.
 23. Castell, C., D. Bishop & W. Neal. Production of trimethylamine in frozen cod muscle. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, **25**(5):921-933, 1968.
 24. Bremmer, A. Storage trials on the mechanically separated flesh of three Australian mid-water fish species. Analytical tests. **Fd. Tech. Aust.**, **29**:89-93, 1977.
 25. Botta, J., J. Richards & N. Tomlinson. Thiobarbituric acid value, total log chain free fatty acids, and flavor of Pacific Halibut (*Hippogloous stenolepis*) and Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) frozen at sea. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, **22**(1):53-67, 1973.

THE CHEMICAL COMPOSITION AND PROTEIN QUALITY OF AMARANTH GRAIN GERM PLASM IN GUATEMALA¹

*Ricardo Bressani,² Luiz G. Elías,³ Jorge Mario González⁴
and Roberto Gómez-Brenes³*

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

SUMMARY

The present research was carried out for the purpose of collecting part of the germ plasm of grain amaranth in Guatemala, as well as to evaluate it in terms of yield, chemical composition and nutritive value. A total of 27 Guatemalan selections, one from Mexico and seven from Peru were planted in June 1982 in 7.5 m² experimental plots replicated four times. The harvest seed was utilized for analysis of protein, ether extract, crude fiber, tannin content and trypsin inhibitors, as well as for NPR assays. A group of five pooled samples was made based on protein content for amino acid analyses; 10 samples were selected for a second NPR and protein digestibility assay. A preliminary assay on amino acid supplementation of raw grain flour is also reported.

The selections were significantly different in grain yield. In general, selections which flowered at a short height and were harvested also at short height, tended to yield more seed. Findings revealed a negative relationship between plant height and grain yield, but a positive relationship between plant height and dry vegetable residue. Protein content of the grain averaged 15.0% with values ranging from 12.8 to 17.4%. Fat content varied from 5.6 to 10.6% with an average of 8.4%. Amaranth grain with a higher protein content contained greater amounts of amino acids on a

Manuscrito modificado recibido: 5-1-87.

- 1 This work was funded by the National Academy of Sciences - BOSTID-NAS, Washington, D. C. (Grant-in-aid INC-NUT-381/PN/86-86/CA).
- 2 Research Coordinator and Head of the Division of Food and Agricultural Sciences, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), P.O. Box 1118, Guatemala, Guatemala, C.A.
- 3 Scientist of the above-mentioned Division.
- 4 Responsible investigator of the INCAP Experimental Farm, San Raymundo Sac., Guatemala.

INCAP Publication I-1498.

weight basis, but when these were expressed on a nitrogen basis, differences disappeared. Based on the FAO/WHO amino acid reference pattern, grain amaranth protein was deficient in sulfur amino acids.

Although the biological trial corroborated this deficiency, more studies should be undertaken. The NPR values of the samples from Peru averaged 2.30, the one from Mexico 2.04 and those from Guatemala, 2.36. Protein digestibility was 80, 82 and 74%, respectively. The data suggest that there is sufficient variability to select materials of a higher chemical composition, nutritive value, and yield.

INTRODUCTION

Except for limited studies carried out by INCAP, there is little information in Central America on amaranth grain, although in the diets of the Maya, Inca and Aztec civilizations it was an important food (1, 2). Today its production and availability in the region are very low, and it is used in a limited extent in the preparation of special foods on festive days; however, it is extensively used in Peru (3, 4) and Mexico (3, 4). For the purpose of calling the attention of governments, agricultural sectors and food industries, it was considered necessary to develop a research program whose objectives were to obtain basic information on amaranth grain cultivars, its production potential, processing effects on nutritive value, and utilization in new food products. Although in this project emphasis was placed on amaranth grain, it has also been considered important to study the leafy types, since amaranth leaves are often consumed in the rural areas of the Central American countries as well as in other regions of the world (2-4). Data on chemical composition of amaranth grain is readily available, and an up-to-date review on the subject has been published recently (5). In this first report, chemical data on a limited Guatemalan germ plasm collection as well as some biological information on the nutritional value of a group of selected samples are presented.

MATERIAL AND METHODS

A total of 27 samples was collected in the highlands of Guatemala from December 1981 to February 1982; the actual locations are listed in Table 1.

From the total seeds collected, three groups were formed: the First one for chemical analysis (6), the second for storage and future retrieval, and the third for agronomic trials to evaluate the vegetative growth of the plants, their seed yield, and to produce enough seeds for nutrition evaluation purposes. Other samples used included one from Mexico (*A. cruentus*) and seven from Cusco, Peru (*A. caudatus*), while the others were not classified.

A total of 35 samples were planted on June 16, 1982 in 132 plots (7.5 m²/plot), assigning four replicates per selection collected. Data were obtained on the vegetable development of the plant, number of days it took to flower, problems presented in the past plants' height, yield, and other agronomic data which could be of interest. The seeds harvested from September to November 1982, and the plant residue were analyzed

TABLE 1

SITES OF AMARANTH GRAIN COLLECTIONS

Identification and origin	Identification and origin
1. F-INCAP 23	15. F-INCAP
2. Carrizal 13	16. Río Concuá
3. F-INCAP 5-X-81	17. Caserío Chaley 24
4. San Antonio Las Flores 14	18. San Juan Sac. 10
5. San Rafael Las Flores 20	19. F-INCAP 21
6. B1 San Martín Jilotepeque	20. El Ciprés San Raymundo
7. Dr. San Martín Jilotepeque	21. Dr. G. El Edén S. Raymundo
8. Jolón Cot. 18	22. Est. Grande 12
9. Dr. Sacsuy	23. Las Joyas 19
10. Bl. Sacsuy	24. Sacsuy 8-X-81
11. Est. La Virgen 17	25. Dr. San Raymundo 2-12-81
12. San Juan Sacatepéquez	26. San Jerónimo Miramar 22
13. Antigua 9	27. Estancia Grande 15
14. Estancia Grande	

for moisture, protein, crude fiber and ether extract content by the AOAC methods (6). They were also analyzed for tannic acid content (7) and trypsin inhibitor activity (8).

Due to the large number of samples, only five were analyzed for their amino acid content. These were selected on the basis of their protein content, which ranged from 10.2 to 17.4% protein. Amino acid analysis was carried out on 6 N HCl hydrolyzates by ion exchange chromatography with a Technicon amino acid analyzer. Tryptophan was determined according to Villegas, Ortega and Bauer (9).

Enough seeds from all four replicates were produced from all selections except for No. 11 and No. 24. The raw seed was ground in a laboratory mill and included in a basal diet to provide 10% protein. The diet contained raw amaranth flour, 4% mineral mixture (10), 5% cottonseed oil, 1% cod liver oil, and corn starch to adjust to 100 g. All diets were supplemented with a complete B-vitamin solution (11). The assay conducted was a net protein ratio (NPR) in which eight rats per group were distributed to each diet according to their weight. The animals were placed in individual all-wire cages with raised screen bottoms. Feed and water were supplied *ad libitum* for a period of 14 days. In a second study, the seven selections from Peru, one from Mexico and one from Guatemala (No. 17) were assayed as indicated for the 14 days trial. During the last seven days feces were collected for protein digestibility. Besides the experimental diet groups, two additional groups were included, a nitrogen-free diet group and a 10% protein-casein as control. A preliminary biological assay using the PER method was carried out to confirm amino acid deficiencies in a pool of raw amaranth grain. To a basic diet of raw amaranth flour, individual amino acids were added based on amino acid scores. The test was conducted for 28 days with six animals per group.

RESULTS AND DISCUSSION

Although the sowing technique and planting dates were the same for all 33 selections (two were lost), the data presented in Table 2 indicate the different time periods needed among selections to reach flowering stage at different heights. Flowering varied from 50 to 110 days after planting, at heights ranging from 70 to 225 cm. Seed harvest ranged from 94 to 151 days at heights from 105 to 300 cm. The seed yield varied from 418 to 4,800 kg/ha, and the differences were highly significant. In general, as Table 3 illustrates, the selections which reached the flowering stage earlier at lower height were those which gave higher grain yields, a fact which merits further study. The samples from Guatemala varied in yield; but within a high yield, they produced the same or more than the limited number of lines from Peru or Mexico. The best samples for seed production were those collected at INCAP's Experimental Farm in San Raymundo Sacatepéquez, Guatemala, possibly because they were well-adapted to the region. Unfortunately, most of the national selections yielded seeds of a deep brown color, and only one white selection was collected. Figure 1 shows a negative significant relationship between grain yield and plant height at harvest, when selections with a high height produced less seed than those of a lower height.

The yield of the dehydrated leafy residue in the four plots harvested after the grain collection is also presented in Table 2. The yields of all four replicates varied from 9.09 to 19.09 kg per 30 m². As was to be expected, a positive relation was found between plant height at harvest and dry matter yield (Figure 2). The chemical analysis of this residue is shown in Table 4. Although its fiber content is as high as in most crop residues (12), it contains 7.25% protein, which is relatively good for ruminant feeding.

As indicated in Table 5, chemical analysis of the grain for all samples collected in the field included protein, which ranged from 12.8 to 17.4% with an average of 15.0%. The average ether extract content was 8.4% with values ranging from 5.6 to 10.6%, while those for crude fiber varied from 2.9 to 9.9%, with an average of 6.5%. Protein, ether extract, and crude fiber of the samples harvested at the Experimental Farm are shown in Table 6. As the data reveal, protein was 14.8%, ranging from 14.0 to 17.5%, and crude fat, from 5.2 to 7.1%, with an average of 6.1%. These values fall within figures reported by various authors (4, 5, 13). The crude fiber values for some samples of the seed harvested at the Experimental Farm were relatively high, maybe because grains still contained the cuticle which holds the grain. The variability found in nutrient content offers the possibility of obtaining cultivars with higher fat and protein values. Compared with cereals, amaranth is higher in protein content, and its high fat content suggests it to be a relatively high-energy food. A salient fact is that the samples from Guatemala had higher protein, fat and fiber content than those from Peru and Mexico. Crude fiber content exhibited higher differences: thus, in the samples from Guatemala, crude fiber content was 7.1% on the average, as compared with 3.9 and 3.0% for the samples from Peru and Mexico. It is important to state that these aspects need further studies due to the nutritional implications they may have, as well as for genetic and agronomic purposes.

TABLE 2

**AGRONOMIC TRIALS CARRIED OUT WITH AMARANTH SELECTIONS
COLLECTED IN GUATEMALA AND OTHER SAMPLES FROM
MEXICO AND PERU**

Entry	Flowering			Harvest			Average yield kg/ha	Color seed	Yield vegetable residue kg/30 m ²
	Date*	Days	Height m	Date	Days	Height m			
1	24/09	98	1.90	25/10	129	2.40	811	DB	15.91
2	01/10	105	2.00	20/11	145	2.30	725	DB	13.64
3	25/08	69	2.25	29/09	103	1.85	738	DB	15.91
4	06/08	50	1.60	20/09	94	1.68	4119	DB	18.64
5	17/08	61	1.30	30/09	104	2.10	2219	DB	18.64
6	12/09	86	1.65	25/10	129	2.10	679	DB	13.64
7	17/08	61	1.48	18/10	22	2.09	704	DB	17.27
8	07/08	51	0.85	29/09	103	1.05	4800	DB	13.18
9	07/08	51	1.45	29/09	103	1.68	3812	DB	17.33
10	17/08	61	1.08	11/10	115	2.30	689	DB	19.09
11	12/09	86	1.70	18/10	122	2.10	438	DB	15.91
12	23/09	97	2.15	16/11	150	2.80	1402	DB	17.33
13	22/09	96	1.95	16/11	150	2.70	1601	DB	18.18
14	19/08	63	2.20	16/11	150	2.70	2121	DB	14.55
15	17/08	61	1.00	29/09	103	1.70	3509	DB	15.45
16	16/08	60	0.75	29/09	103	1.20	3097	W	12.73
17	24/09	98	1.00	30/09	104	1.80	2376	DB	17.73
18	22/09	96	1.95	17/11	151	2.80	1777	DB	17.23
19	01/10	105	2.00	17/11	151	2.80	1234	DB	17.27
20	24/09	98	2.00	17/11	151	2.70	1796	DB	17.27
21	17/08	61	1.90	18/10	122	2.40	877	DB	14.55
22	19/08	63	1.00	06/10	110	2.30	1536	DB	15.45
23	18/08	62	1.00	01/10	105	1.90	3006	DB	9.09
24	06/10	110	2.10	26/10	130	3.00	418	DB	19.09
25	19/08	63	2.10	17/11	151	2.80	1135	DB	15.91
26**	19/08	63	1.30	12/10	116	2.10	916	W	14.55
27**	18/08	62	1.00	12/10	116	2.35	1526	DB	14.04
28**	18/08	62	1.20	11/10	115	2.30	1045	DB	16.36
29**	07/08	51	0.90	12/10	116	1.80	2100	W	16.82
30**	07/08	51	0.70	11/10	115	2.35	1044	DB	16.82
31***	19/08	63	1.20	29/09	103	1.80	3723	W	14.55
32**	19/08	63	1.35	11/10	115	2.30	1040	DB	13.64
33	19/08	63	1.20	18/10	122	2.40	959	W	15.45

* Date planted June 16, 1982.

** Peru.

*** México.

DB: Dark brown seeds.

W: White seeds.

TABLE 3

DAYS TO HARVEST, HEIGHT OF PLANT AND YIELD OF AMARANTH
GRAIN SELECTIONS

Days to harvest	Height, m			Production, g/7.5 m ²		Days to flowering
	No.	Range	\bar{x}	Range	\bar{x}	
100-105	6	1.05 - 1.80	1.41	2,323 - 3,600	2,882	58
106-110	3	1.80 - 2.10	1.93	1,664 - 2,255	1,900	63
111-115	1	—	2.30	—	1,152	62
116-120	7	1.80 - 2.35	2.21	517 - 1,575	896	60
121-125	4	2.10 - 2.40	2.32	329 - 719	558	78
131-135	4	2.10 - 3.00	2.59	313 - 641	504	80
146-150	1	—	2.30	—	707	107
151-155	7	2.70 - 2.80	2.76	851 - 1,591	1,186	100

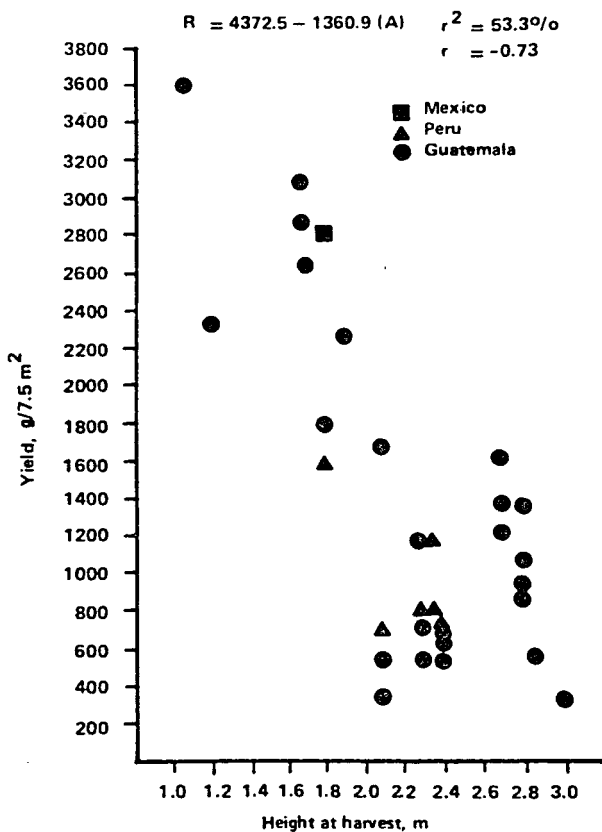


FIGURE 1

Relationship between plant height at harvest and seed yield

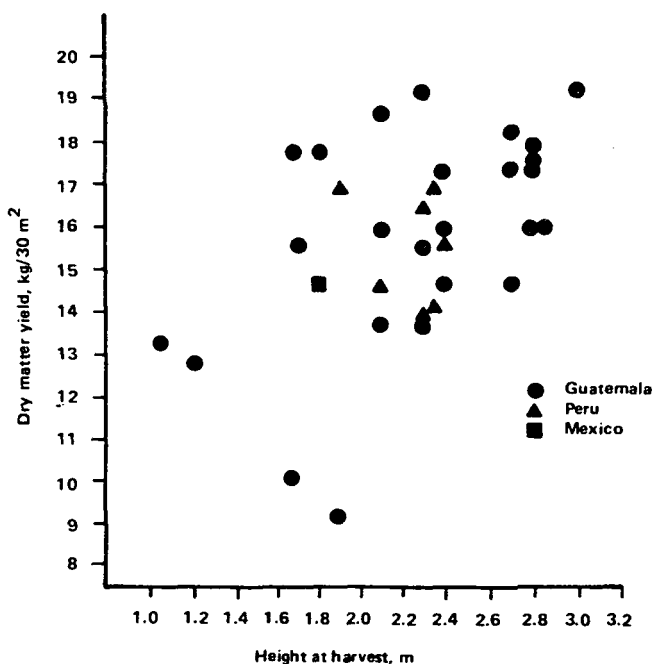


FIGURE 2

Relationship between plant height at harvest and dry matter yield

TABLE 4

CHEMICAL COMPOSITION OF AMARANTH PLANT RESIDUE (g %)

Moisture	11.26 ± 0.56
Ether extract	1.94 ± 0.63
Crude fiber	35.82 ± 5.08
Protein	7.25 ± 1.72
Ash	11.08 ± 1.57

Table 6 also presents tannic acid content and trypsin inhibitor activity. The values for both are low and fall within values reported by other authors (5, 13). Some samples, however, may have relatively high anti-trypsin activity such as selections 16W and 17W.

Essential amino acid content of the five samples analyzed, expressed on weight basis is detailed in Table 7, while Table 8 presents the same

TABLE 5

PARTIAL CHEMICAL COMPOSITION OF SELECTIONS OF AMARANTH GRAIN FROM GUATEMALA, AND SAMPLES FROM PERU AND MEXICO

INCAP No.	Moisture %	Ether extract %	Crude fiber %	Protein %
1	11.6	7.7	8.0	15.2
2	11.1	7.0	6.5	15.3
3	11.2	5.6	5.3	14.3
4	10.8	7.6	5.1	17.4
5	11.4	8.0	5.6	14.3
6	10.8	7.6	7.4	15.6
7	7.1	7.5	7.0	15.6
8	12.5	7.5	7.2	15.0
9	12.1	8.1	7.9	15.9
10	13.7	9.4	7.0	14.1
11	11.1	9.6	6.6	15.7
12	9.8	10.1	7.7	14.3
13	10.9	10.5	7.7	14.8
14	11.9	9.6	6.9	15.0
15	12.9	8.9	5.9	16.8
16	11.8	10.5	4.4	16.3
17	13.0	8.6	4.6	15.7
18	13.0	9.4	7.0	15.6
19	13.1	9.9	7.1	14.3
20	13.5	8.2	7.4	15.1
21	13.9	7.9	9.3	14.3
22	11.5	7.7	9.4	17.4
23	13.9	7.9	8.7	14.5
24	17.3	6.7	7.2	13.6
25	10.9	9.4	9.9	12.8
26	11.8	8.2	2.9	13.2
27	11.7	7.6	6.0	15.2
28*	11.1	8.4	3.0	14.7
29*	11.2	8.1	3.0	14.1
30*	11.8	8.6	5.0	15.0
31**	11.9	5.8	3.0	14.7
32*	11.3	8.5	3.4	14.7
33*	11.4	9.3	3.8	15.0
Average	12.0 ± 1.6	8.4 ± 1.2	6.4 ± 2.0	15.0 ± 1.0

* Peru

** Mexico

data, but expressed on a nitrogen basis. As would be expected, amino acid content on weight basis is higher for samples with higher protein content. On nitrogen basis, however, amino acid content is relatively

TABLE 6

SELECTED CHEMICAL COMPONENTS, OF 33 VARIETIES OF AMARANTH
GRAIN HARVESTED IN GUATEMALA IN 1982

Sample No.	Protein (%)	Ether extract (%)	Crude fiber (%)	Tannic acid (%)	Trypsin inhibitors (UTI/ml)	NPR
1 W	14.0	5.2	14.1	0.640	3.30	2.43
2 D	14.4	5.6	14.6	0.636	1.76	2.60
3 D	14.4	6.5	11.6	0.599	1.89	2.68
4 D	15.0	6.0	9.2	0.501	3.92	2.53
5 D	16.0	5.6	13.7	0.545	1.39	1.84
6 D	14.4	6.1	16.3	0.554	1.80	2.35
7 W	14.4	6.2	13.1	0.683	1.10	2.42
8 W	16.2	6.4	10.2	0.501	1.23	2.11
9 D	16.0	6.0	13.0	0.536	1.12	1.77
10 D	14.1	5.2	14.2	0.579	1.10	2.43
11* W	15.0	5.5	17.1	0.490	1.62	—
12 W	14.0	6.1	17.8	0.322	2.16	1.97
13 D	14.4	6.0	11.5	0.431	1.37	2.15
14 D	14.9	5.8	11.3	0.288	2.66	2.22
15 D	15.7	5.6	10.2	0.454	1.30	2.18
16 W	17.5	6.2	5.6	0.281	5.98	2.96
17 W	17.2	6.1	5.7	0.245	10.88	3.17
18 D	14.6	6.1	12.0	0.415	3.04	2.00
19 D	14.8	5.4	12.1	0.520	3.94	1.98
20 D	14.2	5.9	12.2	0.408	3.03	2.34
21 D	15.3	5.5	11.9	0.372	0.00	2.20
22 W	14.3	6.8	11.6	0.536	0.00	1.75
23	15.3	6.4	10.0	0.438	3.03	1.96
24* D	14.3	5.6	12.3	0.322	3.00	—
25 D	14.7	6.4	10.7	0.438	0.00	1.92
26	15.7	6.5	4.8	0.211	1.73	2.37
27	16.0	6.7	5.9	0.256	1.46	2.28
28	15.6	6.8	5.2	0.218	0.95	1.82
29	15.6	6.2	4.3	0.254	2.25	2.06
30	15.7	6.4	7.2	0.256	0.00	1.74
31	14.6	6.2	4.1	0.256	0.67	2.08
32	15.8	6.4	6.0	0.218	0.00	2.25
33	15.7	7.1	5.6	0.365	0.00	1.98
Casein	—	—	—	—	—	3.82
Ave. ISD	14.8 ±	6.1 ±	10.4 ±	0.417 ±	2.05 ±	2.33

* These two selections did not produce enough seed for biological assay.

constant among selections with different protein content. This must be confirmed by additional studies. The average amino acid content of the five samples, expressed as g/16 gN is presented in Table 9 which includes

TABLE 7

ESSENTIAL AMINO ACID CONTENT OF FIVE SELECTIONS OF
AMARANTH SEED OF DIFFERENT PROTEIN CONTENT (g^o/o)

	Seed amaranth samples				
	1	2	3	4	5
Protein (g ^o /o)	17.4	16.3	15.3	14.3	13.2
Arginine	1.48	1.28	1.21	1.13	0.74
Histidine	0.54	0.49	0.44	0.46	0.31
Isoleucine	1.41	1.37	1.10	0.98	1.14
Leucine	1.08	1.07	0.93	0.84	0.93
Lysine	1.00	0.88	0.90	0.88	0.71
Methionine	0.14	0.14	0.10	0.16	0.09
Phenylalanine	0.67	0.69	0.51	0.51	0.56
Tyrosine	0.39	0.31	0.34	0.28	0.27
Threonine	0.75	0.74	0.60	0.66	0.59
Valine	0.63	0.64	0.58	0.54	0.56
Tryptophan	0.124	0.136	0.114	0.128	0.096

TABLE 8

ESSENTIAL AMINO ACID CONTENT OF FIVE SELECTIONS OF
AMARANTH GRAIN OF DIFFERENT PROTEIN CONTENT (g AA/gN)

	Amaranth grain samples				
	1	2	3	4	5
Protein, g ^o /o	17.4	16.3	15.3	14.3	13.2
Arginine	0.49	0.49	0.50	0.49	0.35
Histidine	0.19	0.19	0.18	0.20	0.15
Isoleucine	0.51	0.52	0.45	0.43	0.54
Leucine	0.39	0.41	0.38	0.37	0.44
Lysine	0.36	0.34	0.37	0.38	0.34
Methionine	0.049	0.054	0.040	0.071	0.044
Phenylalanine	0.24	0.26	0.21	0.22	0.27
Tyrosine	0.14	0.12	0.14	0.12	0.13
Threonine	0.27	0.28	0.24	0.29	0.28
Valine	0.23	0.24	0.23	0.24	0.27
Tryptophan	0.044	0.052	0.046	0.056	0.045

chemical score (C.S.) based on the FAO/WHO reference pattern (14). The data indicate that amaranth protein is deficient in sulfur amino acids (C.S. 23.4^o/o), which are the most limiting essential amino acids, followed

TABLE 9

AVERAGE ESSENTIAL AMINO ACID CONTENT IN AMARANTH GRAIN

Amino acid	g AA/16 gN	FAO/WHO pattern	Reference chemical score
Arginine	7.52	—	—
Histidine	2.93	—	—
Isoleucine	7.87	4.0	—
Leucine	6.34	7.0	90.6***
Lysine	5.71	5.5	—
Methionine	0.82	3.5	23.4*
Phenylalanine	3.84	6.0	—
Tyrosine	2.11	—	—
Threonine	4.37	4.0	—
Valine	3.84	5.0	76.8**
Tryptophan	0.78	1.0	78.0**

Order of deficiency:

* (1)

** (2)

*** (3)

by valine (C.S. 77.4⁰/o) and tryptophan (C.S. 78.0⁰/o). These results are contradictory with information rendered in the literature, derived from chemical data that indicate that leucine is the first limiting amino acid in amaranth protein (2, 5). The low chemical score for methionine may be due to the lack of cystine values as well as of losses which occur during the acid hydrolysis of the samples. Therefore, it is important to confirm such results with biological data. Another aspect worthy of mention is its high lysine content (0.357 g/gN). These characteristics indicate that amaranth could be a good supplement for maize and other cereal grains, for it is known they have a protein which is low in lysine.

Amaranth, hence, could be a good supplement for maize since this grain is deficient in lysine and has excess of leucine (15), as shown by several authors (5).

Protein quality of the experimentally produced seed is shown in Table 6. Net protein ratio (NPR) varied from 1.74 to 3.17 with an average rate of 2.33; the variability is quite large, but is not associated with tannin content or trypsin inhibitor activity. Nevertheless, protein quality was negatively associated with protein content where the two high-protein content samples were excluded from the regression analyses. No explanation is possible at this time, unless it were due to the presence of anti-physiological substances which are not present in large quantities of the high-protein selections. This is possible in view of the essential amino acid pattern shown in Table 7, which suggests higher NPR values than those obtained.

Protein quality expressed as NPR in the second assay and apparent

protein digestibility of 10 amaranth grain samples, are presented in Table 10. NPR values showed an average of 2.80 for the seven samples from Peru, 2.04 for the sample from Mexico and 2.36 for those from Guatemala, which are similar to those previously obtained. Average apparent digestibility was 80, 82, and 74% for the samples from Peru, Mexico and Guatemala, respectively. NPR of casein was 3.35, which demonstrates that protein quality of amaranth varies from 60.9 to 75.5% to that of casein, suggesting that it may be due to the sulfur amino acid deficiency, as mentioned in the results referring to amino acid content. In preliminary amino acid supplementation studies (Table 11), it was possible to obtain an increase in protein quality caused by methionine addition, increment which was not observed with the addition of any other single amino acid. These experiments must be repeated to confirm this finding as well as to determine the maximum quantity of amino acids that should be added. Other possible deficiencies should also be established, since the improvement obtained with methionine addition was not large.

TABLE 10

AVERAGE PROTEIN VALUE OF AMARANTH SELECTIONS FROM MEXICO,
GUATEMALA AND PERU

Country of origin	Code No.	Average weight gain, g	NPR	Apparent protein digestibility	Protein value % of casein
Mexico	H.B.	12 ± 5.33	2.29 ± 0.46	83.1 ± 1.71	68.3
	Mexicana	15 ± 5.57	2.43 ± 0.33	80.4 ± 2.53	72.5
Guatemala	B.E.	10 ± 5.30	2.04 ± 0.34	74.2 ± 5.95	60.9
Peru	5F	14 ± 3.23	2.53 ± 0.22	78.5 ± 4.21	75.5
(Cusco)	36F	12 ± 4.71	2.55 ± 0.37	82.3 ± 1.35	76.1
	2A	10 ± 2.93	2.29 ± 0.20	81.8 ± 1.45	68.3
	4A	11 ± 4.30	2.11 ± 0.28	77.5 ± 2.06	63.0
	2005	12 ± 5.98	2.10 ± 0.36	77.0 ± 2.51	62.7
	2042	9 ± 5.01	2.09 ± 0.51	80.2 ± 1.51	62.4
	2083	14 ± 6.61	2.45 ± 0.46	79.9 ± 2.08	73.1
Casein	—	—	3.35 ± 0.14	—	100.0

The data presented suggest that, primarily, it should be established whether chemical composition and nutritive value vary among amaranth species. Moreover, other studies should be conducted to determine possible differences between light and dark seeds. Biological data obtained are below what would be expected for amino acid content, which suggests that this seed contains antiphysiological substances, even when only small amounts of trypsin inhibitors and hemagglutinins have been reported (5). It is also possible that bioavailability of nutrients may be low, particularly amino acids, an aspect which has still to be established.

TABLE 11
EFFECT OF THE ADDITION OF SOME AMINO ACIDS
ON THE PROTEIN QUALITY OF AMARANTH

Amino acid added	Weight gain g	PER
None	41 ± 7.34	1.48 ± 0.29
+ L-Leucine	47 ± 10.33	1.46 ± 0.18
+ L-Valine	26 ± 6.02	1.04 ± 0.26
+ L-Threonine	26 ± 8.57	1.19 ± 0.39
+ L-Methionine	59 ± 8.81	1.73 ± 0.25
+ Leu + Val + Threo + Met	59 ± 14.23	1.82 ± 0.29
Casein	113 ± 23.15	2.74 ± 0.14

RESUMEN

COMPOSICION QUIMICA Y CALIDAD PROTEINICA DEL GERMOPLASMA DE GRANO DE AMARANTO EN GUATEMALA

El presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de recolectar parte del germoplasma de grano de amaranto de Guatemala y evaluarlo en términos de rendimiento, composición química y valor nutritivo. Junto con una selección de México (*A. cruentus*) y siete de Cusco, Perú (*A. caudatus*), se sembraron 27 selecciones de Guatemala en junio de 1982, en lotes experimentales de 7.5 m², en cuatro repeticiones. Las semillas cosechadas se utilizaron para análisis químico de proteína, grasa, fibra, cruda, taninos e inhibidores de tripsina, así como NPR. Con base en su contenido proteínico, se formaron cinco grupos para análisis de aminoácidos y 10 selecciones se evaluaron en un segundo ensayo, para determinar calidad proteínica, por medio del método de NPR y digestibilidad proteínica. Se informa, asimismo, sobre un ensayo de suplementación con aminoácidos en semilla cruda.

Las selecciones difirieron significativamente en cuanto a rendimiento de grano. Se encontró una relación negativa entre la altura de la planta y rendimiento de materia seca vegetativa. El contenido proteínico del grano varió entre 12.8 y 17.4% con un promedio de 15.0%. Se encontró que las semillas con mayor contenido de proteína acusaban mayor contenido de aminoácidos por peso, pero al expresarse por gramo de nitrógeno, los contenidos fueron muy parecidos. De acuerdo al patrón de FAO/OMS, la proteína es deficiente en aminoácidos azufrados, lo que se demostró por medio de un ensayo de PER. La calidad proteínica de un grupo seleccionado fue variable. Las muestras del Perú dieron una NPR de 2.30, la de México de 2.36, y una de Guatemala de 2.04. La digestibilidad proteínica aparente fue de 80, 82 y 74% para las muestras del Perú, México y Guatemala, respectivamente. Los datos indican diferencias en rendimiento, composición química y valor nutritivo, y un rendimiento favorable de grano.

BIBLIOGRAPHY

1. National Research Council. *Amaranth: Modern Prospects for an Ancient Crop*. Washington, D.C., National Academy Press, 1984.

2. Teutónico, R. A. & D. Knorr. Amaranth: Composition, properties and applications of a rediscovered food crop. *Food Technol.*, **39**:44-60, 1985.
3. Sánchez-Marroquín, A. *Potencialidad Agro-Industrial del Amaranto*. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, 1980.
4. Sánchez-Marroquín, A. Dos cultivos olvidados de importancia agroindustrial: El amaranto y la quinoa. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **33**:11-32, 1983.
5. Saunders, R. M. & R. Becker. Amaranthus. Vol. 6, Chapt. 7. In: *Advances in Cereal Science and Technology*. Y. Pomeranz (Ed). St. Paul, Minn., American Association of Cereal Chemistry, 1983.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975.
7. Price, M. L., S. Van Scoyoc & L. G. Butler. A critical evaluation of the vainillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.*, **26**:1214-1218, 1978.
8. Kadake, M. L. & R. J. Evans. Growth inhibition of rats fed raw navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.*, **90**:191-198, 1966.
9. Villegas, E., E. Ortega & R. Bauer. *Métodos Químicos Usados en el CIMMYT para Determinar la Calidad de Proteína de los Cereales*. El Batán, México, CIMMYT, 1982.
10. 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.
11. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**:91-96, 1953.
12. Dysli, R. & R. Bressani. Utilización de subproductos y desechos agrícolas en la alimentación de rumiantes. I. Digestibilidad y utilización de rastrojo de maíz, cascarilla de algodón, y melazas y harina de torta de algodón en la alimentación de ovinos. *Turrialba*, **19**:215-220, 1969.
13. Becker, R., E. L. Wheeler, K. Lorenz, A. E. Stafford, O. K. Grosjean, A. A. Betschart & R. M. Saunders. A compositional study of amaranth grain. *J. Food Sci.*, **46**:1175-1180, 1981.
14. FAO/WHO. *Energy and Protein Requirements*. Geneva, WHO, 1973. (WHO Technical Report Series No. 522).
15. Bressani, R. La importancia del maíz en la nutrición humana en América Latina y otros países. En: *Mejoramiento Nutricional del Maíz*. R. Bressani, J. E. Braham y M. Béhar (Eds.). Guatemala, INCAP, 1972, p. 5-30.

SUPLEMENTO DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum*). I. ELABORACION DE LAS HARINAS Y SUS PROPIEDADES PARA PANIFICACION

Fernando E. Figuerola R.,¹ *Ana María Estévez A.*² y *Elena Castillo V.*³

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad de Chile
Santiago, Chile

RESUMEN

Se estudió la posibilidad de agregar harina de garbanzo, sustituyendo parte de la harina de trigo, en la elaboración de pan esponjoso, con el objeto de aumentar su valor proteínico. Se obtuvo harina de garbanzo de 70^o/o de extracción, con una granulometría semejante a la de la harina comercial de trigo (150 μ). Se trabajó con harina de trigo blando de 74 y 78^o/o de extracción y con niveles de 5, 10 y 15^o/o de harina de garbanzo. Cada harina y las mezclas se analizaron para determinar su contenido de proteínas, cenizas, fibras, grasas y maltosa, así como sedimentación, farinograma y panificación. La adición de harina de garbanzo aumentó el contenido de proteínas, fibras, cenizas y grasas de las mezclas, no llegando a afectar la calidad aún en los niveles de 15^o/o de sustitución.

Se observó, asimismo, un aumento en el contenido de maltosa, en el valor W y en el volumen específico del pan, obteniéndose panes de buena calidad sin que hubiese necesidad de usar agentes mejoradores para reforzar la masa.

INTRODUCCION

El trigo es el cereal de importancia primordial para el mundo occidental, pero en muchas ocasiones su disponibilidad no es suficiente debido

Manuscrito modificado recibido: 6-3-87.

- ¹ Profesor Asociado de la Cátedra de Operaciones Unitarias, y Cátedra de Tecnología de Productos Vegetales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.
- ² Profesor Asociado de la Cátedra de Tecnología de Cereales, y Cátedra de Tecnología de Azúcares de la misma Facultad.
- ³ Técnico Industrial en Alimentos, Encargada de Laboratorio.

principalmente a los altos consumos mundiales, a problemas de distribución y a los grandes volúmenes que se pierden por deficiencia en el manejo de post-cosecha (1, 2). En Chile, aun cuando la producción ha mostrado una tendencia a aumentar, es necesario importar anualmente cantidades cercanas a las 800,000 toneladas (3).

Desde hace algunos años se está trabajando a nivel mundial, en disminuir la dependencia de la alimentación del consumo de trigo, y en mejorar la calidad nutricional de los productos derivados del mismo. Se ha estudiado así, el reemplazo de parte de la harina de trigo por harinas de otras especies vegetales en la elaboración de pan, pastas y galletas sin producir alteraciones serias en su calidad (4-9).

Las leguminosas de grano son muy importantes para los países en desarrollo. Entre ellas se destaca el garbanzo (*Cicer arietinum*) por su contenido y calidad de proteínas, su digestibilidad y su bajo contenido de compuestos tóxicos (10-13). En nuestro país, la producción de garbanzos es de alrededor de 8,000 T y generalmente se cultiva en zonas marginales de secano con suelos de mala calidad y sin otras alternativas de cultivo (14).

En diversos lugares, se ha estudiado la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de garbanzo en la elaboración de productos horneados no esponjosos de consumo local (15-19).

El presente trabajo tuvo por objeto, primero, estudiar la obtención de harina de garbanzo de buenas características físicas y químicas a partir de granos de bajo calibre y, segundo, determinar la posibilidad de usarla en reemplazo parcial de la harina de trigo en la elaboración de pan esponjoso, de valor nutritivo superior.

MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con 80 kg de trigo blanco y con 40 kg de garbanzos de tamaño pequeño.

Harina de Trigo

El trigo se acondicionó a 14^o/o de humedad y luego se molió en un molino experimental Buhler MLU 201 neumático. La molienda se efectuó a dos diferentes grados de extracción, 74^o/o y 78^o/o, para disponer de una harina de uso común en el país y de una mayor refinación. Para la molienda de harina de 78^o/o de extracción, en la quebradura se usaron aberturas de 5.0 y 3.5, y en la reducción de 3.0 y 2.0; en el caso de la harina de 74^o/o de extracción, se trabajó, en la quebradura, con 6.6 y 4.0 y en la reducción, con 3.6 y 2.0, respectivamente.

Harina de Garbanzo

El garbanzo se premolió en un molino Wiley No. 2 a + 20 mallas Tyler. El producto obtenido tuvo de 90 a 92^o/o de trozos + 20 y 7.5 a 8.5^o/o de harinilla -20, con gran proporción de testa suelta. Esta mezcla se molió en un molino de laboratorio Buhler MLU 201 de cangilones, con aberturas de 12 y 11 en la quebradura, y de 5.0 y 5.5 en la reducción.

Se obtuvo un rendimiento de 60.90/o sobre base de grano entero, lo que está dentro de lo señalado para leguminosas, en la literatura (20). La harina obtenida acusó una granulometría semejante a la de la harina de trigo (menor a 150 μ) y color amarillo pálido.

Preparación de las Mezclas

Las harinas de trigo y garbanzo se unieron en una mezcladora universal Hobart L 800 por 30 min, usando proporciones de 5, 10 y 150/o de harina de garbanzo. Luego, las mezclas se envasaron al vacío en tarros de hojalata.

Análisis de las Muestras

Las harinas y las mezclas realizadas fueron analizadas para determinar su calidad, según se detalla seguidamente.

— *Análisis proximal* — Este se llevó a cabo según los métodos de la AOAC (21) en cuanto a grasas, fibra cruda, humedad, cenizas y proteínas. Para la cuantificación de la proteína se usó el factor 5.75 para la harina de trigo, 6.25 para la harina de garbanzo, y valores ponderados para las mezclas.

— *Índice de maltosa* — Se determinó según el método de Blish y Sandstedt (21), y la *sedimentación* por el método de Zeleny (22).

— *Propiedades físicas de la masa* — En un farinógrafo Brabender se estimó absorción de agua, desarrollo y estabilidad de la masa, resistencia, ablandamiento y valor W.

— *Ensayo de panificación* — Se realizó una panificación experimental con las harinas de trigo y con las mezclas según el procedimiento de la American Association of Cereal Chemists (AACC) (22), usándose 2.50/o de leche descremada, 20/o de levaduras, 20/o de sal y 300/o de agua. Los panes se hornearon a 227°C por 25 min. Seguidamente, en los panes fríos se midió peso, volumen, espesor de la miga y la corteza, y se evaluó su textura, color de miga y color de corteza.

— *Análisis estadístico* — El análisis se hizo aplicando un diseño de aleatorización completa con estructura 2 x 3 factorial, estableciendo las diferencias entre tratamientos mediante contrastes ortogonales. Se usó un programa Minitab II en el Centro de Computación de la Universidad de Chile (IBM 376/45).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Proximal

Los resultados obtenidos en el análisis proximal se presentan en la Tabla 1.

La harina de garbanzo, según se aprecia, tuvo un alto contenido de proteínas, lo que está de acuerdo con los valores informados en la literatura (24, 25). La adición de harina de garbanzo a la harina de trigo aumentó el contenido proteínico de las mezclas, especialmente al emplear harina de trigo de 780/o de extracción y 150/o de harina de garbanzo, lo

TABLA 1

ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS HARINAS Y SUS MEZCLAS
(g/100 g de materia seca)

	Proteína	Materia grasa	Fibra cruda	Cenizas
Harina 74 ^o /o	14.9 ± 0.45* ^c	2.1 ± 0.36 ^d	0.1 ± 0.22 ^e	0.5 ± 0.42 ^c
Harina 78 ^o /o	16.0 ± 0.49 ^c	1.8 ± 0.43 ^d	0.3 ± 0.36 ^d	0.8 ± 0.13 ^c
<i>Mezclas</i>				
H74/5 ^o /o G.	15.5 ± 0.62 ^c	3.2 ± 0.58 ^c	0.3 ± 0.15 ^d	0.8 ± 0.22 ^c
H74/10 ^o /o G.	15.1 ± 0.48 ^c	4.3 ± 0.75 ^b	0.3 ± 0.47 ^d	0.8 ± 0.31 ^c
H74/15 ^o /o G.	17.3 ± 0.85 ^c	5.4 ± 0.28 ^c	0.4 ± 0.52 ^c	1.2 ± 0.29 ^b
H78/5 ^o /o G.	15.8 ± 0.26 ^c	1.8 ± 0.56 ^d	0.4 ± 0.61 ^c	1.2 ± 0.23 ^b
H78/10 ^o /o G.	18.6 ± 0.29 ^b	2.6 ± 0.42 ^d	0.5 ± 0.32 ^b	1.4 ± 0.38 ^b
H78/15 ^o /o G.	19.6 ± 0.72 ^b	5.6 ± 0.62 ^b	0.5 ± 0.48 ^b	1.8 ± 0.41 ^b
Garbanzo	22.3 ± 0.31 ^a	7.7 ± 0.33 ^a	0.6 ± 0.53 ^a	3.2 ± 0.26 ^a

* Desviación estándar.

Las letras distintas, en la misma columna, indican diferencias a nivel de $P \leq 0.01$.
Rango Múltiple de Duncan (23).

que concuerda con las observaciones de otros autores (17-19). Al agregar 5^o/o de harina de garbanzo, el contenido proteínico de las harinas de trigo originales apenas mejoró, sin lograr —en el caso de mezclas de harina de trigo de 74^o/o de extracción y 5 y 10^o/o de harina de garbanzo— superar a la harina de trigo de 78^o/o de extracción.

Como era de esperar, la harina de garbanzo acusó un alto contenido de cenizas, ya que en las leguminosas de grano los minerales se encuentran distribuidos en todo el grano y, por lo tanto, este contenido no puede usarse en ellas como un índice de eficiencia de molienda (26). De conformidad con lo observado por Youssef, Salam y Abdel-Rahmann (18), se constató cierta tendencia del contenido de cenizas a aumentar, al elevarse el nivel de harina de garbanzo en las mezclas.

El nivel de materias grasas de las harinas estuvo de acuerdo con lo observado por otros autores (17, 18, 24), y en las mezclas siguió un comportamiento semejante al que mostró el contenido de cenizas.

El contenido de fibra de la harina de garbanzo fue mucho menor que lo señalado por otros autores (17, 18, 24), probablemente debido a que el rendimiento obtenido en este estudio fue un tanto menor. Por este motivo, la adición de harina de garbanzo significó un leve incremento en el contenido de fibra de las mezclas.

Sedimentación y Maltosa

Según revelan los datos en la Tabla 2, el nivel de maltosa liberado por

TABLA 2

PRODUCCION DE MALTOSA Y VALORES DE SEDIMENTACION
DE LAS HARINAS Y SUS MEZCLAS

	Maltosa (mg/10 g harina)	Sedimentación (cc)
Harina 74 ^o /o	294.0 ± 1.31 ^{*a}	29.2 ± 0.81 ^a
Harina 78 ^o /o	295.4 ± 1.92 ^a	33.0 ± 0.72 ^a
<i>Mezclas</i>		
H74/5 ^o /o G.	294.8 ± 1.54 ^a	27.0 ± 0.33 ^b
H74/10 ^o /o G.	295.2 ± 1.56 ^a	26.0 ± 0.61 ^b
H74/15 ^o /o G.	300.2 ± 1.81 ^b	24.0 ± 0.53 ^b
H78/5 ^o /o G.	305.2 ± 1.78 ^b	31.0 ± 0.48 ^a
H78/10 ^o /o G.	300.0 ± 1.12 ^b	30.0 ± 0.32 ^a
H78/15 ^o /o G.	307.0 ± 2.01 ^b	28.0 ± 0.61 ^a
Garbanzo	296.0 ± 1.83 ^a	

* Desviación estándar.

Las letras distintas en la misma columna, indican diferencias a nivel de $P \leq 0.01$. Rango Múltiple de Duncan (23).

las mezclas de harina de un 78^o/o de extracción, fue mayor que las harinas de trigo solas con todos los grados de adición de harina de garbanzo, fenómeno que se produjo igualmente en el caso del agregado de 15^o/o de harina de garbanzo a la harina de trigo de 74^o/o de extracción. Los resultados se ajustan a lo esperado, a causa del mayor contenido de mono y disacáridos del garbanzo, y están dentro de los valores normales de harinas para panificación (27, 28).

Los valores de sedimentación acusaron un descenso respecto de los que poseían las harinas de trigo, siendo mayor en las mezclas con harinas de menor extracción y en los niveles más altos de adición de harina de garbanzo. A pesar de ello, en ningún caso se llegó a cifras inadecuadas para la panificación.

Propiedades Físicas de la Masa

Las características farinográficas de las mezclas variaron levemente con respecto a las de las harinas de trigo usadas como control, según lo muestra la Tabla 3. La absorción de agua, la estabilidad y la resistencia fueron semejantes en todos los niveles de adición de harina de garbanzo. El tiempo de desarrollo tendió a aumentar con los mayores niveles de harina de garbanzo, pero los valores no difirieron de los de las harinas de trigo respectivas. El ablandamiento llegó a niveles menores a medida que la harina de garbanzo se aumentaba, especialmente en las mezclas realizadas con harina de trigo de 78^o/o de extracción y harina

TABLA 3
PROPIEDADES FISICAS DE LA MASA

	Absorción ($^{\circ}/o$)	Desarrollo (seg)	Estabilidad (seg)	Resistencia (seg)	Ablandamiento (U. B.)	W
Harina 74 $^{\circ}/o$	66.1 \pm 0.91 ^{*a}	138.0 \pm 1.21 ^b	26.0 \pm 0.62 ^a	164.0 \pm 1.12 ^a	200.0 \pm 1.10 ^a	31.6 \pm 0.83 ^b
Harina 78 $^{\circ}/o$	68.8 \pm 1.02 ^a	160.0 \pm 1.32 ^a	30.0 \pm 0.46 ^a	190.0 \pm 1.21 ^a	186.0 \pm 1.15 ^a	37.2 \pm 0.95 ^a
<i>Mezclas</i>						
H ₇₄ /5 $^{\circ}/o$ G.	63.0 \pm 1.10 ^a	132.0 \pm 1.02 ^b	33.0 \pm 0.35 ^a	168.0 \pm 1.05 ^a	172.0 \pm 0.52 ^a	33.0 \pm 0.45 ^b
H ₇₄ /10 $^{\circ}/o$ G.	62.9 \pm 0.92 ^a	137.0 \pm 1.15 ^b	25.0 \pm 0.18 ^a	162.0 \pm 1.08 ^a	145.0 \pm 0.48 ^a	36.6 \pm 0.98 ^a
H ₇₄ /15 $^{\circ}/o$ G.	62.4 \pm 0.85 ^a	148.0 \pm 1.08 ^b	30.0 \pm 0.85 ^a	178.0 \pm 1.10 ^a	138.0 \pm 0.71 ^b	39.0 \pm 0.73 ^a
H ₇₈ /5 $^{\circ}/o$ G.	68.1 \pm 0.42 ^a	136.6 \pm 0.99 ^b	35.8 \pm 0.39 ^a	195.0 \pm 0.96 ^a	144.0 \pm 0.92 ^b	39.6 \pm 0.49 ^a
H ₇₈ /10 $^{\circ}/o$ G.	66.5 \pm 0.79 ^a	154.8 \pm 1.31 ^a	30.4 \pm 0.92 ^a	194.0 \pm 1.15 ^a	130.0 \pm 1.11 ^b	41.2 \pm 0.92 ^a
H ₇₈ /15 $^{\circ}/o$ G.	66.1 \pm 1.12 ^a	172.0 \pm 1.25 ^a	28.4 \pm 0.53 ^a	200.0 \pm 0.93 ^a	128.0 \pm 1.31 ^b	41.4 \pm 0.87 ^a

* Desviación estándar.

Las letras distintas en la misma columna, indican diferencias a nivel de $P \leq 0.01$.

Rango Múltiple de Duncan (23).

de trigo de 74^o/o de extracción con 15^o/o de harina de garbanzo. Finalmente, la cifra W —que corresponde a una integración de las propiedades farinográficas de una masa— presentó un claro aumento con el incremento en la harina de garbanzo. Ello estaría indicando que globalmente las propiedades físicas de las masas elaboradas con las mezclas estudiadas, aún sin el uso de mejoradores, tienden a mejorar con la adición de harina de garbanzo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Shehata y Fryer (15), por Youssef, Salam y Abdel-Rahman, y por Finney, Bequin y Hubbard (29).

Ensayo de Panificación

Tal como se observa en la Tabla 4, la absorción de agua tendió a disminuir al aumentar los niveles de harina de garbanzo en la masa, pero no tuvo un efecto significativo sobre el peso de los panes elaborados, lo cual concuerda con lo obtenido por Youssef, Salam y Abdel-Rahman (19). El volumen de los panes acusó cierta disminución al aumentar el agregado de harina de garbanzo, lo que se tradujo en panes de mayor densidad, resultados semejantes a los informados por Tripatni y Date (16). Esta reducción de volumen puede deberse a un debilitamiento del glúten que no le permite resistir el estiramiento provocado por la fermentación. Como consecuencia de lo expuesto, se produjo un menor espesor de la miga de los panes y cortezas más gruesas.

TABLA 4

CARACTERISTICAS DE PANIFICACION DE LAS HARINAS Y DE LAS MEZCLAS

	Absorción (^o /o)	Peso (g)	Volumen (ml)	Espesor miga (cm)	Valor específico (ml/g)
Harina 74 ^o /o	64.9 ^a	150.96 ^a	650 ^a	6.94 ^a	4.31 ^a
Harina 78 ^o /o	69.5 ^b	150.12 ^a	594 ^b	6.26 ^a	3.96 ^b
<i>Mezclas</i>					
H ₇₄ /5 ^o /o G.	62.2 ^a	147.60 ^a	634 ^a	6.70 ^a	4.30 ^a
H ₇₄ /10 ^o /o G.	62.0 ^a	146.58 ^a	601 ^b	6.02 ^b	4.10 ^b
H ₇₄ /15 ^o /o G.	61.5 ^a	148.32 ^a	604 ^b	5.76 ^b	4.07 ^b
H ₇₈ /5 ^o /o G.	69.5 ^b	152.80 ^a	616 ^b	6.18 ^a	4.03 ^b
H ₇₈ /10 ^o /o G.	64.0 ^a	149.48 ^a	576 ^b	5.58 ^b	3.85 ^b
H ₇₈ /15 ^o /o G.	64.0 ^a	151.42 ^a	577 ^b	5.32 ^b	3.81 ^b

Las letras distintas en la misma columna, indican diferencias a nivel de $P \leq 0.01$. Rango Múltiple de Duncan (23).

En la Tabla 5 se puede apreciar que el color de la miga se fue deteriorando, tomando un leve tono amarillo al agregar harina de garbanzo a la masa. En el color de la corteza se observó una tonalidad más oscura

TABLA 5
CARACTERISTICAS VISUALES DE LOS PANES
 (Puntos: Escala 0-20)

	Color miga	Color corteza	Textura
Harina 74 ^o /o	15.0 ^a	20.0 ^a	14.1 ^a
Harina 78 ^o /o	9.1 ^b	16.2 ^a	9.3 ^b
<i>Mezclas</i>			
H ₇₄ /5 ^o /o G.	14.3 ^a	18.4 ^a	14.3 ^a
H ₇₄ /10 ^o /o G.	9.0 ^b	13.0 ^a	9.5 ^b
H ₇₄ /15 ^o /o G.	5.1 ^b	8.2 ^b	7.2 ^b
H ₇₈ /5 ^o /o G.	8.8 ^b	15.5 ^a	9.4 ^b
H ₇₈ /10 ^o /o G.	9.2 ^b	13.1 ^a	9.2 ^b
H ₇₈ /15 ^o /o G.	7.1 ^b	6.4 ^b	8.4 ^b

Las letras distintas en la misma columna indican diferencias a nivel de $P \leq 0.01$.
 Rango. Múltiple de Duncan (23).

en los niveles más altos de adición de harina de garbanzo, debido probablemente a la mayor disponibilidad de azúcares. También se apreció una textura inferior en los panes elaborados con altos niveles de harina de garbanzo producida por la mayor debilidad de las masas logradas, lo que se podría evitar adecuando levemente el proceso de panificación. La calidad de los panes obtenidos fue buena, y concuerda con lo obtenido por Hallab, Khatchadourian y Jabr (17) y por Youssef, Salam y Abdel-Rahman (18).

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se llegó a las conclusiones siguientes:

1. Es factible obtener harina de garbanzo de buena granulometría y bajo contenido de fibras.
2. La adición de harina de garbanzo a la harina de trigo aumenta el contenido de proteínas, cenizas, fibras, materia grasa y maltosa libre.
3. Las mezclas muestran menores niveles de sedimentación que las harinas de trigo, pero se mantienen dentro de los valores normales para panificación.
4. Las masas elaboradas con harinas mezcladas no acusan alteraciones en las propiedades físicas, excepto el ablandamiento que, en nuestro estudio, fue mayor en niveles altos de complementación. El valor W se mejora hasta en los niveles altos de adición.
5. Durante la panificación se suscita una leve disminución en el volumen de los panes y un aumento en el grosor de la corteza a medida que el nivel de adición de harina de garbanzo se eleva.

6. Se produce un deterioro en el color de la miga, color de la corteza y textura al agregar 15^o/o de harina de garbanzo.
7. La adición de hasta 10^o/o de harina de garbanzo a la harina de trigo permite la elaboración de un pan esponjoso de buena calidad, aún sin necesidad de usar agentes mejoradores.

SUMMARY

SUPPLEMENTATION OF WHEAT FLOUR WITH CHICK-PEA FLOUR. I. PREPARATION OF FLOURS AND THEIR BREAD-MAKING PROPERTIES

The feasibility of adding chick-pea flour substituting part of wheat flour in yeast-leavened bread-making in order to increase the protein value, was studied. A 70^o/o extraction chick-pea flour of commercial granulometry (150 μ) was prepared. Wheat flours of 74^o/o and 78^o/o extraction were then blended with 5^o/o, 10^o/o and 15^o/o of chick-pea flour. Every flour and blend were subsequently analyzed to determine protein, ash, fiber, fat and maltose content, as well as sedimentation, farinogram and bread-making. Addition of chick-pea flour increased protein, fiber, ash and fat content in the blends, not causing a severe effect on quality, even at the 15^o/o level of substitution. Blends showed an increase in maltose content, W value and bread specific volume. Furthermore, breads prepared were of good quality even without the use of maturing agents.

BIBLIOGRAFIA

1. Frigerio, N. **La Noción de Seguridad Alimentaria y la Dimensión Mundial del Problema Alimentario.** Seminario Internacional sobre Seguridad Alimentaria en América Latina. Instituto de Estudios Internacionales - Universidad de Chile. Noviembre de 1985.
2. National Academy of Sciences. **Pérdidas de Post-Cosecha de Alimentos en Países en Desarrollo.** Gonzalo Roa (Trad.). Vicoso, M. G., Brasil, Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem, 1982, 213 p.
3. Valdés, M. **El Desarrollo Alimentario y su Relación Internacional.** Seminario Internacional sobre Seguridad Alimentaria en América Latina. Instituto de Estudios Internacionales - Universidad de Chile, noviembre de 1985.
4. Reynoso, R. & A. Bacigalupo. Investigaciones tecnológicas y nutricionales sobre el uso de la papa en la producción de pan. **Anales Científicos**, X (3-4): 194-198, 1972.
5. Hussein, L., G. N. Gabriel & S. R. Morcos. Nutritional values of mixtures of baladi-bread and broad-bean. **J. Sci. Food Agric.**, 25: 1433-1440, 1974.
6. Chastain, M. F., S. S. Jia-Shion & I. J. Cooper. Coconut bread as a mean of improving protein nutrition. **J. Food Sci.**, 40: 1014-1017, 1975.
7. Harden, M. L. & S. P. Vand. Protein quality and supplementary value of cottonseed flour. **J. Food Sci.**, 40: 75-78, 1975.
8. Repetsky, J. A. & B. P. Klein. Partial replacement of wheat flour with yellow field-pea flour in white bread. **J. Food Sci.**, 47(1): 326-327, 329, 1982.
9. Ballester, D., I. Zacarías, E. García & E. Yáñez. Baking studies and nutritional value of bread supplemented with full-fat sweet lupine flour (*L. albus* cv. Multolupa). **J. Food Sci.**, 49: 14-16, 27, 1985.

10. Bressani, R. Legumes in human diet and how they can be improved. In: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding**. Protein Advisory Group of the United Nation System, 1973.
11. Pak, N. & J. Barja. Composición química, contenido de tóxicos, calidad y valor proteico de semillas de arvejas, garbanzos y lentejas cultivadas en Chile. **Ciencia e Investigación Agraria**, 1(2): 105-111, 1974.
12. Rockland, L. B. & M. R. Thomas. Legume protein quality. **Food Technol.**, 35(3): 79-82, 1981.
13. Aykroyd, W. R. & J. Doghty. **Las Leguminosas en la Nutrición Humana**. Roma, Organización para la Agricultura y la Alimentación, 1982, 136 p. (Estudio FAO: Alimentación y Nutrición 20).
14. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile. Manejo y cultivo de garbanzo. **Boletín Divulgatorio** 16, 1983, 21 p.
15. Shehata, N. A. & N. A. Fryer. Effect on protein quality supplementing wheat flour with chick-pea flour. **Cereal Chem.**, 47: 663-670, 1970.
16. Tripatni, B. D. & W. B. Date. Partial substitution of wheat flour by other flour for bread preparation. I. Use of pulse flour. **Indian Food Packer**, 29(3): 66-69, 1975.
17. Hallab, A.B., H.A. Khatchadourian & I. Jabr. The nutritive value and organoleptic properties of white arabic bread supplemented with soybean and chick-pea. **Cereal Chem.**, 51(1): 106-112, 1974.
18. Youssef, S.A.M., A. Salem & A.N.Y. Abdel-Rahman. Supplementation of bread with soybean and chick-pea flour. **J. Food Technol.**, 11(6): 599-605, 1976.
19. Ikramue, N.Y. & M.S. Chandury. Supplementation of Roti and Nan with Gram (Chick-pea) flour. **Pakistan J. Scientific and Industrial Research**, 19(2): 66-70, 1976.
20. Watson, I. W., T. Y. Mc Ewen & W. Bushur. Note on dry milling of faba beans. **Cereal Chem.**, 52: 272-273, 1975.
21. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980, 1018, p.
22. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the AACC**. 7th ed. St. Paul, Minn., The Association, 1962.
23. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. **Métodos Estadísticos**. 6a. ed. Santiago, Chile, Ed. CECSA, 1971, 703 p.
24. Fleming, S. E. A study of relationships between flatus potential and carbohydrate distribution in legume seed. **J. Food Sci.**, 46: 794-798, 1981.
25. Elkowicz, K. & F. W. Sosulski. Antinutritive factors and starch fractions. **J. Food Sci.**, 47: 1301-1304, 1982.
26. D'Appolonia, B. L. Rheological properties and baking studies of legume-wheat flour blends. **Cereal Chem.**, 54(1): 53-63, 1977.
27. Bennion, E. B. **Fabricación de Pan**. M. González Alonso (Trad.). Zaragoza, España, Editorial Acirbia, 1970, 404 p.
28. Matz, S. **Bakery, Technology and Engineering**. Westport, Conn., The Avi Publishing Co., Inc., 1972, 680 p.
29. Finney, P. L., D. Bequin & J. D. Hubbard. Effect of germination on bread-baking properties of mung bean (*Phaseolus aureus*) and garbanzo bean (*Cicer arietinum*). **Cereal Chem.**, 59(6): 520-524, 1982.

TRATAMIENTO DE LA PAJA DE TRIGO CON UREA, HIDROXIDO DE CALCIO, O SULFATO DE AMONIO

Manuel Núñez Muñoz¹ y Ma. Esther Ortega Cerrilla¹

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

RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento con la finalidad de evaluar la efectividad de la urea, sulfato de amonio o hidróxido de calcio en el mejoramiento del valor nutritivo de la paja de trigo para la alimentación de rumiantes.

La paja se sometió a tratamiento con tres soluciones que contenían 50/o de urea-500/o H₂O (5U); 20/o de urea-20/o CaOH - 500/o H₂O (2U) o con sulfato de amonio, 20/o CaOH - 500/o H₂O (5S), ensilándose luego la paja tratada con cada solución, por triplicado, en bolsas de polietileno (5 kg/bolsa) durante 30 días a temperatura ambiente (15-22°C) a excepción de la paja sin tratar, que se usó como testigo (T).

Posteriormente se hicieron las siguientes determinaciones en las pajas sujetas a los tres tratamientos: pH, humedad, proteína cruda, N amoniacal, cenizas, paredes celulares, hemicelulosa, celulosa, lignina, sílice, energía bruta y digestibilidad *in vitro* de la materia seca. El valor de pH de 5U fue mayor ($P < 0.01$) que el de 2U y 5S, y el porcentaje de humedad aumentó en todas las pajas tratadas, en comparación con la testigo. Tanto el contenido de proteína cruda como el de nitrógeno amoniacal fue mayor en las pajas tratadas con 5U (14.66; 1.060/o), 2U (5.41; 750/o), 5S (9.54; 940/o), en comparación con T (2.63; 500/o). Asimismo, el porcentaje de cenizas con 5U, 2U y 5S, aumentó significativamente ($P < 0.01$) en relación con T y 5U. El contenido de paredes celulares disminuyó al tratar la paja con 5U, 2U y 5S, al igual que el de hemicelulosa, lignina y sílice, mientras que el de celulosa aumentó. Los valores de energía bruta fueron mayores en las pajas tratadas, y el porcentaje de digestibilidad de la materia seca fue mayor, aunque no en grado significativo ($P < 0.01$) en la paja tratada con 50/o de urea (45.03) que en 2U (42.43), 5S (34.82) y T (42.36).

Manuscrito modificado recibido: 16-1-87.

- 1 Miembros del Departamento de Nutrición Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga No. 15, Col. y Deleg. Tlalpan, 14,000 México D. F., México.

Se concluye que es factible mejorar el valor nutritivo de la paja tratada con urea, en particular con 50/o de urea - 500/o H₂O, que en nuestro ensayo rindió los valores más altos, y el tratamiento puede ser aún más efectivo si ésta es molida o picada previo a su ensilaje.

INTRODUCCION

Las pajas de trigo se producen en grandes cantidades, ya que representan un recurso que hasta ahora ha sido poco utilizado en la alimentación animal, debido en gran parte a su baja digestibilidad y bajo consumo.

Con el propósito de mejorar su digestibilidad, se han evaluado diferentes tratamientos químicos (1-4), obteniéndose los mejores resultados al emplear tratamientos a base de álcalis (5-7).

De estos tratamientos, aquéllos en que se utilizan compuestos nitrogenados como amoníaco o urea tienen la ventaja sobre los que emplean otros álcalis como NaOH, de aumentar tanto su digestibilidad como su contenido de nitrógeno (8). En algunas regiones, sin embargo, no es posible tratar las pajas con amoníaco, debido a que en ocasiones no es fácil conseguirlo, además de que su manejo puede resultar peligroso.

Desde hace algunos años se observó que la urea se puede descomponer en amoníaco, obteniendo resultados similares al tratar pajas con urea, a los logrados al usar amoníaco en forma directa (9). Esta se puede adquirir fácilmente, ya que es utilizada como fertilizante; por otro lado, su aplicación está exenta de riesgos.

De ahí que el objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios que ocurren en la composición química y digestibilidad de la paja de trigo, al tratarla con compuestos alcalinos fáciles de conseguir y aplicar, como son la urea, sulfato de amonio e hidróxido de calcio, en diferentes proporciones. Un segundo propósito era determinar si el agregado de tales compuestos mejoraba su calidad nutritiva para su utilización en raciones para rumiantes.

MATERIAL Y METODOS

La paja entera de trigo (*Triticum aestivum*), se trató con urea, hidróxido de calcio, sulfato de amonio y agua, en las siguientes proporciones, en base al peso de la paja: 1) Paja de trigo con 50/o de urea y 500/o de agua; 2) paja de trigo con 20/o de urea, 20/o de hidróxido de calcio y 500/o de agua, y 3) paja de trigo con 50/o de sulfato de amonio, 20/o de hidróxido de calcio y 500/o de agua.

Luego, estos tratamientos fueron comparados con paja de trigo sin la adición de ninguno de estos compuestos, la que se utilizó como testigo.

Las pajas tratadas con urea, hidróxido de calcio o sulfato de amonio, se ensilaron durante 30 días a temperatura ambiente (15-22°C), en bolsas de polietileno (5 kg/bolsa). Se hicieron tres repeticiones por cada tratamiento.

En todos los tratamientos, incluyendo la paja testigo, se determinó: pH, humedad, cenizas, proteína cruda, y nitrógeno amoniacal, según los métodos propuestos por la AOAC (10), y las fracciones de fibra (paredes

celulares, contenido celular, hemicelulosa, celulosa, lignina y sílice), por el procedimiento de Goering y Van Soest (11). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca por el método descrito por Tilley y Terry (12) y la energía bruta, por bomba calorimétrica (13).

Seguidamente, los resultados se analizaron estadísticamente por análisis de varianza, a fin de lograr una distribución completamente al azar, con diferente número de repeticiones por tratamiento. La prueba de Tukey se aplicó para medir su significancia estadística (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el ensilaje, la paja sufrió modificaciones en sus características físicas. Su color cambió de amarillo obscuro a café claro, y la textura se hizo más quebradiza (9). Ello se debe a una oxidación de los grupos fenólicos, o a la condensación de las fracciones aldehídicas del azúcar con bases nitrogenadas vía reacción de Maillard, lo que origina productos coloridos (5).

A pesar del alto contenido de humedad, en ninguna de las pajas tratadas con los álcalis se observó crecimiento de hongos o insectos (2, 9).

Los resultados de las determinaciones de pH, humedad, proteína cruda, nitrógeno amoniacal y cenizas se muestran en la Tabla 1. Según se observa, el contenido de nitrógeno amoniacal y proteína cruda aumentó significativamente ($P < 0.01$) en todas las pajas tratadas en relación a la testigo; los valores más altos se encontraron en la paja tratada con 5% de urea (1.06% nitrógeno amoniacal; 14.66% proteína cruda), siendo similar a lo ya notificado (2, 9, 15).

La cantidad de proteína cruda y nitrógeno amoniacal en las pajas tratadas con álcalis aumentó en forma proporcional al contenido de nitrógeno de cada tratamiento, coincidiendo con lo mencionado en otras investigaciones (15-17).

Cabe también señalar que el agua adicionada en los diferentes tratamientos, favoreció la fijación de nitrógeno en todas las pajas tratadas (17, 18).

El porcentaje de cenizas en la paja con 5% de urea disminuyó en un 10% (9, 19), mientras que en las sujetas a tratamientos con hidróxido de calcio, aumentó debido a la adición de este compuesto (20).

En el caso de los tratamientos que contenían 5% de urea, 2% de urea - 2% CaOH y 5% sulfato de amonio - 2% CaOH, los porcentajes de paredes celulares y contenido celular de las pajas mostraron diferencias significativas ($P < 0.01$) con respecto al grupo testigo. Los mejores resultados se obtuvieron en la paja tratada con 5% de urea, lo que corrobora lo observado en otros trabajos (18, 19, 21).

En lo que respecta a hemicelulosa y celulosa se encontraron diferencias entre las pajas tratadas y la testigo ($P < 0.01$), siendo similar a lo descrito (19-21). No obstante, la disminución de hemicelulosa no fue tan notoria como en otros estudios (22), observándose el menor porcentaje de hemicelulosa en el material tratado con 5% de urea.

El contenido de lignina en las pajas con álcalis disminuyó hasta en 15% respecto a la testigo, sin que hubiese diferencia entre ninguno de los grupos tratados, con resultados parecidos a los encontrados en otros

TABLA 1

COMPOSICION QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA PAJA DE TRIGO TRATADA CON UREA, HIDROXIDO DE CALCIO, O SULFATO DE AMONIO¹

	Paja testigo	5°/o urea	2°/o urea - 2°/o CaOH	5°/o sulfato de amonio 2°/o CaOH
pH	—	8.32 ^a	7.77 ^b	7.92 ^b
Humedad (°/o)	15.05 ^{a*}	44.63 ^b	44.64 ^b	44.43 ^b
Proteína cruda (°/o) (N x 6.25)	2.63 ^a	14.66 ^b	6.41 ^c	9.54 ^d
N amoniacal (°/o)	0.50 ^a	1.06 ^b	0.75 ^c	0.94 ^d
Cenizas (°/o)	10.05 ^a	9.36 ^b	11.36 ^c	11.69 ^d
Paredes celulares (°/o)	73.64 ^a	70.30 ^b	71.33 ^c	71.20 ^c
Contenido celular (°/o)	26.36 ^a	29.70 ^b	28.67 ^c	28.80 ^c
Hemicelulosa (°/o)	23.09 ^a	21.28 ^b	21.77 ^b	21.66 ^b
Celulosa (°/o)	34.32 ^a	36.95 ^b	37.45 ^c	37.29 ^c
Lignina (°/o)	10.16 ^a	8.70 ^b	8.88 ^b	8.79 ^b
Sílice (°/o)	4.95 ^a	3.36 ^b	3.43 ^c	3.43 ^c
Energía bruta (Kcal/g)	3.57 ^a	3.93 ^b	3.92 ^b	3.77 ^c
DIVMS ² (°/o)	42.36 ^a	45.03 ^a	42.43 ^a	34.82 ^a

1 Datos notificados en base seca.

2 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

* Las cifras con literales diferentes en la misma columna son diferentes (P < 0.01).

trabajos (2, 20, 21).

El sílice también disminuyó (P < 0.01) hasta en un 30°/o en las pajas tratadas, en relación a la paja testigo. El menor porcentaje se obtuvo en la que se trató con 5°/o de urea, debiéndose esta disminución a la solubilización del sílice por acción de los álcalis (20).

Se observó un aumento en el contenido de energía, siendo de 10°/o en la paja tratada con 5°/o de urea; 9.8°/o con 2°/o urea - 2°/o CaOH y 5.6°/o con 5°/o sulfato de amonio - 2°/o CaOH, debido posiblemente a la adición de los álcalis, ya que estos compuestos liberan energía (19, 23).

En cuanto a la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, ésta fue mayor, aunque no significativamente (P < 0.01) en la paja tratada con 5°/o de urea, en relación a que recibió el tratamiento de 2°/o urea - 2°/o hidróxido de calcio, 5°/o sulfato de amonio - 2°/o hidróxido de calcio, y la paja testigo. Es posible que la menor digestibilidad encontrada en relación a la que se ha observado en otros trabajos (5, 15), se deba a la presencia de grupos acetyl. Estos se forman por la esterificación de la hemicelulosa con ácido acético, lo que impide su digestión, y disminuye a la vez la digestibilidad de la paja (24).

En base a los resultados obtenidos en este estudio, es evidente que el mejor tratamiento fue el que contenía urea al nivel de 5°/o, ya que los parámetros de proteína cruda, nitrógeno amoniacal, contenido celular y celulosa, aumentaron considerablemente, disminuyendo los porcentajes

de cenizas, hemicelulosa, lignina y sílice. En vista de los hallazgos notificados, al tratar la paja de trigo con urea, es posible mejorar su valor nutritivo para usarse en la alimentación de rumiantes. Se recomienda el molerla o picarla previamente, a fin de que el efecto del tratamiento sea más efectivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de la Srita. Laura Sánchez en la preparación del manuscrito, así como la del Dr. Pedro Ochoa, en el análisis estadístico de los datos.

SUMMARY

UREA, CALCIUM HYDROXIDE OR AMMONIA SULPHATE TREATMENT OF WHEAT STRAW

An experiment was conducted to evaluate the effectiveness of urea, ammonia sulphate or calcium hydroxide, in improving the nutritive value of wheat straw for ruminant feeding.

Wheat straw was treated with each of three solutions (w/w) containing: 5^o/o urea - 50^o/o H₂O (5U); 2^o/o urea - 2^o/o CaOH - 50^o/o H₂O (2U), or 5^o/o ammonia sulphate - 2^o/o CaOH - 50^o/o H₂O (5S). The treated straw was then ensiled in triplicate in sealed polyethylene bags for 30 days at ambient temperature (15 - 22°C), except for the untreated straw, which was used as control (T).

All treatments were then subjected to the following determinations: pH, moisture, crude protein, ammonia N, ashes, cellular walls, hemicellulose, cellulose, lignin, silica, gross energy, and dry matter *in vitro* digestibility. The pH value of the 5U treatment was higher ($p < 0.01$) than that of 2U and 5S, and the moisture percentage increased in all treated straws, as compared to the control. Both crude protein and ammonia N contents were higher in the 5U treated straws (14.66; 0.6^o/o), 2U (6.41; 75^o/o), 5S (9.54; 94^o/o) in comparison with T (2.63; 50^o/o). The ash percentage increased significantly in 2U and 5S ($p < 0.01$) in relation to T and 5U, and the cellular wall content decreased in the 5U, 2U and 5S treated straws, as did cellulose. Gross energy values were higher in the treated straws, and the dry matter per cent digestibility was also higher, although not in a significant degree ($p < 0.01$) in the 5^o/o urea-treated straw (45.03) than in 2U (42.43), 5S (34.82), and T (42.36).

It is concluded that the nutritive value of wheat straw can be successfully upgraded by the urea treatment, mainly with 5^o/o urea - 50^o/o H₂O, which in our experiment rendered the highest values. It is worthwhile adding that urea will have a greater effect if straw is chopped or ground prior to ensiling.

BIBLIOGRAFIA

1. Klopstein, T. Chemical treatment of crop residues. *J. Anim. Sci.*, 46:841-848, 1978.
2. Sundstol, F. & E. Owen. *Straw and Other Fibrous By-products as Feed*. New York, N. Y., Elsevier Science Publishing Co. Inc., 1984, p. 196-273.

3. Horton, G.M.J. & G.M. Steacy. Effect of anhydrous ammonia treatment on intake and digestibility of cereal straw by steers. *J. Anim. Sci.*, **48**:1239-1249, 1979.
4. Rexen, F. Low-quality forages improve with alkali treatment. *Feedstuffs*, **51**: 33-34, 1979.
5. Oji, U.I., D.N. Mowat & J.E. Winch. Alkali treatments of corn stover to increase nutritive value. *J. Anim. Sci.*, **44**:798-802, 1977.
6. Moore, K.J., R.P. Lemenager, V.L. Lechtenberg, K.S. Hendrix & J.E. Risk. Digestion and utilization of ammoniated grass-legume silage. *J. Anim. Sci.*, **62**: 235-243, 1986.
7. Zorrilla Ríos, J., F.N. Owens, G.W. Horn & R.W. McNew. Effect of ammoniation wheat straw on performance and digestion kinetics in cattle. *J. Anim. Sci.*, **60**: 814-831, 1985.
8. Herrera-Saldaña, R., D.C. Church & R.O. Kellems. Effect of ammoniation treatment of wheat straw on *in vitro* and *in vivo* digestibility. *J. Anim. Sci.*, **56**:938-942, 1983.
9. Dolberg, P. & M. Saadullah. Almacenamiento de la paja tratada con urea. *Rev. Mundial Zootecnia*, **2**:37-41, 1981.
10. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed. Washington, D.C., The Association 1980, p. 133, 211, 220-547.
11. Goering, H. & P.J. Van Soest. *Forage Fiber Analysis*. Agricultural Research Science, USDA, 1970 (Agricultural Handbook No. 379).
12. Tilley, J. & R. Terry. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.*, **18**:104-111, 1963.
13. Bateman, J.V. *Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos*. México, D.F., Herrero Hno. Sucs, S.A., 1970, p. 269-281.
14. Steel, R. G.D. & J.H. Torrie. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd ed. New York, N.Y., McGraw Hill Kogokusha Ltd., 1980, p. 35.
15. Hadjipanayiotou, M. The effect of ammoniation using urea on the intake and nutritive value of chopped barley straw. *Grass and Forage Sci.*, **37**:89-93, 1982.
16. Jayasuriya, M.C.N. & H.G.D. Perera. Urea-ammonia treatment of rice straw to improve its nutritive value for ruminants. *Agricultural Wastes*, **4**:143-150, 1982.
17. Lesoing, G., T. Klopstein, I. Rush & J. Ward. Chemical treatment of wheat straw. *J. Anim. Sci.*, **49**:802, 808, 1979.
18. Solaiman, S.G., G.W. Horn & F.N. Owens. Ammonium hydroxide treatment of wheat straw. *J. Anim. Sci.*, **51**:263-269, 1981.
19. Ortega, M.E., L. Arellano, L. Madrigal & G. López. Efecto del tratamiento de paja de trigo con 5% de urea y tres niveles de humedad, sobre su composición química y digestibilidad. En: *Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México, 1984*. México, D.F., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y Universidad Nacional Autónoma de México, 1984, p. 49.
20. Jackson, M.G. Review article: The alkali treatment of straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **2**:105-130, 1977.
21. Ortega, M.E., A. Catalán & F. Pérez-Gil. Efecto de la adición de urea o sulfato de amonio sobre la composición química del rastrojo de maíz. En: *Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México, 1983*. México, D.F., Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y Universidad Nacional Autónoma de México, 1983, p. 688-691.
22. Sharma, S.D. *A Study of Roughagesilica Solubility*. M Sc. Thesis. G.B. Pant University, Pantnagar, India, 1974.

23. Lawlor, M.J. & J. O'Shea. The effect of ammoniation on the intake and nutritive value of straw. **Anim. Feed Sci. Technol.**, 4:169-175, 1979.
24. Morris, E.J. & J.S.D. Bacon. Digestion of acetyl groups and cell wall polysaccharides of grasses in the rumen. **Proc. Nutr. Soc.**, 35:94 A, 1976.

NUEVOS LIBROS

En esta oportunidad, incluimos reseñas de dos libros que versan sobre el mismo tema: la diabetes, una enfermedad que mantiene el interés de médicos y nutricionistas en general. Esperamos, sean del agrado de nuestros lectores.

Diabetes Mellitus - Informe de un Grupo de Estudio de la OMS. — Traducido por la Organización Panamericana de la Salud. Impreso en España. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1985, 125 p. ISBN 92 4 320727 X. (Serie de Informes Técnicos de la OMS No. 727).

Un Grupo de Estudio de la OMS sobre Diabetes Mellitus se reunió en Ginebra del 11 al 16 de febrero de 1985. La Reunión fue inaugurada por el Dr. Lu Rushan, Subdirector General de la OMS, en nombre del Director General.

Según es del conocimiento de los lectores, la diabetes aflige en todo el mundo a un gran número de personas de cualquier condición social. Esta enfermedad representa un problema personal y de salud pública de grandes proporciones, que sigue agudizándose pese a los interesantes adelantos de los últimos años en casi todos los campos de investigación y en la atención de los pacientes (v.g., mejor tratamiento, protección contra las complicaciones, fomento del autocuidado e, incluso, prevención primaria de algunas formas de diabetes).

Según reza la Introducción de este documento, el Grupo de Estudio se propuso principalmente analizar los adelantos logrados en el conocimiento y tratamiento de la diabetes, buscar la forma de aplicar los nuevos conocimientos científicos y técnicos sobre diabetes en beneficio de los que la padecen, y actualizar el segundo informe del Comité de Expertos de la OMS en Diabetes Sacarina, publicado en 1980.

Es erróneo creer que la diabetes es una sola enfermedad con una causa única. Las investigaciones epidemiológicas, clínicas y experimentales han revelado varios mecanismos causales. En estudios recientes se han subrayado los contrastes de la enfermedad entre las distintas comunidades y aun dentro de cada una de ellas, heterogeneidad que se explica en una sección del Informe que nos ocupa, que trata de la diabetes relacionada con la malnutrición. Esta clase de diabetes, que ocurre de ordinario en las comunidades pobres de las zonas tropicales de los países en desarrollo, afecta a gran número de jóvenes y causa un estado crónico de mala salud y muerte prematura. Se ha comprobado que esta variante surge en un ambiente de malnutrición proteínica y está desencadenada por toxinas de la dieta y otras de origen pancreático. Por lo tanto, su prevención debe ser posible. Por otro lado, la "epidemia" de diabetes entre los habitantes de algunas islas del Pacífico guarda una estrecha relación con los cambios en el estilo de vida, particularmente en los hábitos nutricionales, la frecuencia

de la obesidad y la reducción de actividad física. La prevención de este tipo de diabetes exige que se den eficaces consejos sobre nutrición a poblaciones enteras.

Su prevención es todavía un asunto del futuro, y hasta entonces, decenas de millones de personas seguirán sufriendo esta enfermedad. Es preciso esforzarse al máximo por curar a tantas personas como sea posible, o en su defecto, por aliviar las incapacidades resultantes y evitar una muerte prematura, a fin de que el diabético pueda desempeñar una función productiva y satisfactoria de la sociedad. El grado de prioridad acordado a la búsqueda de soluciones depende del grado de desarrollo técnico y económico de cada una de las diferentes sociedades, pero en todas podrían tomarse algunas medidas inmediatas. Un requisito indispensable es la provisión de medios para diagnosticar la enfermedad, lo que está estrechamente relacionado con el empleo de los conocimientos y aptitudes necesarios para su tratamiento y supervisión. La instrucción apropiada sobre la forma de usar los nuevos métodos de diagnóstico puede integrarse en los programas existentes o en el desarrollo de lucha contra las enfermedades de la comunidad. En ese caso, se debe instar al paciente a que desempeñe un papel central en el diagnóstico y control de la enfermedad, aun cuando la gran mayoría de diabéticos no disponen de esos servicios básicos. Un grupo de especialistas puede proponer estrategias y programas de diagnóstico y atención, pero su aplicación práctica es un asunto que compete a los gobiernos nacionales y a las instituciones de salud.

En síntesis, la finalidad de este informe es revisar la información existente sobre los problemas de la diabetes, y definir programas de acción que se puedan emprender *inmediatamente, empleando de manera fructífera los recursos humanos existentes* y sus aptitudes.

Para mayores detalles en cuanto a esta importante publicación se sugiere a los que así lo deseen, dirigirse a las Oficinas Centrales de OMS en la siguiente dirección: Organización Mundial de la Salud, 1211 Ginebra 27, Suiza.

Avances en Diabetes y Nutrición. — Adolfo Zavala. Buenos Aires, Argentina, Editorial Celcius, S.A., 1987, 347 p. Español. ISBN 950-9018-45-7.

Esta obra, como bien dice el Dr. Zavala en su prólogo, está destinada al médico internista y a los auxiliares de la medicina, buscando con ello tratar de acercarlos los conocimientos actuales sobre los problemas de nutrición y diabetes.

Por lo tanto, se comentan los últimos adelantos y experiencias en las diversas áreas y cuál debe ser, a partir de los mismos, el manejo de los pacientes con dichas patologías. Para cumplir este objetivo, el autor se ha empeñado en reunir las más importantes anotaciones e investigaciones.

La orientación está destinada a lograr un manejo clínico-diagnóstico y terapéutico actual. Se ilustran así las exposiciones con esquemas y con experiencias personales, así como con casos clínicos que evidencian los diagramas de manejo.

Los temas han sido elegidos de acuerdo con las áreas de evidente interés para el médico internista, donde existan controversias, nuevos avances o cambios de conducta clínico-diagnóstica o terapéutica. La elección de los diversos temas se ha realizado

luego del diálogo con colegas en los cursos que el autor ha efectuado, especialmente en el interior de su país, Argentina.

En resumidas cuentas, el autor se propone brindar estos estudios y experiencias para el logro de un mejor entendimiento de la especialidad y del manejo de los pacientes.

En la preparación de su obra, ha contado con la valiosa colaboración de 16 colegas con amplia experiencia. El primero de ellos, su maestro, Dr. Félix E. Puchulú (h), una de las tres personas a quien el Dr. Zavala dedica su obra.

Esta consta de 15 capítulos, los que versan sobre los siguientes tópicos: La etiopatogenia de la diabetes y su clasificación. Métodos de exploración del metabolismo de los hidratos de carbono; proteínas glicosiladas: Criterios de control y objetivos del tratamiento de la diabetes - manejo de la diabetes insulino dependiente. Bases fisiopatológicas para la dietoterapia de la diabetes. Inmunosupresión en el tratamiento de la diabetes insulino dependiente. Insulinoterapia. Sistemas de infusión de insulina. Utilización del ejercicio físico en el tratamiento de la diabetes en la obesidad. Diagnóstico y manejo de las alteraciones de miembros inferiores en el diabético. Bases fisiopatológicas para la dietoterapia de la obesidad. Diagnóstico y manejo de las dislipoproteinemias. Bases fisiopatológicas para la dietoterapia de la arterioesclerosis. Bases fisiopatológicas para la dietoterapia de la hipertensión arterial. Finalmente, Principios generales de alimentación enteral y parenteral.

Los lectores interesados en adquirir esta obra deben dirigirse a la Editorial Celcius, S.A., en Dean Funes 472/476 Buenos Aires, Argentina.

OTRAS PUBLICACIONES

El ABC de la Nutrición. Qué comer, cuánto y por qué. — Arturo López Gil. Buenos Aires, Argentina, Editorial Celcius, S.A. I.J. Vallory, 1986, 242 p. ISBN 950-9018-41-4.

Este libro, cuya cubierta la ilustran cuatro figuras representativas de un detalle de friso egipcio: Trueque de alimentos, “Vieja friendo huevos” de Diego Velásquez, “Los comedores de papas” de Vincent Van Gogh y “El desayuno” de Fernando Léger, está dedicado a la memoria del maestro del autor, Profesor Dr. Pedro Escudero (1877-1963), preclaro instituidor de la ciencia de la nutrición humana.

Se inicia con un breve prólogo de pensamientos del Prof. Pedro B. Landabure, un Prefacio - en pos de la comida, y la introducción que se intitula ¿El hombre es lo que come?

Consta de siete capítulos: I. Un Millón de Años de Comida. II. La Conducta Alimentaria y sus Por qué. III. El Enigma de los Alimentos y su Revelación. IV. La Ronda de los Nutrimientos. V. El Código de la Alimentación y sus Mandamientos. VI. El Estado de la Nutrición: Analícelo Usted Mismo. VII. La Prolongación de la Vida y la Alimentación. Incluye un Epílogo sobre “Ciencia y Experiencia al Servicio de la Nutrición”, y un Apéndice que constituye una guía del régimen normal de alimentación.

Los pormenores referentes a la adquisición de este bonito volumen pueden inquirirse de Editorial Celcius S.A. - J.J. Vallory, en Dean Funes 472/76, 1214 - Buenos Aires, Argentina.

Food and Culture among Bolivian Aymara - Symbolic Expressions of Social Relations. — Mick Johnsson. Uppsala, Sweden. Distribuido por Almqvist & Wiksell International, 1986, 188 p. Inglés (Uppsala Studies in Cultural Anthropology 7). - Precio: AWK. 123.00 (P.O. Box 638), S. - 101 28, Stokholm, Sweden. ISBN 91-554-1962-3, ISSN 0348-5099.

Esta disertación relaciona los hábitos alimentarios de los indios Aymara en los Andes Bolivianos, a su estructura social. Se analizan y comparan las relaciones en el seno familiar y entre las familias y grupos locales de los medios rural y urbano. Se hace una comparación entre los patrones y valores históricos de las relaciones sociales y las relaciones que hoy día privan a nivel familiar y a nivel de la comunidad con respecto a diversos aspectos de la cultura alimentaria.

La estructura social de los Aymara se caracteriza por sus relaciones no jerárquicas, un alto grado de flexibilidad, y ausencia de linderos sociales *dentro* del grupo familiar. Por otro lado, los Aymara tienden a trazar fronteras alrededor de *pequeños* grupos de carácter local.

Los conceptos analíticos utilizados para organizar los datos etnográficos son tres: *independencia, igualdad y reciprocidad*. Estos son los valores medulares que dominan los juicios de las relaciones sociales de los Aymara. Contienen valores cognoscitivos básicos que se expresan en normas sociales, códigos lingüísticos en particular, y están institucionalizados en roles sociales intercambiables, un liderazgo rotativo, y relaciones permanentes y recíprocas.

Los alimentos son un medio de comunicación en todas las relaciones citadas, y en el establecimiento de valores inherentes a los tres conceptos medulares. Los mismos mensajes rigen las diferentes etapas de producción, preservación, distribución, preparación y consumo de los alimentos: éstos y las comidas se usan para expresar cohesión de grupo, mantenimiento de linderos y cruce de fronteras, igualdad y competencia, dependencia e interdependencia, inclusión y exclusión.

Las características de las relaciones sociales tradicionales dentro del seno familiar y de los grupos locales también aplica a la esfera de alimentos. Esos límites se reflejan en los platos que conforman la comida, en el bajo grado de separación entre los ingredientes de una comida, y en la preparación y porciones de la comida. En las comidas que se sirven en las fiestas se registra e interpreta un alto grado de complicación.

El libro se divide en siete capítulos principales, como sigue: I "Meollo Central y Estructura." II. "Costumbres Alimentarias de los Aymara - una Relación Etnográfica." III. "Independencia - Identidad y Mantenimiento de Linderos de los Aymara." IV. Igualdad - La Falta de Fronteras Internas." V. "Reciprocidad - Una Estrategia en las Relaciones Sociales de los Aymara." VI "La Fiesta de San Miguel, en Taypi." Por último, VII. "El Lenguaje de los Alimentos. Resumen, y Discusión Final."

Incluye además, cuatro apéndices: A. Nociones del Valor Nutritivo de la Dieta del Altiplano. B. Lugares, Personas y Relaciones. C. Alfabeto Fonético Aymara, y D. Glosario. Finalmente, Referencias.

Las personas interesadas en adquirir un ejemplar de esta interesante Tesis, pueden solicitarla de la Firma Editora Almqvist & Wiksell International, en la dirección que se indica en el encabezamiento de esta reseña.

NOTAS

**8th INTERNATIONAL CEREAL AND BREAD CONGRESS
CEREALS 88
30 May to 2 June 1988
Lausanne, Switzerland**

El Congreso se llevará a cabo en el lugar y fechas señalados, bajo el patrocinio de la International Association for Cereal Science and Technology (ICC), cuyo lema es: Cereales - Nutrición básica para todos.

Este evento proporcionará una excelente oportunidad a científicos, tecnólogos y otros especialistas en economía de granos y pan, para un mayor acercamiento y un intercambio positivo de juicios y pensamientos.

Durante el término de cinco días, especialistas altamente calificados expondrán los desarrollos más recientes y resultados que se ha logrado en el campo de la ciencia y tecnología de cereales. Las conferencias y presentaciones se expondrán en tres sesiones paralelas, y seguidamente habrá exhibiciones, excursiones, y una exhibición técnica. Se dispondrá de traducción simultánea para aquellas personas que diserten en alemán, inglés, francés o ruso.

Previo al Congreso tendrán lugar las sesiones anuales del Comité Técnico y del Consejo Ejecutivo, así como el desarrollo de un simposio sobre sorgo y mijo. Además, durante el Congreso en sí, se llevará a cabo la Asamblea General de la ICC y un Seminario por parte de los miembros suizos, el cual versará sobre protección de existencias.

El programa científico cubrirá los siguientes tópicos de importancia: Nuevos métodos de fitomejoramiento; técnicas de cultivo; otros cereales; germinación; almacenamiento; protección de existencias; intercambio mundial de cereales; molienda; horneado; Durum y pasta; extrusión; nutrición; la computación en la ciencia de los cereales; análisis; biotecnología, y uso industrial de cereales.

Los interesados en asistir pueden recabar la información necesaria de: Tourist Office and Convention Bureau, P.O. Box. 248, CH-1000 Lausanne 6, Switzerland.

**PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO DE MICROBIOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**Primer Simposio Argentino de Conservación de Alimentos
30 de noviembre a 4 de diciembre de 1987
Buenos Aires, Argentina**

Organizado por la División de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos de la Aso-

ciación Argentina de Microbiología, este Congreso tendrá como sede, juntamente con el Simposio y la Exposición que contempla el programa de actividades, el Centro Cultural General San Martín, en Sarmiento 1551, Buenos Aires.

Los temas principales de este evento serán: Microbiología de aguas; enterotoxinas; microbiología industrial; regulación y control; enfermedades transmitidas por alimentos; enseñanza de la microbiología aplicada; educación sanitaria, micotoxinas; botulismo; biotecnología aplicada a la industria alimentaria; microbiología de productos lácteos, y de carnes; conservación de frutas y hortalizas —aspectos microbiológicos; cultivos iniciadores; manipulación genética— su aplicación en alimentos; plantas procesadoras de pollos —aspectos microbiológicos; transferencia de tecnología a la industria alimentaria; estado actual y perspectivas de la investigación en microbiología de alimentos en Argentina.

Los temas principales del Simposio, asimismo, serán los siguientes: Mecanismos de acción de los procesos de conservación de alimentos; avance en el uso de aditivos antimicrobianos en la conservación de alimentos; conservación de alimentos mediante técnicas combinadas; avances recientes en la prevención del desarrollo de hongos y producción de micotoxinas en granos almacenados.

La Comisión Organizadora, cuyo presidente actual es el Dr. Alfredo A. Moro, se encuentra gestionando la participación de destacados especialistas extranjeros, habiéndose confirmado ya la presencia de los Dres. G. Gould, de Inglaterra, y del Dr. F. F. Busta, de Estados Unidos de América.

La exposición se desarrollará simultáneamente con el Congreso y el Simposio, y contará con la participación de instituciones oficiales y privadas, nacionales e internacionales; fabricantes, distribuidores, comerciantes y prestarios de servicios relacionados con los temas del acontecimiento.

El idioma oficial del evento será el español, y las presentaciones programadas en otras lenguas, se traducirán al mismo.

A los interesados en participar, se les sugiere comunicarse directamente con la Secretaría de la Asociación Argentina de Microbiología en Bulnes 44 - Planta Baja "B" - (1176) Buenos Aires, Argentina.



TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 36

TRIMESTRE OCTUBRE-DICIEMBRE

NUMERO 4

JEFE SERVICIO EDITORIAL: MICHAEL SNARSKIS

ASISTENTE EDITORIAL: FLOR ARAYA S.

CONTENIDO

	Página
<i>Efectos de diferentes dosis y frecuencia de fertilización foliar en frijol (Phaseolus vulgaris) (en español)</i> , F. Diaz	415
<i>Efecto de cuatro métodos de labranza sobre el desarrollo de la enfermedad causada por Kabatiella zeaes y el rendimiento en maíz (en inglés)</i> , C.M. Churchilla	427
<i>Retención de fosfatos en Andepts de Costa Rica. I. Relaciones entre la retención de fosfatos, el pH en NaP y el aluminio activo (en español)</i> , J. Canessa, J. Sancho, A. Alvarado	431
<i>Respuesta del arroz de secano a la fertilización nitrogenada y al riego suplementario aplicado como una variable continua (en inglés)</i> , I. M. Jullerston, R.H. Stutler	439
<i>Evaluación de algunos materiales de soporte para inoculantes bacterianos (en español)</i> , N. Mora de González, A. de Yunga, M. Gómez, R. González	447
<i>Fertilización de un pastizal natural halófito en la depresión del Río Salado: efecto sobre la materia seca, la composición botánica y el valor nutritivo de la hierba (en inglés)</i> , H.D. Ginco, M.R. Collantes, O.H. Casco	453
<i>La diversidad específica de pastizales patagónicos subandinos sometidos a pastoreo (en español)</i> , J.M. Facelli, R.J. León	461
<i>Algunos efectos causados por el herbicida flacifop-butil sobre la fisiología del zarate Johnson (Sorghum halpense (L.) Pers.) (en inglés)</i> , M.F. Magallanes, G. Orta, M. Rojas-Garcidueñas	469
<i>Modelos de raíces en ergo-ma atronato en ricotomas (en español)</i> , S. Kutavadi, F.T. Townley-Smith	473
<i>Efectos de la aplicación de ácido y agua caliente como pretratamiento y del tapado de la semilla en la germinación de las semillas en especies forestales del trópico húmedo (en inglés)</i> , N.C. Garwood	479
<i>Potasio en Andepts de Costa Rica. III. Restricción de formas disponibles (en español)</i> , E. Molina, F. Betsch, A. Cordero	485
<i>Germoplasma de palmas aceiteras procedentes de Tanzania (en inglés)</i> , D.L. Richardson, C. Chávez	493
<i>Producción de la asociación maíz-frijol según población, fertilización nitrogenada y momento de siembra (en español)</i> , B. Añez, F. Tavita	499
<i>Crecimiento, supervivencia y daño causado por el barrenador de las melancas en plantaciones de caña en el bosque de Taquillo, Puerto Rico (en inglés)</i> , P.L. Weaver, G.P. Bauer	509
<i>Deficiencias nutricionales del papayo (Carya papaya L.) en la selva central del Perú (en español)</i> , H. Villachica, K. Raven	523
<i>Cultivo in vitro de Saccharum officinarum L. II. Efecto de la especialización sobre la rediferenciación (en español)</i> , G. Carrillo-Castañeda, M. Vargas, M. Vargas-Villanueva	533
<i>Comparación entre algunos métodos para estimar el área foliar en aráceas comestibles (en español)</i> , J.A. Soto, R.A. Moreno, J.A. Arce	541
<i>Comunicaciones</i>	549
<i>El efecto de la competencia de las malezas sobre el crecimiento y el contenido de nutrientes en plántulas de palma aceitera (en inglés)</i> , G. O. Irenuten	549
<i>El pH y la acidez de tomates cultivados por proceso doméstico (en inglés)</i> , S.S. Pérez, H.O. Quaranta, J.L. Paccini	553
<i>Variabilidad de clones de yuca en relación con la fertilidad y aspectos morfológicos (en portugués)</i> , N.M.A. Nassar, D. Cristóbal	555
<i>El impacto de Myracrodon tomentosus en Costa Rica (en español)</i> , L. B. Ford	559
<i>Estimación preliminar de la susceptibilidad del pepino (Ractris gasipaes H.B.K.) de la colección Panama del CATIE (en español)</i> , G. Gutierrez, C. Astorga, Ch.R. Clement	561
<i>Revistas de libros</i>	425, 460, 468, 484, 566
<i>Notas y comentarios</i>	492, 508, 522, 532, 540, 548, 570

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 Americana de Soya (Oficina para América del Sur Caracas, Venezuela)

Compañía Distribuidora Guatemalteca Shell (Guatemala, Guatemala)

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

Gerber Products Company (GERBER) (Freemont, Michigan, USA)

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)

Wyeth International Limited (Philadelphia, Pa., EUA)

Monsanto Guatemala, Inc. (Guatemala, Guatemala)

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 o/o 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

A partir del primer número de la Revista para 1986 (Volumen 36), las separatas o sobretiros de los trabajos serán provistos libres de cargo, siempre que los autores cubran debidamente el costo de la publicación en sus respectivos artículos. Dichas separatas se proporcionarán al primer autor en un total de 25.

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 \$12.00 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. Sergio Valiente – Presidente
Dr. Jaime Ariza – Vicepresidente
Srta. Betty Avila – Secretaria
Dr. Eduardo Atalah – Tesorero
Dr. Alfredo Lam-Sánchez – Presidente saliente – Vocal
Dr. Cecilio Morón – Vocal
Dr. Héctor Bourges – Vocal
Dr. Luis Fajardo – Vocal
Dr. José Dutra de Oliveira – Vocal
Dra. Wilma Freire – Vocal
Dr. Sunney D. Alexis – Vocal
Dr. Jean-Pierre Habicht – Vocal
(Consejo Directivo 1986-1988)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1988

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA)
Universidad de Chile
Casilla de Correos 15138
Santiago 11, Chile

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. Ricardo Bressani
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 1986-1988

Dr. Héctor Araya	Lic. Luis García
Dra. Julia Araya	Lic. Carolina de Godínez
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Werner G. Jaffé
Lic. Adriana Blanco	Dr. Franco M. Lajolo
Dr. José Belizán	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Lic. Concha M. de Bosque	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Héctor Bourges	Dr. Leonardo Mata
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Josefina Morales
Dr. José Félix Chávez	Dra. Nelly Pak
Dra. Rebeca Carlota De Angelis	Dra. Martha Pabón de Roza
Dr. Hernán Delgado	Dr. Nelson de Souza
Dr. J. E. Dutra de Oliveira	Dr. Sergio Valiente
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Emilio Vargas
Ing. Arnoldo García	Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

JUNIO, 1987

No. 2

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	
ARTICULOS GENERALES	
Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry, and public health II. — <i>Merrill S. Read, Janice Bodner and Hassan Sayadi</i>	215
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Nutrición de zinc en adultos jóvenes chilenos. — <i>Vivien Gattás Zaror, Mauro Fisberg, Gladys Barrera Acevedo y Ricardo Uauy Dagach-Imbarack</i>	239
Nutritional anthropometry and dietary intake of children from the Las Cuevas region of the Dominican Republic. <i>Linda Bruce and Leslie Sue Lieberman</i>	250
Socioeconomic conditions, food habits and formulated food programs in the pueblos jóvenes of Lima, Peru. — <i>Marisela Benavides and Robert E. Rhoades</i>	259
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Effect of cocaine intake on the development of fatty liver in rats fed a low-protein diet. — <i>Roger Ramos-Aliaga and Maritza Placencia</i>	282
Rat serum proteins and nutritional quality of full-fat soy flour: Application of response surface methodology. — <i>Nohad Buassi</i>	295
Efecto de la hipervitaminosis A aguda sobre las concentraciones séricas de Na, K, Mg, Fe, Zn y Cu en ratas. — <i>O.M. Alarcón, J.L. Burguera y M. Burguera</i>	305
Rice and beans - Effect of mil, mineral, and vitamin A, on weight gain, food intake, and body protein retention. <i>R. C de Angelis, G.G. Giuli and R.N. Rogano</i>	312
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Papel de los polifenoles en el bajo valor nutritivo de la <i>Vicia faba</i> . — <i>M.R. Villanueva, J. A. Martínez y J. Larralde</i>	324
The use of hydrogenated fish oil to extend vegetable oil. — <i>L.J. Morales and L.J. Sueyoshi</i>	333
Efecto de los procesos tecnológicos y de la fortificación sobre el contenido de minerales y hierro disponible <i>in vitro</i> en mezclas vegetales. — <i>Margarita Armada de Romano y Carmela Adamo</i>	342
Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y su evaluación durante el almacenamiento. — <i>Luisa Rodríguez G. y Rafael A. Bello</i>	351
The chemical composition and protein quality of amaranth grain germ plasma in Guatemala. — <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elias, Jorge Mario González and Roberto Gómez-Brenes</i>	364
Suplemento de harina de trigo con harina de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>). I. Elaboración de las harinas y sus propiedades para panificación. — <i>Fernando E. Figuerola R., Ana María Estévez A. y Elena Castillo V.</i>	378
NUTRICION ANIMAL	
Tratamiento de la paja de trigo con urea, hidróxido de calcio, o sulfato de amonio. — <i>Manuel Núñez Muñoz y Ma. Esther Ortega Cerilla</i>	388
NUEVOS LIBROS	395
OTRAS PUBLICACIONES	398
NOTAS	400
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Vol. 36, No. 4, 1986.	402
INFORMACION PARA LOS AUTORES	404