

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición, principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de 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.

FE DE ERRATA

Se suplica a los lectores corregir,

1. En la Sección de Toxicología de ALAN (Vol. 34, No. 3, 1983), página 664, el nombre del primer autor del artículo "Etude de l'influence des pesticides..... microsomaux", lee Jacques Montié.

El nombre correcto es: Jacques Monié.

2. En la página 814 de ALAN (Vol. 34, No. 4, 1983), donde figura el artículo "Crecimiento celular de útero, placenta y fetos durante la restricción calórica materna crónica en ratas", favor agregar la nota al pie de la página, omitida involuntariamente por los autores, que lee: "Este estudio contó con el valioso apoyo financiero del Departamento de Desarrollo de la Investigación de la Universidad de Chile, a través de la Subvención No. 482-802".

Por equivocación, el número de la página de este segundo corrigendum fue mal citado por nosotros en el corrigendum anterior a este particular, habiéndose impreso: p. 884, en vez de la correcta, que es: 814.

Muchas gracias por su comprensión

ANUNCIO

CURSO INTERNACIONAL SOBRE VIGILANCIA ALIMENTARIA NUTRICIONAL (CIVAN 85)

El Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile —institución asociada a la Universidad de las Naciones Unidas— en colaboración con el Programa de Vigilancia Nutricional de la Universidad de Cornell, la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) y la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América (AID), dictará un Curso Internacional de Vigilancia Alimentaria Nutricional (CIVAN 85), de 10 semanas de duración, en Santiago de Chile, del 22 de mayo al 31 de julio de 1985.

El Curso —que contará además con la asistencia técnica de UNU, UNICEF y FAO— se impartirá, una parte en español, y la otra en inglés. Ajeno a ello, se proporcionarán los materiales y ayuda especial requerida en ambos idiomas.

El CIVAN 85 está orientado a profesionales latinoamericanos y del Caribe que deseen obtener conocimientos avanzados sobre vigilancia alimentaria nutricional, especialmente en el uso de información para planificar, monitorear y evaluar programas de alimentación y nutrición.

Los posibles participantes serán aquéllos con cargos a nivel de gobierno o de agencias de cooperación técnica, en particular, las personas que tienen responsabilidades analíticas o de planificación en relación a nutrición. El Curso también es útil para profesionales cuyas actividades sean las de entrenar a otros en este campo (Instituciones de enseñanza).

El contenido del Curso se ajustará a los intereses de los participantes, y consistirá en charlas, discusiones informales, análisis de datos y su interpretación. Para esto último, los participantes trabajarán con docentes del INTA y de Cornell en el análisis e interpretación de información nutricional de países en desarrollo.

Existe la posibilidad de que los participantes analicen ejemplos de información reciente de sus países.

Se les pedirá a los alumnos que compartan su experiencia para enfrentar los problemas nutricionales en presentaciones informales y discusiones. CIVAN 85 tendrá docentes del INTA, de la Universidad de Cornell, y profesores invitados. Se cubrirán los siguientes tópicos:

- Bases de Alimentación y Nutrición
- Principios de Vigilancia Alimentaria Nutricional

- Propósitos
- Organización y manejo de sistemas de vigilancia
- Necesidad de información, métodos de recolección y análisis
- Metodología para evaluar el estado nutricional (a nivel individual y en comunidades)
- Situación Alimentaria Nutricional de América Latina y El Caribe
- Análisis de las Políticas de Alimentación y Nutrición de América Latina y El Caribe
- Análisis de datos y utilización de la información
- Análisis de experiencias en vigilancia alimentaria nutricional en la Región
- Análisis de la experiencia chilena en vigilancia alimentaria nutricional
- Vigilancia nutricional para Manejo y Evaluación de Programas

Se usarán microcomputadores, pero a los participantes no se les exige experiencia en este campo.

El costo del Curso será de US\$2,500; los participantes necesitarán la suma adicional de US\$1,500 para costearse el per diem y gastos misceláneos, así como de una suma adicional para costo del pasaje.

Las instituciones patrocinantes disponen de un número limitado de becas para el Curso, por lo que se sugiere a los posibles participantes aplicar para estas becas antes del 30 de enero de 1985. La escogencia final de los candidatos será realizada por una Comisión de Selección del INTA.

Para detalles adicionales favor ponerse en contacto con el Dr. Sergio Valiente, enviándole el curriculum vitae del candidato a la siguiente dirección:

Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA)
Universidad de Chile
Casilla 15138
Santiago 11, Chile

Telex INTACHILE 340260 PBVTR CK
Teléfonos 221-5713 y 221-4548.

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIV

SEPTIEMBRE, 1984

No. 3

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	429
ARTICULOS GENERALES	
Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry and public health. — <i>Merrill S. Read</i>	433
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
Altos niveles de manganeso en la dieta de ratas (<i>Rattus norvegicus albinicus</i>). I. Efecto sobre la reproducción. — <i>Ramón Corella Vargas</i>	457
Developmental changes on protein turnover in growing rats fed on diets containing field beans (<i>Vicia faba</i> L.) as source of protein. — <i>J. A. Martínez and J. Larralde</i>	466
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Obtenção de frações protéicas a partir de tortas comerciais de gergelim (<i>Sesamum indicum</i>). — <i>Marisa J. Guerra, Werner G. Jaffé e Elba Sargronis</i>	477
Ação anti-nutricional das fito-hemaglutininas de <i>Phaseolus vulgaris</i> , L. — <i>Maria O. R. Figueroa, Jorge Mancini Filho e Franco M. Lajolo</i>	488
Utilización de la carne deshuesada de pescado en la elaboración de productos secos. — <i>R. A. Bello y G. Sierra</i>	500
Determinación de la digestibilidad proteínica <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> en cereales y leguminosas, crudos y cocidos. — <i>Miguel Hernández, Adolfo de la Vega y Angela Sotelo</i>	513

Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) en la alimentación humana. I. Antecedentes, potencial nutricional, y características de la planta y la semilla. — <i>J. A. Barreiro, O. Brito, P. Hevia, C. Pérez y M. Orozco</i>	523
Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) en la alimentación humana. II. Proceso de fabricación artesanal de chiga. — <i>J. A. Barreiro, O. Brito, P. Hevia, C. Pérez y M. Orozco</i>	531
NUTRICION ANIMAL	
Efecto de la adición de sorgo y melaza en la fermentación del calostro bovino. — <i>Ma. Esther Ortega Cerrilla, Araceli Aguilera Barreyro y Fernando Pérez-Gil Romo</i>	543
The use of blends of cassava flour and extruded full-fat soybeans in diets for broiler chickens. — <i>P. W. Waldroup, S. J. Ritchie, G. L. Reese and B. E. Ramsey</i>	550
NUTRICION HUMANA	
Niveles séricos de litio en pacientes con bocio endémico. — <i>D. M. Alarcón, J. L. Burguera, M. Burguera, Y. Franquiz y J. C. González</i>	564
Zinc y cobre plasmáticos en lactantes con desnutrición proteínico-energética. — <i>Mauro Fisberg, Carlos Castillo Durán, Juan I. Egaña y Ricardo Uauy Dagach</i>	568
NUEVOS LIBROS	579
NOTAS	581
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA: Volumen 33, No. 4, 1983 .	583
INFORMACION PARA LOS AUTORES	586

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIV

SEPTEMBER, 1984

No. 3

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	429
GENERAL ARTICLES	
Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry and public health. — <i>Merrill S. Read</i>	433
RESEARCH PAPERS	
NUTRITIONAL BIOCHEMISTRY	
High levels of manganese in the diets of rats (<i>Rattus norvegicus albinicus</i>). I. Effect on reproduction. — <i>Ramón Corella Vargas</i>	457
Developmental changes on protein turnover in growing rats fed on diets containing field beans (<i>Vicia faba</i> L.) as source of protein. — <i>J. A. Martínez and J. Larralde</i>	466
FOOD SCIENCE	
Obtention of protein fractions from commercial sesame seed cake (<i>Sesamun indicum</i>). — <i>Marisa J. Guerra, Werner G. Jaffé and Elba Sangronis</i>	477
Antinutritional effect of phytohemagglutinins of the varieties Jalo and Rico 23 of kidney beans (<i>Phaseolus vulgaris</i> , L.). — <i>Maria O. R. Figueroa, Jorge Mancini Filho and Franco M. Lajolo</i>	488
Utilization of deboned fish meat for preparing dry products. — <i>R. A. Bello and G. Sierra</i>	500
<i>In vitro</i> and <i>in vivo</i> protein digestibility determinations of raw and cooked cereals and legumes. — <i>Miguel Hernández, Adolfo de la Vega and Angela Sotelo</i>	513

Utilization of the chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) seed for human consumption. I. Antecedents, nutritional potential and characteristics of the plant and seed. — J. A. Barreiro, O. Brito, P. Hevia, C. Pérez and M. Orozco	523
Utilization of the chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) seed for human consumption. II. Manufacture of chiga by the traditional process. — J. A. Barreiro, O. Brito, P. Hevia, C. Pérez and M. Orozco	531
ANIMAL NUTRITION	
Effect of the addition of sorghum or molasses on fermentation of bovine colostrum. — Ma. Esther Ortega Cerrilla, Araceli Aguilera Barreyro and Fernando Pérez-Gil Romo.	543
The use of blends of cassava flour and extruded full-fat soybeans in diets for broiler chickens. — P. W. Waldroup, S. J. Ritchie, G. L. Reese and B. E. Ramsey	550
HUMAN NUTRITION	
Lithium levels in blood sera of patients with endemic goiter. — D. M. Alarcón, J. L. Burguera, M. Burguera, Y. Franquíz and J. C. González . .	564
Plasma zinc and copper in children with protein-energy malnutrition. — Mauro Fisberg, Carlos Castillo Durán, Juan I. Egaña and Ricardo Uauy Dagach	568
NEW BOOKS	579
NOTES	581
CONTENT OF THE JOURNAL TURRIALBA: Volume 33, No. 4, 1983 . .	583
INSTRUCTIONS TO AUTHORS	586

EDITORIAL

EL AGUA, ALGO MAS QUE UN NUTRIENTE

Una de las noticias más penosas y de profunda consternación en los últimos meses, ha sido la hambruna suscitada en la lejana Etiopía, a cuya causa gran número de niños, mujeres y hombres mueren diariamente.

Si bien puede que haya razones de orden político en el trasfondo del problema, evidentemente la causa principal es la carencia de alimentos inducida por la sequía que ha venido golpeando grandes regiones de Africa en general, y de Etiopía en particular. Es probable que en esas regiones existan las condiciones requeridas para la producción de alimentos, tales como energía solar, tierra, semilla y fertilizantes, herbicidas e insecticidas, y el propio deseo del hombre de producir sus alimentos. Ninguno de los factores citados, sin embargo, puede ayudar cuando no existe ese líquido inapreciable que llamamos agua, nutriente esencial para la iniciación de la vida y para el funcionamiento de todos los sistemas biológicos, tanto de la planta como del animal. A pesar de ello, poca atención se le da a este recurso en lugares donde el problema de disponibilidad de agua ha llegado a puntos extremos; lamentablemente, más bien existe cierta tendencia a gastarla, en la equivocada creencia de que siempre estará ahí, cuando se necesite.

La falta de agua se hace sentir más a menudo en áreas urbanas de las grandes ciudades, las que cada año aumentan más y más, a causa de la gran migración del campo. Lo mismo ha ocurrido en el caso de otros preciados recursos naturales, aunque por el momento ya se está prestando atención a los bosques, recurso muy asociado a la presencia de agua. La necesidad de obtener energía, la de construcción y la de otros usos más, ha venido causando la deforestación de grandes áreas, lo que, a su vez —además de la erosión— ha contribuido a la escasez de agua en determinadas regiones del mundo más que en otras.

Nuestra América Latina no es inmune al problema de la sequía, pues se ha sabido ya de situaciones de esa naturaleza en México, Brasil, y otros lugares y regiones. Año tras año se palpa casi el impacto que la falta de agua tiene en los sistemas de producción ganadera de carne y de leche dependientes del pasto, informándose de las grandes pérdidas de que el ganado es víctima, por pérdida de peso, o por muerte de los animales. A pesar de ello, no se han desarrollado o aplicado tecnologías orientadas a resolver la situación, ya sea para conservación del agua, o bien para producir y almacenar forraje, a fin de que pueda disponerse de él en la época seca.

Grandes sumas de dinero han sido invertidas en varios países en desarrollo desde 1950, destinándose a la instalación y uso de sistemas de riego, con lo que se persigue poder cubrir la demanda de alimentos, cada día mayor. Así, proyectos de gran envergadura e inversión se están introduciendo en Africa, India y otras regiones del mundo. La razón por la que se están tomando estas medidas es que la tasa de expansión de área cultivada ha disminuido en forma dramática desde 1960 y, lo que es peor, se espera que disminuya aún más. Se ha indicado que la expansión de áreas cultivadas llegará a representar menos del 25% del aumento que en la producción de alimentos se requerirá para satisfacer la demanda de alimentos prevista en lo que resta de este siglo. Por consiguiente, la diferencia o brecha entre la cantidad de alimentos requeridos y la cantidad disponible de los mismos, tendría que proceder de, o producirse en tierras dotadas de sistemas de irrigación efectivos y adecuados.

La importancia del agua en los sistemas de salud es un hecho más que reconocido, y su impacto en cuanto a mejorar la situación está bien documentado. El hombre, no obstante, continúa haciendo uso poco racional de este recurso. Y más grave aún, no está adoptando las medidas indicadas necesarias para siquiera sostener esta alarmante situación, y menos todavía, para mejorarla.

El carácter de esencialidad del agua en la nutrición es fácil de apreciar desde muchos puntos de vista. En primer lugar es un nutriente esencial. En segundo término —y como ya se indicó— es imperativo para la producción de alimentos. Su disponibilidad influye en el estancamiento y problemas estacionales que se enfrenta en la producción de alimentos, lo que, a su vez, puede influir en el estado nutricional del hombre, al igual que lo hace en el animal.

Elemento vital, el agua se requiere para mantener la viabilidad de la semilla durante su fase de almacenamiento. Asimismo, es necesaria durante el proceso de preparación de los alimentos y para mantener su aceptabilidad y calidad. Participa activamente en el proceso digestivo y metabólico y, en general, en el desarrollo y funcionalidad biológica de los tejidos del hombre y del animal. Desempeña un importantísimo papel en la regulación de la temperatura corporal. En fin, a todas luces es un nutriente del cual debe disponerse en todo momento, ya que no es uno que pueda almacenarse, como en el caso de otros nutrientes. Su papel en la eliminación de los productos metabólicos está más que documentado, y su calidad es un factor de suma importancia en la alimentación, y de no estar libre de bacterias, puede reducir la efectividad de una buena alimentación y nutrición.

Lo dicho en líneas anteriores es más que evidente y es muy posible que no se estime, precisamente, como tema que amerite un editorial. De vez en cuando, sin embargo, conviene reflexionar un tanto sobre asuntos que, por obvios, pasan desapercibidos, y que constituyen recursos esenciales para el hombre y su sobrevivencia.

Ricardo Bressani
Editor General

ARTICULOS GENERALES

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

*Merrill S. Read*³

Clinical Nutrition and Early Development Branch, CRMC
National Institute of Child Health and Human Development,
National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA

In recent years the office of the American Society for Clinical Nutrition (ASCN) and the members of the Committee on Education⁴ have been asked increasingly to recommend textbooks and other resources that could be used for teaching clinical nutrition, or which should be available to students or to clinicians in practice. We were aware that The Nutrition Foundation published an annotated bibliography (1) to meet this need a number of years ago but the citations were no longer current. The Chicago Nutrition Association also publishes an annotated reference list (2) that includes some of the material being requested from the ASCN office. Although the latter publication is updated periodically, it was not believed to be sufficiently comprehensive for the clinical nutrition community. Thus, the need for a more complete guide became apparent.

After careful consideration, the Committee decided that the most appropriate way to approach this problem would be to obtain information directly from those actively engaged in teaching nutrition. Two-hundred

Publicado originalmente en el *American Journal of Clinical Nutrition*, 38:775-794, 1983.

- 1 Supported by a grant from the American Society for Clinical Nutrition.
- 2 Address reprint requests to the Society at the following address: 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA.
- 3 Chief, Clinical Nutrition and Early Development Branch, CRMC, National Institute of Child Health and Human Development, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA.
- 4 Members of the Committee on Education are: MS Read, Chairman (NICHD); GJ Christakis (University of Miami), WJ Darby (Vanderbilt University); EB Feldman (Medical College of Georgia); DS McLaren (University of London); ME Shils (Memorial Sloan-Kettering Cancer Center).

The American Society for Clinical Nutrition does not endorse any commercial product or program.

three such individuals were identified as being actively engaged in teaching clinical nutrition or related basic sciences, or in continuing nutrition education. Through a questionnaire they were invited to submit the names of textbooks, reference resources, audiovisual aids, and other materials which they have found to be particularly useful in their teaching activities.

More than a third of those contacted responded by listing three to five citations for inclusion in the proposed guide. These citations were compiled into a list which was once again mailed to the 203 contacts. In this mailing they were asked to review all materials which had been submitted, indicating those that they recommended or did not recommend, and providing additional comments concerning content or appropriateness for different audiences. A total of 111 individuals contributed to the development of the compilation which follows.

The responses have been organized under eight headings:

- A Reference Resources
- B General Textbooks and Monographs
- C Specialized Textbooks and Monographs
- D Popular Texts Suitable for Teaching
- E Selected Publications from Industry
- F Teaching Modules and Audiovisuals
- G Annual Review Series
- H Recommended Journals and Periodicals
 - 1 Primary
 - 2 Secondary

The entries have been listed alphabetically under author or editor in each category. Columns have been provided to indicate whether the textbook or resource material is most suitable for the basic sciences, clinical teaching, or continuing education. In some cases, the recommendations varied widely concerning whether a book should or should not be used. Therefore, the table has been organized to indicate the number of participants who commented on each entry, with the numbers of respondents listed under columns for excellent, good, or do not recommend. In addition, a summary of the specific comments offered by the respondents is provided in the final column whenever possible. In this way users of this guide will know how well known and widely used a given resource may be, and what the strengths or weaknesses may be.

In general, we have omitted from the listing any reference material not cited by at least five respondents. It is recognized that this may omit some of the newer publications which have had less time to be evaluated and adopted. However, a revision of this list in the next few years will permit more recent materials to be included. An exception to this operating rule was applied to the audiovisual resources category. Here, we found that the resources were not widely known, are harder to locate, and are less likely to have been evaluated. Therefore, in order to be included under this category, material had to be recommended for use by only two or more respondents from different institutions, not including the author or compiler.

We decided also to omit all entries more than 6 years old (1976 or before) unless they were cited as unique in content, filled a special teaching

need, or were judged not yet out of date by the reviewers.

Those interested in books published before 1977, would do well to consult the Nutrition Foundation bibliography (1) mentioned earlier which may be found in many libraries. Many of these citations may have sections which remain current and useful as library reference resources.

The industry publications posed a special problem for reviewers, some of whom expressed basic skepticism of industry as a reliable resource. On the other hand, many of these materials provide focused specialty information not readily found or covered in other reference volumes or textbooks. We have attempted to be judicious in the selection of material included, drawing heavily from the comments and recommendations of users. We have omitted all industry-sponsored newsletters from this compilation even though several are widely used and recommended. Perhaps these might be included in future editions of this guide.

Finally we would like to note that emphasis has been placed on clinical nutrition. Many excellent books of a more general nature for teaching nutrition have been omitted. Some of these may be located through the Chicago Nutrition Association compilation (2).

BIBLIOGRAPHY

1. **Selected Nutrition Reference Texts for Physicians and Medical Students.** Washington, D.C.: Nutrition Foundation, 1976.
2. **Nutrition References and Book Reviews.** 5th ed. Chicago, Illinois: Chicago Nutrition Association, 1981.

**GUIDE OF RECOMMENDED
TEACHING MATERIALS**

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
A. Reference resources										
Anonymous	Nutrition References and Book Reviews	5th Edition 1981 \$8.00	Chicago Nutrition Association 8158 Kedzie Ave Chicago, IL 60652		X	X	6	11	—	Bibliographic compilation with annotations and reviews of nutrition publications. Updated about every 5 years.
Food and Nutrition Board	Recommended Dietary Allowances	9th Edition, 1980 \$8.00	National Academy of Sciences 2101 Constitution Ave NW Washington, DC 20418	X	X	X	42	14	—	Generally rated good to excellent, particularly when used in conjunction with USDA handbook #8.
US Dept Agriculture	Nutritive Value of American Foods—in Common Units (Handbook #456)	1975 Prices vary	US Government Printing Office Washington, DC 20402	X	X	X	31	19	—	Standard reference for those concerned with intake, analysis, and planning.
US Dept Agriculture	Composition of Foods: Handbook #8 A series	1976 Prices vary	US Government Printing Office Washington, DC 20402	X	X		28	16	1	A standard reference for those concerned with dietary intake, analysis, and meal planning. Some respondents reported it to be cumbersome to use.
AA Paul DA Southgate	McCance and Widdowson: The Composition of Foods	4th Edition 1978 \$72 Supplement \$36.50	Elsevier/North Holland Biomedical Press 52 Vanderbilt Avenue New York, NY 10017	X	X		11	12	1	Generally recognized as a standard reference, concise, and essential in any nutrition library.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
J Pennington HN Church	Bowes and Church's Food Values of Portions Commonly Used	13th Edition 1980 \$12.75	JB Lippincott Co E Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X	X	17	19	3	Generally described as well designed and convenient for those involved in meal planning and dietetics. Closely parallels content of USDA handbook #456.
B. General textbooks and monographs										
American Dietetic Association	Handbook of Clinical Dietetics	1981 \$25.00	Yale University Press 92A Yale Station New Haven, CT 06520		X	X	11	22	--	Easy to read handbook for diet planning and dietetics, very useful reference resource for clinical teaching and practice
R Alfin-Slater D Kritchevsky	Human Nutrition: A Clinical Treatise Vols 1 thru 4	1979 Vol 1 \$42.50 US \$51.00 Other Vol 2 \$39.50 US \$47.40 Other Vol 3A \$29.50 US 35.40 Other Vol 3B \$42.50 US \$51.00 Other Vol 4 \$39.50 US \$47.50 Other	Plenum Press 233 Spring Street New York, NY 10013	X	X	X	8	21	3	A very broad overview of the many diverse aspects of clinical nutrition; several reviewers stated that the multiple authorship of chapters leads to variable quality requiring selection of materials for teaching.

V Aronson B Fitzgerald	Guidebook for Nutrition Counselors	1980 \$19.50	Christopher Publishing 53 Billings Road North Quincy, MA 02170	X	X	2	4	—	A simplified approach to nutrition counseling of greatest value to dietitians, nutritionists and others in direct patient care.	
LA Barness YD Coble Jr DI MacDonald G Christakis	Nutrition and Medical Practice	1981 \$19.50 US \$21.50 Other	AVI Publishing Company 250 Post Road East PO Box 831 Westport, CT 06881	X			15	14	While generally recognized as a good textbook several reviewers noted difficulty with its organization for teaching purposes.	
GH Beaton JM Bengoa	Nutrition in Preventive Medicine—WHO Monograph Series #62	1976 \$42.75	WHO Publication Centre USA 49 Sheridan Avenue Albany, NY 12210	X		—	10	—	Although several sections of this volume need to be updated, the sections on epidemiology, planning and evaluation, and applied programs may be useful as reference or resource material for international nutrition.	
JF Brock SP Davidson R Passmore AS Truswell	Human Nutrition and Dietetics	7th Edition 1979 \$37.00	Longman, Inc. 19 W 44 Street New York, NY 10036	X	X		7	19	5	A generally well written text which is more oriented to basic science than clinical teaching.
M Chou D Harmon Jr	Critical Food Issues in the 1980s	1979 \$47.00 Hardcover \$ 9.95 Softcover	Pergamon Press Maxwell House Fairview Park Elmsford, NY 10523	X		—	3	1		
JJ Cunningham	Controversies in Clinical Nutrition	1980 \$15.95	George F Stickley Co 210 W Washington Square Philadelphia, PA 19106	X		7	16	2	Most useful for advanced students majoring in nutrition or those students with special interest in selected areas. Selected articles from the American Journal of Clinical Nutrition.	

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
RS Goodhart ME Shils	Modern Nutrition in Health and Disease	6th Edition 1980 \$47.50	Lea and Febiger 600 Washington Square Philadelphia, PA 19106	X	X	X	31	19	3	Recognized as "the standard text" as well as a major reference resource. Its breadth and completeness of coverage make it expensive for students.
SL Halpern	Quick Reference to Clinical Nutrition	1979 \$21.50	JB Lippincott Company E Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X		4	10	7	Opinions ranged from "outstanding" to "superficial"; several reviewers found that the format was difficult for students to use.
RE Hodges	Nutrition in Medical Practice	1980 \$24.50	WB Saunders Co W Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X		10	13	9	Opinions ranged from "excellent" to "disappointing" and described by some as narrow in focus and variable in quality of individual chapters.
SM Hunt JL Groff JM Holbrook	Nutrition: Principles and Clinical Practice	1980 \$29.95	John Wiley & Sons 605 Third Avenue New York, NY 10158	X	X	X	2	4	2	
LS Hurley	Developmental Nutrition	1980 \$15.95	Prentice-Hall, Inc Englewood Cliffs, NJ 07632	X	X	X	8	8	3	

MI Irwin	Nutritional Requirements of Man: A Conspectus of Research	1980 \$15.00	Nutrition Foundation 888 Seventeenth St NW Washington, DC 20006	X	X			13	13	—	Primarily a reference resource and survey of the literature most suitable for students with nutrition training and special interests. Articles from the Journal of Nutrition.
MV Krause KL Mahan	Food, Nutrition and Diet Therapy	6th Edition 1979 \$24.50	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X	X		5	16	2	A practical guide for undergraduates and those with special interest in dietetics and diet therapy.
AE Nizel	Nutrition in Preventive Dentistry	2nd Edition 1980 \$27.50	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X	X		5	10	2	
MB Overton BP Lukert	Clinical Nutrition: A Physiologic Approach	1977 \$16.50	Yearbook Medical Publishers 35 East Wacker Drive Chicago, IL 60601		X			—	5	3	Concise; brief. Presents useful approach to nutrition support for the hospitalized patient.
CM Pemberton CF Gastineau	Mayo Clinic Diet Manual	1981 \$16.95	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105		X	X		7	16	5	Good for clinical teaching and as a resource volume.
PM Randolph	Diet, Nutrition and Dentistry	1981 \$16.95 US \$21.25 Canada \$18.00 Other	CV Mosby Co 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63141		X	X		2	4	—	
FJ Stare M McWilliams	Living Nutrition	3rd Edition 1981 \$22.95	John Wiley & Sons 605 3rd Ave New York, NY 10158	X		X		6	10	3	
FJ Stare M McWilliams	Nutrition for Good Health	1982 \$13.95	George F. Stickley, Co 210 W Washington Square Philadelphia, PA 19106		X	X		6	8	3	

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
KB Taylor LE Anthony	Clinical Nutrition	1982 \$21.95	McGraw-Hill 1221 Avenue of Americas New York, NY 10020		X		4	2	—	Suggested as introductory textbook for student nurses.
V Thiel	Clinical Nutrition	2nd Edition 1980 \$14.95 US & Other \$18.75 Canada	CV Mosby Co 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63141		X		3	6	2	A general introductory text.
RL Weinsier CE Butterworth Jr	Handbook of Clinical Nutrition	1981 \$11.95 US \$15.00 Canada \$13.00 Other	CV Mosby Co 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63141		X	X	13	14	2	Described as "superb, concise." Good for 4th year students, house officers, and as reference for consultation; good coverage of social aspects of clinical nutrition.
DW Wilmore	Metabolic Management of the Critically Ill	1977 \$26.50	Plenum Press 233 Spring Street New York, NY 10013		X	X	10	15	—	Judged to be good to outstanding; described as a "scholarly review" for the advanced student or for self-teaching of clinicians; not suitable for beginning medical students.

M Winick	Nutrition in Health and Disease	1980 \$22.00	John Wiley & Sons 605 Third Avenue New York, NY 10158	X	X	8	16	5	
BS Worthington-Roberts	Contemporary Developments in Nutrition	2nd Edition 1981 \$23.95 US & Other \$30.00 Canada	CV Mosby Co 11830 Westline Industrial Dr St Louis, MO 63141	X	X	4	7	2	
C. Specialized textbooks and monographs									
American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition	Pediatric Nutrition Handbook	1st Edition 1979 \$15.00	American Academy of Pediatrics PO Box 1034 Evanston, IL 60204	X	X	13	15	—	Major coverage is infancy and childhood; needs updating in some areas.
HG Birch JD Gusow	Disadvantaged Children: Health, Nutrition and School Failure	1970 \$35.00	Grune and Stratton, Inc Medical Publishers c/o Academic Press 111 5th Avenue New York, NY 10003	X	X	2	5	6	A landmark publication primarily useful for its historical perspective.
G Bray	Obesity: Comparative Methods of Weight Control	1980 \$17.50	Technomic Publishing Co, Inc 265 West State Street Westport, CT 06881	X	X	2	2	—	
F Bronner J Coburn	Disorders of Mineral Metabolism Vol 1 thru 3	1981 Vol 1 \$65.00 Vol 2 \$67.00 Vol 3 \$68.50 Set \$170.50	Academic Press 111 Fifth Avenue New York, NY 10003	X	X	6	11	3	A comprehensive treatment of mineral metabolism primarily for advanced students, those with special interests, and clinical investigators.
FP Brooks	Gastrointestinal Physiology	2nd Edition 1978 \$24.95 Hardcover \$15.95 Softcover	Oxford Univ Press 200 Madison Ave New York, NY 10016	X		4	10	—	
P Collip	Childhood Obesity	2nd Edition 1980 \$31.50	John Wright-PSG Publishing Inc 545 Great Road PO Box 6 Littleton, MA 01460	X	X	1	3	—	

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
JE Fischer	Total Parenteral Nutrition	1976 \$32.50	Little, Brown & Co 200 West Street PO Box 902 Waltham, MA 02154		X		6	12	8	Becoming outdated but is still useful.
M Floch	Nutrition and Diet Therapy in Gastrointestinal Disease	1981 \$39.50 US \$47.50 Other	Plenum Press 233 Spring Street New York, NY 10013							
SJ Fomon	Infant Nutrition	1974 \$40.00	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X		18	12	3	A standard text which emphasizes normal nutrition and infant health; referred to by some reviewers as "classic" or "best single source"; generally recognized as needing revision and updating.
JS Garrow	Energy Balance and Obesity in Man	2nd Edition 1978 \$67.00	Elsevier-North Holland 52 Vanderbilt Ave New York, NY 10017		X	X	—	5	—	
JP Grant	Handbook of Total Parenteral Nutrition	1980 \$22.50	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X	X		15	2	Concise practical reference resource with less emphasis on underlying rationale, metabolism, and assessment.

RG Hansen AW Sorenson BW Wyse	Nutritional Quality Index of Foods	1979 \$35.00 US	AVI Publishing Company 250 Post Road East PO Box 831 Westport, CT 06881		X			1	10	2	Useful for composition tables and their applicability; limited usefulness for teaching medical students.
JN Hatchcock J Coon	Nutrition and Drug Interrelationships	1978 \$58.00	Academic Press 111 5th Ave New York, NY 10003		X			6	8	2	
GL Hill	Nutrition and the Surgical Patient	1981 \$30.00	Churchill Livingstone, Inc. 19 W 44th Street New York, NY 10036		X			2	3	2	Well organized; easy to use.
H Hubers CA Finch	Clinical Aspects of Iron Deficiency and Excess. Seminars in Hematology, Vol 19 (1)	1982 \$9.50 Single Copy	Grune & Stratton, Inc Medical Publishers c/o Academic Press 111 5th Ave New York, NY 10003	X	X	X		11	6	—	
RI Levy B Dennis N Ernst B Rifkind	Nutrition, Lipids and Coronary Heart Disease. A Global View (Nutrition in Health and Disease, Vol 1)	1978 \$57.00	Raven Press 1140 Avenue of Americas New York, NY 10036		X			3	11	1	Primarily useful as a reference, not as a textbook.
JL Mullen LD Crosby JL Rombeau	Surgical Nutrition: Surgical Clinics of North America	June 1981 \$12.50	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105		X			8	9	—	A practical, somewhat superficial overview.
AS Prasad	Trace Elements in Human Health and Disease—Vol 1 & 2	1976 \$66.00 Vol 1 \$72.00 Vol 2 \$112.00 Set	Academic Press 111 Fifth Ave New York, NY 10003	X	X			12	17	2	A comprehensive basic resource; not a text book for teaching.
MH Sleysenger LL Brandborg	Malabsorption Vol XIII in Series: Major Problems in Internal Medicine	1977 \$14.00	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105	X	X			7	9	4	Becoming out of date in fast moving area.

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
AJ Stunkard	Obesity	1980 \$32.50	WB Saunders Co West Washington Square Philadelphia, PA 19105		X	X	14	14	1	Generally recognized as the best single volume on obesity; includes extensive coverage of the behavioral and emotional aspects of obesity.
RM Suskind	Malnutrition and the Immune Response	1977 \$48.00	Raven Press 1140 Avenue of the Americas New York, NY 10036	X	X		1	9	4	
RM Suskind	Textbook of Pediatric Nutrition	1981 \$66.00	Raven Press 1140 Avenue of the Americas New York, NY 10036	X	X		9	16	3	
SR Tannebaum	Nutritional and Safety Aspects of Food Processing	1979 \$52.75 \$28.50 5 or more copies	Marcel Dekker, Inc 270 Madison Avenue New York, NY 10016	X	X		—	4	1	
EJ Underwood	Trace Elements in Human and Animal Nutrition	4th Edition 1977 \$71.50	Academic Press 111 5th Avenue New York, NY 10003	X	X		9	15	—	Emphasis is more on animal studies than clinical applicability.
BS Worthington- Roberts J Vermeersh SR Williams	Nutrition in Pregnancy and Lactation	2nd Edition 1981 \$13.95 US & Other \$17.50 Canada	CV Mosby Co 11830 Westline Industrial Drive St Louis, MO 63141		X	X	6	11	—	Primarily for introductory courses.

D. Popular texts suitable for teaching

Anonymous	Health Quackery	1980 \$7.50	Consumer Reports Books PO Box C—719 Brooklyn, NY 11205	X		X	7	16	—	
S Barrett	The New Health Robbers	1980 \$12.95	George F Stickley, Co 210 W Washington Square Philadelphia, PA 19106			X	6	16	2	Useful exposé of health quackery.
V Herbert	Nutrition Cultism	1981 \$12.95	George F Stickley, Co 210 W Washington Square Philadelphia, PA 19106	X	X	X	15	17	3	Comments ranged from "worth reading" and "very useful" to "biased" and "polemic"; this book examines food faddism from the health, commercial, legal, and political point of view.
V Herbert S Barrett	Vitamins and "Health" Foods: The Great American Hustle	1981 \$11.95	George F Stickley, Co 210 W Washington Square Philadelphia, PA 19106	X	X	X	15	17	3	Comments ranged from "worth reading" and "very useful" to "biased" and "polemic"; this book examines health foods from the nutritional, commercial, legal, and political point of view.
FJ Stare E Whelan	Eat Ok—Feel OK	2nd Edition 1979 \$9.75	The Christopher Publishing House 53 Billings Road North Quincy, MA 02170			X	5	12	4	
E. Selected publications from industry										
Anonymous	Fundamentals of Nutritional Support	\$2.50	Travenol Laboratories Deerfield, IL 60015		X	X	—	13	—	

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
GA Bray	Obesity: A Scope Publication	1982 \$2.00	The Upjohn Co 7000 Portage Road Kalamazoo, MI 49001	X	X	X	3	2	—	
CE Cataldo L Smith	Tube Feedings: Clinical Applications	1980 \$2.00	Ross Laboratories 2161 Dividend Drive Columbus, OH 43228		X	X	4	14	2	
M el Lozy MG Herrera MC Latham RB McGandy MB McCann FJ Stare	Nutrition: A Scope Publication	1980 \$7.00	The Upjohn Co 7000 Portage Road Kalamazoo, MI 49001	X	X	X	8	15	5	Helpful supplementary resource for medical students; good illustrative material. A slide collection is available to accompany this publication.
JD Gryboski C Hillemeir	Chronic Diarrhea in Children: A Scope Publication	1982 \$2.00	The Upjohn Co 7000 Portage Road Kalamazoo, MI 49001	X	X	X	4	—	2	
AP Letsou KM Ma CA Stollar WF Hain	A Guide to Nutritional Care	1981 No Charge	Mead Johnson Co Evansville, IN 44721		X	X	1	10	2	Brief, well organized guide of special value in the area of nutritional assessment. This guide is for use in conjunction with film entitled, "Guide to Nutritional Care."
F. Teaching modules and audiovisuals										

Anonymous	Videoclinics: CME Study Courses (3 tapes) Rehabilitation after Myocardial Infarction Obesity and Overweight The Anemic Patient	1982 \$35.00 Rent \$250.00 Buy \$45.00 Rent \$375.00 Buy \$45.00 Rent \$375.00 Buy	American Medical Association 535 N Dearborn St Chicago, IL 60610		X	X		2	1	—	Videotapes with study guides.
Anonymous	Audiovisual Listings	Ongoing	American Society for Parenteral and Enteral Nutrition 1025 Vermont Avenue NW Washington, DC 20005	X	X	X		2	6	—	Periodical update of materials bearing on parenteral and enteral nutrition in clinical practice.
Anonymous	Dialogues in Nutrition: A slide collection and audiotapes.	1976-1979 No charge	Health Learning Systems Inc Bloomfield, NJ Available from Mead Johnson Evansville, IN 47721		X	X		2	10	2	A series of discussions on selected topics prepared by staff of Mayo Clinic and Medical School in cooperation with the American Medical Association, American Dietetic Association and the Nutrition Foundation.
Anonymous	Nutrition and the MD. Audiotapes	Continuing	Nutrition and the MD 6931 Van Nuys Blvd PO Box 2160 Van Nuys, CA 91405	X	X	X		1	5	2	Practical information from symposia. May become dated.
Anonymous	Nutrition Teaching Aids	1976 and Continuing	Nutrition Today, Inc PO Box 1829 Annapolis, MD 21404	X	X	X		4	22	—	Generally very useful but quality of preparation is variable; some of material needs to be updated.
Anonymous	Introduction to Basic Nutritional Assessment	\$35.00 Rental \$125.00 Purchase	Health Sciences Audiovisual Ohio State University 1583 Perry Street Columbus, OH 43210		X	X		2	1	1	A continuing series being developed by the faculty of seven medical schools in Ohio. These videotapes are tested with intended audiences before release. Related reference materials

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
										accompany each tape. Presently available: Body Composition; Nutrient Needs (2 tapes); Basic Metabolic Processes; Malnutrition-Diagnosis and Therapy.
Anonymous (Various)	Nutrition in Primary Care Series: Self-study modules	1980 \$4.00 per module \$50.00 full set	Dept of Family Medicine Ohio State University 456 Clinic Drive Columbus, OH 43210		X	X	1	2	—	These sixteen 45-minute modules are strongly clinical in orientation for use by students and practitioners.
Anonymous	Nutrition Management of High Risk Pregnancy: A film	1981 \$400 Film \$300 3/4 Video cassette \$35.00 1st week rental—\$15.00 each additional week	Society for Nutrition Education 1736 Franklin Street Oakland, CA 94612		X	X	3		—	For introductory courses.
DH Alpers	Nutrition: Basic Slide Collection Unit 13A, Nutrition: Energy and Protein Unit 13B, Nutrition: Vitamins and Minerals	1980—\$90.00 1981—\$128.00	Milner-Fenwick, Inc 2125 Greenspring Dr Timonium, MD 21093	X	X	X	7	12	—	A slide collection assembled by the American Gastroenterological Association. Coverage from basic biochemistry to clinical aspects; good diagrams

V Aronson	The Supermarket Struggle: A videotape	1980 \$175.00 includes study guides. \$50 rental can be applied to purchase	Nutrition Counselors Associates 5 Diehl Rd Lexington, MA 02173				1	1	1	For patient education concerning the problems of food selection and use in obesity.
LE Anthony and Associates	Nutrition: Four slide-tape presentations.	1980-82 \$250.00 each series	Dr. Luean E. Anthony Dietary Department Hermann Hospital 1203 Ross Sterling Houston, TX 77030	X	X					Covers the principles of nutrition and their application to clinical practice.
GL Blackburn MV Kaminski	Nutritional Assessment and Intravenous Support: The Use of Amino Acids for Protein (Synchronized slide and cassette tape)	1977 Available for loan	Abbott Laboratories Rts 43 and 137 Abbott Park, IL 60064	X	X	2	8	6		Several reviewers indicated that material is becoming outdated.
R Chernoff W Luther H Greene	Enteral Nutrition Support: Slide-tape	1981 No Charge	Doyle Pharmaceutical Company 5320 West 23rd Street Minneapolis, MN 55416	X	X	1	8	1		
M el Lozy MG Herrera MC Latham RB McGandy MB McCann FJ Stare	Nutrition: A Scope Presentation—A collection of 48 slides to accompany Nutrition: A Scope Manual	1980 \$25.00 (48 slides) \$.75 each	The Upjohn Co 7000 Portage Road Kalamazoo, MI 49001	X	X	3	7	1		
EB Feldman TT Kuske	Hyperlipidemia: A two-part series of slide-tape presentations	Second Edition 1979 \$105.00 each part	Medcom Products, Inc 1633 Broadway New York, NY 10019	X	X	—	7	1		
B Halvord M Downil	Nutrition Counseling: Videotape on nutrition in diabetes	\$150. Purchase (Tape and workbook) \$25. for 2 week rental \$15. Additional workbooks	Joslin Diabetes Foundation 1 Joslin Place Boston, MA 02215	X	X	3	4	—		
KN Jeejeebhoy MV Kaminsky	Indications for Parenteral Nutrition: Synchronized slides and cassette	1978 Available for loan	Abbott Laboratories Rts 43 and 137 Abbott Park, IL 60064	X	X	2	9	2		

Author(s)/ Editor(s)	Title	Edition/date/cost	Publisher	Recommended for:			Reviewers' Evaluations:			Reviewers' comments and notes
				Basic science	Clinical teaching	Continuing education	Excellent	Good	Don't recommend	
C Palmer B Halford	The Dietitian as Team Member in the Diagnosis and Management of Dental Problems: An audiotape	1980 \$13.00 Members \$18.00 Nonmembers	American Dietetic Association 430 N Michigan Ave Chicago, IL 60611		X	X	2	2	—	
G. Annual review series										
AA Albanese	Nutrition for the Elderly (Current Topics in Nutrition and Disease) Vol 3	1980 \$38.00 US	Alan R. Liss 105 Fifth Avenue New York, NY 10011		X	X	3	9	3	
WJ Darby HP Broquist RE Olson	Annual Review of Nutrition Vol 1 thru 3	Vol 1 1981 Vol 2 1982 Vol 3 1983 \$20.00—\$22.00 US depending on volume	Annual Reviews, Inc 4139 El Camino Way Palo Alto, CA 94306	X		X	21	16	1	
H Draper	Advances in Nutritional Research Vol 1 thru 5	1977, 1979, 1980, 1982 and 1983 respectively; \$35.00—\$39.50 USA depending on volume	Plenum Press 223 Spring Street New York, NY	X	X		13	10	—	

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, its development and treatment. Published in collaboration with the Association for the Study of Obesity.
Journal of the American Dietetic Association		X	X	Publishes original dietetic research, case studies, theoretical and review articles and commentaries. 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	To stimulate interest and research in applied nutritional sciences and to disseminate information to educators and others concerned about positive nutritional practices and policies. Peer reviewed.
Nutrition Abstracts and Reviews	X	X	X	To provide 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	To enable professional nutritionists to keep up with current progress in nutrition in unbiased reviews of research literature. Published by The Nutrition Foundation.
Nutrition Reports International	X	X	X	Concise reports of original research in the area of clinical and experimental nutrition. Provides a medium for rapid communication of advances and newer knowledge of nutritional biochemistry and food sciences.
H. Journals and periodicals: secondary				
Digestive Diseases and Sciences	X	X	X	Articles on gastroenterology and gastrointestinal problems. (Formerly American Journal of Digestive Diseases.)

Recommended
for:

	Basic science	Clinical teaching	Continuing education	
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.
Current Concepts in Nutrition	X	X		Each volume deals with a different subject.
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 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, and reviews.
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.
Surgery		X		Concise, original articles in clinical and experimental surgery as well as surgical education. Peer reviewed.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

ALTOS NIVELES DE MANGANESO EN LA DIETA DE RATAS (*Rattus norvegicus albinicus*). I. EFECTO SOBRE LA REPRODUCCION¹

Ramón Corella Vargas²

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

RESUMEN

El presente ensayo se llevó a cabo para obtener mayor información respecto a la ingesta de dietas con altos niveles de manganeso. El objetivo fue estudiar los efectos tóxicos que este último ejerce en la producción animal, simulando los niveles encontrados en condiciones de campo.

Este trabajo es una investigación a nivel de laboratorio, preliminar y sistemática, efectuada con ratas y sus crías. Estas consumieron dietas con un nivel base de 50 ppm (0.91 mM) de Mn, más 0, 500 y 1,000 ppm de Mn (en base a materia seca) en cada tratamiento del experimento, con una duración de 7.5 meses, tiempo en el que ya se notan los efectos tóxicos del manganeso.

Se constató una falla en el comportamiento reproductivo, así como en el crecimiento del neonato y su supervivencia. Ello se reflejó en los estudios histológicos de las alteraciones epiteliales, folículos atrésicos y persistencia del cuerpo lúteo, lo que indica disfunción gonadal.

INTRODUCCION

No se han logrado esclarecer los mecanismos por los que el manganeso afecta la función reproductora. Wilson (1) usó el $MnSO_4$ como terapia para la infertilidad funcional de los bovinos (*Bos taurus*). Egan (2) encontró una respuesta positiva en el comportamiento reproductivo de ovejas suplementadas con Zn^{++} y/o Mn^{++} . Por su parte, Grace (3) observó, en áreas con más de 7.25 mM (400 ppm) de Mn en pastos en Nueva Zelanda,

Manuscrito modificado recibido: 23-5-84.

1 Este trabajo representa parte de la Tesis de Grado presentada por el Autor ante la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Costa Rica.

2 Sección de Bioquímica, Universidad Nacional, Apartado 86, 3000 Heredia, República de Costa Rica.

que el comportamiento reproductivo y las ganancias de peso eran inferiores a los obtenidos por ovinos en pasturas con bajos niveles de Mn.

En Costa Rica varios autores han señalado los altos niveles de Mn en los forrajes. Así, de Alba y Davis (4) y Lang (5) notifican niveles hasta de 55.9 mM (3,072 ppm) de Mn en pastos del género *Paspalum* en el valle de Orosí. Ello incide en el por ciento de parición anual de 58 y 64%, comparado con el de la lechería control, cuyo contenido de Mn es normal en sus pasturas, donde la parición fue de 90%. Además Lang (5), también señaló que se requieren más servicios por parto. Otro investigador, Amadeo (6), manifiesta que el hato lechero de Orosí "... mostró desde su inicio serios problemas en la reproducción por alto grado de infertilidad y nacimientos prematuros"; en los forrajes de su estudio el Mn osciló entre 2.37 y 3.82 mM (130 y 210 ppm). En nuestro país hay varias localidades donde el Mn en los pastos excede de 3.64 mM (200 ppm) en materia seca (datos no publicados del autor). Según el Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos (NRC) (7), los requerimientos son de 0.72 mM (40 ppm) de Mn en base a materia seca (M. S.).

Utilizando el modelo experimental de la rata, se realizó un estudio preliminar y sistemático tendiente a esclarecer el efecto de los altos niveles de Mn en la dieta de los animales de importancia económica.

MATERIAL Y METODOS

Animales de Experimentación

Los experimentos se llevaron a cabo en el bioterio de la Escuela de Zootecnia y el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica.

Se utilizaron ratas blancas (*Rattus norvegicus albicus*) de una cepa local. Los animales se mantuvieron alojados en cajas de fibra de vidrio cubiertas con una tapa de malla metálica, y con granza de arroz como cama. Recibieron alimentación *ad libitum* con la dieta semisintética cuyos ingredientes se detallan en la Tabla 1⁴. En los casos en que se indica más adelante, a dicha dieta base (contiene 0.91 mM 49.4 ppm de Mn según análisis por absorción atómica), se le agregó óxido de manganeso II en niveles variables.

En los estudios sobre reproducción se usaron 36 hembras y 12 machos al destete (tres semanas). Estos fueron elegidos al azar y tenían un peso promedio de 39 g, alimentándose con dietas a las que se les agregó 9.1 y 18.2 mM (500 y 1,000 ppm) de Mn. A las seis semanas se aparearon durante siete días utilizando un macho por cada tres hembras. A las tres semanas después de la parición se destetaron las crías, y luego de una semana de descanso, los padres fueron apareados nuevamente. De la misma manera se repitió un último y tercer apareamiento. Las hembras y los

4 Como comederos se usaron frascos de vidrio colocados en el interior de cada jaula. El consumo de alimento no se estimó con exactitud, ya que las partículas de alimento dispersadas por la jaula fueron muchas. Sólo se notó si había o no un rechazo diario de alimento.

TABLA 1

COMPOSICION DE LA DIETA EMPLEADA EN LA ALIMENTACION DE LAS RATAS

Ingredientes	Contenido en base seca, 0/o
Harina de soya	30.00
Maíz molido (amarillo)	40.00
Acemite de trigo	17.50
Harina de pescado	5.00
Vitaminas y minerales*	0.25
Sal	0.20
CaCO ₃	1.00
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1.00
DL-Metionina	0.13

* La fuente de vitaminas y minerales es una premezcla comercial (sal Wesson) de Withmoer (Phil., USA) que, en términos de 0/o contiene los siguientes minerales: Ca, 0.49; P, 0.36; K, 0.53; Na, 0.15; Cl, 0.42; Mg, 0.06; Fe, 0.0129; Mn, 0.00025; I, 0.00014, y Cu, 0.00034. El contenido vitamínico es: vit. A, 10×10^6 U.I.; vit. C, 0.20/o; biotina, 0.0010/o; pantotenato de Ca, 0.020/o; colina, 20/o; ácido fólico, 0.0040/o; niacina, 0.10/o; piridoxina, 0.0060/o; riboflavina, 0.160/o; tiamina, 0.0250/o; vit. E, 0.020/o y vit. D, 6×10^5 U.I. El contenido de proteína cruda de la dieta era de 22.5 (Kjeldahl). El análisis de los principales oligoelementos en la dieta se hizo por un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin - Elmer 303) y arrojó los siguientes valores: Mn, 49.4 ppm; Fe, 2.67 mM (151.2 ppm); Zn, 0.85 mM (55.2 ppm), y Cu, 0.14 mM (8.9 ppm).

machos, al igual que las crías, fueron pesados semanalmente durante los 255 días de experimentación, en el que también se llevó un control del número de crías y su sobrevivencia, como estimación de la respuesta reproductiva a los excesos de MnO en la dieta de ratas. Estas, por un lado se aparearon por tres veces consecutivas; por el otro lado, se utilizó la última descendencia y se apareó para ver si había algún efecto acumulativo (madre-hija) en la respuesta reproductiva, estimado como el 0/o de parición de cada grupo.

Para los estudios histológicos sobre reproducción se obtuvo gónadas de machos y hembras de animales en varias fases del experimento. Este material se fijó en un amortiguador de formol-fosfato, y luego se tiñó con hematoxilina-eosina.

La energía metabolizable promedio era de 3.7 Kcal/kg. Los nutrientes se ajustan a las recomendaciones del NRC (Nutrient Req. of Lab. Animals, 1975). La ración se preparó moliendo el concentrado (Molino Standard, Model No. 3, Wiley Mill) con una cifra de 1 mm; luego se agregó el MnO (Mn 620/o) en las concentraciones indicadas en cada caso, pesando el elemento en una balanza analítica eléctrica (Mettler H 315) con exactitud de 0.1 mg. A efectos de una mejor homogenización, se preparó 1 kg de alimento cada vez.

En cuanto a las pruebas de significación estadística que se practicó a los valores medios, éstos fueron analizados con el criterio de la prueba "t" de Student. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los porcentajes de pariciones correspondientes a los tres apareamientos del lote de 36 hembras cuyas dietas fueron suplementadas con 0.91 y 18.2 mM (0, 500 y 1,000 ppm) de Mn se muestran en la Figura 1. También se indican los resultados obtenidos con los animales nacidos del tercer apareamiento de las 36 ratas.

El primer apareamiento se efectuó tres semanas después de iniciarse la suplementación con Mn y el porcentaje de parición no acusó diferencia entre los tres lotes de animales. Las pariciones correspondientes al segundo apareamiento de los animales con dietas suplementadas con 9.1 mM (500 ppm) fueron a niveles del 41.70/o, y las de 18.2 mM (1,000 ppm) al 750/o, y en los controles, del 90.90/o. En el tercero y último apareamiento, los controles mantuvieron un porcentaje de pariciones de 90.90/o, mientras que en los mantenidos en los niveles 9.1 y 18.2 mM (500 y 1,000 ppm), los porcentajes fueron de 66.7 y 75, respectivamente. El análisis estadístico de los resultados de los tres apareamientos reveló un efecto negativo del nivel de 9.1 mM (550 ppm) de Mn sobre el porcentaje de pariciones, con un nivel de probabilidad de 950/o.

El porcentaje de pariciones del cruzamiento de las crías del último apareamiento, resultó notoriamente más bajo en los animales con la dieta suplementada con Mn. En este grupo, la parición fue de 33.30/o, mientras que en los controles fue de 83.30/o. Dichas diferencias son significativas, con un nivel de probabilidad de 950/o.

Los días transcurridos entre el inicio de los apareamientos y la parición en el grupo de 36 ratas, tendió a ser mayor en los animales tratados con Mn. Al respecto es dable apreciar esa tendencia indicativa de un mayor lapso entre el apareamiento y la concepción en los animales con dietas suplementadas con Mn. En el primer apareamiento las diferencias entre los controles y los otros grupos fueron significativas. Asimismo, se notó cierta tendencia al mayor lapso entre el servicio y la concepción en los animales cuya dieta contenía altos niveles de Mn, aunque los datos no son muy consistentes, ya que arrojan valores promedio de 24.5, 26.2 y 27.2 días, respectivamente, para los niveles de 0, 500 y 1,000 ppm de Mn. De lo expuesto se deduce que se necesitan más servicios por concepción, aun cuando la falla puede ser tanto de los machos como de las hembras, o de ambos. Según Suzuki *et al.* (9) con la toxicidad crónica de Mn, el deseo sexual decrece. También Lang (5) en sus estudios con vacas que consumían pasto con un alto contenido de Mn, encontró un mayor número de servicios por parto y, consecuentemente, un mayor intervalo entre partos. Según datos del muestreo actual de minerales, los pastos donde Lang trabajó contienen de 4.33 a 12.34 mM (238 a 678 ppm) (Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, 1978).

La Figura 1 pone de manifiesto el notorio efecto que el Mn ejerce sobre la función reproductora de las ratas. En el primer parto no hubo diferencias, lo cual se atribuye al poco tiempo de exposición al Mn en la

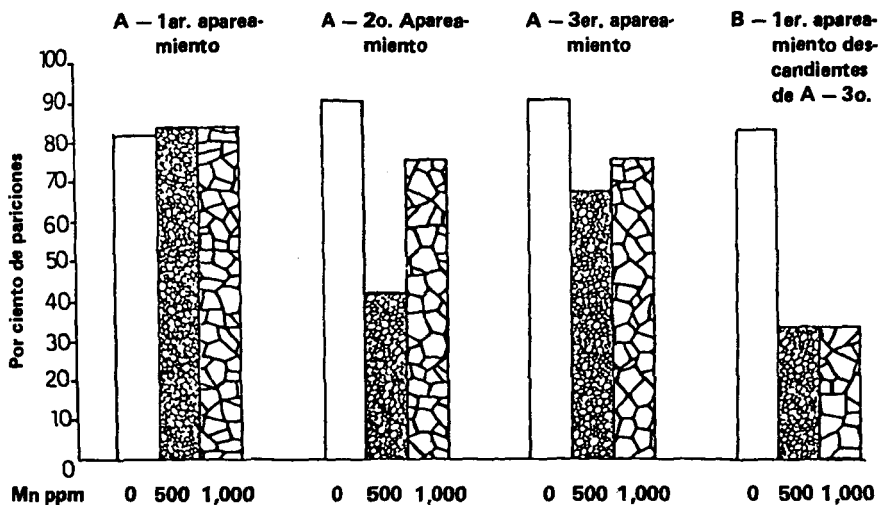


FIGURA 1

Efecto de distintos niveles de Mn suministrados en la dieta sobre el porcentaje de pariciones, en tres apareamientos sucesivos del lote de animales A (12 por tratamiento) y en el apareamiento de animales (B) descendientes del apareamiento A-3 (seis animales por tratamiento)

dieta (tres semanas) además de que provienen de ratas sin tratamientos. La poca uniformidad en las observaciones de Mn en animales consiste en el corto tiempo de exposición, la forma y administración del Mn, además de la procedencia del animal (de una madre saludable, o con toxicidad de Mn). Lo que sí fue evidente en este primer apareamiento, con diferencias altamente significativas, fue el efecto que produce en el desarrollo de las crías, el cual disminuyó conforme el nivel de Mn en la dieta ascendía. Los pesos al destete, a los 21 días, disminuyeron conforme el nivel de Mn en la dieta se incrementaba, ya que en las crías del primer apareamiento se observó un peso significativamente inferior, comparado con los animales suplementados con Mn, los que fueron 29, 33 y 36 g para 18.2, 9.1 y 0 mM (1,000, 500 y 0 ppm) de Mn, respectivamente.

Una explicación del menor peso de las crías en proporción con el Mn dietético sería el menor consumo de materia seca, lo que se comprobó en estos estudios. Además, hay que considerar una posible menor eficiencia de utilización del alimento, si es que las observaciones de Grace (3) en ovejas en pastoreo, son extrapolables a la rata.

Otra observación interesante fue la menor supervivencia de las crías y el número de nacidos por rata, aunque este efecto se hizo más notorio en las crías del tercer apareamiento, donde se observó un 33.3% de parición en ambos grupos. Se presume que el efecto tóxico del Mn es cada vez más severo en función del tiempo, con el agravante de que hay acumulación en la etapa prenatal, ya que en los controles hubo 83.3% de parición, siendo

dicha diferencia significativa al 95^o/o. En esta tercera descendencia el mayor efecto se constató en el número de nacidos por rata y en la supervivencia del neonato; este último disminuyó drásticamente al nivel de 18.2 mM (1,000 ppm) de Mn.

Hidiroglou y Shearer (10) analizan la concentración de Mn en los tejidos de ovejas con y sin estro, y encontraron el cuerpo lúteo (C.L.) con la mayor cantidad de Mn 0.0076 mM (423 ng/g de tejido fresco), notando un aumento significativo entre el 4o y 11o día (día 0 = día estro), a saber, 0.12 mM (645 ng/g de tejido fresco); ello sugiere una estrecha relación metabólica y posiblemente características funcionales entre el Mn y esta glándula endocrina. Por otro lado, Azhar y Menon (11) encontraron que la adenosina mono fosfato cíclica (c AMP) y las quinazas asociadas a la membrana del cuerpo lúteo de bovinos, presentan requerimiento absoluto de cationes divalentes, entre ellos el Mn. Es sabido que la inhibición de procesos enzimáticos ocurre con un exceso de Mn (12) y, además, que la afinidad del Mn por ciertos tejidos es proporcional a su contenido de mitocondrias como sugieren Maynard y Cotzias (13). Los cuernos uterinos y las carúnculas son también altos en cuanto a contenido de Mn, al igual que la vagina, donde hay una marcada diferencia en rumiantes con y sin estro.

Hidiroglou (14), analizó el Mn en los ovarios y el tracto reproductor de ovejas, de donde el folículo de Degraf y el C. L. toman más Mn que las demás partes del ovario. El cuerpo blanco y los folículos inmaduros fueron más bajos en la toma de Mn, contrario a los cotiledones, donde su alto contenido de Mn corrobora la proposición de ser un reservorio de Mn para el feto, como lo postula Hansard (15); se desconoce el significado biológico de tales cambios. En los cortes histológicos de los ovarios de las ratas de este experimento, se observan folículos atrésicos y cuerpos lúteos persistentes, lo que induce a pensar en inhibición de la función ovárica. La relación del Mn con las hormonas sexuales ha sido poco estudiada. Hidiroglou, Ivan y Ho (16) no hallaron interacción entre el Mn y la progesterona en el período estral. Según se ha establecido, con los estrógenos se eleva la concentración hemática del Mn, reduciéndose su excreción (17, 18).

Nelson, Jato Rodríguez y Mookerjea (19) analizaron el simergismo de las hormonas ováricas y la glicosiltransferasa donde el Mn tiene ingerencia. Al interrumpirse el equilibrio por exceso del ión es de suponer que ello ocasione problemas en la reproducción, como realmente lo detectaron. Otra observación de dichos autores fue la exigencia de Mn por enzimas del fluido amniótico y del hígado. Los efectos observados, por lo tanto, inducen a pensar en desarreglos de ovulación donde se requiere un delicado equilibrio hormonal; ya se ha mencionado la interacción entre el Mn y las hormonas. Un hallazgo que confirmaría tal aseveración sería la falta de deseo sexual que, como es sabido, se manifiesta en relación a ciertos niveles hormonales, principalmente el pico estrogénico y las pequeñas cantidades de progesterona, según establecen Stabenfeldt, Kindahl y Edqvist (20).

Otra posible causa podría ser un defecto de implantación producido por la inhibición de la biosíntesis de progesterona por iones Mn, inhibiendo el consumo de citrato y por ende su disponibilidad para génesis de prostágenos en las mitocondrias de la placenta (21).

La interacción Ca-Mn es otro factor que ayudaría a explicar la infertilidad por mala ovulación. Así, Jalabert y Szollosi (22) encontraron cierta

inhibición de la ovulación por el Mn^{++} en mamíferos, actuando sobre fenómenos Ca-dependientes por un efecto indirecto a través de $PGF_{2\alpha}$. Según se sabe, ésta actúa sobre la musculatura lisa de las células tecales que se contraen para expulsar el óvulo aunque, según parece, otros tipos de células diferentes a las musculares también se contraen con el mismo fin, recordando los folículos atrésicos y cuerpos lúteos persistentes que se observan en los ovarios de las ratas en este experimento.

El mayor intervalo entre partos informado por Lang (5), y el retraso de la parición de las ratas que encontramos en nuestro laboratorio, parecen deberse a ciclos estrales irregulares. En los animales infértiles, Stabenfeld, Kindahl y Edqvist (20) analizaron los perfiles hormonales de la ovulación y explican que los períodos prolongados de diestro que suceden en ausencia de preñez, se deben a la prolongación de la actividad del cuerpo lúteo no expulsado, el que provoca un desarreglo de la $PGF_{2\alpha}$. Este hecho comprobaría los hallazgos de Jalabert y Szollosi (22), ajeno a que explica los largos intervalos entre partos que Lang determinó (5).

Según Iman y Chandra (23) la esterilidad aparece con mucha anticipación a la encefalopatía, a los 15 días de inyectar conejos con 3.5 mg de $MnCl_2 \cdot 4 H_2O$ en 0.5 ml de solución salina por kg de P.V. Se observaron cambios degenerativos en algunos túbulos y no hubo evidencia de espermatogénesis. Los cambios histoquímicos aparecen mucho antes que las alteraciones morfológicas; así, con cinco días de tratamiento se inhibió la succinato deshidrogenasa de los túbulos seminíferos. Ello afecta la síntesis de energía, reduciendo el metabolismo celular a causa de la inhibición de la glucosa 6-fosfato deshidrogenasa y la NADH-diaforasa. De lo expuesto se concluye, pues, que la toxicidad temprana de Mn afecta la función germinal no obstante el corto período de 30 días, aunque no se notó inhibición de la síntesis de esteroides. La 3β -hidroxiesteroide deshidrogenasa se notó estimulada, pero la G-6-P.D. se inhibió y, como es sabido, las dos enzimas participan en la síntesis de esteroides. Los estudios histológicos de los testículos revelaron una disminución de la espermatogénesis, y se observaron alteraciones epiteliales, lo que también sugiere que los machos son responsables en la falla reproductiva constatada en este experimento.

SUMMARY

HIGH LEVELS OF MANGANESE IN THE DIETS OF RATS (*Rattus norvegicus albinicus*). EFFECT ON REPRODUCTION

The present trial was conducted to obtain more information on the ingestion of diets containing high levels of manganese, and thus, elucidate its toxic effects on animal performance under field conditions.

This paper represents a preliminary and systematic laboratory investigation carried out in rats and their offspring. The animals were fed diets with basal Mn levels of 50 ppm (0.91 mM) plus the addition of 0, 500 and 1,000 ppm Mn (on a dry basis) for each group included in the experiment, and observing the appearance of toxic effects up to 7.5 months of treatment.

A failure in reproductive performance was noted, as well as in growth and survival of neonates. Histological studies of the testes and ovaries showed a reduction of

spermatogenesis, epithelial alterations, atresic follicles, and persistence of *corpus luteum*, indicative of a disfunction of the sexual glands.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Dr. Néstor Marcilese y a la Dra. Renata Valsecchi, la asistencia técnica y didáctica con la que tuvieron a bien colaborar con el laboratorio. Asimismo, a la Srta. Lucía Corella y a la Sra. Ana Luisa Sánchez, por la primera y segunda labor mecanográfica del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Wilson, J. G. Bovine functional infertility in Devon and Cornwall response to Mn therapy. *Veterinary Record*, 79(20):562-566, 1966.
2. Egan, A. R. Reproductive response to supplemental zinc and manganese in grazing dorset horn ewes. *Australian J. Experimental Agr. and Animal Husbandry*, 12:131-135, 1972.
3. Grace, N. D. Effect of high dietary Mn⁺⁺ levels on the growth rate and the level of mineral elements in the plasma and soft tissues of sheep. *New Zealand J. Agricultural Research*, 16:177-180, 1973.
4. De Alba, J. & G. K. Davis. Minerales en la nutrición animal de América Latina. *Turrialba*, 7(1, 2):8-12, 1957.
5. Lang, C. Contenido de Mn en los Forrajes del Valle de Orosí y su Efecto sobre la Concentración en el Pelo y la Reproducción en Vacas Lecheras. Trabajo de Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, 1971.
6. Amadeo, J. C. Acumulación de Mn⁺⁺ en las Partes Aéreas de Varias Especies Forrajeras y sus Posibles Implicaciones en el Consumo de éstas por los Animales. Trabajo de Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, 1971.
7. National Research Council - National Academy of Sciences. *Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 3. Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* Washington, D. C., NRC-NAS, 1971.
8. National Research Council - National Academy of Sciences. *Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 10. Nutrient Requirements of Laboratory Animals.* Washington, D. C., NRC-NAS, 1972.
9. Suzuki, Y., K. Nishiyama, M. Doi, T. Hirose & H. Shibata. Studies on chronic manganese poisoning. *Tokushima J. Exper. Med.*, 7:124-130, 1960.
10. Hidiroglou, M. & D. A. Shearer. Concentration of manganese in the tissues of cycling and anestrus ewes. *Can. J. Comp. Med.*, 40(3):306-309, 1976.
11. Azhar, S. & K. M. Menon. Adenosine 3' - 5 -cyclic monophosphate dependent and plasma-membrane associated protein kinase from bovine corpus luteum. *Biochem. J.*, 151:2336, 1975.
12. Utter, M. F. The biochemistry of manganese. *Medical Clinics of North America*, 60(4):713-727, 1976.
13. Maynard, L. S. & C. G. Cotzias. The partition of Mn among organs and intracellular organelles of the rat. *J. Biol. Chem.*, 214:489-495, 1955.
14. Hidiroglou, M. Mn⁺⁺ uptake by the ovaries and reproductive tract of cycling and anestrus ewes. *Canad. J. Physiol. Pharmacol.*, 53(5):969-972, 1975.
15. Hansard, S. L. Physiological behavior of manganese in gravid cattle sheep and

- swine. In: **Isotopes Studies in the Physiology of Domestic Animals**. Vienna, 1972.
16. Hidioglou, M., M. Ivan & S. K. Ho. Effect of human chorionic gonadotropin on the transport of Mn and Zn and tissue uptake of radioactivity following subcutaneous administration of tritiated estrone in manganese-deficient and non-deficient rabbits. *Canad. J. Comparative Med.*, 41(2):206-210, 1977.
 17. Panic, B. Mn and Fe metabolism studies in poultry and swine. In: **Mineral Studies with Isotopes in Domestic Animals**. Vienna, I. A. E. A., 1971.
 18. Cotzias, C. G. **Manganese in Mineral Metabolism**. Comar & Bronner (Eds.). Vol. 2, Part B. New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1962, p. 404-442.
 19. Nelson, J. D., J. Jato Rodríguez & S. Mookerjee. Effect of ovarian hormone on glycosyltransferase activities in the endometrium of ovariectomized rats. *Archives Biochem. Biophys.*, 169:181-191, 1975.
 20. Stabenfeldt, G. H., H. Kindahl & L. E. Edqvist. Radioisotopic techniques for the study of reproductive physiology in domestic animals. II. Physiological implications. In: **Nuclear Technics in Animal Production and Health**. Vienna, I.A.E.A., 1976.
 21. Bogulawski, W., J. Klimek, B. Tialowska & L. Zelewiske. Inhibition by Mn^{++} of citrate supported progesterone biosynthesis in mitochondrial fractions of human-term placenta. *J. Steroid Biochem.*, 1:39-44, 1976.
 22. Jalabert, B. & D. Szollosi. *In vitro* ovulation of trout oocytes: effect of prostaglandins on smooth muscle-like cells of the theca. *Prostaglandins*, 9(5):756-778, 1975.
 23. Iman, Z. & S. V. Chandra. Histochemical alterations in rabbits testes produced by $MnCl_2$. *Toxicol. and Applied. Pharmacol.*, 32:354-544, 1975.

DEVELOPMENTAL CHANGES ON PROTEIN TURNOVER IN GROWING RATS FED ON DIETS CONTAINING FIELD BEANS (*Vicia faba* L.) AS SOURCE OF PROTEIN

J. A. Martínez¹ and J. Larralde²

Section of Nutrition, University of Navarra, Spain

SUMMARY

The effects of nutrition with *Vicia Faba* L. administered at two different levels (12 and 18% protein) on the developmental changes of protein turnover were investigated in the rat.

The myofibrillar gain and synthesis values were lower in the animals fed on legume protein as compared with casein-fed controls, while no differences were found in myofibrillar degradation during the three periods of time evaluated (0-14, 14-28 and 28-45 days).

The fractional myofibrillar gain, breakdown and synthesis calculated as the sum of both, decreased with age in all the dietary groups. The antinutritional effects of the inclusion of *Vicia faba* L. in diets were more evident in the first 28 days, and attributed to a decreased muscle protein synthesis.

INTRODUCTION

The protein deposition in any tissue is a delicate balance between the synthesis and degradation rates, which can be altered by changes in the diet, hormonal status and pathological conditions (1). Furthermore, the changes in protein synthesis and breakdown, which accompany growth, are not the same in all the tissues. In that context, special attention has been given to muscle as the largest protein mass in the body (2) and therefore the major determinant of the growth of whole body protein (3).

Manuscrito modificado recibido 9-5-84.

- 1 At the time this work was carried out, Dr. Martínez was at the Department of Animal Physiology, Section of Nutrition, University of Navarra, Pamplona, U. de Navarra, Spain. His present address is: Department of Applied Biochemistry & Nutrition, School of Agriculture, U. Nottingham, Sutton Bonnington, Loughborough, LE 12 5 RD, United Kingdom.
- 2 All correspondence pertaining to this article must be directed to: Dr. J. Larralde, Department of Animal Physiology, Section of Nutrition, University of Navarra, Pamplona, Spain.

The inclusion of raw field bean (*Vicia faba* L.) seeds in the diet of productive animals has a depressing effect on growth rate, as well as on the feed conversion efficiency rate (4). However, the mechanism of action of this phenomenon remains unknown (5, 6).

The present work has been focussed to determine the influence of intake of *Vicia faba* L., as the protein source at two different levels, on the quantitative aspects of muscle protein turnover during development.

MATERIALS AND METHODS

Animals and Diets

Male Wistar rats weighing approximately 90 g (4-5 weeks of age) were randomly assigned to four dietary groups of six animals each, housed in metabolic cages in a temperature regulated room at 22°C. Animals were fed *ad libitum* over 45 days on diets containing casein or whole *Vicia faba* L. seeds as the protein source at two different levels: 12 and 18% (Table 1). No 3-Methylhistidine (3-Mehis) was found in either sources of protein. Water was also provided *ad libitum*.

TABLE 1
COMPOSITION OF THE EXPERIMENTAL DIETS
(Expressed in %)

Diet	Casein	<i>V. faba</i>	Casein	<i>V. faba</i>
crude protein (N x 6.25)	18.8	18.6	12.8	12.4
Casein*	20.80	—	14.2	—
<i>V. faba</i>	—	76.0	—	51.0
Saccharose	31.20	8.0	34.8	19.5
Starch	31.20	8.0	34.8	19.5
Olive oil	4.50	5.0	5.0	5.0
Cellulose	6.00	—	6.0	—
Mineral mix ¹	4.50	2.5	4.5	3.6
Vitamin mix ²	1.60	1.6	1.6	1.6

* One per cent methionine was added to the casein diets.

1 *Harper mixture* containing the following percentages of salts: sodium chloride, 13.93; potassium iodide, 0.08; potassium phosphate dibasic, 38.91; magnesium sulfate, 5.73; calcium carbonate, 38.14; ferric sulfate, 2.70; manganese sulfate, 0.40; zinc sulfate, 0.06; cupric sulfate, 0.05; cobalt chloride, 0.058.

2 *Harper mixture* containing the following vitamins per g: vitamin A, 2,000 IU; vitamin D, 200 IU; vitamin E, 10 IU; choline, 200 mg; p-aminobenzoic acid, 10 mg; inositol, 10 mg; niacin, 4 mg; thiamine HCl, 0.5 mg; folic acid, 0.2 mg; D-biotin, 0.04 mg; calcium pantothenate, 4 mg; pyridoxine, 0.5 mg; riboflavin, 0.8 mg; vitamin K, 0.5 mg; and sucrose csp, 1 g.

Assay Procedure

At the end of each experimental period, all the rats were sacrificed by decapitation, and the gastrocnemius muscle was carefully excised and frozen at -20°C prior to analysis. Nitrogen in muscle was measured by the Kjeldahl method (7) while the myofibrillar fraction and the urinary and myofibrillar 3-Mehis content were determined according to a previous report (8). The myofibrillar protein was measured on rats sacrificed after 14, 28 and 45 days of feeding, and the urine samples collected in the last two days of each experimental period were pooled.

Calculations

The rate of myofibrillar degradation (D) was calculated from the urinary output of 3-Mehis and its concentration in the myofibrillar pool, by using the equation:

$$D = 0.8 \frac{\text{3-Mehis (urine)}}{\text{3-Mehis (myofibrillar pool)}}$$

The coefficient 0.8 was chosen to represent the contribution of muscle 3-Mehis, to total urinary 3-Mehis excretion (9). The myofibrillar gain rate (G), was calculated from the differences between the initial and final content of myofibrillar protein in the three experimental periods studied in this trial. Since the rate of protein gain is the difference between the rates of protein synthesis and degradation, the protein synthesis rate was estimated as the sum of breakdown rate (D) and gain rate (G), as follows:

$$S = G + D$$

The data were statistically evaluated by one way of analysis of variance (ANOVA-1) among all the dietary groups, and during the three experimental periods (10).

RESULTS

Changes in body and gastrocnemius weight, as well as nitrogen content of the myofibrillar fraction along the experimental periods are shown in Table 2.

The myofibrillar gain, daily gain and fractional rate of myofibrillar gain—calculated as a percentage of the myofibrillar nitrogen content on the first day of each experimental period—are presented in Table 3. The absolute values of myofibrillar gain decreased with age in all the diets, except in the animals fed on diets containing 18.80/o casein, in which a decrease took place only during the third period. The myofibrillar protein breakdown rate diminished in the three stages studied.

Table 4 shows the urinary and myofibrillar 3-Mehis content data. The values of fractional rate of myofibrillar protein breakdown were calculated as indicated in Material and Methods. No differences were found in this parameter among the diets in all the experimental periods,

TABLE 2

BODY AND GASTROCNEMIUS WEIGHT (g) AND MYOFIBRILLAR NITROGEN CONTENT (mg N₂ g tissue) OF THE DIFFERENT DIETARY GROUPS IN THE THREE EXPERIMENTAL PERIODS (0-14, 14-28 and 28-45 days)

	Days	Casein 18.8 ^o /o	<i>Vicia faba</i> 18.6 ^o /o	Casein 12.8 ^o /o	<i>Vicia faba</i> 12.4 ^o /o	Anova-1 (diets)
Initial body weight (g)		89.2 ± 2.1	89.4 ± 2.1	89.4 ± 1.0	89.9 ± 1.1	NS
Body weight (g)		121.4 ± 2.1	118.0 ± 3.2	124.6 ± 1.6	120.6 ± 2.4	P < 0.05
Gastrocnemius weight (g)	14	0.71 ± 0.04	0.69 ± 0.03	0.75 ± 0.04	0.71 ± 0.02	P < 0.05
Myofibrillar nitrogen (mg/g)		20.7 ± 1.2	19.9 ± 0.9	20.7 ± 0.9	20.3 ± 0.4	NS
Body weight (g)		158.2 ± 1.5	145.0 ± 3.0	154.4 ± 3.6	146.0 ± 2.2	P < 0.01
Gastrocnemius weight (g)	28	0.92 ± 0.04	0.82 ± 0.02	0.90 ± 0.03	0.84 ± 0.03	P < 0.05
Myofibrillar nitrogen (mg/g)		20.0 ± 1.3	20.2 ± 0.8	20.4 ± 1.1	21.2 ± 0.8	NS
Body weight (g)		197.4 ± 3.4	162.4 ± 2.6	181.0 ± 4.1	166.0 ± 2.8	P < 0.01
Gastrocnemius weight (g)	45	1.17 ± 0.05	1.01 ± 0.03	1.08 ± 0.04	0.98 ± 0.02	P < 0.01
Myofibrillar nitrogen (mg/g)		20.8 ± 0.8	21.0 ± 0.7	20.2 ± 1.2	20.7 ± 0.9	NS
Anova-1 (time)						
Myofibrillar nitrogen		NS	NS	NS	NS	

TABLE 3

TOTAL NITROGEN (mg N₂), DAILY (mg N₂/day) AND FRACTIONAL RATE OF MYOFIBRILLAR GAIN (o/o) OF RATS ON DIFFERENT DIETS IN THE THREE EXPERIMENTAL PERIODS (0-14, 14-28 and 28-45 days)

	Days	Casein 18.8o/o	<i>Vicia faba</i> 18.6o/o	Casein 12.8o/o	<i>Vicia faba</i> 12.4o/o	Anova-1 (diets)
Nitrogen myofibrillar gain (o/o)		269 ± 16	242 ± 22	289 ± 10	257 ± 11	P < 0.01
Daily myofibrillar gain (mg N ₂ /day)	0-14	19.20 ± 1.16	17.30 ± 1.61	20.63 ± 0.60	18.40 ± 0.80	P < 0.05
Fractional gain rate (o/o)		2.60 ± 0.13	2.30 ± 0.22	2.80 ± 0.09	2.41 ± 0.10	P < 0.01
Nitrogen myofibrillar gain (mg N ₂)		303 ± 21	177 ± 12	250 ± 17	232 ± 32	P < 0.01
Daily myofibrillar gain (mg N ₂ /day)	14-28	21.66 ± 0.42	12.66 ± 0.89	17.82 ± 1.22	16.71 ± 2.16	P < 0.01
Fractional gain rate (o/o)		2.16 ± 0.08	1.19 ± 0.10	1.70 ± 0.09	1.65 ± 0.25	P < 0.01
Nitrogen myofibrillar gain (mg N ₂)		303 ± 14	132 ± 25	177 ± 10	170 ± 18	P < 0.01
Daily myofibrillar gain (mg N ₂ /day)	28-45	17.84 ± 0.82	7.63 ± 1.40	10.42 ± 0.57	10.35 ± 1.05	P < 0.01
Fractional gain rate (o/o)		1.31 ± 0.06	0.60 ± 0.11	0.78 ± 0.07	0.85 ± 0.09	P < 0.01
Anova-1 (time)						
Daily myofibrillar gain		P < 0.01	P < 0.02	P < 0.01	P < 0.01	
Fractional gain rate		P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	

TABLE 4

URINARY (pM/day) AND MYOFIBRILLAR (pM/mg N₂) 3-Mehis, DAILY MYOFIBRILLAR DEGRADATION (mg N₂/day) AND THE CALCULATED FRACTIONAL RATE OF DEGRADATION (o/o) OF RATS FED ON DIFFERENT DIETS IN THE THREE EXPERIMENTAL PERIODS (0-14, 14-28 and 28-45 days)

	Days	Casein 18.8o/o	<i>Vicia faba</i> 18.6o/o	Casein 12.8o/o	<i>Vicia faba</i> 12.4o/o	Anova-1 (diets)
Urinary 3-Mehis (μM/day)		1.10 ± 0.05	1.01 ± 0.03	1.05 ± 0.06	1.00 ± 0.05	P < 0.05
Myofibrillar 3-Mehis (pM/mg N ₂)	0-14	36.6 ± 2.0	35.0 ± 1.3	36.9 ± 1.4	36.0 ± 1.0	NS
Daily degradation (mg N ₂ /day)		24.07 ± 1.26	23.01 ± 0.91	22.78 ± 0.89	22.18 ± 0.38	NS
Fractional rate* (o/o)		3.19 ± 0.20	3.08 ± 0.13	3.10 ± 0.16	2.92 ± 0.18	NS
Urinary 3-Mehis (μM/day)		1.31 ± 0.07	1.16 ± 0.05	1.20 ± 0.04	1.16 ± 0.16	P < 0.05
Myofibrillar 3-Mehis (pM/mg N ₂)	14-28	35.5 ± 2.3	34.6 ± 2.1	36.0 ± 2.0	34.4 ± 1.3	NS
Daily degradation (mg N ₂ /day)		29.03 ± 1.70	26.86 ± 0.86	26.72 ± 1.40	27.01 ± 0.74	NS
Fractional rate* (o/o)		2.80 ± 0.20	2.66 ± 0.14	2.56 ± 0.16	2.53 ± 0.16	NS
Urinary 3-Mehis (μM/day)		1.49 ± 0.08	1.37 ± 0.07	1.42 ± 0.08	1.33 ± 0.16	P < 0.05
Myofibrillar 3-Mehis (pM/mg N ₂)	28-45	36.1 ± 1.3	35.1 ± 1.1	36.7 ± 1.7	35.7 ± 1.2	NS
Daily degradation (mg N ₂ /day)		33.09 ± 1.13	32.96 ± 1.08	31.61 ± 1.59	30.21 ± 1.19	NS
Fractional rate* (o/o)		2.44 ± 0.09	2.56 ± 0.11	2.42 ± 0.14	2.45 ± 0.32	NS
Anova-1 (time)						
Daily degradation		P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	
Fractional rate		P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	

* Assuming that 80o/o of the total 3-Mehis excretion is derived from myofibrillar protein.

TABLE 5

MYOFIBRILLAR PROTEIN SYNTHESIS (mg N₂/day) AND FRACTIONAL SYNTHETIC RATE (‰) OF RATS FED ON DIFFERENT DIETS IN THE THREE EXPERIMENTAL PERIODS (0-14, 14-28 and 28-45 days)

		Days	Casein 18.8‰	<i>Vicia faba</i> 18.0‰	Casein 12.8‰	<i>Vicia faba</i> 12.4‰	Anova-1 (diets)
Myofibrillar gain	(mg N ₂ /day)	0-14	19.20 ± 1.16	17.30 ± 1.61	20.63 ± 0.69	18.40 ± 0.80	P < 0.05
Myofibrillar degradation	(mg N ₂ /day)		24.07 ± 1.26	23.01 ± 0.90	22.78 ± 0.89	22.18 ± 0.38	NS
Myofibrillar synthesis	(mg N ₂ /day)		43.27 ± 1.83	40.31 ± 1.59	43.41 ± 1.14	40.59 ± 1.02	P < 0.05
Fractional rate*	(‰)		5.78 ± 0.24	5.37 ± 0.21	5.89 ± 0.18	5.32 ± 0.13	P < 0.01
Myofibrillar gain	(mg N ₂ /day)	14-28	21.66 ± 0.42	12.60 ± 0.89	17.82 ± 1.22	16.71 ± 2.16	P < 0.01
Myofibrillar degradation	(mg N ₂ /day)		29.03 ± 1.70	27.01 ± 0.74	26.72 ± 1.40	26.86 ± 0.86	NS
Myofibrillar synthesis	(mg N ₂ /day)		50.69 ± 2.01	39.67 ± 0.85	44.54 ± 0.74	43.57 ± 3.50	P < 0.01
Fractional rate*	(‰)		4.69 ± 0.20	3.92 ± 0.08	4.26 ± 0.07	4.24 ± 0.33	P < 0.01
Myofibrillar gain	(mg N ₂ /day)	28-45	17.84 ± 0.82	7.63 ± 1.40	10.42 ± 0.57	10.35 ± 1.05	P < 0.01
Myofibrillar degradation	(mg N ₂ /day)		33.09 ± 1.13	32.96 ± 0.86	31.61 ± 1.59	30.21 ± 1.20	NS
Myofibrillar synthesis	(mg N ₂ /day)		51.93 ± 1.12	40.59 ± 1.15	42.03 ± 1.42	40.56 ± 1.21	P < 0.01
Fractional rate*	(‰)		3.75 ± 0.18	3.23 ± 0.09	3.23 ± 0.11	3.34 ± 0.10	P < 0.01
Anova-1 (time)							
Fractional rate			P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01	

* Calculated as the sum of myofibrillar gain and myofibrillar degradation.

although within the same diet, the values decreased with age.

The absolute and fractional rate of myofibrillar synthesis, estimated as the sum of myofibrillar gain and breakdown, is reported in Table 5. As the data show, protein synthesis was influenced more than the catabolic rate, by the different quality and level of protein intake. Figure 1 summarizes graphically the results obtained.

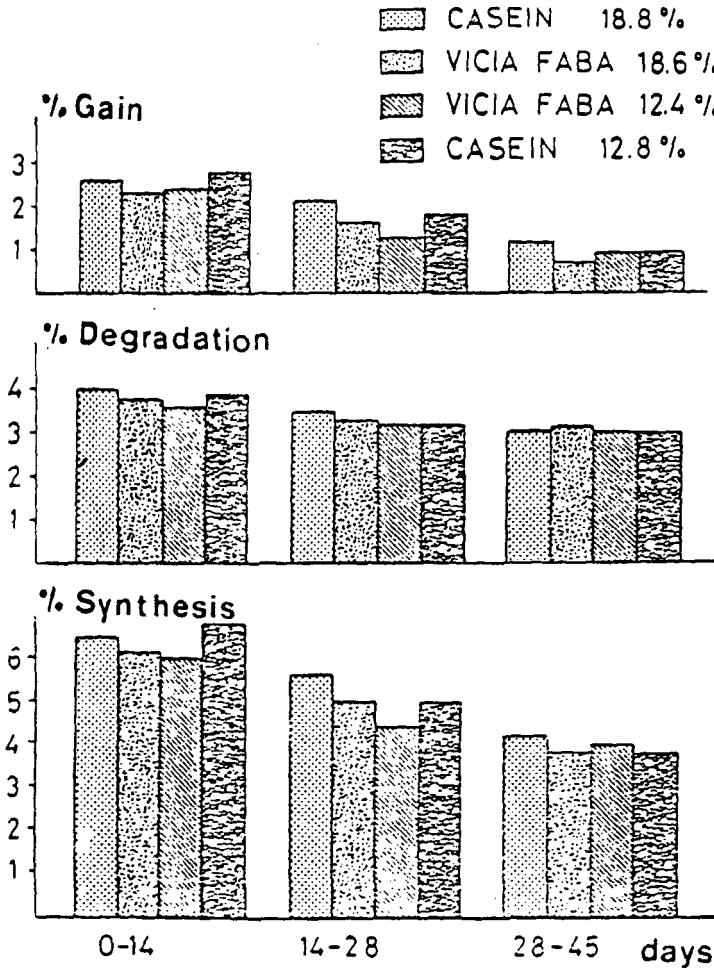


FIGURE 1

Summary of the myofibrillar protein gain values, degradation and synthesis, provided that the whole excretion of 3-Mehis was derived from muscle myofibrils

DISCUSSION

The raw field bean intake reduces growth performance in the rats, a phenomenon which has been attributed to a deficient content of sulfur

amino acids, or to the occurrence of some antinutritional factors, i.e., lectins, tannins, trypsin inhibitors (11). There is no published evidence on the intimate effect of this legume on muscle protein turnover, although Marquardt *et al.* (12) suggested that a growth inhibitor could be present in these seeds.

Changes in the structure, composition and metabolism of tissues occur continuously during growth. Therefore, it is not surprising that different diets can affect in different ways the developmental pattern of protein metabolism (13). Moreover, skeletal muscle, which is the largest simple tissue in the body of mammals, plays a significant role in protein metabolism and its net protein gain can be achieved by various combinations of changes in the protein synthesis and breakdown rates (14).

The stunting of growth in animals fed on diets containing raw field bean, affects the liver and muscle mass weight as well as the gastrocnemius muscle (15). Observation of the data on myofibrillar nitrogen composition—the main source of muscle protein—illustrates the fact that legume protein intake does not alter the protein deposition *per se*; however, the impaired performance of these animals clearly indicates that the protein turnover must be modified, as reported in a previous paper (15).

The myofibrillar protein breakdown was assessed by the urinary excretion of 3-Mehis. This amino acid is not reutilized in protein synthesis and is quantitatively excreted in urine (16). So far, it seems to be the best method for evaluating the myofibrillar breakdown (17). The amount of myofibrillar protein degradation was calculated assuming that 80% of the urinary 3-Mehis was derived from myofibrils. A recent report indicates that the contributions of skin and gastrointestinal tract to the total 3-Mehis output, amounted to about 20% in normal adult rats (9). Although this is a point of controversy (18), according to Fairweather-Tait, Gee and Johnson (19), it appears that no changes were either observed in regard to gastrointestinal protein turnover after legume intake.

It is interesting to note that the differences in the values of myofibrillar gain are larger between the animals fed a higher protein level, either from casein or *Vicia faba* L., while such differences disappear with time in the other dietary groups. This fact agrees well with published evidence (4), indicative that the depressive effect on growth rate, is enhanced by increased levels of field beans in the diet.

When comparisons are made between both groups, *Vicia faba* L. as the protein source, the greater differences appear in the first 28 days of the experiment. These could be explained by the fact that young rats are more sensitive to a sulfur-deficient diet or have less resistance against the antinutritional substances of this legume. It is suggested that the small differences reported in the initial period can be explained by a similar antinutritional effect in the earliest experimental stage. Nevertheless, the high content of antinutritional factors in the diet prepared with 18.8% *Vicia faba* L., could also have an additional depressive effect, despite its higher protein content.

In all the dietary groups, the myofibrillar gain as well as the myofibrillar breakdown decreased with age, when the results are expressed as percentage of the total myofibrillar protein, although the absolute values continue to increase due to an enhanced body weight. This fact has been repeatedly notified by different authors using various methods (16, 20).

The differences on myofibrillar gain among the dietary groups are observed early (0-14 days), and continue throughout the following experimental periods (14-28 and 28-45 days).

In relation to the fractional rate of protein degradation, no statistical differences were found among the four dietary groups during the three experimental periods considered. Although the absolute values were lower in the rats fed on *Vicia faba* L., as compared to the casein controls, they seem to be a consequence of the lower growth rate of those animals, and not to a decreased myofibrillar breakdown.

The values of myofibrillar protein synthesis herein presented are slightly inferior to others previously reported by Millward, and Garlick (21) and by Waterlow *et al.* (1). These authors evaluated the protein synthesis in whole muscle protein, while our data strictly refer to the myofibrillar fraction, which constitutes the main source of muscle protein. Therefore, they can be considered to be in reasonable agreement.

The fact that the protein synthesis is affected more by the inadequacy of dietary protein than by the protein breakdown, and also that tissues in the early stages of life are sensitive to changes of dietary conditions, is widely supported by the literature (1, 3). Thus, in that context, the impairment of growth of the animals fed on *Vicia faba* L., as the source of protein over 45 days, was due to a decreased myofibrillar protein synthesis, particularly in the first 28 days of the experiment, rather than to changes in myofibrillar protein breakdown.

RESUMEN

CAMBIOS EN EL DESARROLLO DEL CICLO DE RENOVACION DE PROTEINAS EN RATAS EN CRECIMIENTO ALIMENTADAS CON DIETAS ELABORADAS A BASE DE HABAS COMO FUENTE PROTEINICA (*Vicia faba* L.)

Se investigó el efecto de la ingestión de dietas con diferente contenido de *Vicia faba* L., (12 y 18% proteína) en el metabolismo proteínico de la rata en tres períodos de tiempo (0-14, 14-28 y 28-45 días).

La ganancia y síntesis proteínica miofibrilar fueron inferiores en los animales alimentados con la leguminosa durante las tres etapas consideradas, mientras que no se observaron cambios en la degradación de la misma.

El efecto antinutricional de la *Vicia faba* L., fue particularmente evidente en los dos primeros períodos de vida (0-28 días). Según se constató, la tasa de síntesis de proteína miofibrilar se redujo con la edad en todos los grupos.

ACKNOWLEDGEMENTS

J. A. Martínez held a MEC Grant for Post-Doctoral training in the United Kingdom. This work was also supported by the Comisión Asesora de España (CAICYT). The authors appreciate the help of M. L. Morcillo, who typed the manuscript.

BIBLIOGRAPHY

1. Waterlow, J. C., P. J. Garlick & D. J. Millward. Protein turnover and growth. In: **Protein Turnover in Mammalian Tissues and in the Whole Body**. J. C. Waterlow, P. J. Garlick and D. J. Millward (Eds.). Amsterdam, Elsevier North Holland, 1978, p. 615-684.
2. Munro, H. N. Nutrition and muscle protein turnover. **Fed. Proc.**, **37**: 2281-2282, 1978.
3. Miller, S. A. Protein metabolism during growth and development. In: **Mammalian Protein Metabolism**. H. N. Munro (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, 1970, p. 183-227.
4. Oggum, R. J. Factors affecting nutritive value of *Vicia faba*. In: **Vicia faba: Feeding Value**. D. A. Bond (Ed.). La Hague, Martinus Nijhoff, 1980, p. 117-132.
5. Davidson, J. J. Attempts to overcome antinutritive effects of *Vicia faba*. **Proc. Nutr. Soc.**, **36**:51A, 1977.
6. Larralde, J. A. Trastornos observados tras la ingestión de dietas con *Vicia faba* L., en ratas y pollos. **Rev. Esp. Fisiol.**, **38**:345-348, 1982.
7. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
8. Martínez, J. A. & J. Larralde. Rapid determination by ion exchange chromatography of urinary and myofibrillar 3-Methylhistidine. **Rev. Esp. Fisiol.**, **40**:113-119, 1984.
9. Nagasawa, T. & R. Junabiki. Quantitative determination of urinary 3-Mehis as index of myofibrillar protein degradation. **J. Biochem.**, **89**:1155-1163, 1981.
10. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. **Statistical Methods**. Ames, Iowa, Iowa University Press, 1967, p. 167-189.
11. 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**(3), 1984. (In press).
12. Marquart, R. R., T. Wards, L. D. Campbell & P. E. Cansfield. Purification, identification and characterization of a growth inhibitor in faba beans. **J. Nutr.**, **107**: 1313-1324, 1977.
13. Waterlow, J. C. & D. J. Millward. Nutrition and protein turnover in skeletal muscle. **Fed. Proc.**, **37**:2292-2300, 1978.
14. Buttery, P. J. & D. B. Lindsay. In: **Protein Deposition in Animals**. P. J. Buttery and D. B. Lindsay (Eds.). London, Butterworths, 1980, p. 72-81.
15. Martínez, J. A. & J. Larralde. Correlation among growth rate and the weight of different organs in rats fed on *Vicia faba* L. **Growth**, **47**:26-34, 1983.
16. Young, V. R. & H. N. Munro. 3-Methylhistidine and protein turnover: an overview. **Fed. Proc.**, **37**:2282-2291, 1978.
17. Ward, L. C. & P. J. Buttery. Urinary 3-Mehis as an index of myofibrillar protein breakdown: A reappraisal. **Life Sci.**, **29**:1113-1119, 1978.
18. Millward, D. J., P. J. Bates, J. K. Grimble, J. C. Brown, M. Natham & M. Rennie. Quantitative importance of non-skeletal sources of 3-Mehis. **Biochem. J.**, **190**: 225-228, 1980.
19. Fairweather-Tait, S. J., J. M. Gee & I. T. Johnson. The influence of cooked kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) on intestinal cell turnover and faecal nitrogen excretion in the rat. **Brit. J. Nutr.**, **49**:303-311, 1983.
20. Millward, D.J., P.J. Garlick, R.C.J. Steward, D.O. Nnayelugo & J.C. Waterlow. Skeletal muscle growth and protein turnover. **Biochem. J.**, **159**:235-251, 1975.
21. Millward, D.J. & P.J. Garlick. The pattern of protein turnover in the whole body and the effect of dietary conditions. **Proc. Nutr. Soc.**, **31**:257A, 1972.

OBTENÇÃO DE FRAÇÕES PROTÉICAS A PARTIR DE TORTAS COMERCIAIS DE GERGELIM (*Sesamum indicum*)

Marisa J. Guerra¹, Werner G. Jaffé² e Elba Sangronis³

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMO

As farinhas de gergelim obtidas comercialmente como subproduto da extração do óleo representam um potencial muito grande como fonte de proteína para consumo humano. Neste trabalho, estudaram-se os fatores que têm limitado seu uso na alimentação humana e apresentam-se as bases que permitam utilizá-las em forma prática. São apresentados resultados para o conteúdo de fibra, proteína, vitaminas, minerais, ácido oxálico, aminoácidos e também do valor nutritivo pela eficiência protéica e digestibilidade em ratos. Nossos resultados demonstraram que se pode obter uma redução significativa no conteúdo de fibra e ácido oxálico e aumento de proteínas, mediante moagem e peneira gem, por descascado ou por obtenção de concentrados. Evidenciou-se uma eficiência protéica baixa (aproximadamente 1), pelo que se recomenda a suplementação das farinhas com lisina ou com uma boa fonte deste aminoácido, especialmente com proteínas de leite em pó desnatado, proteínas de soja ou farinha de peixe. Nestas duas últimas, os resultados foram muito bons (2.5 e 2.7) quando cada fonte fornece 50% das proteínas. São apresentadas algumas formulações contendo 20 a 40% de farinha com uma concentração final de proteína entre 16 e 24% e que deram como PER valores de 2.2 e 2.8.

INTRODUÇÃO

A falta de proteína para alimentação humana é um problema ampla-

Manuscrito modificado recibido: 16-7-84.

- 1 Profesor del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos de la Universidad Simón Bolívar, Apartado Postal 80659, Caracas, Venezuela.
- 2 Profesor del Curso de Postgrado en Planificación Alimentaria y Nutricional, Universidad Central de Venezuela. Vicerrectorado Académico, Apartado 17186 - 1015-A, Caracas. En la actualidad el Dr. Jaffé sirve el cargo de Presidente de la Comisión Coordinadora de Investigaciones en Alimentos y Nutrición de Venezuela, Apartado 17186 - 1015-A, Caracas, Venezuela.
- 3 Investigador en la División de Investigaciones del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela, Apartado 2049, Caracas.

mente reconhecido e altamente preocupante aos países subdesenvolvidos ou em fase de desenvolvimento.

A Venezuela, apesar dos grandes recursos naturais de que dispõe, sente este problema de uma forma bastante acentuada, sendo que uma das soluções buscadas consiste no desenvolvimento de alimentos que utilizem fontes protéicas existentes no país e que até então apenas são empregadas para a alimentação animal.

O gergelim (*Sesamum indicum*) tem sido cultivado de forma crescente na Venezuela, onde é oleaginosa mais importante para a produção de óleo comestível, visto que participa em 87% desta produção.

A farinha ou tortas obtidas da extração do óleo são interessantes fontes de proteínas, principalmente devido ao fato de conterem um elevado nível de aminoácidos que apresentam enxofre em suas composições, comparando-se com outras oleaginosas (1). Deve-se, entretanto, salientar o baixo conteúdo de lisina, e a alta relação arginina/lisina que foi indicada, atuando desfavoravelmente no valor nutricional (2).

Estas tortas representam um potencial muito grande como fonte protéica para consumo humano. Todavia, até o momento não se obteve muito êxito, já que o gergelim (para a obtenção de óleo) é processado com a cutícula e a epiderme externa as quais, além de propiciarem uma coloração escura, proporcionam elevados teores de fibra e oxalato.

Um outro fator que tem limitado o seu emprego é um certo sabor amargo, se bem que este sabor dependa das variedades.

Tem sido produzidas farinhas de boa qualidade descascando-se as sementes antes da extração (3). Porém, na Venezuela, este procedimento que tem sido provado a nível experimental, obtendo-se farinhas de ótimas propriedades funcionais (4), resultará algo difícil de implementar, visto que as indústrias tradicionais deveriam paulatinamente adaptarem-se a este sistema, que apresenta o inconveniente de ser mais custoso.

É evidente que um processo econômico que permite utilizar as tortas comerciais de gergelim como matéria prima para a elaboração de produtos destinados à alimentação humana seria de grande importância. Neste particular, algumas idéias já foram estudadas no país (5, 6) e tentadas algumas soluções, sendo que no presente trabalho foram ampliados os estudos sobre os fatores que têm limitado o uso do gergelim (sob a forma de farinhas) na alimentação humana, apresentando-se as bases que permitam utilizá-las de uma forma prática.

MATERIAL E METODOS

As tortas de gergelim foram fornecidas por uma indústria produtora de óleos e correspondente ao processo de pré-prensado, prensado e extração por solvente (hexano), apresentando um conteúdo de óleo menor do que 1%. Para a preparação do concentrado protéico, as tortas foram obtidas de gergelim comercial no laboratório, por extração com solvente (hexano), tendo-se a precaução de que a temperatura não ultrapassasse aos 70°C.

As farinhas de gergelim descascado desengorduradas foram cedidas pela fundação CIEPE; todas as tortas foram de gergelim comercial que são obtidas por mistura de diferentes variedades. A separação das frações foi feita com as tortas de gergelim comercial, trituradas em moinho (Wiley

Mill No. 2, Arthur Thomas, Co.) sem peneira, e a seguir separadas por diferentes peneiragens para obterem-se os rendimentos.

As análises de composição percentual, ácido oxálico, vitaminas e minerais foram feitas de acordo com o AOAC (7). O selênio determinou-se pelo método de Cummings, Martin e Maag (8). As determinações de aminoácidos foram feitas pelo método de intercâmbio iônico de Spackman, Stein e Moore (9) com o analisador Beckman Modelo 120 C. O índice químico foi obtido a partir dos aminoácidos essenciais e do perfil teórico admitido como ótimo por FAO/WHO (10). O concentrado protéico foi obtido por extração a pH 8 e precipitação a pH 4.6 seguindo as condições de Guerra e Park (11), sendo desidratado por liofilização.

Ensaio Biológicos

Foram efetuados ensaios biológicos (12) para determinar a digestibilidade aparente das proteínas, assim como também para conhecer-se sua qualidade, estabelecendo-se os níveis de suplementação mais adequados. Tendo em vista as deficiências de lisina que apresentam as proteínas do gergelim, efetuaram-se suplementações com este aminoácido e com outras farinhas.

Para a digestibilidade e para medir a eficiência protéica (protein efficiency ratio: PER) utilizaram-se ratos brancos, descendentes da raça Sprague Dawley, com 6 animais por experimento, 3 fêmeas e 3 machos recém-desmamados. Cada animal ocupou individualmente uma gaiola, com alimento e água oferecidos *ad libitum*.

As dietas proporcionaram aproximadamente 100/o de proteínas, onde pelo menos (no caso das misturas) 500/o foram fornecidas pela torta de gergelim, e complementando-se com as outras farinhas. Outros componentes das dietas foram sais minerais William-Briggs, 40/o; solução de vitaminas, 10/o; óleo de milho, 50/o; óleo de fígado de bacalhau, 10/o; amido de milho em quantidade suficiente para 100 g.

Nos ensaios de suplementação com aminoácidos, estes substituem igual quantidade de amido. Para os outros ensaios, as misturas foram feitas à base de farinha de torta de gergelim com farinha de peixe, farinha de soja desengordurada e leite desengordurado em pó. O conteúdo dos ingredientes das dietas utilizadas nos diversos ensaios é representado na Tabela 8.

Foram estabelecidas algumas formulações incluindo de 26 a 300/o da fração fina, em diferentes combinações com farinha de trigo (720/o de extração), farinha de grãos de milho, farinha de arroz polido, leite desnatado e soja. Estas formulações foram usadas como base para elaborar diferentes produtos, e para o preparo de dietas com 100/o de proteínas para a determinação do PER.

RESULTADOS

As tortas obtidas da extração com solvente apresentam-se em forma de pó com frações finas e grossas. Pela peneiragem através de diferentes malhas (Tabela 1) obteve-se uma fração fina ou baixa em casca e uma fração grossa ou rica em casca. De acordo com o rendimento e com a

TABELA 1

CLASSIFICAÇÃO DA TORTA COMERCIAL DE GERGELIM POR PENEIRAGEM

Amostra	Rendimento de farinha (em g/100 g)			
	40 mesh	50 mesh	60 mesh	70 mesh
Fração fina	62	58	50	43
Fração grossa	38	42	50	57

redução no conteúdo de fibra, fez-se a escolha da peneiragem através de 50 mesh, que dá um rendimento de 58^o/o porém produz uma redução considerável no conteúdo de fibra.

Na Tabela 2 apresenta-se a composição das farinhas de torta integral, das frações obtidas da torta comercial, da torta de gergelim descascado e do concentrado. O conteúdo proteico variou entre 34.5^o/o e 79.1^o/o. Os valores de fibra crua são diminuídos em quase 50^o/o na fração fina, comparando-se a farinha integral. As cinzas foram menores na fração grossa, comparando-se às farinhas integrais, fração fina e concentrado.

TABELA 2

COMPOSIÇÃO DA FARINHA E FRAÇÕES DE GERGELIM

Amostras	Componentes ^a (expressos em g/100 g)				
	Umidade	Proteína	Fibra	Cinzas	Oleo
Fração grossa	6.3	34.5	8.3	5.8	0.6
Fração fina	6.2	40.7	3.4	12.4	0.6
Farinha integral (comercial)	7.2	44.2	6.6	11.3	0.9
Farinha integral (obtida no laboratório)	5.7	43.6	5.5	10.9	0.7
Farinha descascada	6.5	42.5	2.7	9.7	0.6
Concentrado	7.0	79.1	—	6.1	—

a Em base livre de umidade.

Na Tabela 3 apresenta-se a composição em vitaminas e minerais, só se apresentam aqueles que se encontram em maiores proporções nas tortas de gergelim. O conteúdo de selenio e ácido oxálico se apresentam na Tabela 4. Este último, no gergelim, se encontra como oxalato de cálcio e foi praticamente nulo na farinha de gergelim descascado.

Os resultados da composição em aminoácidos totais da proteína da farinha integral, frações e concentrado, são apresentados na Tabela 5. Pode-se notar que lisina e isoleucina são os aminoácidos essenciais que se encontram em menor quantidade. Sendo portanto, os que tiveram os

TABELA 3

COMPOSIÇÃO DAS FRAÇÕES E FARINHA DE GERGELIM EM ALGUMAS VITAMINAS E MINERAIS

Amostras	(Componentes (expressos em mg/100 g))				
	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Ferro	Cálcio
Fração grossa	1.3	0.22	6.2	18.2	1.6
Fração fina	2.1	0.28	8.6	25.4	2.4
Farinha integral	2.5	0.39	9.5	34.6	2.3

TABELA 4

COMPOSIÇÃO EM ACIDO OXALICO E SELENIO DAS FRAÇÕES E FARINHA DE GERGELIM

Amostra	Acido oxálico mg/100 g	Selenio ppm
Fração grossa	1.9	4.1
Fração fina	3.4	7.4
Concentrado	0.5	11.1
Farinha integral	2.8	5.2

menores índices químicos que foram de 53 a 61 para lisina e de 56 a 68 para isoleucina.

Ensaio Biológicos

Os resultados das determinações dos índices de digestibilidade aparente das proteínas da torta de gergelim e das frações fina e grossa são apresentadas na Tabela 6 e indicam variações entre 62% e 95%.

Na Tabela 7 apresentam-se os índices de eficiência protéica (PER) para a farinha da torta de gergelim integral e descascado e para as misturas com as outras farinhas.

A suplementação com lisina apresentada nesta mesma Tabela demonstrou que há necessidade de pelo menos 0.2% de lisina em dietas com 10% de proteínas de torta de gergelim, para aumentar a eficiência protéica a níveis comparáveis aos do padrão de caseína.

Os melhores níveis de suplementação foram encontrados quando, na mistura, pelo menos 40% das proteínas são de farinha de peixe ou quando a farinha de soja ou leite em pó ambos desengordurados, fornecem 50% das proteínas. Uma suplementação razoável também foi conseguida, quando se fizeram diferentes misturas incluindo farinhas de trigo, de milho e de arroz. Estas formulações tinham um conteúdo de proteínas

TABELA 5

COMPOSIÇÃO EM AMINOACIDOS^a NA PROTEÍNA DA
FRAÇÕES DE GERGELIM

Aminoácidos	Fração grossa	Fração fina	Concentrado	Integral
Lisina	2.57	2.52	2.31	2.28
Histidina	1.94	1.98	1.83	2.16
Arginina	8.70	8.32	8.20	7.96
Ácido aspártico	7.00	7.48	7.06	5.76
Treonina	2.62	2.82	3.43	2.33
Serina	3.26	3.65	3.33	2.88
Ácido glutâmico	17.58	17.97	16.92	14.84
Prolina	3.88	3.15	3.85	3.14
Glicina	4.63	5.44	4.78	3.89
Alanina	3.98	4.58	4.06	3.53
Cistina	3.15	3.65	4.23	3.28
Valina	8.84	4.45	4.21	3.11
Metionina	2.95	2.14	3.25	1.58
Isoleucina	2.90	2.36	2.38	2.87
Leucina	5.37	4.73	4.88	3.93
Tirosina	1.82	2.88	3.15	2.56
Fenilalanina	3.82	3.51	3.61	2.95

^a Expressos em g/16 g de N.

TABELA 6

DIGESTIBILIDADE APARENTE DAS PROTEÍNAS DA FARINHA DE
GERGELIM

Amostra	Digestibilidade o/o
Fração grossa	62.2
Fração fina	80.8
Concentrado	94.6
Farinha integral	75.5
Farinha descascada	86.1

de 16.83 até 28.41 o/o e uma eficiência protéica de 2.1 a 2.8 (Tabela 8).

DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 1 representam o rendimento da farinha de torta de gergelim depois da peneiragem, sendo esta uma forma

TABELA 7

EFICIÊNCIA PROTÉICA DAS PROTEÍNAS DE GERGELIM E O EFEITO
DA SUPLEMENTAÇÃO COM LISINA, FARINHA DE PEIXE, SOJA E
LEITE EM PÓ

Composição protéica da dieta	Ganho de peso p/rato/dia	Eficiência protéica (PER)
100%o torta de gergelim comercial	1.0	1.3
100%o torta de gergelim descascado	0.8	1.1
100%o torta de gergelim + 0.1%o lisina	1.6	1.5
100%o torta de gergelim + 0.2%o lisina	2.7	2.4
75%o torta de gergelim + 25%o farinha de peixe	2.8	2.3
50%o torta de gergelim + 50%o farinha de peixe	3.9	2.7
75%o torta de gergelim + 25%o farinha de soja	1.9	1.7
50%o torta de gergelim + 50%o farinha de soja	2.6	2.5
75%o torta de gergelim + 25%o leite em pó	1.6	1.4
50%o torta de gergelim + 50%o leite em pó	3.6	2.6
Caseína	2.8	2.6

TABELA 8

COMPOSIÇÃO DE CONTEUDO DE PROTEÍNA E EFICIÊNCIA PROTÉICA (PER)
DAS FORMULAÇÕES

Fórmula No.	Farinha de			Ingredientes (g/100 g)			Proteína (g/100 g)	PER
	Trigo	Milho	Arroz	Fração fina de gergelim	Farinha de soja	Leite deseng.		
1	—	—	29	29	—	28	16.83	2.82
2	22	—	23	26	—	14	20.58	2.26
3	17	—	14	31	23	—	28.41	2.77
4	—	18	18	26	—	23	20.40	2.48
5	—	30	—	30	30	—	27.90	2.10

de elevar a qualidade da farinha, eliminando frações fibrosas. Assim, por peneiragem a 50 ou 60 mesh, elimina-se a maioria da casca, apenas de que uma pequena porção consegue passar através da peneira. Pode-se notar que a fração grossa representa uma porcentagem bastante elevada da farinha (42 a 50%o), mas por conter um alto teor de fibra poderia ter o mesmo uso que a fração fina, principalmente como alimento para animais ruminantes.

Conforme a qualidade da farinha obtida, usou-se a peneiragem com 50 mesh para a separação das frações, assim foram comparadas com a com-

posição da farinha de torta de gergelim descascado e integral (Tabela 2).

A farinha da fração fina apresenta maior conteúdo de proteína (40.70/o) que a farinha da fração grossa (34.50/o). Além disso, pode-se observar (Tabela 2) uma variação importante no conteúdo de fibra das duas frações, o que indica que é possível reduzir - la quase à metade, segundo o processo de trituração e peneiragem.

As análises de composição da farinha da torta integral (Tabela 2) revelaram resultados similares aos encontrados por outros autores no conteúdo de umidade, cinzas e fibra, observando-se apenas uma leve diferença nas proteínas, que foram maiores nas tortas comerciais comparando-se às obtidas no laboratório, o que é perfeitamente explicável, visto que ambas são misturas de diferentes variedades.

O conteúdo de proteína de gergelim descascado não é muito diferente da farinha integral e da fração fina, e a diferença no conteúdo de fibra comparando-se com esta última não é vantagem, de acordo com o custo de produção da farinha de gergelim descascado. Com o concentrado, se demonstra que é possível obter o dobro da porcentagem de proteína da farinha integral original (Tabela 2).

De acordo com Spensley, Halliday e Orr (13), um "concentrado protéico" é um material protéico obtido de farinha desengordurada, por um processo posterior da extração dos carboidratos solúveis da farinha. O "isolado protéico" contém em sua maioria só proteína. O concentrado foi obtido pela metodologia recomendada para isolados, no entanto como o conteúdo de proteína foi menor de 800/o caiu bem nesta denominação em vez da de isolado que se utiliza para teores de proteínas maiores de 900/o.

Assim, parece mais conveniente a produção de farinhas aptas para o consumo humano, que contenham um pouco mais de proteína e menos fibra que as tortas comerciais, e que tenham menor custo de produção que as tortas de gergelim descascado e concentrados. Seria o caso da separação por peneiragem para a obtenção da fração fina.

Quanto aos valores de vitaminas e minerais (Tabela 3), estes estão na faixa dos resultados apresentados em vários trabalhos citados. Os resultados do conteúdo de ácido oxálico e selenio das farinhas, frações e concentrado de gergelim apresentam-se na Tabela 4. O ácido oxálico encontra-se sob forma de cristais de oxalato de cálcio. Este está em maior proporção na fração fina (3.40/o), o que é explicável, já que segundo Jaffé e Chávez (5) os cristais de oxalato são tão finos que conseguem passar através das peneiras, incorporando-se às farinhas. No concentrado tem-se uma redução considerável do ácido oxálico, já que durante a preparação se elimina juntamente com a porção fibrosa. O ácido oxálico não tem efeitos nocivos na forma de oxalato de cálcio, mas deve-se tratar de reduzir ao máximo, já que nas farinhas de gergelim para consumo humano o máximo teor permitido é de 0.50/o (14). O conteúdo de oxalato (3.4 mg/100 g) na fração fina não se considera elevado, já que em dietas ou formulações com um máximo de 500/o de farinha de gergelim, a quantidade de oxalato ingerida seria muito menor. O conteúdo de selenio foi bastante baixo (3.2 a 11.1 ppm), já que Jaffé, Chávez e Mondragón (15) encontraram até 48 ppm nas tortas de gergelim. Pode-se observar (Tabela 4) que o concentrado tem o maior conteúdo de selenio. Isto é de se esperar, pois ao aumentar o conteúdo de proteína, o selenio se concen-

tra neste componente, principalmente, substituindo o enxofre dos aminoácidos metionina e cisteína (16). Portanto, para usar o isolado deve-se considerar que as quantidades a utilizar não ultrapassem a 2 mg/kg que é o máximo permitido. Em nosso caso é necessário obter o gergelim de zonas não seleníferas, ou fazer misturas de forma tal que no produto final o nível não atinja 1 mg/kg, como limite de segurança se o alimento é para crianças. A composição em aminoácidos (Tabela 5) da proteína de gergelim indica ser esta uma boa fonte de metionina e cisteína. Na fração fina, o conteúdo de quase todos os aminoácidos é ligeiramente maior que na farinha integral. A lisina e a isoleucina são os aminoácidos que estão em menor quantidade em comparação com a proteína-padrão de FAO, o que era de se esperar, conforme os valores referidos em outros trabalhos (1, 2).

Na fração grossa e no concentrado, os aminoácidos (exceto a histidina) estão em maior quantidade, comparando-se à farinha integral. Em todos os casos, a relação arginina/lisina é maior que 3, condição que pode incidir desfavoravelmente quanto ao valor nutricional, segundo experimentos feitos por Kakade (2).

A digestibilidade (Tabela 6) foi menor na fração grossa (62^o/o), efeito que pode ser atribuído ao fato desta fração conter a parte fibrosa da semente e as proteínas da parede celular. A digestibilidade do concentrado é comparável à da caseína.

Os ensaios biológicos de eficiência protéica (PER), tanto para a farinha integral como para farinha de gergelim descascado, indicaram a necessidade de suplementar as proteínas (Tabela 7).

Os ensaios de suplementação com farinha de peixe, soja, leite em pó e farinha de cereais, indicam que é possível produzir algumas formulações de ótimo valor nutricional, bom aspecto e agradável sabor, onde a farinha fina de tortas industriais de gergelim fornece o maior porcentagem de proteínas (Tabela 8). As formulações de misturas com farinha de gergelim poderiam ser usadas para preparação de alimentos de diferentes naturezas. Um exemplo destes usos poderia ser mingau ou polenta com concentrações de 10 a 40^o/o de mistura em água, agregando açúcar ou sal e fazendo uma cocção por 10 minutos a ebulição.

Nosso trabalho demonstra que é possível utilizar as tortas industriais de gergelim para produzir farinhas com características que permitam o seu emprego em formulações de alimentos (preparo de bolos, sopas, bolachas, mingaus, etc.), possíveis de serem ensaiados em escolares ou pré-escolares, a fim de ser avaliado o seu valor efetivo como ingrediente de alimentos suplementares ou para produção de texturizados.

SUMMARY

OBTENTION OF PROTEIN FRACTIONS FROM COMMERCIAL SESAME SEED CAKE

Sesame press cake represents an important potential protein source for human consumption. Some of the limiting factors are its high crude fiber content, oxalic acid content, and its bitter taste. By fractionation of solvent-extracted sesame meal, several preparations were obtained which were analyzed for their nutrient content,

protein utilization and digestibility. PER values were low, and supplementation with lysine, skim-milk powder, soymeal or fish meal, improved the PER values considerably. Based on these findings, formulas for use as a protein supplement for children are presented.

RESUMEN

OBTENCION DE FRACCIONES PROTEINICAS A PARTIR DE TORTAS COMERCIALES DE AJONJOLI (*Sesamum indicum*)

Las harinas de ajonjolí obtenidas comercialmente como subproducto de extracción del aceite, representan un potencial considerable como fuente proteínica de consumo humano. En este estudio se investigaron los factores que limitan su uso en la alimentación humana y se exponen las bases que permitirían utilizarlas en forma práctica. Se dan a conocer los resultados de su contenido de fibra, proteína, vitaminas, minerales, ácido oxálico, y aminoácidos, así como del valor nutritivo, evaluado por el índice de eficiencia proteínica y por su digestibilidad en ratas. Nuestros resultados demostraron que es factible obtener una significativa reducción del contenido de fibra y ácido oxálico, así como un aumento de sus proteínas, por medio de molienda y tamizaje, por descascarado, o mediante la obtención de concentrados. Su eficiencia proteínica es baja (aproximadamente de 1), por lo que se recomienda suplementar las harinas con lisina o con una buena fuente de este aminoácido, especialmente con proteínas de leche descremada en polvo, proteína de soya o harina de pescado. En estas dos últimas, los resultados fueron muy buenos (2.5 y 2.7), al aportar cada fuente 50% de proteínas. Se presentan algunas formulaciones que contienen de 20 a 40% de harina, con una concentración proteínica final de 16 a 24% con valores de PER de 2.2 y 2.8, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

1. Yermano, D. M., W. Salleb, & G. E. Cavanagh. The sesame plant as source of protein and other nutrients. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 48:831-834, 1971.
2. Kakade, M. L. Biochemical basis for the differences in plant protein utilization. *J. Agr. Food Chem.*, 22:550-555, 1974.
3. Parpia, H. A. B. Development of food mixes for pre-school children in India. In: *Pre-School Child Malnutrition. Primary Deterrent to Human Progress.* Washington, D.C., National Academy of Sciences - National Research Council, 1966, p. 181-219.
4. Rivero de Padua, M. Some functional and utilization characteristics of sesame flour and proteins. *J. Food Sci.*, 48:1145-1147, 1983.
5. Jaffé, W. G. & J. F. Chávez. El posible uso de la harina de ajonjolí para fines comestibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 11:31-48, 1971.
6. Brito, O. & N. Núñez. Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combination with soy and corn flours. *J. Food Sci.*, 47:457-460, 1982.
7. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC.* 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
8. Cummings, L., J. L. Martin & D. Maag. An improved method for determination of selenium in biological material. *Anal. Chem.*, 37:430-431, 1965.
9. Spackman, D. H., W. H. Stein & S. Moore. Automatic recording apparatus for

- use in chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, **30**:1190-1206, 1958.
10. **Energy and Protein Requirements.** Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee, Rome, 22 March-2 April, 1971. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1973, 20 p. (FAO Nutrition Meetings Report Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
 11. Guerra, M. J. & Y. K. Park. Extraction of sesame seed protein and determination of its molecular weight by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Am. Oil Soc.*, **52**:73-75, 1975.
 12. Allison, A. B. Biological evaluation of proteins. *Physiol. Rev.*, **35**:644-669, 1955.
 13. Spensley, P. C., D. Halliday & E. Orr. The prospects for non-conventional protein resources. *Trop. Sci.*, **14**:203-233, 1972.
 14. PAG. Protein Advisory Group. Guideline No. 14 on the preparation of defatted edible sesame flour. *PAG Bulletin*, **3**:10-14, 1973.
 15. Jaffé, W. G., J. F. Chávez & M. C. Mondragón. Contenido de selenio en muestras de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum*) procedentes de varios países. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **19**:299-307, 1969.
 16. Stadman, T. Selenium biochemistry. *Science*, **183**:915-920, 1974.

ACÇÃO ANTI-NUTRICIONAL DAS FITO-HEMAGLUTININAS DE *Phaseolus vulgaris*, L.¹

Maria O. R. Figueroa², Jorge Mancini Filho³ e Franco M. Lajolo³

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da
Faculdade de Ciências Farmacêuticas da
Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

RESUMO

Os autores estudaram, em ratos, o efeito da ingestão das lectinas isoladas dos feijões (*Phaseolus vulgaris*, L.) das variedades Jalo e Rico 23. Diferentes quantidades de lectinas foram adicionadas à dietas experimentais, variando-se a quantidade de proteínas de 5% até 20%. A adição de 1% das lectinas do feijão Jalo provocou diminuição no crescimento dos ratos, alterou a glicemia sérica e, também, reduziu a atividade da maltase e da invertase da mucosa intestinal. Efeitos semelhantes foram verificados com 5% de lectinas obtidas do feijão Rico 23. Concentrações elevadas de proteínas na ração (20%) parece compensar eventuais alterações metabólicas.

INTRODUÇÃO

Fito-hemaglutininas ou lectinas são glicoproteínas presentes nos feijões (*Phaseolus vulgaris*, L.) e em outros vegetais. Apresentam diversas propriedades biológicas, destacando-se a capacidade de estimular a mitose em culturas de linfócitos (1), aglutinam diferentes tipos de células: linfócitos, eritrócitos e células cancerosas (2); precipitam polissacarídeos e outras glicoproteínas (3), além de terem efeito anti-nutricional quando ingeridas. Todas essas propriedades parecem decorrentes da capacidade das lectinas de reconhecerem e se ligarem a carboidratos presentes nas células ou a outras glicoproteínas (4).

Manuscrito modificado recebido: 24-5-84.

- 1 Esta pesquisa foi realizada com subvenção da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e da OEA.
- 2 Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq).
- 3 Professores do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, Conjunto dos Químicos B.14, Caixa Postal 30. 786, CEP 05508, São Paulo, Brasil.

As lectinas tem sido objeto de diferentes estudos em função da sua multiplicidade de ação e devido a isto surgiram diversas revisões reunindo os aspectos mais significativos dessas substâncias (5-7).

Jaffé e Camejo (8) e Jaffé e Brucher (9) foram os primeiros a correlacionar os aspectos anti-nutricionais em feijões com a presença das lectinas. Honavar, Smith e Liener (10) e Mancini e Lajolo (11), por outro lado, verificaram que era possível classificar os feijões em tóxicos e não tóxico em função das diferenças de especificidade de suas lectinas na aglutinação de hemácias de bovino e de cunino. Outros estudos de Jaffé (7), demonstraram a possibilidade das lectinas participarem do processo de bloqueio da absorção de nutrientes na mucosa intestinal, procurando, desta forma, justificar a interferência no crescimento dos animais que as consumiam.

Outros trabalhos foram feitos tentando elucidar a participação das lectinas de feijões no processo toxicológico ou anti-nutricional, destacando-se os de Kakade e Evans (12), Liener (13) e Pusztai *et al.* (14). Esses autores apresentam diversas idéias baseadas na possibilidade dessas substâncias causarem a ruptura das células do epitélio intestinal, provocando assim desordem no intercâmbio de nutrientes além de alterações nas barreiras a substâncias tóxicas presentes na luz intestinal.

Os trabalhos nutricionais visando ao conhecimento do efeito anti-fisiológico das lectinas tem sido realizados, de maneira geral, com rações experimentais contendo 5% ou 10% de proteínas, não existindo referência para valores protéicos mais elevados. No presente trabalho estudamos, comparativamente, o efeito da ingestão de duas variedades de feijões: Jalo e Rico-23 a nível de crescimento e a nível bioquímico avaliando-se algumas enzimas intestinais e, também, o efeito da proteína dietética sobre a ação anti-nutricional. Essas duas variedades foram escolhidas por terem toxicidades diferentes pela via intra-peritoneal (11).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os feijões utilizados (*Phaseolus vulgaris*, L.), das variedades Jalo e Rico-23, foram obtidos na Estação Experimental de Lavras, Minas Gerais.

A escolha destas duas variedades foi baseada numa classificação de toxicidade já feita anteriormente por Mancini e Lajolo (11) e foram submetidas a novo ensaio para confirmação. Extratos protéicos com a mesma concentração de proteínas (6 mg/ml) foram injetados intraperitonealmente em camundongos (1 ml/100 g de peso), avaliando-se o número de mortes em cada caso, além da aglutinação face a hemácias de bovino. Os resultados da Tabela 5 mostram que realmente o Jalo é tóxico e o Rico 23 não tóxico por via intraperitoneal.

Para a obtenção das fito-hemaglutininas, uma suspensão de farinha de feijão a 20% em solução fisiológica, foi mantida sob agitação mecânica por duas horas a temperatura ambiente. Posteriormente foi centrifugada a 5.000 rpm durante 20 minutos, o sobrenadante foi separado e o pH ajustado a 4.2 com HCl 0.5 N. O precipitado foi descartado e o sobrenadante, ajustado a pH 7.0, foi submetido à ação de celite-bentonite (1:1), na proporção de 10% do peso inicial de farinha, com a finalidade de retirar o inibidor de tripsina da preparação (10). Após uma noite de agitação, o sobrenadante foi separado e submetido à precipitação com

etanol até concentração de 65^o/o ou a precipitação fracionada com sulfato de amônio, utilizando-se a fração que precipita entre 50 e 75^o/o de saturação. A atividade hemaglutinante específica foi semelhante para ambos métodos de obtenção das fito-hemaglutininas.

As frações obtidas por precipitação com etanol ou pelo sulfato de amônio apresentaram atividade anti-amilásica semelhante e entre 55^o/o e 60^o/o da inicial (atividade anti-amilásica inicial: 0.50 UIA/mg⁴ de proteína).

A atividade antitripsina ficou entre 2^o/o e 5^o/o em relação à inicial (atividade antitripsina inicial: 46 mg I.T./g prot.).

O rendimento da preparação de fito-hemaglutinina era em média 3^o/o do peso inicial de farinha de feijão.

A atividade aglutinante foi determinada pelo método de microtitulação, com o equipamento "Micro-titer" da Cole Eng. Comp., Alexander, Virginia, USA, utilizando-se hemácias de coelho e de bovino tratadas com tripsina. O doseamento de proteínas foi feito pelo método de Lowry *et al.* (15) e a atividade inibidora de tripsina segundo Kakade, Simons e Liener (16). A atividade anti-amilásica foi determinada pelo método de Bernfeld modificado por Lajolo (17). A determinação das dissacaridases (maltase e invertase) segundo método de Dahlqvist (18). A fosfatase alcalina do tecido foi determinada pelo método de Fishman, Green e Inglis (19) e o método de glicoseoxidase foi utilizado na determinação da glicose do soro (18).

Ensaios com animais: Foram preparadas rações experimentais que continham, conforme a experiência, percentagens diferentes de proteína (caseína de 5^o/o até 20^o/o), 8^o/o de óleo de soja, 4^o/o de mistura salina, 1^o/o de mistura vitamínica, 4^o/o de fibra (sabugo de milho) e amido q.s.p. 100^o/o. Nas rações assim preparadas foram adicionadas as fito-hemaglutininas às expensas do amido.

Para inativação a fito-hemaglutinina era tratada em autoclave, a 120^oC durante 20 minutos, ocorrendo então perda total da atividade aglutinante.

As rações foram administradas a grupos de 6 animais e observados o crescimento, a glicemia sérica e as atividades maltásicas, invertásicas e fosfatásicas da mucosa intestinal.

Os animais utilizados nos ensaios biológicos foram ratos Wistar (*Rattus norvegicus albinus*) obtidos das colônias do Biotério da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP. Eram machos, na fase de crescimento, com idades variando de 21 a 25 dias e as experiências tiveram uma variação média de 10 a 12 dias.

As dissacaridases intestinais foram estimuladas pela administração de uma solução de sacarose 20^o/o por sonda estomacal, 30 minutos antes do sacrifício.

Ensaios in vitro: Para se verificar uma eventual ação inibidora direta na atividade enzimática, foram realizados com extratos brutos das enzimas

4 UIA = Unidades do inibidor de amilase, sendo que: 0.1 UIA correspondem à inibição total (100^o/o) de 1 UI de α -amilase salivar.

UI = 1 Unidade internacional de amilase correspondem a produção de 1 μ mol de maltose/min, 37^oC.

isoladas, os quais foram incubadas com fito-hemaglutininas avaliando-se em seguida a possível inativação ocorrida ou não.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Numa experiência inicial verificamos que a adição de 10% de lectinas do feijão Rico 23 a rações contendo 20% de caseína não provocava qualquer efeito anti-nutricional; o crescimento e o coeficiente de aproveitamento alimentar não se alteravam.

Em vista desses resultados pensamos que a elevada concentração de proteína de boa qualidade da ração poderia ter influência no efeito tóxico. De fato os resultados da Tabela 1 mostram que com a redução do teor de proteína para 15%, em presença de 20% de fito-hemaglutininas por 12 dias, alteravam-se tanto o aproveitamento alimentar como a atividade da invertase e da maltase intestinais. Na Tabela 1 pode-se verificar que apesar de não haver diferença significativa no crescimento dos animais dos dois grupos, possivelmente devido à alimentação pareada, houve menor aproveitamento (CEA) da ração com lectinas ativas e, da mesma forma, as atividades das dissacaridases intestinais diminuíram sensivelmente.

Está descartada, no caso, a possibilidade do efeito sobre as enzimas ser indireta ou seja consequência de uma desnutrição protéico-calórica instalada no animal, porque é sabido que nessas situações a atividade enzimática costuma aumentar e não diminuir (20).

Reduzindo-se ainda mais o teor de proteína, para 5% de caseína o efeito tóxico aparece também a nível de crescimento (Tabela 4), e não só a nível enzimático.

O efeito protetor da proteína ficou mais claro quando estudamos o feijão Jalo cujas lectinas são, aparentemente, mais ativas que as do Rico 23 (Tabelas 2, 3 e 4).

Em todas as experiências mantiveram-se grupos par-alimentados para assegurar que o efeito não fosse decorrente simplesmente de um problema de ingestão reduzida de alimento. De fato verifica-se pelas Tabelas 2, 3 e 4 que os grupos com restrição (grupos pareados) e *ad libitum*, consumindo ração sem PHA, não mostraram grandes diferenças nos parâmetros estudados; mesmo a ração limite com apenas 5% de caseína, com e sem restrição não mostrou diferenças. Ficou assim comprovado que de fato, é uma ação direta das aglutininas a causadora dos efeitos observados e não apenas uma decorrência da ingestão reduzida de alimento. Esse ponto não estava suficientemente claro em trabalhos de outros autores (12, 21).

As aglutininas do feijão Jalo na proporção de 10% em rações contendo 20% de caseína (Tabela 2) não exerceram efeito no crescimento dos animais e, naqueles com 10% de caseína (Tabela 2), o efeito foi pequeno; porém a sua influência fica clara quando o teor de proteína é reduzido até 5% (Tabela 4). Observamos, por outro lado, inibição clara da atividade maltásica e invertásica da mucosa intestinal em todos os grupos independentes da concentração protéica. Essa redução na atividade enzimática foi acompanhada de perto por uma redução da glicemia sérica indicando uma possível relação de causa-efeito.

E interessante observar que nos grupos controle, ao contrário do

TABELA 1
CRESCIMENTO E ATIVIDADE DE MALTASE E INVERTASE INTESTINAL DE RATOS SUBMETIDOS A
INGESTÃO DE 2% DE AGLUTININAS DO RICO 23 E ALIMENTAÇÃO PAREADA,
15% DE PROTEINA NA RAÇÃO

Grupo	Peso, g		Consumo de ração g	CEA***	Atividade U/mg proteína x 10 ⁻²	
	Inicial	Final			Invertase	Maltase
FHG ativa	69.0 ± 8.1*	74.6 ± 7.4	81.7 ± 10.6	0.069 ± 0.055 ^a	1.21 ± 0.41 ^c	9.58 ± 2.3 ^c
FHG aquecida**	69.0 ± 6.8	82.4 ± 4.9	81.7 ± 4.6	0.164 ± 0.049 ^b	2.95 ± 0.82 ^d	19.15 ± 1.2 ^d

FGH = Fito-hemaglutininas.

* Desvio padrão.

** Grupo par alimentado.

*** Aumento de peso/consumo.

a ≠ b (P ≤ 0.01).

c ≠ d (P ≤ 0.05).

TABELA 2
CRESCIMENTO, COEFICIENTE DE EFICACIA ALIMENTAR (CEA), ATIVIDADE DA MALTASE E, INVERTASE INTESTINAL E GLICEMIA, DE RATOS SUBMETIDOS À RAÇÕES COM 20% DE PROTEÍNAS (CASEÍNA) E 1% DE FHG DO FEIJÃO JALÓ

	Peso, g		Consumo de ração, g	CEA**	Atividade U/mg protefna x 10 ⁻²		Glicose no soro, mg/ml
	Inicial	Final			Invertase	Maltase	
Sem FHG <i>ad libitum</i>	44.0 ± 6.4*	84.5 ± 11.7	85.0 ± 12.1	0.477 ± 0.038	2.30 ± 0.39	22.5 ± 3.3	0.64 ± 0.11
Sem FHG — par alimentado	44.0 ± 7.9	77.7 ± 10.5	76.0 ± 8.7	0.443 ± 0.044	2.82 ± 0.68 ^a	19.0 ± 4.8 ^a	0.72 ± 0.13 ^a
1% FHG	44.2 ± 6.5	77.2 ± 9.1	77.6 ± 8.8	0.426 ± 0.060	1.17 ± 0.25 ^b	11.4 ± 2.0 ^b	0.49 ± 0.13 ^b

* Desvio padrão.

** Aumento de peso/consumo.

a ≠ b (0.01 ≤ P ≤ 0.01).

TABELA 3
CRESCIMENTO, COEFICIENTE DE EFICÁCIA ALIMENTAR (CEA), ATIVIDADE DA MALTASE E, INVERTASE INTESTINAL E GLICEMIA, DE RATOS SUBMETIDOS A RAÇÕES COM 10% DE PROTEÍNAS (CASEÍNA) E 1% DE FHG DO FEIJÃO JALÓ

	Peso, g		Consumo de ração, g	CEA**	Atividade U/mg proteína x 10 ⁻²		Glicose no soro, mg/ml
	Inicial	Final			Invertase	Maltase	
Sem FHG <i>ad libitum</i>	43.3 ± 7.5*	69.3 ± 7.7	85.7 ± 7.3	0.303 ± 0.056	3.01 ± 0.36	23.6 ± 3.1	0.78 ± 1.14
Sem FHG — par alimentados	45.0 ± 7.2	64.7 ± 6.5	74.6 ± 4.0	0.264 ± 0.045	3.58 ± 0.69 ^a	25.4 ± 4.1 ^c	0.71 ± 0.22 ^c
1% FHG	44.2 ± 6.3	60.8 ± 8.2	72.1 ± 7.3	0.230 ± 0.047	2.58 ± 0.55 ^b	16.3 ± 2.2 ^d	0.49 ± 0.06 ^d

* Desvio padrão.

** Aumento de peso/consumo.

a ≠ b (P < 0.05).

c ≠ d (P < 0.01).

TABELA 4

CRESCEMENTO, CEA, ATIVIDADE DE MALTASE E INVERTASE INTESTINAL E GLICEMIA DE RATOS SUBMETIDOS À RAÇÕES COM 50% DE PROTEÍNAS (CASEÍNA), E 10% DE FHG DE JALO OU 10% E 50% DE FHG DO RICO 23

	Peso, g		Consumo de ração, g	CEA**	Atividade U/mg proteína x 10 ⁻²		Glicose no soro, mg/ml
	Inicial	Final			Invertase	Maltase	
Sem FHG <i>ad libitum</i>	43.5 ± 7.4*	54.5 ± 7.6	81.2 ± 14.2	0.13 ± 0.03	4.2 ± 1.2	27.8 ± 5.5	0.68 ± 0.12
Sem FHG par alimentado	44.0 ± 6.6	53.3 ± 6.5 ^a	73.4 ± 6.8	0.13 ± 0.05 ^a	3.4 ± 0.4 ^a	25.4 ± 3.8 ^a	0.77 ± 0.11 ^a
10% FHG Jalo <i>ad libitum</i>	43.7 ± 7.4	45.2 ± 4.9 ^b	69.5 ± 5.4	0.02 ± 0.02 ^b	1.2 ± 0.4 ^b	9.7 ± 2.4 ^b	0.45 ± 0.04 ^b
10% FHG Rico 23 <i>ad libitum</i>	44.3 ± 6.6	51.3 ± 6.4	73.8 ± 9.4	0.09 ± 0.03	2.9 ± 0.4	15.9 ± 2.2 ^b	0.58 ± 0.08 ^b
50% FHG Rico 23 <i>ad libitum</i>	44.0 ± 6.7	45.0 ± 5.5 ^c	68.0 ± 6.8	0.01 ± 0.04 ^c	2.4 ± 0.2	20.0 ± 3.5 ^c	0.40 ± 0.12 ^c
50% FHG Rico 23 par alimentado	44.0 ± 6.7	51.5 ± 3.3 ^d	70.5 ± 2.7	0.11 ± 0.04 ^d	2.7 ± 0.8	25.9 ± 4.3 ^d	0.62 ± 0.11 ^d

* Desvio padrão.

** Aumento de peso/consumo.

a ≠ b (0.001 ≤ P ≤ 0.01).

c ≠ d (P ≤ 0.05).

crescimento, que foi maior quanto maior o teor de proteína na ração, as atividades da maltase e principalmente da invertase, variavam no sentido inverso, sendo mais altas nos animais submetidos a um menor teor protéico, fato que pode ser explicado pelo aumento relativo do teor de carboidratos na dieta (20).

Nos intestinos dos animais submetidos a rações com 50/o de proteínas avaliamos também a atividade da fosfatase alcalina. Essa enzima foi estudada pelo fato de ser intracelular, ligada a várias organelas e membranas e a sua alteração poderia indicar a desorganização do enterócito. Ela não sofreu porém qualquer alteração. O mesmo aconteceu com a atividade proteolítica da mucosa intestinal avaliada usando-se o BAPA (Benzoil DL-arginina-p-nitroanilida) como substrato.

Na Tabela 4 encontram-se também, para efeito comparativo, os resultados obtidos com o feijão Rico 23 mas ao contrário da experiência da Tabela 1, ensaiados com teores de apenas 50/o de caseína na ração. Como já referido nesse caso a ação tóxica se manifesta em todos os níveis desde o crescimento até as mudanças enzimáticas de forma mais evidente.

Devemos ressaltar (ver Tabela 4), que a adição de 50/o de proteína (provida da lectina inativa), à ração com 50/o de caseína, elevando a proteína total para 100/o, não melhorou o crescimento dos ratos. O fato reforça a necessidade de se estudarem a digestibilidade e o aproveitamento biológico das frações protéicas dos feijões.

É importante observar que no caso, a atividade aglutinante, face a hemácias de bovinos, das lectinas do Jalo (a 10/o) é equivalente a do Rico 23 a 50/o na ração, mostrando que são ambos tóxicos no mesmo nível e a toxicidade tem relação com a capacidade aglutinante. O efeito pela via oral porém não manteve relação com a toxicidade testada pela via intraperitoneal em camundongos como mostra a Tabela 5.

Pelos resultados obtidos parece que as mudanças nas atividades enzimáticas junto com a glicemia, são parâmetros sensíveis para se detectar ação anti-nutricional das aglutininas já que acontecem e podem ser avaliadas antes das mudanças no crescimento. Por outro lado, apesar da maltase e da invertase estarem juntas, em um mesmo complexo enzimático no enterócito (22), a maltase é mais sensível à inibição, do que a invertase (Tabelas 1, 2, 3 e 4). Durante o desenvolvimento do nosso trabalho, os dados publicados por Rouanet e Besanção (23) confirmaram os nossos.

Paralelamente aos ensaios relatados fizemos testes *in vitro* com extratos de mucosa intestinal e com as enzimas parcialmente purificadas por precipitação fracionada. Em nenhum caso porém a maltase ou a invertase foram inibidas *in vitro* pelas aglutininas, mostrando que o efeito tóxico se dá ao nível da complexa estrutura da bordadura em escova.

Em vista da conhecida capacidade de outras lectinas de interferirem na síntese protéica *in vitro* (24), é possível que as aglutininas de feijões tenham ação semelhantes. Outra possibilidade seria a de que o efeito fosse devido à ligação da aglutinina com receptores específicos, impedindo a indução de enzimas de hidrólise e de transporte. Finalmente, em vista dos trabalhos de Pusztai *et al.* (14) que observou ruptura dos enterócitos, a queda na atividade enzimática poderá ser devida, simplesmente à presença de maior número relativo de enterócitos jovens. O efeito da proteína favorece essa idéia, pois um elevado consumo leva a maior velocidade de

TABELA 5

ATIVIDADE AGLUTINANTE* E TOXICIDADE DAS VARIEDADES JALO
E RICO 23 DE *Phaseolus vulgaris*, L.

Variedade	Hemácias		Toxicidade (i.p. camundongos) No. mortos/No. injetados
	Bovino	Coelho	
Jalo	1/22.9	1/11.4	6/6
Rico 23	1/2.3	1/4.5	0/6

* Atividade específica: título aglutinante/mg proteína.

renovação de células epiteliais. Essas hipóteses serão objeto de um próximo trabalho.

SUMMARY

ANTINUTRITIONAL EFFECT OF PHYTOHEMAGGLUTININS OF THE
VARIETIES JALO AND RICO 23 OF KIDNEY BEANS (*Phaseolus vulgaris*, L.)

The antinutritional effect caused by the ingestion of lectins from two Brazilian varieties of beans: Rico 23 and Jalo, was studied in rats. The two varieties were selected in a previous screening of toxicity in rats: one of them (Jalo) was lethal, and the other (Rico 23) was not, when injected intra-peritoneally. Different amounts of each one of the lectins were added to casein experimental diets and fed to rats. The amount of protein (casein) also varied from 5% to 20%. The addition to the diet of 1% lectins from the Jalo variety caused a growth depression, as well as a decrease in food efficiency ratio and serum glucose; also, it reduced the maltase and invertase activity of the intestinal mucosa. All these effects appeared when the protein contents in the rations were 5% or 10%. At the 20% level only a depression of the maltase activity was observed. Similar effects were shown by the lectins of the Rico 23 variety, but only when added in a higher (5%) percentage to the diet. The phosphatase and protease activity were not changed by any of the lectins. The inhibitor activity that occurred *in vivo* was not detected *in vitro*.

RESUMEN

ACCION ANTI-NUTRICIONAL DE LAS FITO-HEMAGGLUTININAS DEL
Phaseolus vulgaris, L.

Los autores estudiaron, en ratas, el efecto de la ingestión de lectinas aisladas del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.), variedades brasileras, Jalo y Rico 23. Se agregaron diferentes cantidades de lectinas a las dietas experimentales, variando la cantidad de proteínas de 5% a 20%. La adición de 1% de lectinas de la variedad Jalo indujo un descenso en el crecimiento de las ratas, alteró la glucosa sérica y, además, redujo la

actividad de la maltasa y de la invertasa de la mucosa intestinal. Se constataron efectos semejantes con el agregado de 50/o de lectinas obtenidas del frijol Rico 23. Según parece, la inclusión de concentraciones elevadas de proteínas en la ración (200/o), compensa eventuales alteraciones metabólicas.

BIBLIOGRAFIA

1. Nowell, P. C. Phytohemagglutinin: an initiator of mitosis, in cultures of human leukocytes. *Cancer. Res.*, **20**:462-466, 1960.
2. Nungester, W. J. & G. Van Halsema. Reaction of certain phytoagglutinins with Flexner-Jobling carcinoma cells of the rat. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, **83**:863-866, 1953.
3. Lys, H. & N. Sharon. The biochemistry of plant lectins. *Ann. Rev. Biochem.*, **22**:541-574, 1973.
4. Sharon, N. Lectins. *Scientific American*, **236**:108-119, 1977.
5. Kaus, H. Plant lectins (Phytohemagglutinins). In: *Progress in Botany*. H. Ellenberg (Ed.). Springer Verlag, 1976, p. 58.
6. Liener, I. E. Phytohemagglutinins. *Ann. Rev. Plant Physiology*, **27**:17, 1974.
7. Jaffé, W. G. Hemagglutinins. In: *Toxic Constituents of Plant Foodstuffs*. I. E. Liener (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, 1980, p. 73.
8. Jaffé, W. G. & G. Camejo. La acción de una proteína tóxica, aislada de caraotas negras (*Phaseolus vulgaris*), sobre la absorción intestinal en ratas. *Acta Cientif. Venez.*, **12**:59-61, 1961.
9. Jaffé, W. G. & O. Brucher. Toxicidad y especificidad de diferentes fito-hemagglutininas de frijoles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **22**:267-281, 1972.
10. Honavar, P.M., C. Shih & I.E. Liener. The inhibition of the growth of rats by purified hemagglutinin fractions isolated from *Phaseolus vulgaris*. *J. Nutr.*, **77**:109, 1962.
11. Mancini, F. J. & F. M. Lajolo. Fatores anti-nutricionais em diferentes variedades de feijões (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Ciência e Cultura*, **33**:94-97, 1981.
12. Kakade, M. L. & R. J. Evans. Growth inhibition of rats fed raw navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.*, **90**:191-198, 1966.
13. Liener, I. E. Protease inhibitors and other toxic factors in seeds. In: *Plant Proteins*. G. Norton (Ed.). 1978, p. 117.
14. Pusztai, A., E. M. W. Clarke, T. P. King & J. C. Stewart. Nutritional evaluation of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*): Chemical composition, lectin content and nutritional value of selected cultivars. *J. Sci. Food Agr.*, **30**:843-848, 1979.
15. Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr & B. I. Randall. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**:265-275, 1951.
16. Kakade, M. I., N. Simons & I. E. Liener. An evaluation of natural vs synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. *Cereal Chem.*, **8**:518-526, 1969.
17. Lajolo, F. M. Inibidor de Amilase do *Phaseolus vulgaris*. Estudo Bromatológico. Tese de Livre Docência. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, 1977.
18. Dahlqvist, A. Assay of intestinal disaccharidases. *Anal. Biochem.*, **22**:99-107, 1968.
19. Fishman, W. H., S. Green & N. I. Inglis. Organ-specific behavior exhibited by rat intestine and liver alkaline phosphatase. *Biochim. Biophys. Acta.*, **62**:163-175, 1962.
20. Adams, J. A. & J. Leichter. Effect of protein-deficient diets with various amounts of carbohydrate on intestinal disaccharidase activities in the rat. *J. Nutr.*, **103**:1716-1722, 1973.

21. Jaffé, W. G. & G. L. Vega Lette. Heat-labile growth inhibiting factors in beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.*, **94**:203-210, 1968.
22. Miller, D. & R. K. Crane. The digestive function of the epithelium of the small intestine. II. Localization of disaccharide hydrolysis in the isolated brush border portion of intestinal epithelial cells. *Biochim. Biophys. Acta*, **52**:293-298, 1961.
23. Rouanet, J. M. & P. Besanção. Effects d'un extrait de phytohemagglutinines sur la croissance, la digestibilité, l'azote et l'activité de l'invertase et de la ($\text{Na}^+ - \text{K}^+$) - ATPase de la muqueuse intestinale chez la rat. *Ann. Nutr. Alim.*, **33**:405-416, 1979.
24. Olsnes, S., K. Refsnes & A. Pihl. Mechanism of action of the toxic lectins abrin and ricin. *Nature*, **249**:627-631, 1974.

UTILIZACION DE LA CARNE DESHUESADA DE PESCADO EN LA ELABORACION DE PRODUCTOS SECOS

R. A. Bello¹ y G. Sierra²

Facultad de Ciencias, Escuela de Biología,
Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

RESUMEN

La carne deshuesada, tanto de bagre (*Arius sp.*) como la proveniente de una mezcla de diferentes especies que conforman la fauna de acompañamiento del camarón, se mezclaron con ingredientes amiláceos y NaCl al 1.5% y 20% en base húmeda. Luego se deshidrataron a 70°C, hasta alcanzar niveles de humedad del 4 al 10%.

Se determinaron los índices físico-químicos y microbiológicos (humedad, cenizas, proteínas, grasas, pH, nitrógeno volátil total, ácido tiobarbitúrico, NaCl, color, conteo de bacterias, hongos y levaduras) del producto, antes y después del secado.

Adicionalmente se realizaron determinaciones de rehidratación y evaluación sensorial en el producto deshidratado. Según se determinó, la sal a una concentración de 1.5% ejerce un efecto preservativo en el producto final y no afecta negativamente la rehidratación del mismo. El agregado de ingredientes amiláceos, asimismo, favorece la unión de las partículas de pescado deshuesado y mejora las características sensoriales de color y apariencia. No obstante, se recomienda el desarrollo de estudios de esta naturaleza, con miras a lograr productos de calidad aceptable.

INTRODUCCION

A principios de los años 1970 las industrias de alimentos reconocieron que sólo 30% de una captura de peces es utilizado para la elaboración de alimentos en forma de filetes, y que el 70% restante se encuentra en la forma de vísceras, espinas, cola, cabeza y piel. Para el año 1971 se estimaba que existía un potencial de 40 millones de toneladas anuales de pescado no utilizado, y se recomendó entonces el uso de deshuesadores

Manuscrito modificado recibido 13-12-83.

- 1 Jefe de Investigación de Productos del Mar, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela, Departamento de Tecnología de Alimentos, Apartado 47097, Caracas 1041 A, Venezuela.
- 2 Miembro del Departamento de Tecnología de Alimentos de la citada Escuela, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

mecánicos para recuperar parte de ello en forma de carne molida (1). Se ha manifestado (2) que los deshuesadores mecánicos han fomentado el aprovechamiento de especies sub-utilizadas, y el empleo de desechos de productos tradicionales como materia prima en la preparación de carne molida de pescado. Ello ofrece, en nuestro criterio, grandes oportunidades para la preparación de nuevos e imaginativos productos.

En los últimos años, numerosos investigadores han trabajado en la elaboración de productos a base de carne de pescado mezclada con agentes mejoradores de la textura, con la finalidad de obtener productos satisfactorios (3-5). La mezcla de carne deshuesada de pescado con 20% de sal permite la obtención de productos salados aceptables (6). Sin embargo, cuando se añade sal al pescado antes del secado, el proceso se torna más complejo: hay menos agua que extraer, pero el nivel de difusión del agua a través de la carne se reduce, incrementándose el tiempo de secado (7). Además, los metales presentes en la sal utilizada aún en cantidades ínfimas, catalizan las reacciones de oscurecimiento (8).

El objetivo del presente trabajo fue realizar un estudio preliminar sobre la factibilidad de recuperación de especies de pescado de bajo o ningún valor comercial, con la finalidad de elaborar productos secos.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

1. *Pescado* — Como materia prima se utilizaron diferentes pescados de uso no tradicional, que constituyen la fauna de acompañamiento del camarón. Estos fueron capturados en la zona oriental de Venezuela por embarcaciones arrastreras que realizan la captura del camarón.

Los pescados fueron separados por especies; luego se les eliminó la cabeza y las vísceras, se lavaron con agua de grifo, y por último fueron introducidos en una máquina deshuesadora para separar la parte comestible (Figura 1).

2. *Ingredientes* — Almidón de maíz, almidón de yuca, harina de yuca, y sal (NaCl) especial para la salazón de pescado.

Procesamiento

Se procedió a la elaboración de productos secos a partir de carne deshuesada proveniente de dos lotes de pescado diferentes: a) A partir de una sola especie: el bagre (*Arius* sp.). b) A partir de una mezcla de carne deshuesada de diferentes especies de pescados, según se indica en la Tabla 1.

Al moldear la carne deshuesada de pescado se enfrentaron diferentes problemas tecnológicos, entre ellos, el color oscuro del producto y su falta de cohesividad, factores que influyeron en la apariencia inadecuada de los productos antes del proceso de secado. A fin de solventar estos problemas, se agregaron almidones y harinas de maíz y yuca como agentes que permitieran la unión de las partículas de la carne deshuesada, y mejoraran el color.

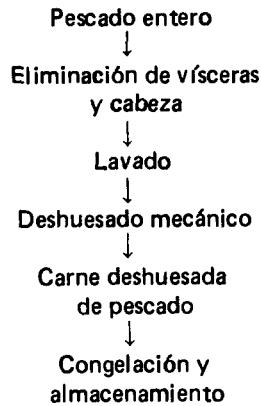


FIGURA 1

Esquema del procesamiento para la obtención de carne deshuesada de pescado

Los ingredientes se adicionaron en diferentes proporciones, las que fueron seleccionadas en pruebas preliminares como las más adecuadas, teniendo en consideración factores como: tiempo de secado, rehidratación y moldeabilidad de la masa para dar forma al producto. Se añadió NaCl en dos proporciones, una como saborizante, 1.50/o, y otra como preservativo, 200/o. Estos ingredientes fueron agregados a la carne deshuesada según la formulación que se indica en la Tabla 2.

Los productos se secaron a la temperatura de 70°C. Además, durante el proceso de secado se controlaron los parámetros temperatura y tiempo de secado, determinándose la temperatura interna de cada uno de los productos mediante termocuplas acopladas a un registrador para 10 lecturas simultáneas.

El procesamiento general de los productos secos lo ilustra la Figura 2.

Métodos

1. *Métodos fisicoquímicos* — Los procedimientos aplicados en el estudio fueron los siguientes: en el caso de la grasa cruda, extracción con éter etílico anhidro durante cuatro horas, usando un equipo Goldfish (9); la humedad se determinó por diferencia de pesadas antes y después de secar la muestra a 100-102°C, por 16-18 horas (9); la proteína (0/o de nitrógeno x 6.25), según el método de Kjeldahl (9), las cenizas, por diferencia de pesadas antes y después de incinerar la muestra seca, a 525°C (9), y los carbohidratos, por diferencia. La oxidación de grasas se llevó a cabo según prueba del ácido tiobarbitúrico (TBA), determinando malonaldehído por el método modificado de Tarlagdis (10). Antes de la destilación, se agregaron 5 ml de solución de EDTA-galacto propil al 0.50/o,

TABLA 1

COMPOSICION DE LA MEZCLA DE CARNE DESHUESADA DE DIFERENTES PESCADOS

Nombre común	Nombre científico	o/o
Morena	<i>Muraena sp.</i>	
	<i>Gymnothorax sp.</i>	19.9
Bagre	<i>Arius sp.</i>	14.4
Boquita e'huevo	<i>Haemulon boschmae</i>	13.3
Lenguado grande	Familia Bothidae	10.6
Tonquicha	Familia Sciaenidae	10.4
Corocoro	<i>Haemulon sp.</i>	9.6
Guaripete	<i>Synodus sp.</i>	7.1
Perlita	<i>Lepophidium sp.</i>	5.8
Cunaro	<i>Pristipomoides sp.</i>	4.5
Sapo	<i>Scorpaena sp.</i>	4.4

TABLA 2

FORMULACIONES DE PRODUCTOS SECOS ELABORADOS A BASE DE CARNE DESHUESADA DE BAGRE, Y DE MEZCLA DE CARNE DESHUESADA DE DIFERENTES PESCADOS

Símbolo	Carne deshuesada o/o	NaCl o/o	Ingrediente o/o***
B1.5*	78.5	1.5	20
B20*	60.0	20.0	20
M1.5**	78.5	1.5	20
M20**	60.0	20.0	20

* Carne deshuesada de bagre.

** Mezcla de carne deshuesada de diferentes pescados.

*** El 20% de ingredientes añadidos a la carne deshuesada estaba formado por 5% de harina de yuca, 10% de almidón de yuca y 5% de almidón de maíz.

según Rhee (11), se lee la densidad óptica (D.O.) a 540 nm, y se expresa como absorbancia. El nitrógeno volátil total (NVT), se estableció según el método volumétrico de Lucke y Geidel (12); el NaCl, de acuerdo al procedimiento de Morh (9). El pH se determinó usando un pH metro, marca Corning, Modelo 5; y el color, mediante la utilización del colorímetro Hunterlab D25-3, calibrándose con la placa estándar DC-286 con lecturas de a = 0.9; b = 1.4 y L = 91.3 La rehidratación se hizo como sigue: las muestras secas previamente pesadas, se sumergieron totalmente en agua a

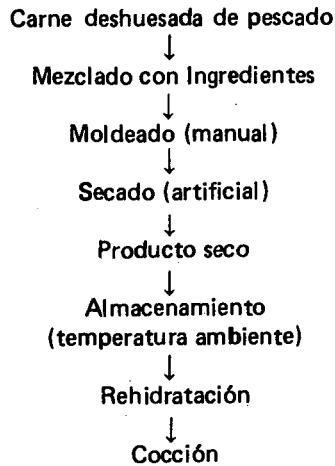


FIGURA 2

Esquema del procesamiento de elaboración del producto seco

temperatura ambiente. Cada cierto intervalo se sacaron y se escurrieron, eliminando el exceso de agua con papel filtro; luego se pesaron según el método de rehidratación Connel (13).

2. *Métodos microbiológicos* — Asimismo, el conteo total de bacterias se hizo en TSA, incubando durante 48 horas a 30°C, según Gilliland, *et al.* (14), y el conteo total de hongos y levaduras, en agar malta o PDA, incubando por 4-6 días a 25°C, según Koburger (15).

3. *Métodos sensoriales* — Para propósitos de evaluación, los productos secos de pescado se ofrecieron a un panel no entrenado. Se tomaron en consideración las características de color, olor, textura y apariencia del producto recién elaborado. Para cada una de estas características se diseñó una escala hedónica, según se detalla en la Tabla 3.

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinaciones Fisicoquímicas de la Materia Prima

En la Tabla 4 se indican los valores de las determinaciones fisicoquímicas realizadas en los dos lotes de carne deshuesada. Según se aprecia, tanto la composición química proximal como el pH caen dentro de los valores informados para pescados (16-18). De acuerdo al contenido de grasa, en la práctica se hace una diferenciación entre las especies magras, semi-grasas y grasas (19).

A la mezcla de carne deshuesada correspondería una ubicación entre magra y semi-grasa, y la carne deshuesada de bagre sería una especie semi-grasa. Los valores de nitrógeno volátil total (NVT) señalados en la Tabla 4

TABLA 3

**ESCALA UTILIZADA PARA LA EVALUACION SENSORIAL DEL
PRODUCTO SECO DE PESCADO**

Color*	Escala	Olor a pescado	Escala
Muy claro	1	Muy fuerte	1
Claro	2	Fuerte	2
Oscuro mediano	3	Moderado	3
Oscuro	4	Débil	4
Muy oscuro	5	Diferente	5

Textura	Escala	Apariencia	Escala
Muy blanda	1	Granulosa	G
Blanda	2	Lisa	L
Medianamente dura	3	Agrietada	A
		Quebradiza	Q
Dura	4	Porosa	P
Muy dura	5	Rugosa	R

* En: Munsell Color, pag. 10R (22).

La escala 1 corresponde 8/4; la 2, corresponde 7/4; 3 corresponde 6/4; 4 corresponde 5/4; y 5 corresponde 4/4.

son superiores a valores de NVT notificados por otros investigadores para pescados en un estado aceptable de frescura, quienes citan valores de 6.6 a 11.0 mg de N por cada 100 g de muestra (3, 17). Puede ser que dichos valores estén relacionados con la especie de pescado en particular o al manejo de estas especies subutilizadas.

Deshidratación de los Productos a Base de Carne Deshuesada de Pescado

Como se indica en la Figura 3, los productos a los que se les agregó 1.50/o de NaCl necesitaron 24 horas de secado para perder entre 60 y 700/o de agua, mientras que los productos adicionados de 200/o de NaCl (B20 y M20) requirieron 36 horas de secado para perder ese mismo porcentaje de agua. El efecto que el NaCl ejerce sobre el tiempo de secado se debe a que al añadir sal en una alta proporción, la eliminación de agua a una temperatura determinada se hace más difícil. Además, la sal absorbe el vapor de agua del aire circundante, incrementando así el tiempo de secado (7).

Calidad de los Productos Secos

Como lo muestra la Tabla 5, el contenido de humedad es bastante bajo en los productos secos, o sea, aproximadamente de 50/o para los productos que contienen 1.50/o de NaCl y cerca de 80/o de humedad

TABLA 4

DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS DE LA CARNE DESHUESADA DE PESCADO

Determinación	Bagre	Mezcla*
Humedad (o/o)	78.18	79.27
Cenizas (o/o)	1.68	1.98
Proteína (o/o) (o/o N x 6.25)	16.93	18.30
Grasa cruda (o/o)	3.06	1.07
NVT (mg N/100 g)	21.00	19.30
pH	6.8	6.8

* Mezcla de carne deshuesada de pescado de diferentes especies (Véase Tabla 1).

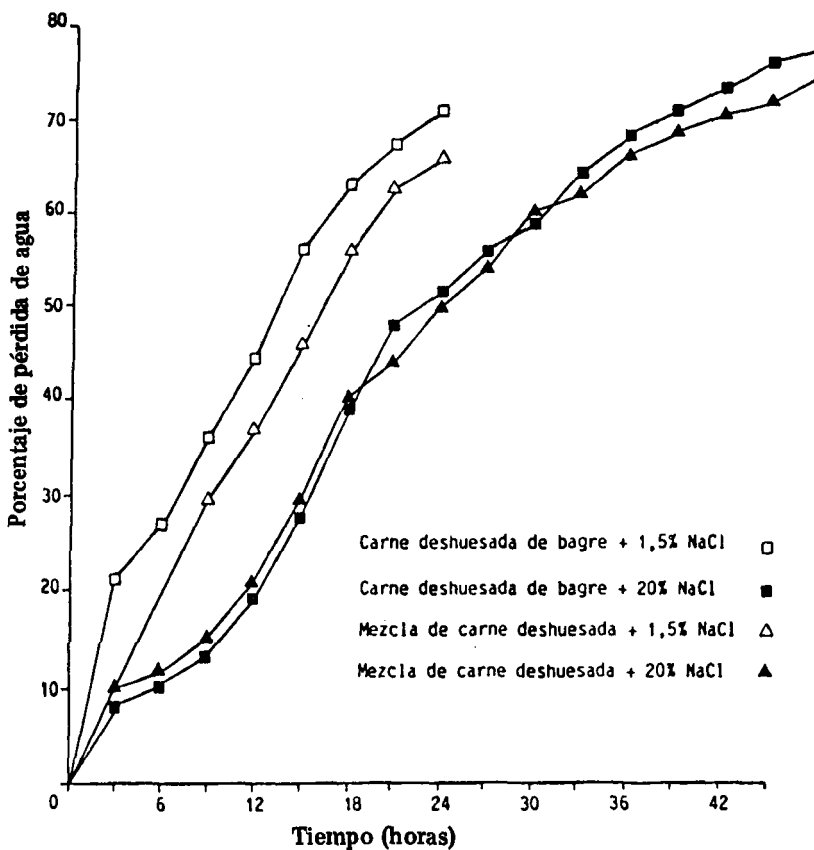


FIGURA 3

Curvas de deshidratación de los productos elaborados a base de carne deshuesada de bagre y de la mezcla

TABLA 5

DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LOS PRODUCTOS SECOS ELABORADOS A BASE DE CARNE DESHUESADA DE BAGRE Y DE LA MEZCLA DE CARNE DESHUESADA DE DIFERENTES PESCADOS

Determinación	B1.5	B20	M1.5	M20
Humedad (o/o)	5.72	9.82	4.92	6.90
Densidad óptica*	0.23	0.55	0.05	0.11
NVT (mg N/100 g)	65.80	49.00	63.00	44.60
pH	5.8	5.8	5.6	5.6
Color**	42.8	43.43	59.73	55.56
NaCl (o/o)	5.21	43.07	5.27	34.72
Aerobios totales (Col/g)	1×10^3	2×10^2	3×10^2	2×10^2
Hongos y levaduras (Col/g)	15	10	15	0

* D.O. a 540 nm.

** Parámetro L registrado en Hunterlab.

para los productos con 20^o/o de NaCl en base húmeda.

Los productos elaborados con carne de bagre acusaron valores de NVT ligeramente mayores en comparación con los elaborados con mezcla de carne deshuesada. Los productos secos con 20^o/o de NaCl presentaron menores valores de NVT, lo que puede atribuirse a la inhibición de las bacterias, con la consiguiente paralización en la producción de compuestos aminados. A pesar de los altos valores de NVT, se pueden considerar niveles aceptables dentro de los límites superiores para consumo humano (20).

En cuanto a la oxidación de grasa, los valores de densidad óptica (D.O.) obtenidos indican la presencia de niveles de malonaldehído en estos productos, asociados con el desarrollo de rancidez. Se observa que los productos elaborados con carne deshuesada de bagre y 20^o/o de NaCl (en base húmeda) tuvieron el más alto valor de D. O. (0.55). Ello puede ser atribuido al mayor contenido de grasa en la carne de bagre, y al efecto pro-oxidante del NaCl.

El color se determinó mediante la utilización de un colorímetro Hunterlab. Se registró el parámetro L como índice de claridad, el cual presenta valores en un rango de 100 para el blanco, y 0 para el negro. De acuerdo con este índice, puede notarse que los productos secos elaborados a partir de la mezcla de carne deshuesada, tenían mayor claridad debido a la intensidad de color que presentaba este lote de carne deshuesada.

En relación con el valor de pH, no se observaron grandes variaciones al comparar los índices de pH obtenidos en los productos secos de bagre y en los elaborados con la mezcla de carne deshuesada. Generalmente, el pH en productos salados es de alrededor de 5.8 a 6.2, y un pH menor de 5 ó por arriba de 7, es indicio de contaminación por microorganismos (21).

En cuanto al contenido de Na Cl en los productos secos, se obtuvieron

valores aproximados de 50/o para los productos con 1.50/o de NaCl en base húmeda, y de 350/o a 430/o para aquéllos con 200/o de NaCl en base húmeda. Esta última diferencia en los valores de NaCl puede atribuirse a que el mezclado se realizó en forma manual, y el NaCl no quedó así distribuido homogéneamente en la masa.

Respecto a la calidad microbiológica de los productos secos, se registró un reducido número de microorganismos. Es factible atribuir estos bajos valores de la flora microbiana presente en los productos secos al tratamiento térmico, al bajo contenido de humedad, y al contenido de NaCl, ya que con 50/o de NaCl se inhiben bacterias y hongos que intervienen en la descomposición del pescado. En productos que contienen concentraciones mayores de 200/o de NaCl pueden crecer microorganismos halófilos que producen descomposición parda o rosada, pero si el producto se mantiene seco no existe este peligro (8).

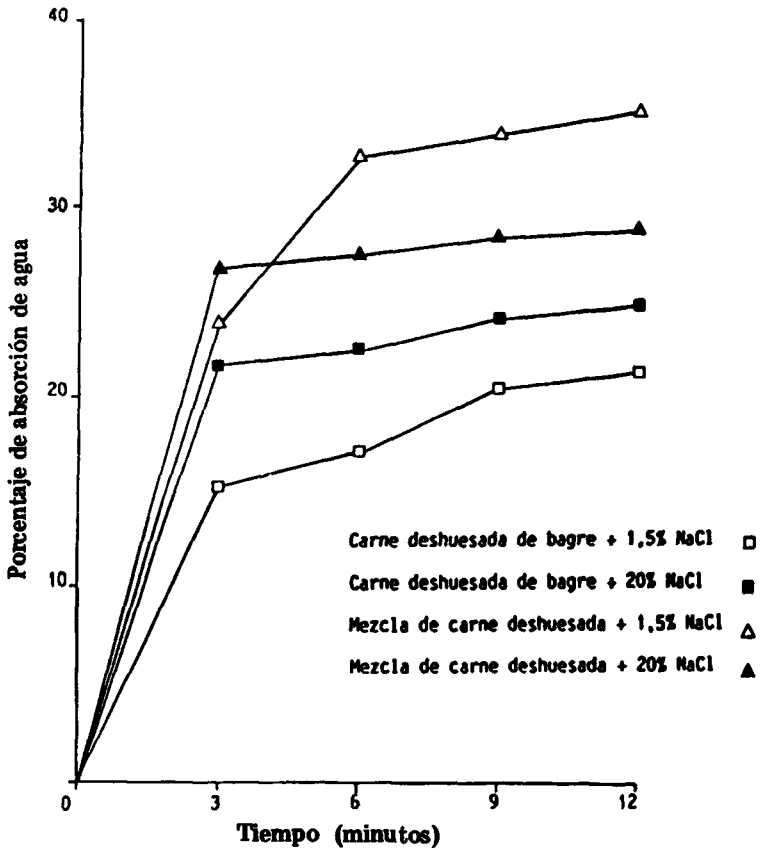


FIGURA 4

Curvas de rehidratación de los productos secos elaborados a base de carne deshuesada de bagre y de la mezcla

De acuerdo con los índices informados se puede decir que los productos secos elaborados acusaron una calidad variable debido a los siguientes factores: 1) el bajo contenido de humedad, el valor de pH y el reducido conteo microbiológico que aseguran la vida del producto durante el almacenamiento, y 2) los altos valores de NVT indicativos de la escasa estabilidad del producto. No obstante, este índice refleja igualmente la calidad de la materia prima, por lo que su valor como índice de calidad cuando se determina aisladamente en un producto seco, es bajo.

Rehidratación de los Productos Secos

En la Figura 4 se observa que durante los primeros tres minutos hubo una rápida absorción de agua; en los siguientes seis minutos ésta fue lenta, y después de 12 minutos los productos perdieron su forma. Sin embargo, durante la rehidratación ninguno de ellos llegó a alcanzar el 50% de absorción de agua, o sea que la capacidad de rehidratación fue reducida. Esto puede atribuirse al hecho de que durante el proceso de secado se reducen los espacios libres entre las fibras de la carne y la difusión de agua entre esos espacios es menor. En consecuencia, la capacidad de absorción de agua disminuye. Puede que haya otros factores involucrados, por ejemplo, el efecto del tiempo y la temperatura de secado sobre las proteínas, grasas y el almidón; la interrelación de esos constituyentes durante el procesamiento; las especies de pescados y condiciones de los mismos, y la proporción de ingredientes, tipos de mezcla y otros más (3).

Análisis Químico Proximal de Productos Elaborados con Carne Deshuesada de Bagre

De acuerdo con los datos consignados en la Tabla 6, la carne deshuesada de bagre sin ingredientes antes del proceso de secado (C) tiene un mayor contenido de humedad que los productos que contienen ingredientes (B1.5 y B20). Ello es lógico de suponer, debido a la sustitución del pescado con alto contenido de agua, por un ingrediente con bajo contenido de humedad.

Al secar a 70°C los productos sin adición de ingredientes, la humedad final alcanzó valores de 4.13, mientras que en aquéllos con ingredientes, la humedad se redujo a 5.72 y 9.82%, respectivamente. Este descenso en el contenido de humedad de los productos secos conduce a un aumento en el porcentaje de los otros constituyentes. Igualmente, según se nota, los valores de proteína no son muy elevados en los productos con ingredientes.

A medida que la proporción de carne deshuesada en los productos secos (B1.5 y B20) disminuye, el contenido de proteínas también disminuye. Asimismo, en los productos secos, el contenido de grasa es elevado, lo que hace al producto muy propenso al desarrollo de rancidez.

Se registraron altos valores de carbohidratos, hecho atribuible al agregado de almidón y harina, los que aportan 20% a la carne deshuesada de bagre antes del proceso de secado.

TABLA 6

**DETERMINACIONES FISICOQUIMICAS DE PRODUCTOS ELABORADOS
A BASE DE CARNE DESHUESADA DE BAGRE, ANTES DEL PROCESO
DE SECADO Y DESPUES DE SECADO A 70°C**

Producto	Humedad o/o	Grasa o/o	Proteína o/o	Cenizas o/o	Carbohidratos o/o
B1.5	66.82	3.05	15.02	3.15	11.96
B20	52.64	1.15	10.50	4.83	30.88
C	78.18	3.06	16.93	1.68	—
B1.5 (seco)	5.72	21.15	32.33	7.65	33.15
B20 (seco)	9.82	16.25	17.85	37.31	18.77
C (seco)	4.13	24.98	62.60	7.27	—

Descripción Sensorial de los Productos Secos

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en la Tabla 7. El color varió de un marrón oscuro en los productos B1.5 a un marrón muy claro en los productos B20. De acuerdo a los datos, los productos de bagre acusaron un color más oscuro. En general, todos los productos tenían moderado olor a pescado seco, y una textura dura. Los resultados de la textura en todos los productos secos concuerdan con las pruebas de gustación realizadas por panelistas entrenados, las que indican una textura dura y seca. No obstante, en algunas partes del mundo, esta característica puede ser aceptada en productos secos salados de pescado (4, 5).

TABLA 7

**EVALUACION SENSORIAL DE LOS PRODUCTOS SECOS ELABORADOS A
BASE DE CARNE DESHUESADA DE BAGRE Y DE LA MEZCLA DE
CARNE DESHUESADA**

Producto	Color	Olor	Textura	Apariencia
B1.5	3	3	4	R
B20	2	3	4	G-R
M1.5	2	3	4	R
M20	1	3	4	G-R
B*	5	3	4	A-Q
M*	3	3	4	A-Q

B* Producto elaborado con carne deshuesada de bagre sin adición de ingredientes.

M* Producto elaborado con mezcla de carne deshuesada de diferentes pescados sin adición de ingredientes.

Los productos con 1.50/o de sal presentaron una apariencia rugosa más aceptable, en comparación con los productos con 200/o de sal. Estos tenían una apariencia entre granulosa y rugosa, debido a su alto contenido de granos de sal.

Puede notarse que en los productos sin adición de ingredientes la apariencia era agrietada y quebradiza, lo que evidencia la falta de unión entre las fibras o partículas de la carne de pescado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La adición de concentraciones de 200/o de NaCl a la carne deshuesada de pescado, aun cuando sí controló el desarrollo de microorganismos, retardó el proceso de secado. En cambio, el 1.50/o de NaCl no ejerció ningún efecto negativo sobre la eliminación de agua de la carne durante el secado, mientras que en el producto seco se registro un efecto preservativo.

El agregado de ingredientes amiláceos mejoró la unión de las fibras de la carne deshuesada de pescado, aportando mayor cohesividad y moldeabilidad a la masa, lo que facilitó la formación de productos secos con atributos sensoriales mejorados, especialmente en cuanto a color y apariencia. Sin embargo, la rehidratación de los productos secos no fue satisfactoria. Por lo tanto, se recomienda continuar los ensayos con ingredientes amiláceos a base de cereales y tubérculos que permitan elaborar productos secos de calidad aceptable. Asimismo, se recomienda el desarrollo de estudios relativos a las condiciones del proceso.

SUMMARY

UTILIZATION OF DEBONED FISH MEAT FOR PREPARING DRY PRODUCTS

Minced fish flesh, both from Catfish (*Arius* sp) and from a mixture of various fish species of shrimp by-catch, were mixed with several starchy ingredients and salt. Drying at 70°C was done until 4-10% moisture levels were reached.

Physicochemical and microbiological tests (moisture, ash, protein, fat, pH, total volatile nitrogen, thiobarbituric tests, sodium chloride, color, total pour plate counts and yeast and mould counts) were conducted before and after drying.

In addition, rehydration and sensory evaluation tests were performed in the dried products. Findings revealed that sodium chloride at 1.5% works as preservative and does not affect rehydration. Starchy ingredients favor fish particles binding and enhance sensory attributes such as color and appearance. Nevertheless, more studies in this area are recommended to reach acceptable quality products.

BIBLIOGRAFIA

1. Martin, R. Mechanically deboned fish flesh. *Food Technol.*, 30: 64, 1976.
2. Blackwood, C. Utilization of mechanically separated fish flesh. Canadian experience. In: *Fishery Products*. R. Kreuzer (Ed.). (FAO). London. Fishing News (Books) Ltd., 1974, p. 325.

3. Bello, R. **Desarrollo de un Producto Seco de Pescado a Partir de Especies de Bajo Valor Comercial.** Tesis de *Magister Scientifcae*. University of Washington, Washington, D. C., EUA, 1977.
4. Moledina, K., J. Regenstein, R. Baker & K. Steinkraus. A process for the preparation of dehydrated salted fish-soy cakes. *J. Food Sci.*, 42:765, 1977.
5. Young, R. **Shrimp By-catch Utilization in Mexico: Potential and Problems.** Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Guaymas, Sonora, México, and Tropical Products Institute of London, England, 1978.
6. Young, R., E. Coria, E. Cruz & J. Baldry. Development and acceptability testing of a modified salt/fish product prepared from shrimp by-catch. *J. Food Technol.*, 14: 509, 1979.
7. Waterman, J. **L Producción de Pescado Seco.** Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1978, p. 160 (Documento Técnico de Pesca de la FAO).
8. Jamieson, J. & P. Jobbar. Producción de pescado salado y seco. En: **Manejo de los Alimentos. Técnicas de Conservación.** Vol. II. México, D. F., Editorial Alfax, 1975, p. 247.
9. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** Washington, D. C., The Association, 1980.
10. Tarlagdis, B., B. Watts, M. Younathan & L. Dugan. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 37:44, 1960.
11. Rhee, K. Minimization of further lipid peroxidation in the distillation of 2-thio-barbituric acid, test of fish and meat. *J. Food Sci.*, 43:1776, 1978.
12. Winton, A. L. & K. B. Winton. **Análisis de Alimentos.** México, D. F. Editorial Hispanoamericana, S. A., 1958, p. 1031-1032.
13. Connel, J. Some aspects of the texture of dehydrated fish. *J. Sci. Food Agr.*, 8:256, 1957.
14. Gilliland, S., F. Busta, J. Brinda & J. Campbell. Aerobic plate count. In: **Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods.** Washington, D. C., American Public Health Association (APHA), 1976, p. 194.
15. Koburger, J. Yeasts and molds. In: **Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods.** Washington, D. C., American Public Health Association (APHA), 1976, p. 25.
16. Poulter, R. & J. Disney. Development of novel products from Tropical fish species. In: **Proceedings of the Second Annual Tropical and Sub-Tropical Fisheries Technological Conference of the Americas.** Texas A & M University, Sea Grant College, 1977, p. 43.
17. Bello, R. & G. Pigott. A new approach to utilizing minced fish flesh in dried products. *J. Food Sci.*, 44:355, 1979.
18. Nickelson, R., G. Finne, A. Wuimby & N. Connally. Minced fish flesh from non-traditional Gulf of Mexico finfish species; yield and composition. *J. Food Sci.*, 45:1327, 1980.
19. Jacquot, R. Organic constituents of fish and other aquatic animal foods. In: **Fish as Food.** G.P. Borgstrom (Ed.). Vol. 1. New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1961, p. 145.
20. Bello, R. & G. Luna. Evaluación y mejoramiento de la calidad del cazón (Familia *Carcharhinidae*) salado en Venezuela. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 21:493-504, 1971.
21. Lupin, H. Principles on Fish Salting. FAO/Danida Workshop on Fish Technology and Quality Control. Georgetown, Guyana, 8 June - 4 July, 1981.
22. Munsell, G. **Book of Color, Glossy Finish Collection 25 R-10R.** Baltimore, Maryland, 21218, 1976.

DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD PROTEINICA IN VITRO E IN VIVO EN CEREALES Y LEGUMINOSAS, CRUDOS Y COCIDOS

Miguel Hernández¹, Adolfo de la Vega² y Angela Sotelo³

Unidad de Investigación Biomédica, Instituto Mexicano del Seguro Social,
y Departamento de Posgrado, Facultad de Química,
Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN

Se determinó la digestibilidad de algunos cereales y leguminosas empleando dos métodos *in vitro*, y se comparó con la técnica *in vivo*, en ratas. Se utilizaron cuatro leguminosas (guisante, frijol negro, frijol blanco, y frijol ayocote) y tres cereales (maíz, arroz y trigo), crudos y cocidos. A tres de las leguminosas (frijoles) se les adicionó 0.6% de DL-metionina antes de su cocimiento. La digestibilidad *in vitro* de las muestras difirió según el método utilizado. El trigo y los guisantes, tanto crudos como cocidos, acusaron la mayor digestibilidad tanto *in vitro* como *in vivo*; la adición de metionina a los frijoles no modificó su digestibilidad *in vivo*. De los métodos *in vitro* utilizados, el procedimiento de Akeson y Stahmann mostró correlación directa con el método *in vivo* ($r = 0.874; P < 0.01$).

INTRODUCCION

La digestibilidad de las proteínas se considera como un indicador de su calidad. Así, por ejemplo, se sabe que los alimentos de origen animal son de mayor digestibilidad que los de origen vegetal (1, 2). Esto se ha atribuido al menor contenido de fibra cruda de los alimentos de origen animal, lo que hace que la velocidad de tránsito por el intestino sea más lenta y, en consecuencia, se obtenga una mayor absorción de nutrientes (3). Además,

Manuscrito modificado recibido: 11-5-84.

- 1 Investigador Asociado C, de la Sección de Bromatología, División de Nutrición, Unidad de Investigación Biomédica, Centro Médico Nacional (CMN), Instituto Mexicano del Seguro Social, México D. F., México.
- 2 Profesor de tiempo completo, ENEP-Zaragoza, Universidad Nacional de México.
- 3 Jefe de la Sección de Bromatología, División de Nutrición, Unidad de Investigación Biomédica, CMN, Instituto Mexicano del Seguro Social, Apartado Postal 73-032, 03020 México D. F., México.

la estructura terciaria de las proteínas animales es menos compleja que la de los vegetales, por lo que es más fácilmente digerida por las enzimas intestinales (1). Otros factores que disminuyen la digestibilidad proteínica de los alimentos de origen vegetal son algunos elementos tóxicos, tales como los inhibidores de proteasas, taninos y hemaglutininas (4-7). De ahí la necesidad de emplear procesos térmicos drásticos para su cocción, que afecten la disponibilidad de los aminoácidos, ya que éstos pueden interactuar con los carbohidratos que abundan más en los alimentos de origen vegetal (4, 8).

Si bien idealmente la digestibilidad proteínica de los alimentos debiese ser medida en animales de experimentación, con miras a reducir el tiempo y los costos de esta determinación, se ha tratado de establecer procedimientos *in vitro* capaces de sustituir la técnica *in vivo*; ello explica la abundancia de técnicas propuestas para esta determinación (9-12).

En el presente trabajo se determinó la digestibilidad *in vivo* de algunos alimentos de origen vegetal, crudos y cocidos, comparándola con los resultados obtenidos con dos métodos *in vitro*.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Para este estudio se utilizaron arroz, maíz, trigo, frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*) guisante seco (*Pisum sativum*), frijol negro y frijol blanco (*Phaseolus vulgaris*), todos ellos adquiridos en un mercado local de la ciudad de México.

Los cereales y el guisante se utilizaron crudos y cocidos en agua (relación líquido-sólido de 3:1) a ebullición durante tres horas, reponiéndose el agua perdida por evaporación. Al final de la cocción se eliminó el caldo por medio de un colador casero, y el grano se secó en un horno a 60-70°C durante 20 horas. Luego, las muestras crudas y cocidas se pasaron en un molino de laboratorio Arthur Thomas Co., hasta pasar un tamiz, malla No. 20, y en esta forma se utilizaron para el análisis y la preparación de las dietas.

Los frijoles se estudiaron en las condiciones siguientes:

- 1) Un lote se utilizó crudo.
- 2) Otro se sometió a cocción en forma idéntica a como se hizo con los cereales y el guisante, y luego secado, una vez eliminada el agua de cocción.
- 3) El tercer lote fue cocido en igual forma, pero incluyendo el agua de cocción.
- 4) El cuarto lote fue tratado en forma similar al segundo, pero antes de la cocción se agregó a los frijoles 0.6% de DL-metionina.
- 5) El último lote se cñó a un tratamiento similar al tercero, pero también se le adicionó metionina al 0.6%.

Los lotes de frijoles fueron secados y molidos, empleando la harina que pasó por el tamiz, malla No. 20.

Métodos

En todas las muestras se determinó el contenido de humedad y proteína según las técnicas descritas por la AOAC (10). La digestibilidad *in vitro* se midió de acuerdo a los métodos descritos por Akeson y Stahmann (12) y por Saunders y colaboradores (9), los cuales se exponen en forma resumida en la Figura 1.

Método de Saunders <i>et al.</i> (9)		Método de Akeson y Stahmann (12)	
Muestra, 250 mg		Muestra, 100 mg (proteína)	
HCl 0.1N 15 ml con 1.5 mg de pepsina		HCl 0.1N, 15 ml con 1.5 mg de pepsina	
Agítase a 37°C por 3 horas		Incúbese a 37°C por 3 horas	
Neutralícese con NaOH 0.5N		Neutralícese con 2.7 ml de NaOH 0.2N	
Pancreatina, 4 mg en 7.5 ml de buffer de fosfatos 0.02M, pH 8.0		Pancreatina, 4 mg en 7.5 ml de buffer de fosfatos pH 8.0	
Agítase 24 horas a 37°C		Incúbese 24 horas a 37°C	
Centrifúguese 5 min a 20,000 x g		Adiciónese ácido pícrico al 10/o	
Líquido	Sólido	Centrifúguese 30 min, a 100 x g	
	Lavado	Líquido	Sólido
	Determinación de nitrógeno	Análisis de nitrógeno	

FIGURA 1

Procedimientos para determinar la digestibilidad *in vitro*

Para el estudio de digestibilidad *in vivo* se elaboraron dietas con 100/o de proteína para los frijoles, y de 6-80/o para los cereales, manteniéndose constante el nivel energético (1.73 MJ 414 KCal) en todas ellas. La formulación utilizada se presenta en la Tabla 1. Las dietas se administraron a seis ratas macho de la cepa Sprague-Dawley, recién destetadas de 21 a 23 días, y con un peso promedio inicial de 50 g. Los animales se mantuvieron en un período de adaptación de dos semanas, determinándose la digestibilidad proteínica aparente durante la tercera semana de estar ingiriendo las dietas. Durante esta última se pesó el alimento ingerido dos

TABLA 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Muestra	g	Almidón ¹ (g)	Aceite de maíz (g)	Mezcla de vitaminas ² (g)	Sales mine- rales ³	Celu- losa ⁴
Trigo crudo y cocido	58.8	23.2	12.9	2.0	3.1	—
Arroz crudo y cocido	86.4		8.0	2.0	3.6	—
Maíz crudo y cocido	70.0	14.4	10.9	2.0	2.7	—
Guisante crudo y cocido	46.0	35.7	13.3	2.0	3.0	—
Frijol negro cocido y crudo	42.4	39.4	13.1	2.0	2.1	1.0
Frijol ayocote coci- do y crudo	51.4	32.8	12.8	2.0	1.0	—
Alubia cocida y cruda	42.8	36.7	13.3	2.0	2.5	2.7

1 Productos de Maíz, S. A., México, D. F.

2 Nutritional Biochemicals, Cleveland, Ohio, EUA.

3 Rogers y Harper.

4 Celulosa tipo fibra, Teklad test diets, Wisconsin, Wisconsin, EUA.

veces, y al término de ella, se recolectaron las heces. Estas últimas fueron deshidratadas a 60-70°C durante 20 horas; luego se molieron hasta pasar la malla No. 20, y se determinó el contenido de nitrógeno. La fórmula para calcular la digestibilidad proteínica aparente fue la siguiente:

$$D = \frac{\text{Nitrógeno ingerido} - \text{Nitrógeno fecal}}{\text{Nitrógeno ingerido}} \times 100$$

Se determinó el coeficiente de correlación entre los métodos químicos y entre éstos y el procedimiento *in vivo* (13).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se da a conocer el contenido de proteína y humedad del material estudiado. De los cereales, el trigo fue el que tuvo la mayor concentración de proteína (11.90/o). En los tres cereales se encontró un contenido proteínico ligeramente mayor en los lotes cocidos y secos, probablemente a causa de su menor contenido de humedad. En las leguminosas, el por ciento de proteína varió de 18.8 a 26.00/o, valores que concuerdan con los informados en la literatura para diferentes leguminosas (14).

Los resultados de la digestibilidad *in vitro* se detallan en la Tabla 3, encontrándose en general valores más elevados (excepto en las muestras crudas) al medir la digestibilidad según el método de Akeson y Stahmann

TABLA 2

CONTENIDO DE PROTEINA DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS
(N x 6.25)

Material	g/100 g muestra	o/o humedad
Trigo crudo	11.9	14.0
Trigo cocido,secado sin líquido de cocción	12.9	5.2
Arroz crudo	8.1	12.0
Arroz cocido,secado sin líquido de cocción	10.6	6.0
Maíz crudo	7.8	11.0
Maíz cocido,secado sin líquido de cocción	8.5	6.5
Guisante crudo	21.7	9.5
Guisante cocido,secado sin líquido de cocción	23.7	4.5
Frijol negro crudo	22.9	12.9
Frijol negro cocido,secado con líquido de cocción	23.8	5.4
Frijol negro cocido,secado sin líquido de cocción	26.0	4.2
Frijol negro cocido con metionina,secado con líquido de cocción	22.0	6.2
Frijol negro cocido con metionina,secado sin líquido de cocción	22.8	5.8
Frijol ayocote crudo	18.8	8.5
Frijol ayocote cocido,secado con líquido de cocción	20.0	3.3
Frijol ayocote cocido,secado sin líquido de cocción	20.8	3.3
Frijol ayocote cocido con metionina,secado con líquido de cocción	18.8	4.0
Frijol ayocote cocido con metionina,secado sin líquido de cocción	19.1	5.4
Frijol blanco crudo	23.5	9.3
Frijol blanco cocido,secado con líquido de cocción	24.0	2.0
Frijol blanco cocido,secado sin líquido de cocción	23.4	2.7
Frijol blanco cocido con metionina,secado con líquido de cocción	23.0	3.9
Frijol blanco cocido con metionina,secado sin líquido de cocción	23.0	2.3

(12). No se constató correlación entre los dos procedimientos empleados, ya que con el método de Saunders *et al.* (9), todas las muestras crudas exhibieron valores de digestibilidad aparentemente superiores que las cocidas, en tanto que con el de Akesson y Stahmann, ocurrió a la inversa. Podría ser que la razón radique en los inhibidores de tripsina, al interferir con la hidrólisis de la proteína y su solubilización.

La digestibilidad proteínica aparente y sus consiguientes resultados se consignan en la Tabla 4. Debido al diferente porcentaje de nitrógeno en la dieta, su ingesta varió, siendo mayor en las leguminosas que en los cereales. Con estos últimos se registró una menor pérdida de nitrógeno por las heces, probablemente como efecto compensatorio a la menor ingesta

TABLA 3

DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE ALGUNOS CEREALES Y LEGUMINOSAS, CRUDOS Y COCIDOS (°/o)

Muestras	Métodos <i>in vitro</i>	
	Akeson y Stahmann (12)	Saunders <i>et al.</i> (9)
Trigo crudo	93.0	82.2
Trigo cocido, secado sin líquido de cocción	95.7	75.7
Arroz crudo	88.6	68.5
Arroz cocido, secado sin líquido de cocción	72.9	65.9
Maíz crudo	91.5	70.0
Maíz cocido, secado sin líquido de cocción	82.7	53.2
Guisante crudo	100.0	84.4
Guisante cocido, secado sin líquido de cocción	91.7	84.2
Frijol negro crudo	55.9	83.9
Frijol negro cocido, secado con líquido de cocción	77.4	58.4
Frijol negro cocido, secado sin líquido de cocción	76.0	67.1
Frijol negro cocido con metionina, secado con líquido de cocción	84.9	62.0
Frijol negro cocido con metionina, secado sin líquido de cocción	79.4	68.6
Frijol ayocote crudo	57.3	78.7
Frijol ayocote cocido, secado con líquido de cocción	77.0	55.2
Frijol ayocote cocido, secado sin líquido de cocción	82.9	61.6
Frijol ayocote cocido con metionina, secado con líquido de cocción	92.3	62.4
Frijol ayocote cocido con metionina, secado sin líquido de cocción	93.7	50.4
Frijol blanco crudo	50.9	76.2
Frijol blanco cocido, secado con líquido de cocción	86.8	64.3
Frijol blanco cocido, secado sin líquido de cocción	86.6	61.5
Frijol blanco cocido con metionina, secado con líquido de cocción	84.8	70.4
Frijol blanco cocido con metionina, secado sin líquido de cocción	85.0	68.6

de nitrógeno. En los cereales la digestibilidad fue similar en las muestras crudas y las cocidas, excepto en el caso del arroz en el que, en forma cocida, exhibió una menor digestibilidad, tal vez porque durante la cocción se obtuvo un caldo muy espeso. En efecto, se utilizó arroz blanco, por lo que hubo retrogradación del almidón y fue muy difícil separar el agua de cocción del grano en el proceso de secado. Ello tuvo como consecuencia el alargamiento del grano, lo que puede causar compuestos no hidrolizables por las enzimas gastrointestinales. Esto último también parece ser válido para los frijoles que se secaron con el agua de cocción, ya que en éstos se encontró una menor digestibilidad en comparación con los frijoles

TABLA 4

**DATOS DEL ESTUDIO BIOLÓGICO Y DIGESTIBILIDAD PROTEÍNICAS
APARENTE EN CEREALES Y LEGUMINOSAS***

Material	Nitrógeno ingerido (g)	Nitrógeno fecal (g)	% de nitrógeno en dieta (g)	Digestibi- lidad (g)
Trigo crudo	0.632	0.122	1.28	80.6 ± 3.1
Trigo cocido, secado sin líquido de cocción	0.691	0.133	1.36	77.1 ± 2.5
Arroz crudo	0.685	0.092	1.15	86.6 ± 0.7
Arroz cocido, secado sin líquido de cocción	0.755	0.242	1.23	67.6 ± 3.1
Maíz crudo	0.398	0.082	0.83	79.3 ± 2.6
Maíz cocido, secado sin líquido de cocción	0.394	0.076	0.96	80.7 ± 4.0
Guisante crudo	0.821	0.156	1.67	79.3 ± 2.6
Guisante cocido, secado sin líquido de cocción	0.964	0.176	1.81	80.7 ± 4.0
Frijol negro cocido, secado con líquido de cocción	0.723	0.268	1.55	62.8 ± 5.0
Frijol negro cocido, secado sin líquido de cocción	0.760	0.247	1.50	67.3 ± 3.1
Frijol negro cocido con metionina, secado con líquido de cocción	1.044	0.347	1.62	62.3 ± 2.0
Frijol negro cocido con metionina, secado sin líquido de cocción	1.081	0.393	1.60	61.7 ± 4.7
Frijol ayocote cocido, secado con líquido de cocción	0.771	0.329	1.59	57.1 ± 3.0
Frijol ayocote cocido, secado sin líquido de cocción	0.710	0.276	1.47	59.7 ± 4.6
Frijol ayocote cocido con metionina, secado con líquido de cocción	0.988	0.433	1.57	56.0 ± 3.5
Frijol ayocote cocido con metionina, secado sin líquido de cocción	1.078	0.420	1.60	61.3 ± 4.0
Frijol blanco cocido, secado con líquido de cocción	0.642	0.143	1.69	77.0 ± 3.5
Frijol blanco cocido, secado sin líquido de cocción	0.793	0.180	1.66	77.1 ± 2.5
Frijol blanco cocido con metionina, secado con líquido de cocción	0.880	0.206	1.64	76.4 ± 3.5
Frijol blanco cocido con metionina, secado sin líquido de cocción	0.932	0.207	1.66	77.7 ± 2.3

* En los frijoles crudos no se determinó la digestibilidad porque los animales murieron en menos de 15 días.

secados, después de haber decantado el agua.

El frijol negro (con aproximadamente 58^o/o) y el frijol ayocote (con 63^o/o) resultaron ser las muestras de menor digestibilidad, mientras que el guisante (80^o/o) mostró una digestibilidad similar a la de los cereales.

En el caso del frijol crudo no se pudo determinar su digestibilidad, ya que las ratas que lo ingirieron murieron en su totalidad en menos de dos semanas, por efecto de las sustancias tóxicas que contiene (15, 16). La adición de metionina no modificó su digestibilidad, a pesar de que el agregado de este aminoácido sí mejora el valor nutritivo de la proteína de las leguminosas (17, 18).

TABLA 5

COEFICIENTES DE CORRELACION DE DIGESTIBILIDAD ENTRE LOS
METODOS *IN VITRO* E *IN VIVO*

$$(y = a + bx)$$

Método de Akeson y Stahmann (12), vs método de Saunders *et al.* (9)

$$\begin{aligned} a &= 77.590 \\ b &= -0.112 \\ r &= -0.144 \end{aligned}$$

Método de Akeson y Stahmann, vs método *in vivo*

$$\begin{aligned} a &= -84.800 \\ b &= 1.792 \\ r &= 0.874 \end{aligned}$$

Método *in vivo*, vs método de Saunders *et al.*

$$\begin{aligned} a &= 74.116 \\ b &= -0.092 \\ r &= -0.241 \end{aligned}$$

En la Tabla 5 se aprecian los coeficientes de correlación entre los métodos *in vitro*, y entre éstos y la digestibilidad *in vivo*, encontrándose que entre las técnicas *in vitro* no hubo correlación; de ellos, el método de Akeson y Stahmann fue el que correlacionó con la digestibilidad *in vivo* ($r = 0.874$; $P < 0.01$). Sin embargo, el procedimiento *in vitro* dio valores más elevados que el método *in vivo*, lo que da lugar a la posibilidad de mejorar esta correlación, o bien de encontrar otro método *in vitro* que muestre valores similares a la digestibilidad *in vivo*.

SUMMARY

**IN VITRO AND IN VIVO PROTEIN DIGESTIBILITY DETERMINATIONS
OF RAW AND COOKED CEREALS AND LEGUMES**

The digestibility of some cereals and legumes was determined in rats by two *in vitro* methods, and compared with the *in vivo* technique. Four raw and cooked legumes (peas, black beans, white beans and "ayocote" beans) and three cereals (corn, rice and wheat) were used for this purpose. Prior to cooking, 0.6% DL-methionine was added to three of the legumes. The *in vitro* digestibility of the samples differed according to the applied methodology. Wheat and peas, both raw and cooked, showed the greatest *in vitro* and *in vivo* digestibility; methionine addition to the beans did not modify their *in vivo* digestibility. Of the *in vitro* methods used, the Akeson and Stahmann procedure showed a direct correlation with the *in vivo* method ($r = 0.874$; $P < 0.01$).

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Dr. Silvestre Frenk por su valiosa ayuda en la preparación del manuscrito, y a la Sra. Rosa María Hernández Arellano por el trabajo secretarial. Este estudio, cabe agregar, fue patrocinado en parte por la Organización de Estados Americanos (OEA).

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., L. G. Elías & M. R. Molina. Estudios sobre la digestibilidad de las proteínas de varias especies de leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27:215-231, 1977.
2. Marshall Jr., H. F., G. W. Wallace & L. D. Satterlee. Prediction of protein digestibility by an *in vitro* procedure using human, porcine and rat pancreatin preparations. *Nutr. Repts. Internat.*, 19:901-913, 1979.
3. De Souza, N. & M. H. Bicuda. Digestibilidade da proteína do feijão. En: *Coloquio sobre Valor Nutricional de las Leguminosas de Grano y Factores que Afectan su Producción, Disponibilidad y Consumo*. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2): 69-77, 1977 (Suplemento No. 2).
4. Sikka, K. C., A. K. Gupta, R. Singh & D. P. Gupta. Comparative nutritive value, amino acid content, chemical composition and digestibility *in vitro* of vegetable and grain-type soybeans. *J. Agr. Food Chem.*, 26:312-316, 1978.
5. Romero, J. & D. Ryan. Susceptibility of the major storage protein of the bean, *Phaseolus vulgaris*, to *in vitro* enzymatic hydrolysis. *J. Agr. Food Chem.*, 26: 784-788, 1978.
6. Ramachandra, G., T. K. Virupaksha & M. Shadaksharaswamy. Relationship between tannin levels and *in vitro* protein digestibility in finger millet (*Eleusine coracana* Gaertn.). *J. Agr. Food Chem.*, 25:1101-1104, 1977.
7. Bond, D. A. *In vitro* digestibility of the testa in tannin-free field beans (*Vicia faba*, L.). *J. Agr. Sci. Camb.*, 86:561-566, 1976.
8. Bidwood, E. J. Availability of amino acids in foods. In: *International Encyclopaedia of Food and Nutrition*. Vol. II: Protein and Amino Acid Functions.

- Oxford, England, Pergamon Press, Ltd., 1972.
9. Saunders, R. M., M. A. Connor, A. N. Booth, E. M. Bickoff & G. O. Kohler. Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrates by *in vivo* and *in vitro* methods. *J. Nutr.*, **103**:530-535, 1973.
 10. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** W. Horwitz (Ed.). 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
 11. Hsu, H. W., D. L. Vavak, L. D. Satterdee & G. A. Miller. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J. Food Sci.*, **42**:1269-1273, 1979.
 12. Akesson, W. R. & M. A. Stahmann. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. *J. Nutr.*, **83**:257-261, 1964.
 13. Steel, R. G. D. & J. H. Torrie. **Principles and Procedures of Statistics.** New York, N. Y., Mc Graw-Hill, 1960.
 14. Liener, I. E. Toxic factors in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutr.*, **11**:281-299, 1972.
 15. Pak, N., A. Mateluna & H. Araya. Efecto de diversos tratamientos térmicos en el contenido de hemaglutininas y en la calidad proteica del frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **28**:184-195, 1978.
 16. Jaffé, W. G. Factores tóxicos en leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **18**:203-218, 1968.
 17. Braham, J. E., R. M. Vela, R. Bressani & R. Jarquín. Efecto de la cocción y de la suplementación con aminoácidos sobre el valor nutritivo de la proteína del gandul (*Cajanus indicus*). *Arch. Venezol. Nutr.*, **15**:19-32, 1965.
 18. Bressani, R., L. G. Elías & A. T. Valiente. Effect of cooking and amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris*). *Brit. J. Nutr.*, **17**:69-78, 1963.

UTILIZACION DE LA SEMILLA DEL CHIGO (*Campsiandra comosa*, Benth) EN LA ALIMENTACION HUMANA. I. ANTECEDENTES, POTENCIAL NUTRICIONAL, Y CARACTERISTICAS DE LA PLANTA Y LA SEMILLA

J. A. Barreiro¹, O. Brito², P. Hevia², C. Pérez³ y M. Orozco⁴

Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se hizo una revisión de trabajos informados en la literatura con respecto a la utilización de la semilla del "chigo" (*Campsiandra comosa*, Benth) en la alimentación humana, en Venezuela. La semilla del "chigo" es utilizada por los indígenas y habitantes de zonas en la cuenca del río Orinoco, para la producción de varios tipos de alimentos que elaboran con su harina.

Análogamente, se presenta el potencial nutricional de la semilla y algunas características de ésta y del árbol de donde se obtiene.

En base a su contenido de carbohidratos y proteínas, y a su composición aminoacídica, se considera de interés proceder a un estudio más detallado de su potencial nutricional y de las condiciones de procesamiento de la semilla, con miras a incrementar su rendimiento y mejorar su calidad como alimento para humanos.

INTRODUCCION

Entre las numerosas semillas utilizadas en la alimentación humana en ciertas regiones de Venezuela, se encuentra la "chiga", semilla del árbol denominado "chigo" o "guamo chigo" (*Campsiandra comosa*, Benth).

En 1886, Ernst (1) señaló que esta semilla proporcionaba parte apreciable del sustento de ciertas tribus de indios. En la actualidad, la "chiga"

Manuscrito modificado recibido: 17-5-84.

- 1 Director, División de Ciencias Biológicas, y Profesor Asociado del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Apartado 80659, Caracas, 1080-A, Venezuela.
- 2 Profesores Asociados del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar.
- 3 Profesor Agregado del mismo Departamento.
- 4 Estudiante de postgrado, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

sigue siendo utilizada por los habitantes de la cuenca del río Orinoco, especialmente por las tribus indígenas del Territorio Federal Amazonas (2) y por grupos humanos en el Estado Apure, en las cercanías de los ríos Cunaviche, Arauca, Capanaparo y Sinaruco. Con esta semilla elaboran "arepas", natillas y otros productos de repostería y panadería.

Pittier (3), describió al "chigo" como un árbol grande que crece en la cuenca del río Orinoco, hasta el pie del monte andino. Ernst (1), por su parte, informó que el árbol crecía a la orilla de los ríos, produciendo abundantes cosechas. El fruto es una legumbre cuya vaina mide aproximadamente seis pulgadas de largo (15.2 cm) por dos pulgadas de ancho (5.1 cm). La fruta estudiada por Ernst contenía cuatro semillas desarrolladas, y una infértil; las primeras estaban contenidas en la vaina en forma superpuesta entre sí, con bordes aplanados.

El proceso de fabricación de la harina de "chiga" también fue descrito por Ernst (1), quien manifestó que después de sacadas las semillas de sus vainas, eran enterradas durante algún tiempo en tierra húmeda; luego de llegar a cierto grado de fermentación se sacaban, lavaban y molían. En aquella época, indica este autor, "aún hoy en día, la harina o fécula es utilizada tal como dice Humboldt, para hacer pan, especialmente para cierta clase de tortas pequeñas...." (arepas). Por otro lado, Pittier (3), citando a Ernst, señala que la harina "es de color rojizo muy pálido y tiene un olor especial bastante agradable. Consta de granos sumamente pequeños y las más de las veces unidos en grupos de tres, que tienen 0.01 a 0.02 mm de grueso. Se usa para hacer pan".... "pero parece que hoy es más bien un artículo de lujo que un alimento muy usado".

A pesar de estas tempranas referencias a la utilización de la harina de "chiga" en la alimentación humana durante el pasado siglo, el estudio de esta semilla, como alimento, ha sido escasamente investigado en la literatura. Lasser (4), en 1946, hizo ver la potencialidad de su uso para consumo humano, y en 1952, Vélez y Baumgartner (2), señalaron su utilización en la alimentación por parte de tribus indígenas del Territorio Federal Amazonas, conociéndose en lengua piaroa con el nombre de "sepaj".

Más recientemente, Schneg (5), hizo la descripción botánica de la planta, y Rodríguez (6), realizó un estudio preliminar acerca de la harina de "chiga". Destacó la falta de conocimiento que a nivel internacional existe en cuanto a la utilización de dicha semilla como fuente de alimento, de acuerdo a datos que le fueran suministrados por la "League for the International Food Education" (L.I.F.E.) (6).

Castillo (7), por otro lado, llevó a cabo un estudio introductorio sobre las potencialidades nutricionales de la semilla del "chigo" y de la harina elaborada con dicha semilla.

El presente trabajo persigue hacer una recopilación y análisis de los datos existentes en la literatura relativos al árbol y a la semilla del "chigo" (*Campsiandra comosa*, Benth), como etapa previa al desarrollo de una investigación orientada a determinar su potencial nutricional en la alimentación humana.

La Planta: Campsiandra comosa, Benth

Este árbol pertenece a la familia *Leguminosae*, subfamilia *Caesalpinidas*, género *Campsiandra* (8).

Esta especie la conforman árboles o arbustos que fluctúan entre pequeños y medianos, de 8 a 12 metros de altura, frondosos, de copa redonda, tallo corto y retorcido, con ramificaciones que principian a un metro del suelo aproximadamente. El árbol produce una sola cosecha anual, de mayo a agosto, pudiendo recogerse de cada árbol aproximadamente 180 kg de frutos, los que contienen de 3 a 8 semillas cada uno (6).

Las hojas son compuestas, glabras, coriáceas, y la inflorescencia tiene panículos corimbiformes terminales. El árbol crece a orillas de los ríos o en zonas que se inundan durante la época de lluvias; según observaron los autores de este trabajo en el Estado de Cunaviche, en el mes de julio de 1982, existe agua en la base de todos los árboles o arbustos. De acuerdo a datos recabados en la zona la floración ocurre de abril a mayo de cada año, pudiéndose cosechar la legumbre de la planta entre mayo y agosto, y del suelo o del agua la legumbre o la semilla, hasta los meses de octubre y noviembre. Las semillas se esparcen por el suelo húmedo o el agua, al caer la vaina y abrirse con el impacto o con posterioridad. La época de producción coincide con la estación de lluvias. Las semillas se conservan en el agua o en sitios húmedos, semi-enterradas, no produciéndose la germinación hasta que llegue la estación seca y se sequen los caños y zonas inundadas en cuyas orillas crece el "chigo" (9, 10).

Schneeg (5) y Aristiguieta (8) han dado a conocer en la literatura, descripciones botánicas de esta planta.

La Vaina

La vaina del "chigo" (*Campsiandra comosa*, Benth) es aplanada, comprimida, oblonga, y glabra, de 30 a 35 cm de largo y de 5 a 7.5 cm de ancho, dehiscente por dos suturas, con 3 a 8 semillas orbiculares y aplanadas; éstas son verdes cuando tiernas, y castaño oscuro por fuera y verde por dentro cuando maduras, y miden de 6 a 7 cm de ancho (4, 5, 8). La vaina es de color verde en su fase joven, o castaño oscuro cuando madura, al igual que las semillas que contiene. Una vez abierta, tiene la tendencia a enrollarse en forma de espiral.

Rodríguez (6), dio a conocer un estudio relativo a las dimensiones, forma geométrica y peso de las semillas y el pericarpio. Este autor investigó 20 vainas recogidas al azar, al igual que Brito, Hevia y Barreiro (11), no encontrando diferencias altamente significativas ($P \leq 0.95$) entre los valores de largo y anchura de la vaina, número de semillas por vaina, peso de la vaina y peso de las semillas entre los constatados por él (6) y los informados por Brito, Hevia y Barreiro (11). Los valores promedio obtenidos de los resultados de las dos investigaciones a que se alude, se consignan en la Tabla 1. Para los rangos presentados, se han tomado los valores extremos dados a conocer por los autores en referencia.

El número de semillas más frecuente encontrado en las vainas fue de siete, y la relación entre el peso de las semillas y el peso de la vaina, en promedio fue de 0.72.

Se pudo observar que las semillas verdes se oscurecen rápidamente una vez entran en contacto con el aire, siendo este proceso acelerado por elevaciones de la temperatura. Una vez abiertas las vainas, las semillas verdes se oscurecen a un color marrón oscuro en un período de 24 a 36 horas, a una temperatura de 25°C promedio.

TABLA 1

CARACTERISTICAS FISICAS DE LA VAINA DE *CAMPSIANDRA COMOSA*,
BENTH CALCULADAS A PARTIR DE LOS DATOS PRESENTADOS POR
RODRIGUEZ (6) Y POR BRITO, HEVIA Y BERREIRO (11)

	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	No. semillas	Peso semillas (g)
Rango	19.6—111.0	12.0—28.9	4.3—6.6	3—9	14.4—78.5
Media	60.7	19.7	5.5	6.6	43.5
Desviación estándar	20.2	4.3	0.7	2.7	15.9
Intervalo, 95% de confiabilidad	54.2—67.2	18.3—21.1	5.3—5.7	5.7—7.5	38.5—48.5
Moda	—	—	—	7	—

La Semilla

Según se mencionó, las semillas del fruto maduro son de color oscuro por fuera y verde claro por dentro; las semillas del fruto no maduro son verdes, tanto por fuera como por dentro. El color marrón oscuro que presentan externamente cuando maduras, está asociado a la cutícula externa que las recubre.

La última es de estructura esponjosa y de menor densidad aparente que el embrión. En el estudio realizado por Rodríguez, ya citado (6), con 16 semillas escogidas al azar, encontró que su peso oscilaba en un rango comprendido entre 5.4 y 10.3 g, con un promedio de 7.1 g por semilla. El rango de pesos del embrión en dichas semillas fue entre 5.0 y 9.5 g, con un promedio de 6.6 g y el porcentaje de peso del embrión en relación al peso de la semilla en promedio, de 92%, con un rango de 91 a 94%. A partir de los datos de Rodríguez (6) se calcularon otros parámetros estadísticos, los cuales se exponen en la Tabla 2.

Composición de la semilla — La composición de la semilla del “chigo” ha sido estudiada por varios autores (6, 7, 11), con los resultados que se consignan en la Tabla 3, junto con los promedios calculados con base a estos resultados.

Algunos micronutrientes, tales como calcio, hierro y fósforo han sido determinados en la semilla del “chigo” (6), con los resultados expuestos en la Tabla 4.

El contenido de aminoácidos esenciales presentes en la proteína de la semilla (7, 11) figuran, asimismo, en la Tabla 5. Según se aprecia, los requerimientos de aminoácidos esenciales para las distintas edades, estipulados por la FAO (12), son satisfechos por la semilla, con excepción de los aminoácidos azufrados y el triptofano, tal como ocurre en las leguminosas en general (13). Es de señalar que el valor promedio del contenido de lisina sensiblemente excede el del patrón de referencia de FAO/OMS.

TABLA 2

**CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS SEMILLAS DE CAMPSIANDRA
COMOSA, BENTH, CALCULADAS DE DATOS PRESENTADOS POR
RODRIGUEZ (6)**

	Peso del embrión (g)	O/o en peso de embrión en la semilla
Rango	5.0-9.5	91 - 94
Media	6.6	92
Desviación estándar	1.2	0.7
Intervalo de 95% de confiabilidad	6.3-6.9	92.1-92.5

TABLA 3

**ANALISIS APROXIMADO DE LA SEMILLA DEL "CHIGO"
(CAMPSIANDRA COMOSA, BENTH), PRESENTADOS POR DIVERSOS
AUTORES
(Expresado en g/100 g)**

	Rodríguez (6)	Castillo (7)	Brito, Hevia y Barreiro (11)	Promedio
Humedad	33.3	—	46.0	39.7
Proteína (N x 6.25)*	10.3	11.9	9.2	10.5
Grasa*	0.7	0.9	0.6	0.7
Cenizas*	1.4	1.7	1.6	1.6
Fibra*	5.4	3.9	6.1	5.1
Carbohidratos**	82.2	81.6	82.5	82.1

* En base seca.

** Por diferencia, en base seca.

Castillo (7), logró separar ocho fracciones proteínicas en un extracto acuoso de la semilla del "chigo", con pesos moleculares que oscilaron entre 19,000 y 50,000 g/mol.

La presencia de factores antinutricionales y tóxicos ha sido informada también en la literatura (6, 7, 11). Algunos de dichos factores se presentan en la Tabla 6, e incluyen taninos, inhibidores de tripsina y quimotripsina, ácido cianhídrico y alcaloides. Aun cuando ensayos realizados en ratas demostraron la presencia de sustancias tóxicas en la semilla, la verdad es que todavía se desconoce la naturaleza real de los componentes de la semilla que ocasionó la muerte de las ratas de experimentación al ser alimentadas con una dieta que contenía la semilla cruda (11).

TABLA 4

CONTENIDO DE CALCIO, HIERRO Y FOSFORO EN LA SEMILLA DEL
"CHIGO" (*CAMPSIANDRA COMOSA*, BENTH) (6)

	mg/100 g (base seca)
Calcio	52.1
Hierro	2.1
Fósforo	116.0

TABLA 5

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE LA SEMILLA DEL
"CHIGO" (*CAMPSIANDRA COMOSA*, BENTH) (7, 11)

Aminoácido	g/16 g de N		
	Castillo (7)	Brito, Hevia y Barreiro (11)	Promedio
Lisina	7.65	6.01	6.83
Histidina	3.03	4.83	3.93
Arginina	8.10	2.99	5.55
Treonina	11.06	3.79	7.70
Valina	8.76	4.30	6.53
Metionina	1.03	0.63	0.83
Cistina	—	0.12	0.12
Isoleucina	7.42	2.17	4.80
Leucina	11.28	3.86	7.57
Tirosina	7.42	4.13	5.78
Fenilalanina	10.26	4.18	7.22
Triptofano	0.37	—	0.37

CONCLUSIONES

Los antecedentes aquí recopilados son indicativos de que, en base a su contenido de carbohidratos y proteínas, y a su composición aminoacídica, así como debido al hecho de que actualmente entre algunos grupos indígenas se reconoce como fuente de alimento, la semilla del chigo (*Campsiandra comosa*, Benth) resulta ser bastante atractiva desde el punto de vista nutricional. Ello sugiere, pues, la conveniencia de realizar un estudio más a fondo de sus propiedades nutricionales y de los posibles problemas toxicológicos asociados con su consumo.

Estos estudios, juntamente con un análisis de la posibilidad de mejorar las condiciones de procesamiento que en la actualidad utilizan las pobla-

TABLA 6

ALGUNOS FACTORES ANTINUTRICIONALES Y TOXICOS PRESENTES
EN LA SEMILLA DEL "CHIGO" (*CAMPSIANDRA COMOSA*, BENTH)

Factor	Cantidad determinada	Referencia
Taninos en la cáscara	10.48 g/100 g	(6)
Taninos en el embrión	5.31 g/100 g	(6)
Inhibidor de tripsina*	65.8 ± 1.0 UIT/mg proteína (N x 6.25)	(7)
Inhibidor de quimotripsina*	55.0 UIQ/mg proteína (N x 6.25)	(7)
Acido cianhídrico	4.0 mg/100 g	(11)
Alcaloides	Negativo	(11)

*En la harina elaborada de la semilla.

ciones indígenas en la obtención de productos derivados de la semilla del "chigo", de los niveles y áreas en que se le cosecha, indicarían la posibilidad real de utilización de esta semilla, tanto para consumo humano como animal en otras regiones de Venezuela o de la cuenca amazónica.

SUMMARY

UTILIZATION OF THE CHIGO (*Campsiandra comosa*, Benth) SEED FOR HUMAN CONSUMPTION. I. ANTECEDENTS, NUTRITIONAL POTENTIAL AND CHARACTERISTICS OF THE PLANT AND SEED

A review of the information in the literature in regard to the utilization of the seed of the "chigo" (*Campsiandra comosa*, Benth) as human food in Venezuela, is presented. The seed of the "chigo" is used as food by inhabitants in areas of the Orinoco basin. Several types of products are prepared from its flour.

The nutritional potential of the seed and some of its characteristics, as well as those of the tree from which it is obtained, are also presented.

Based on the carbohydrate and protein content of the seed, and on its amino acid composition, it is considered of interest to proceed with a more detailed study in order to determine its potential for human nutrition and, at the same time, analyze the processing conditions of the seed so as to increase its yield and quality as a food.

BIBLIOGRAFIA

1. Ernst, A. *Obras Completas*. Blas Bruni Celli (Ed.). Caracas Venezuela, Fundación Venezolana para la Salud y la Educación, 1976.
2. Vélez Boza, F. & J. Baumgartner. Estudio general, clínico y nutricional en tribus indígenas del Territorio Federal Amazonas de Venezuela. *Arch. Venezol. Nutr.*, 12: 143-225, 1962.
3. Pittier, H. *Manual de las Plantas Usuales de Venezuela*. Caracas, Venezuela, Fundación Eugenio Mendoza, 1970.

4. Lasser, T. Un producto alimenticio para consumo humano. En: **Tercera Conferencia Interamericana de Agricultura**. Caracas, Venezuela, Editorial Elite, 1946 (Cuadernos Verdes).
5. Shneg, L. **Plantas Comunes de Venezuela**. Publicado en: *Rev. Fac. de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, octubre, 1960*.
6. Rodríguez, S. M. **Conocimiento de la Harina de Chiga (*Campsiandra comosa*, Benth): Estudio Preliminar**. Tesis de Grado. Caracas, Universidad Metropolitana, 1977.
7. Castillo, M. A. **La Chiga (*Campsiandra comosa*, Benth). Un Estudio Preliminar de sus Potencialidades Nutricionales**. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela, Universidad Simón Bolívar, 1980.
8. Aristiguieta, L. **Familias y Géneros de los Arboles de Venezuela**. Caracas, Venezuela, Edición especial del Instituto Botánico, 1978.
9. Tamayo, F. **Los Llanos de Venezuela**. Tomo II. Caracas, Venezuela, Editorial Monte Avila, 1972.
10. Michelangelli, D. **Comunicación personal**. Cunaviche, Estado Apure, Venezuela, julio de 1982.
11. Brito, O., P. Hevia & J. Barreiro. **Comunicación personal sobre datos no publicados**. Depto. de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, 1982.
12. **Energy and Protein Requirements**. Report of a Joint FAO/WHO *Ad Hoc* Expert Committee, Rome, 22 March – 2 April, 1971. Published by FAO and WHO, Rome, 1973 (FAO Nutrition Meetings Report Series No. 52; WHO Technical Report Series No. 522).
13. Bressani, R. & L. G. Elías. **Legume foods**. En: **New Protein Foods**. A. M. Altschul (Ed.). Vol. IA. New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1974, p. 230-297.

UTILIZACION DE LA SEMILLA DEL CHIGO (*Campsiandra comosa*, Benth) EN LA ALIMENTACION HUMANA. II. PROCESO DE FABRICACION ARTESANAL DE CHIGA¹

J. A. Barreiro², O. Brito³, P. Hevia³, C. Pérez⁴ y M. Orozco⁵

Universidad Simón Bolívar
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo del proceso de fabricación artesanal de la harina de chiga, obtenida de la semilla del chigo (*Campsiandra comosa*, Benth). Esta se utiliza en la alimentación humana en zonas de Venezuela ubicadas en la cuenca del río Orinoco, especialmente en el Estado Apure y Territorio Federal Amazonas.

Se presenta el diagrama de bloques y la descripción del proceso artesanal, así como los requerimientos de mano de obra y estudio de tiempos del proceso de fabricación. De igual forma, se dan a conocer los rendimientos del proceso y los requerimientos de materia prima que ello implica.

Con el presente trabajo, se pretende aportar información cuantitativa que permita la duplicación del proceso, con miras a mejorar tanto su eficiencia, como el rendimiento del producto.

INTRODUCCION

Existen referencias acerca de la utilización de la semilla del chigo

Manuscrito modificado recibido: 17-5-84.

- 1 Esta investigación fue financiada en parte por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), mediante la subvención SI-1280, y por el Decanato de Investigaciones de la Universidad Simón Bolívar, Apartado 80659, Caracas 1080-A, Venezuela.
- 2 Director, División de Ciencias Biológicas, y Profesor Asociado del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- 3 Profesores Asociados del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar.
- 4 Profesor Agregado del mismo Departamento.
- 5 Estudiante de postgrado, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

(*Campsiandra comosa*, Benth) en la alimentación humana en Venezuela, desde el siglo pasado (1-3). Con ella se elabora una harina color blanquecino, ligeramente rosada, que se puede utilizar en la fabricación de atoles, arepas, pan y productos de panadería y repostería, así como natillas, entre otros usos, siendo factor importante en la alimentación de algunas tribus indígenas durante ciertas épocas del año. En la actualidad se utiliza en el Territorio Federal Amazonas, en los llanos del Estado Apure y, en general, en la cuenca del río Orinoco, Venezuela.

Los estudios relativos a esta semilla son escasos en la literatura (4-6) y aunque se cuenta con algunas descripciones del proceso artesanal de fabricación de la harina de chiga (4, 5), éstas son muy generales y carecen de una base cuantitativa que permita su caracterización y reproducción. Por otra parte, el conocimiento de este proceso se ha mantenido y transmitido oralmente a través de las generaciones, de padres a hijos. Cada vez hay menos personas que practican el proceso de fabricación, el cual era muy popular hace algunos años. Por ejemplo, en el pueblo de Cunaviche, Estado Apure, Venezuela, con una población aproximada de 500 habitantes, sólo fabrican la harina de chiga de tres a cinco familias, quienes comercializan el producto localmente. Según informaciones orales recabadas al respecto, el proceso era practicado a principios de siglo por una alta proporción de las familias del pueblo.

El presente trabajo constituye un estudio de índole cuantitativa del proceso de fabricación artesanal de la harina de chiga, con las correspondientes descripciones que permitan la reproducción del proceso y su análisis, con miras a introducir en éste mejoras que incidan en la eficiencia del proceso y/o en la calidad y valor nutritivo de la harina. Se exponen diagramas de bloques, diagramas de tiempo, requerimiento de mano de obra y descripción del proceso. También se incluyen datos técnicos de importancia, balance de materia, y rendimientos del proceso.

ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACION ARTESANAL

El proceso de fabricación artesanal de la harina de chiga que se describe y analiza en este artículo, fue llevado a cabo y sometido a estudio en el pueblo de Cunaviche, Estado Apure, Venezuela, durante el período comprendido del 26 al 28 de julio de 1982.

El proceso en cuestión es similar a los tradicionalmente utilizados en esta zona y en otras partes de Venezuela (7). Los datos que se dan a conocer fueron medidos o recabados por los autores durante la ejecución del proceso. Ciertos datos orales fueron proporcionados por la persona que realizó el proceso con fines demostrativos (8).

Diagrama de Bloques del Proceso

El diagrama de bloques del proceso de fabricación artesanal de la harina de chiga se presenta en la Figura 1. Consta de las siguientes etapas: recolección de la semilla, acondicionamiento, selección y pelado, molien-da, extracción con agua, extracción del almidón, filtración, sedimentación, decantación, prensado y secado.

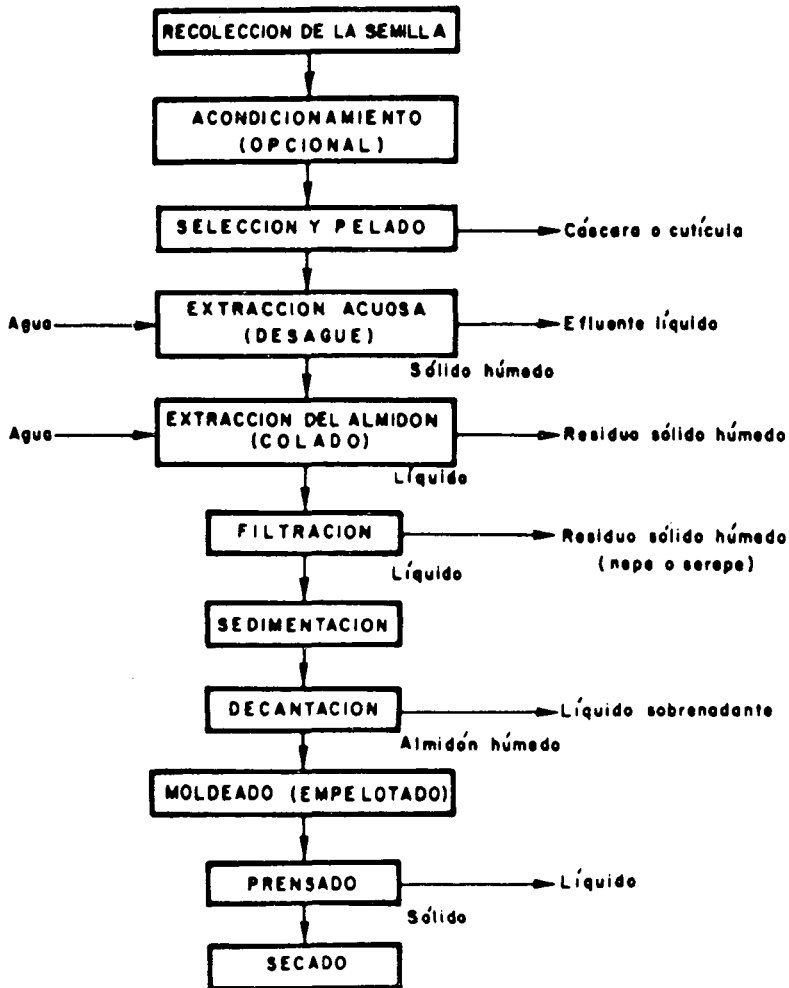


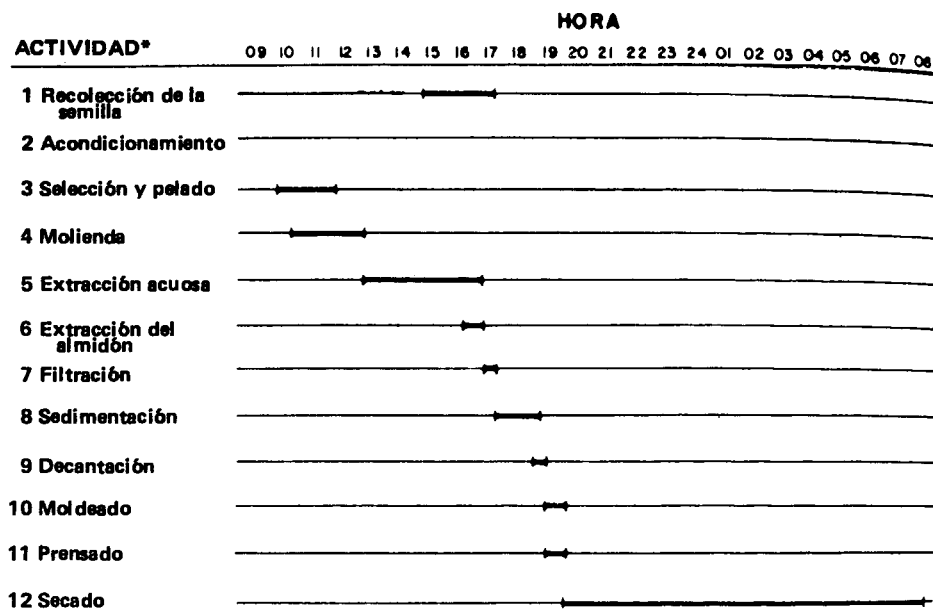
FIGURA 1

Diagrama de bloques del proceso de fabricación artesanal de la harina de chiga (*Campsiandra comosa*, Benth). Las denominaciones locales del proceso se señalan entre paréntesis

Estudio de Tiempos del Proceso y Mano de Obra Requerida

Los tiempos requeridos en cada etapa del proceso se sometieron a estudio y se midieron durante el proceso de fabricación artesanal, con los resultados que se exponen en la Figura 2.

El proceso de fabricación tuvo una duración de nueve horas y 45 minutos aproximadamente, procesándose 26.218 kg de semilla de chiga y obteniéndose 6.175 kg de harina al final del proceso.



* Actividad 1, realizada el 26 de julio de 1982; actividades 2 a 12 realizadas el 27 de julio; la actividad 12 concluyó el 28 de julio.

FIGURA 2

Diagrama de tiempos del proceso de fabricación artesanal de harina de chiga

El número de personas involucradas en cada etapa del procedimiento se analiza en la Tabla 1. Según se observa, la etapa que requiere la mayor mano de obra es la de selección y pelado, en la que intervienen ocho personas, seguida de los procesos de recolección de la semilla y molienda. La duración de cada una de las etapas se consigna en la misma Tabla.

Descripción del Proceso

A continuación se describen las diversas actividades o etapas del proceso de fabricación artesanal de harina de chiga.

1. *Recolección de la semilla* — Esta actividad se ejecutó en forma manual. El árbol de chigo (*Campsiandra comosa*, Benth) crece a la orilla de ríos y zonas inundables en la época de lluvias. El árbol florece entre los meses de abril y mayo, pudiéndose recolectar el fruto en el árbol, en el suelo o en el agua. Las semillas que contienen las vainas se obtienen al romperlas o directamente del suelo o del agua, una vez que la vaina cae del árbol y se abre. Las vainas pueden obtenerse del árbol durante los meses de mayo a agosto, y en el agua que inunda las cercanías del árbol hasta el

TABLA 1

MANO DE OBRA INVOLUCRADA EN EL PROCESAMIENTO ARTESANAL
DE LA HARINA DE CHIGA (*Campsiandra comosa*, Benth)
(Se procesaron 26.2 kg de semilla)

Actividad	Mano de obra utilizada (personas)	Duración de la actividad (horas)
1. Recolección de la semilla	4	2.00
2. Acondicionamiento	—	—
3. Selección y pelado	8	2.50
4. Molienda	2	2.25
5. Extracción acuosa	1	4.00
6. Extracción del almidón	1	0.75
7. Filtración	1	0.25
8. Sedimentación	1	1.25
9. Decantación	1	0.25
10. Moldeado y 11. Prensado	2	0.50
12. Secado	—	12.75

mes de noviembre de cada año. Sin embargo, debido a su mayor contenido de humedad, las semillas recogidas del agua deben ser acondicionadas antes del procesamiento.

A partir de datos previos analizados puede inferirse que el peso promedio de cada vaina es de 49.7 g, aproximadamente, y el intervalo de 95% de confiabilidad para este peso oscila entre 40.1 y 59.3 g. Otros datos estadísticos relativos a la vaina, semillas y embrión se presentan en las Tablas 2 y 3 (9).

Esta etapa la realizaron cuatro personas, quienes recogieron aproximadamente 26.2 kg de semilla en el término de dos horas.

2. *Acondicionamiento* — Esta etapa es necesaria solamente si la semilla del chigo se recoge del agua y tiene mayor contenido de humedad que el original. El proceso consiste en esparcer las semillas y colocarlas bajo la luz solar, con el fin de secarlas parcialmente. El proceso tiene una duración aproximada de un día.

3. *Selección y pelado* — Las semillas recolectadas se pelan manualmente, eliminando la cutícula, que presenta un color marrón oscuro en las semillas recogidas del suelo o del agua, y verde si proviene de las legumbres en forma directa. El embrión se separa para su procesamiento ulterior.

En esta etapa se pelaron 26.2 kg de semilla, recogándose aproximadamente 21.1 kg de semilla pelada. Aquéllas en mal estado o con gusanos fueron descartadas. El rendimiento de esta etapa fue de 80.5%. En el proceso intervinieron ocho personas, llevándose a cabo más o menos en 2.50 horas, para un índice de 1.31 kg de semilla pelada/persona/hora.

TABLA 2

CARACTERISTICAS FISICAS DE LA LEGUMBRE Y SEMILLA DEL
CHIGO (*Campsiandra comosa*, Benth)

	Peso de la legumbre (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Número de semillas	Peso de las semillas por legumbre (g)	Peso del embrión en cada semilla (g)
Valor promedio	49.7	19.2	5.3	5.8	36.1	6.6
Intervalo de 95°/o de confiabilidad	40.1 a 59.3	17.0 a 21.4	4.9 a 5.7	5.5 a 6.1	33.0 a 39.3	6.3 a 6.9

TABLA 3

RENDIMIENTOS DEL FRUTO DEL CHIGO (*Campsiandra comosa*, Benth)

	Valor promedio	Intervalo de 95°/o de confiabilidad
<u>Peso de las semillas</u> Peso total legumbre	0.72	0.69 a 0.75
<u>Número de semillas</u> Legumbre	5.8	5.5 a 6.1
<u>Peso del embrión</u> Peso de semilla	0.92	0.92 a 0.93

Obviamente, este índice varía según la destreza y características de las personas involucradas en esta etapa.

4. *Molienda* (pilado) — La semilla se molió en sendos “pilones” (morteros) de madera de aproximadamente 27 x 30 cm, hasta que se formaba un polvo granulado, color verde claro, con algunos grumos.

La semilla así molida se pasó por un cedazo de tela metálica de 35.0 x 36.5 cm, con marco de madera, y aberturas del tamiz de aproximadamente 1.5 mm. La fracción que pasa el cedazo se considera molida y pasa a la siguiente etapa del proceso. La fracción que no pasa por el tamiz se vuelve a moler hasta que lo pase. Esta última fracción recibe el nombre de “pico”.

Debido a que el proceso se llevó a cabo por cargas, con sucesivas moliendas y remoliendas, con transferencia de material de diversos recipientes

al mortero (pilón) y viceversa, pudo observarse que existían pérdidas de material, por derrame.

En esta etapa se molieron aproximadamente 21.1 kg de semilla, obteniéndose 19.5 kg de semilla molida y un residuo de 0.4 kg de material residual o "pico". El rendimiento de esta etapa fue de 92.40/o.

Se señaló, como observación de interés (8), que si para la molienda se utiliza un molino metálico, se produce un oscurecimiento de color marrón violáceo en el producto final, por lo que debe usarse un mortero de madera. No se mencionó, sin embargo, que el hecho de utilizar una tela metálica para el tamizado, tuviera efectos apreciables en el producto final.

5. *Extracción acuosa* (desagüe) – Esta extracción se llevó a cabo en un equipo consistente de cuatro estacas de madera de 82 cm de altura aproximadamente, colocados en la tierra en forma vertical, formando un paralelepípedo rectangular de más o menos 100 x 57 cm en su base. En la parte superior se puso una pieza de saco de yute con aberturas en la trama que oscilan entre 1.5 y 3.0 mm. La tela puesta en la forma descrita se llenó con la semilla molida del chigo obtenida en la etapa anterior. La deflexión de la tela debido al peso de la semilla molida fue de aproximadamente 25 cm en su parte central, al comenzar el proceso.

Para la extracción se utilizó agua de pozo ("jagüey" en el dialecto local), con una temperatura inicial de 26°C y un pH de 6. Al momento del proceso la temperatura ambiente era de 28°C y la humedad relativa, de 80/o.

La semilla molida sufrió un cambio de color durante el proceso, de color verde claro al momento de ser molida, a un amarillo muy claro, prácticamente color arena al momento de comenzar la extracción.

Dicho proceso se llevó a cabo como sigue: la superficie de la semilla molida fue regada superficial y lentamente con agua, empleando un recipiente de madera ("totuma") con el fin de que se formara una masa compacta; se trató de evitar la pérdida de sólidos, utilizándose 9 litros de agua para esta fase del procedimiento. El agua obtenida en la percolación era muy amarga al paladar, de color marrón claro en un comienzo hasta que se vertieron aproximadamente 18 litros de agua. Cabe señalar que el agua debe añadirse con sumo cuidado a fin de no eliminar la semilla molida. Luego de agregar 54 litros de agua adicionales a los citados, el agua de percolación se tornó color rojizo, siendo todavía de sabor muy amargo. Para este momento (aproximadamente una hora después de comenzada la extracción), la parte superior del sólido en la tela comenzó a tomar un color grisáceo, volviéndose casi negra al finalizar el proceso. Durante la primera hora se emplearon aproximadamente 72 litros de agua. La altura de ésta sobre el nivel del sólido en la tela era de aproximadamente 7 cm, y la tasa de percolación promedio obtenida durante esta etapa, de 0.65 litros por minuto, aproximadamente. La cantidad total de agua empleada fue de 162 litros. Esta etapa se consideró concluida cuando el amargo del agua de percolación prácticamente había desaparecido, aunque todavía era apreciable al gusto. Luego se descartó el agua de percolación. Se utilizaron 8.3 litros de agua por kg de semilla molida que entró en esta etapa.

6. *Extracción del almidón* ("colado") — Una vez concluida la etapa anterior, se subió el nivel de la tela de saco de yute que contenía el sólido, tensándola. Se colocó otra tela de saco, aparentemente de algodón y con textura de tela de camisa, a unos 15 cm por debajo de la tela de saco de yute. En la parte inferior se colocó un recipiente grande, metálico, para recolectar el líquido a producirse en este paso.

Manualmente se amasó y agitó el sólido contenido en la tela superior, agregándole simultáneamente nueve litros de agua. Esta agitación manual se continuó, observándose que parte de los sólidos pasaban de la tela superior a la inferior, siendo retenidos en ésta. Se siguió un proceso análogo con el sólido retenido en la tela inferior, el cual se amasó y agitó también manualmente, mientras se le agregaba agua en forma directa (aproximadamente 9 litros). En el término de media hora más o menos, se añadieron cerca de 60 litros de agua.

El agua de extracción era de color marrón claro y fue recogida en el recipiente situado en la parte inferior. Se consideró concluido el proceso cuando el sólido en la tela superior acusaba, al tacto, una textura muy parecida al serrín de madera. Hacia el final de esta etapa el sólido se recogió manualmente, y se exprimió, conformándolo en forma de pelotas, y luego se prensó contra la tela superior.

El sólido residual recibe el nombre de "serepe" o "nepe", y es de color amarillento claro al concluir el proceso; luego se torna color rojizo caoba al cabo de un día. En esta etapa se obtuvieron 17.5 kg de "serepe" húmedo, el cual fue prensado manualmente para obtener un total de 13.5 kg. El rendimiento en "serepe" fue de 0.692/kg de semilla molida que entró a este proceso. Según se indicó, el "serepe" puede ser utilizado en la alimentación de cerdos y aves de corral. A pesar de haber algunos de estos animales cerca del área donde se echó el "serepe", este hecho no pudo constatarse, observándose que a pesar de que había abundantes residuos de "serepe" regados por el suelo, de procesos realizados en días anteriores, no habían sido consumidos. En esta etapa se recogieron aproximadamente 63 litros de líquido que contenían el almidón.

7. *Filtración* ("recolado") — Una vez finalizada la extracción del almidón, se quitó la tela superior, lavándola y dejándola secar al sol para su posterior utilización. La tela fina de la parte inferior también se lavó y se colocó en la parte superior, donde antes estaba la de yute.

El líquido recolectado en la etapa anterior (aproximadamente 63 litros), fue filtrado entonces a través de esta tela, para eliminar los residuos de "serepe". Si dicho "serepe" sigue estando presente, no se puede llevar a cabo satisfactoriamente la siguiente etapa de sedimentación porque se "cuarta", como lo indicaron las personas del lugar (8).

8. *Sedimentación* — El filtrado así recogido en ocho recipientes, se deja reposar cerca de una hora, con el fin de que sedimente el almidón presente. Este proceso debe realizarse con absoluta tranquilidad, no debiéndose tocar los recipientes (8).

9. *Decantación* — El líquido sobrenadante se elimina con sumo cuidado para no agitar el contenido de los recipientes; luego es descartado. El almidón precipitado se recoge manualmente y se pasa a otro reci-

piente. Este precipitado tiene la textura de una pasta húmeda de color blanquecino.

En total, se eliminaron unos 60 litros de líquido sobrenadante, y se recolectaron 7.2 kg de precipitado húmedo.

10. *Moldeado* (“empelotado”) – El sólido pastoso obtenido en la etapa anterior se amasa y moldea con las manos, con un movimiento envolvente, en forma de bola. Cada bola pesaba aproximadamente un kilogramo. En total, se obtuvieron seis bolas de harina de chiga, con un diámetro de 11 a 13 cm.

11. *Prensado* – Las bolas de harina de chiga así preparadas, se colocaron individualmente y envolvieron en una tela fina similar a la utilizada antes, aparentemente de algodón, de 62 x 95 cm. Entre dos personas, una en cada extremo de la tela, se aplicó un torniquete para prensar la bola y quitar así parte de la humedad de ésta. El peso total de las seis bolas después de este paso fue de 6.2 kg.

12. *Secado* – Las bolas de harina de chiga se pusieron sobre un recipiente plano de arcilla de 37 cm de diámetro (“budare”) y se dejaron bajo techo, en un lugar ventilado, durante toda la noche (aproximadamente 13 horas), para que se secaran y endurecieran superficialmente.

Al momento de iniciarse el proceso, la temperatura ambiente era de 27°C, y la humedad relativa, de 80%/o.

En resumen, el rendimiento final de la harina de chiga fue de 0.318 kg de harina/kg de semilla molida. La harina de chiga así elaborada tiene una estabilidad de varios meses, bajo la temperatura y humedad relativas reinantes en la zona. Se señaló que después de esos seis meses de almacenamiento, la harina se torna arenosa y pierde las propiedades funcionales que la caracterizan (8).

Esta harina se utiliza en la fabricación de “arepas”, atoles, panadería, repostería, natillas (“mazamorra”), biberones para niños, etc.

Balances de Masa y Rendimientos del Proceso

A continuación se presentan los balances de masa determinados en el procesamiento artesanal de la semilla del chigo, para producir harina de chiga. Para efectos del cálculo se ha tomado una base de 100 kg de semilla, peso que se obtiene con aproximadamente 139 kg de la legumbre (“penca”) del chigo. Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 4.

Los rendimientos del proceso se presentan en la Tabla 5 y, como puede observarse, con relación a la fracción de peso de harina de chiga a peso de semilla molida, el rendimiento del mismo fue de 0.319; cuando esta relación se hizo con la cantidad original de semilla, el mismo fue de 0.237. El rendimiento en sólidos (“serepe”) fue de 0.692 y 0.511 con relación a la semilla molida y semilla propiamente dicha, respectivamente.

CONCLUSIONES

El trabajo descrito tuvo por finalidad estudiar el proceso de fabrica-

TABLA 4

**BALANCE DE MASA PARA EL PROCESO DE FABRICACION ARTESANAL
DE LA HARINA DE CHIGA. BASE: 100 KILOGRAMOS DE SEMILLA**

Proceso	Entran (kg)		Salen (kg)	
Selección y pelado	Semilla	100.0	Cutícula	8.0
			Semilla dañada	11.5
			Semilla pelada	80.5
Molienda ("pilado")	Semilla pelada	80.5	Semilla molida	74.4
			Residuos ("pico")	1.9
			Derrames	4.2
Extracción acuosa ("desagüe")	Semilla molida	74.4	Sólido húmedo	88.0
	Agua	617.5	Líquido	603.9
Extracción del almidón ("colado")	Sólido húmedo	88.0	Sólido ("serepe")	51.5
	Agua	206.0	Humedad en el sólido	10.2
			Líquido sin filtrar	232.3
Filtración ("recolado")	Líquido sin filtrar	232.3	Líquido filtrado	232.2
			Residuo sólido	0.1
Sedimentación	Líquido filtrado	232.2	Líquido y sólido	232.2
Decantación	Líquido y sólido	232.2	Sólido precipitado húmedo	27.5
			Líquido	204.7
Moldeado ("empe-lotado")	Sólido precipitado húmedo	27.5	Sólido moldeado húmedo	27.5
Prensado	Sólido moldeado húmedo	27.5	Sólido prensado	23.7
			Humedad	3.8
Secado	Sólido prensado (bola)	27.5	Sólido prensado (bola) aprox.	23.7

ción artesanal de la harina de chiga, obtenida a partir de la semilla del chigo (*Campsiandra comosa*, Benth). Se realizó un estudio cuantitativo del proceso que permita su duplicación, y se investigó la posibilidad de mejorar la eficiencia de dicho proceso y su rendimiento.

Según se indicó, el proceso consta de las siguientes etapas: recolección de la semilla, acondicionamiento, selección y pelado, molienda, extracción con agua, extracción del almidón, filtración, sedimentación, decantación, prensado y secado.

TABLA 5

**RENDIMIENTOS CORRESPONDIENTES AL PROCESO DE FABRICACION
ARTESANAL DE LA HARINA DE CHIGA**

	Rendimiento (kg/kg)
Harina de chiga/semilla molida	0.319
Harina de chiga/semilla	0.237
"Serepe"/semilla molida	0.692
Agua de extracción/semilla molida	8.300
Agua de extracción de almidón/semilla molida	2.769
Semilla molida/semilla pelada	0.924
Semilla pelada/semilla	0.805

El proceso típico de fabricación de la harina de chiga tomó aproximadamente nueve horas y 45 minutos. De este tiempo total, el 41% se dedicó al proceso de extracción, 26% a selección y pelado, y 23% a la molienda, correspondiendo el resto del tiempo a las otras etapas de fabricación. La operación que requiere de mayor mano de obra fue la de selección y pelado, y la que exige el mayor uso de energía y desgaste físico, el de la molienda. En total, se utilizaron 26.218 kg de semilla de chigo y se obtuvieron 6.175 kg de harina de chiga. Los rendimientos fueron de 0.319 kg de harina de chiga/kg de semilla con cutícula, entera; también se obtuvieron 0.692 kg de "serepe"/kg de semilla molida. Se pudo constatar que los rendimientos podrían ser incrementados si se mejora la reducción de derrames y residuos sólidos ("pico") en la fase de molienda, y si es factible acortar el tiempo de extracción con agua, y aumentar la extracción de almidón de la semilla molida.

El contenido de carbohidratos de la semilla es de alrededor de 82% (4-6) en base seca, y su contenido de humedad, de 33%. En base seca, ese contenido es de aproximadamente 98% en la harina y de 90% en el "serepe". De acuerdo a los valores obtenidos en el balance de masa, es probable que el rendimiento en harina pueda ser mejorado mediante una extracción más eficiente.

El trabajo objeto de este artículo ha dado lugar a un estudio más detallado de las diversas etapas envueltas en el proceso. La finalidad que éste persigue es mejorar los rendimientos, para lo cual se sentarán las bases adecuadas.

SUMMARY

**USE OF CHIGO (*Campsiandra comosa*, Benth) SEED FOR HUMAN
CONSUMPTION. II. MANUFACTURE OF CHIGA BY THE TRADITIONAL
PROCESS**

A quantitative study of the traditional process for making "chiga" flour was

performed. The "chiga" flour is obtained from the seed of the "chigo" (*Campsiandra comosa*, Benth) and is utilized as a human food in areas of Venezuela in the Orinoco basin, especially in the State of Apure and in the Territorio Federal Amazonas.

The block diagram with the description of the traditional process is presented, together with labor and time requirement studies of the different stages of the process. The yields as well as the requirements for raw materials are also discussed.

This research work was carried out to study and provide quantitative information that may allow the duplication of the process, in order to improve the efficiency and yield of the product.

BIBLIOGRAFIA

1. Ernst, A. **Obras Completas**. Blas Bruni Celli (Ed.). Caracas, Venezuela, Fundación Venezolana para la Salud y la Educación, 1976.
2. Vélez Boza, F. & J. Baumgartner. Estudio general, clínico y nutricional en tribus indígenas del Territorio Federal Amazonas de Venezuela. *Arch. Venezol. Nutr.*, 12:143-225, 1962.
3. Lasser, T. Un producto alimenticio para consumo humano. En: **Tercera Conferencia Interamericana de Agricultura**. Caracas, Venezuela, Editorial Elite, 1946 (Cuadernos Verdes).
4. Rodríguez, S. M. **Conocimiento de la Harina de Chiga** (*Campsiandra comosa*, Benth): Estudio Preliminar. Tesis de grado, Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela, 1977.
5. Castillo, M. A. **La Chiga** (*Campsiandra comosa*, Benth). **Un Estudio Preliminar de sus Potencialidades Nutricionales**. Tesis de grado, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, 1980.
6. Barreiro, J. A., O. Brito & P. Hevia. Utilización de la semilla del chigo (*Campsiandra comosa*, Benth) en la alimentación humana. I. Antecedentes y características de la planta y la semilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 34:523-530, 1984.
7. Michelangelli, D. Comunicación personal. Cunaviche, Estado Apure, Venezuela, julio de 1982.
8. Estrada de Linares, H. R. Comunicación personal. Cunaviche, Estado Apure, Venezuela, julio de 1982.

EFFECTO DE LA ADICION DE SORGO Y MELAZA EN LA FERMENTACION DEL CALOSTRO BOVINO¹

Ma. Esther Ortega Cerilla², Araceli Aguilera Barreyro² y Fernando Pérez-Gil Romo³

División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos,
Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán",
México, D. F., México

RESUMEN

En este estudio, se agregó sorgo molido y melaza en la proporción de 7.5 y 10^oo, respectivamente, a calostro fresco de bovino, dejándose fermentar durante 21 días para lograr una mayor concentración de energía después del proceso. Se hizo así en vista de que el calostro es deficiente en este nutriente cuando se le compara con la leche, y al mismo tiempo para lograr reducir la degradación de aminoácidos esenciales que ocurre durante la fermentación. A todos los tratamientos, tanto antes como después de fermentados, se le determinó el pH así como el contenido de humedad, proteína cruda, azúcares totales y de aminoácidos, midiéndose la producción de ácido láctico en el calostro fermentado, con y sin aditivos.

Los resultados obtenidos revelaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la producción de ácido láctico entre el tratamiento sin aditivo (0.399 g/100 ml), con melaza (0.504 g/100 ml), y calostro con sorgo (0.649 g/100 ml), siendo mayor en este último. También se observó que la degradación de aminoácidos esenciales entre el calostro control y a los que se agregó melaza y sorgo, se redujo, siendo esa degradación menor en el calostro con sorgo; no se encontraron diferencias significativas en cuanto a pH, porcentaje de proteína cruda, y humedad. En conclusión, al agregar sorgo, se logra una mayor producción de ácido láctico y una menor degradación de aminoácidos, obteniéndose un producto de mejor calidad para el becerro.

Manuscrito modificado recibido: 7-5-84.

- 1 Trabajo presentado en el VI Congreso Latinoamericano de Nutrición que se celebró en Buenos Aires, Argentina, del 18 al 20 de agosto de 1982.
- 2 Investigadores del Departamento de Nutrición Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga 15, Col. y Del. Tlalpan 14,000, México, D. F., México.
- 3 Jefe del Departamento de Nutrición Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del Instituto ya citado.

INTRODUCCION

Uno de los factores limitantes de la producción de leche en México es la recría insuficiente de becerras de reemplazo, debido al alto costo y riesgo que representan el producirlas. Los ganaderos se ven obligados a comprarlas en el extranjero, con lo que ocasionan una fuerte salida de divisas del país (1).

La alimentación de estas becerras es uno de los factores que mayor gasto y problemas ocasionan al ganadero. Si la leche es reemplazada por sustitutos —aunque se llega a disminuir el costo de su alimentación— con frecuencia se presentan problemas digestivos, por lo que el productor prefiere utilizarla para sus becerras, lo que reduce sus ingresos y la cantidad de leche disponible para consumo humano.

El calostro que se produce los primeros 3 a 5 días después del parto no se puede vender como leche y se produce en mayor cantidad de la que el becerro consume, pudiéndose utilizar para alimentar al becerro, reemplazando a la leche o a los sustitutos de leche. Uno de los principales problemas que puede presentar el uso de calostro es su conservación. Es posible congelarlo, aunque ello significa una gran inversión en congeladores o refrigeradores que no siempre puede hacer el ganadero; otra posibilidad, es fermentándolo (2). Esta segunda opción es la más aceptada, dado el menor costo que representa el conservar en esta forma el calostro.

La composición del calostro varía debido a diversos factores, tales como raza, ración administrada durante el período seco, número de partos, y características propias de cada animal (2). No obstante estas diferencias, el calostro se caracteriza por acusar un contenido mucho más alto en sólidos totales que la leche, siendo mayor el porcentaje de proteína y minerales, pero menor el de lactosa en relación a la leche (2). Esto hace que la relación energía-proteína no sea igual a la de la leche, ya que el calostro es deficiente en energía.

Al agregar al calostro azúcares o almidones y fermentarlo, las bacterias pueden utilizar fácilmente estos substratos, produciendo ácido láctico que puede ser aprovechado como fuente energética por el becerro (3). De esta forma se logra obtener un producto que proporcione una cantidad similar de proteína y energía a la que aporta la leche.

Además, es factible reducir la degradación de proteína y de algunos aminoácidos esenciales, que se ha informado disminuyen durante la fermentación (4), puesto que las bacterias utilizarían el almidón o la sacarosa como fuente de energía en vez de la proteína del calostro.

Por otro lado, es posible que el almidón no usado por las bacterias pueda serlo por el becerro, pues se ha notificado que la amilasa pancreática aumenta considerablemente entre los primeros dos y 14 días de vida (5).

El objetivo de este trabajo fue determinar si al agregar sorgo o melaza al calostro fresco, éstos son aprovechados por las bacterias, aumentando el contenido de ácido láctico. Otro propósito fue observar si al adicionar estas fuentes energéticas, se obtiene una menor degradación de la proteína y de sus aminoácidos después de 21 días de fermentación.

MATERIAL Y METODOS

Se recolectó calostro de vacas Holstein durante el 2o. y 3er. día después del parto. Este fue homogeneizado, y posteriormente se sometió a tres tratamientos: calostro sin adición de grano de sorgo molido o melaza; calostro con 7.50/o de grano de sorgo molido, y calostro con 100/o de melaza.

Los tratamientos con sorgo y melaza fueron isocalóricos, calculándose el porcentaje de sorgo y melaza agregado de modo que proporcionara la misma cantidad de energía que la leche (6), al ser diluido con agua en una relación 3:1. Esta dilución se hizo para suministrar una cantidad similar de sólidos totales que los contenidos en la leche.

Cada tratamiento se realizó en triplicado; se fermentaron 500 ml de calostro en frascos cerrados de vidrio color ámbar durante 21 días, a una temperatura ambiente promedio de 18°C.

Antes y después de la fermentación se analizaron las muestras para determinar su pH, y contenido de humedad y proteína cruda, según las técnicas de AOAC (7), azúcares totales (8), y aminoácidos (9, 10). Las muestras de calostro fresco se conservaron en refrigeración para su posterior análisis.

También se determinó el contenido de ácido láctico (7, 11) en todas las muestras de calostro fermentado. Los resultados se analizaron estadísticamente por análisis de varianza, y las diferencias entre tratamientos por la prueba de rango múltiple de Duncan (12).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos por tratamientos, antes y después de la fermentación, se dan a conocer en la Tabla 1.

El valor del pH obtenido después de la fermentación, es similar al informado por Foley y Otterby (2), y ligeramente más bajo al compararlo con el de otros trabajos (4, 13), no habiendo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

El contenido de sólidos totales disminuyó al igual que el de proteína cruda después de la fermentación, coincidiendo con los valores recopilados por Foley y Otterby (2), de varios trabajos efectuados con calostro fermentado. Se ha observado que al transcurrir los días de fermentación, el porcentaje de sólidos totales disminuye, incluyendo el de proteína, debido a la utilización de éstos por parte de las bacterias.

En cuanto al contenido de azúcares totales, en el caso del calostro sin aditivos, los resultados muestran que la lactosa (que es el principal azúcar de la leche), fue utilizada en 330/o. En cambio, en el caso del calostro con sorgo, los carbohidratos se utilizaron en 440/o, y en la melaza, en 550/o. Estos hallazgos demuestran que al agregar otras fuentes de carbohidratos que no sean lactosa, las bacterias fermentativas las pueden aprovechar, disponiendo así de mayor cantidad de energía. El aprovechamiento de azúcares fue mayor en el calostro con melaza que en el elaborado con sorgo, debido a que la sacarosa es más fácil de utilizar que el almidón.

En base al contenido de ácido láctico, no obstante que hubo una

TABLA 1
PARAMETROS DETERMINADOS EN LOS TRATAMIENTOS CON CALOSTRO

Parámetros	Calostro sin aditivos		Calostro con sorgo		Calostro con melaza	
	Fermentación					
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
pH	6.4	4.4 ± 0.02 ^A	6.3	3.8 ± 0.04 ^A	6.4	3.8 ± 0.02 ^A
Sólidos totales (o/o)	17.2 ± 0.23 ^a	16.6 ± 0.41 ^A	22.0 ± 0.12 ^a	17.9 ± 1.99 ^A	24.2 ± 1.00 ^a	23.4 ± 1.59 ^B
Proteína cruda (o/o) (N x 6.38)	8.3 ± 0.32 ^a	5.2 ± 0.05 ^A	8.9 ± 0.06 ^a	6.0 ± 0.20 ^A	9.1 ± 0.16 ^a	5.3 ± 0.01 ^A
Azúcares totales (mg/ml)	18.6 ± 1.94 ^a	12.4 ± 0.43 ^A	39.4 ± 1.95 ^b	21.9 ± 0.56 ^B	61.5 ± 1.00 ^c	27.6 ± 1.59 ^C
Acido láctico (g/100 ml)	—	0.399 ± 0.09 ^A	—	0.649 ± 0.05 ^B	—	0.504 ± 0.09 ^{AB}

A, B, C, a, b, c: Para cada parámetro los valores identificados con distinta letra son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

mayor producción en el calostro con melaza en relación al calostro sin aditivos, ésta no fue significativa ($P < 0.05$). Ello puede deberse a que aun cuando hubo una mayor degradación de melaza, ésta no fue utilizada sólo para la fermentación de ácido láctico, sino también de otros compuestos. Entre éstos, bien podría ser el alcohol, pues los frascos que contenían calostro fermentado con melaza olían fuertemente a éste. Además, se ha notificado ya la formación de este compuesto en fermentaciones de tipo láctico que contienen melaza (14).

En el caso del calostro con sorgo, sí fue significativa, lo que indica que al fermentar calostro agregando sorgo, hay una mayor producción de ácido láctico, el cual puede así estar disponible para el becerro.

En cuanto al aminograma realizado al calostro antes de la fermentación, se observaron diferencias en el contenido de algunos aminoácidos esenciales en el calostro sin aditivo, con sorgo y con melaza. Estas podrían deberse a un efecto de dilución, ya que tanto el sorgo como la melaza son deficientes en algunos de esos aminoácidos (15, 16).

En las muestras de calostro fermentado, con y sin aditivos, se encontró que los aminoácidos esenciales (Tabla 2) disminuyeron en 2.43% en el calostro sin aditivos, mientras que en el calostro con melaza aumentaron en 0.24%, y al que se le agregó sorgo, en 7.46%. Es posible que esto se haya debido a que aun cuando hubo mayor degradación de azúcares en el calostro al que se agregó melaza, éstos no se hicieron disponibles para las bacterias, sino que hubo formación de otros compuestos como alcohol, fenómeno que ya fue discutido. En contraste, en el calostro fermentado con sorgo, el almidón aportó mayor cantidad de energía para la formación de proteína microbiana.

TABLA 2
CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN LA LECHE Y EN
EL CALOSTRO, ANTES Y DESPUES DE LA FERMENTACION
(g/100 g de proteína)

	Calostro sin aditivo		Calostro más sorgo		Calostro más melaza		Leche ^b
	Fermentación						
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	
Valina	4.86	5.55	4.86	5.31	5.75	5.58	7.00
Isoleucina	4.03	3.32	4.00	3.78	3.58	3.96	6.50
Treonina	4.83	4.96	4.36	5.39	5.30	5.43	4.70
Triptofano	2.00	3.09	0.64	1.43	1.30	1.09	1.44
Fenilalanina	4.67	4.65	4.93	4.69	4.67	4.53	5.00
Leucina	11.58	8.27	10.50	10.10	8.80	9.29	10.00
Lisina	7.02	7.43	8.40	8.83	8.50	8.29	8.00
Metionina ^a	4.96	5.61	5.03	6.38	4.44	4.27	3.40
Total	43.95	42.88	42.72	45.91	42.34	42.44	46.04

^a Incluye cisteína.

^b Según Lampert, 1975.

El hecho de que algunos aminoácidos hayan aumentado en el calostro fermentado con sorgo, se podría atribuir a que al haber mayor disponibilidad de almidón para las bacterias, éstas lo utilizaron para producir glucosa. Además, al entrar al ciclo de Krebs, proporcionó una mayor fuente de carbonos que, vía succinato, sirvieron para la biosíntesis de aminoácidos como metionina, lisina y treonina (17).

Al comparar el contenido de aminoácidos esenciales en el calostro fermentado sin aditivos, con sorgo, y con melaza, con el de la leche (18), (Tabla 2), se observa que ese contenido de aminoácidos en el calostro fermentado con sorgo es el más cercano al de la leche. Es menor en su contenido de valina e isoleucina, mayor en el caso de treonina, lisina y metionina más cisteína, y muy similar o igual en los demás aminoácidos.

Basándose en los resultados obtenidos, es evidente que el mejor tratamiento fue el de calostro con sorgo, ya que se obtuvo una mayor producción de ácido láctico al agregar este grano. Por otro lado, también se logró reducir la degradación de aminoácidos.

SUMMARY

EFFECT OF THE ADDITION OF SORGHUM OR MOLASSES ON FERMENTATION OF BOVINE COLOSTRUM

In this study, ground sorghum (7.5%) and molasses (10%) were added to fresh bovine colostrum. The two mixtures and the fresh colostrum, used as control, were allowed to ferment for 21 days.

Significant differences ($P < 0.05$) were found by analysis of variance, comparing lactic acid production in the control fermented colostrum (0.399 g/100 ml) and molasses (0.504 g/100 ml), as well as ground sorghum fermented colostrums (0.649 g/100 ml).

The lowest amino acids degradation occurred in the sorghum fermented colostrum, while the control colostrum revealed the greatest degradation.

No significant differences were found by analysis of variance comparing pH, crude protein percentage, and moisture of the two treatments and of the control.

It is concluded that the addition of ground sorghum to fresh bovine colostrum increases the lactic acid content post-fermentation. It also reduces the amino acids degradation, resulting in an improved product for feeding calves.

BIBLIOGRAFIA

1. Mercado, S. S. Crianza de Becerras. Subsecretaría de Ganadería de México, Año 1, No. 8, 1979. Suplemento Gaceta S.A.R.H.
2. Foley, J. A. & D. E. Otterby. Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum. A review. *J. Dairy Sci.*, 61:1033-1060, 1978.
3. Giesecke, D. & M. Stangassinger. Lactic acid metabolism. In: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Proceedings of the 5th International Symposium on Ruminant Physiology*. London, England, MTP Press, Ltd., 1980, p. 524.
4. Rivera, A. Efecto de la Adición de Acido Acético al Calostro Fresco y en el Proceso de Fermentación para la Alimentación Animal. Tesis de Maestría. Universidad Iberoamericana, México, 1978.

5. Toullec, R., M. Theriez & P. Thivend. Sucedáneos de la leche para terneros y corderos. *Rev. Mundial de Zootecnia*, **33**:32-42, 1980.
6. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 5th ed. Washington, D. C., National Research Council-National Academy of Sciences, 1978, p. 32.
7. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 129-138, 254.
8. Zill, L. P. The anthrone reagent application to determination of the heptuloses. *Analytical Chem.*, **28**(10):1577-1580, 1956.
9. Stein, W. & S. Moore. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. *J. Biol. Chem.*, **192**:663, 1951.
10. Spies, J. R. & C. Chambers. Chemical determination of tryptophan in proteins. *Analytical Chem.*, **21**:1249-1266, 1949.
11. Barker, S. B. & W. H. Summerson. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, **138**:535-555, 1941.
12. Steel, R. G. D. & J. H. Torrie. **Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach**. 2nd. ed. New York, N. Y., McGraw-Hill Kogakusha. Ltd., 1980, p. 35.
13. Polzin, H. W., D. E. Otterby & D. G. Johnson. Responses of calves fed fermented or acidified colostrum. *J. Dairy Sci.*, **60**:224-234, 1977.
14. De González, E. & N. A. MacLeod. Spontaneous fermentation of sugar cane. *Tropical Anim. Prod.*, **1**:80-84, 1976.
15. **Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins**. By the Food Policy and Food Science Service, Nutrition Division. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1970, p. 42 (FAO Nutritional Studies No. 24).
16. Jurgens, M. H. **Animal Feeding and Nutrition**. 4th ed. Dubuque, Iowa, Kendall Hunt Publishing Company, 1978, p. 150.
17. Davis, B. D., R. Dulbecco, H. N. Eisen, H. S. Ginsberg, & W. B. Wood. **Tratado de Microbiología**. 2a. ed. Barcelona, Salvat Editores, S. A., 1978, p. 66.
18. Lampert, L. M. Modern dairy products. En: **Química Agrícola. III. Alimentos**. E. Primo Yúfera (Ed.). Madrid, Editorial Alhambra, 1979, p. 467.

THE USE OF BLENDS OF CASSAVA FLOUR AND EXTRUDED FULL-FAT SOYBEANS IN DIETS FOR BROILER CHICKENS

P. W. Waldroup¹, S. J. Ritchie,² G. L. Reese² and B. E. Ramsey²

Department of Animal Sciences
University of Arkansas, Fayetteville, Arkansas
United States of America

SUMMARY

A study was conducted to determine the effects of blending different levels of a low-prussic acid cassava flour with extruded full-fat soybeans in diets for growing broiler chickens. The full-fat soybeans contribute oil which increases the energy content of the diet, aids in overcoming the dusty nature of cassava, and provide high-quality protein. One-third, two-thirds, and all of the maize was replaced by cassava in diets with none, 12.5 and 25% extruded full-fat soybeans. Diets were fed in pelleted form to broiler chickens for a 47-day feeding trial.

Replacement of one-third of the maize with cassava had no adverse effects on body weight gains in this study with a reduction in weight at higher levels at the conclusion of the study. Feed utilization was reduced more severely than was anticipated. However, growth rate on the higher levels of cassava was reasonably good, indicating that producers might feed these diets for a slightly longer period of time and produce chickens more economically if cassava meal were available at a cost significantly less than that of maize.

INTRODUCTION

Poultry production in tropical and semitropical areas is often impaired by lack of indigenous supplies of traditional cereal grains. Production costs could probably be reduced, especially for the small-scale or backyard producer, if locally produced ingredients could be substituted for imported grains while maintaining an adequate (but not necessarily maximum) gain.

Manuscrito modificado recibido: 11-4-84.

1. Professor, Department of Animal Sciences, University of Arkansas, Division of Agriculture, 104 Animal Sciences Building, Fayetteville, Arkansas 72701, USA.
2. Members of the same Department.

Published with the approval of the Director, Arkansas Agricultural Experiment Station.

Cassava (*Manihot esculenta*) is widely grown in tropical and semitropical areas and is adaptable to large-scale production. Many feeding trials indicate that cassava may be used to supply a portion of the energy needs of chickens. Vogt (1) extensively reviewed earlier studies and presented results from his own work which indicated that diets with 10% cassava meal gave performance equal to that of the control diet. Levels of 20 and 30% cassava meal gave diminished gains, which Vogt attributed to the residual prussic acid and possibly to a phosphorylase inhibitor in the rind.

Enríquez and Ross (2) fed chickens a dried cassava root meal that tested only slightly positive for cyanide. Poor growth and feed conversion were observed with increasing levels of cassava. Adding molasses or soybean oil to the diets had no beneficial effect, indicating that palatability or lack of an essential fatty acid was not the factor responsible for the poor results. Nevertheless, supplementation with methionine largely overcame the depressing effect. When the ration was balanced with respect to protein and methionine, 50% of the corn in the ration was satisfactorily replaced by cassava. Olson, Sunde and Bird (3) also noted that the performance of chicks fed cassava could be improved by the addition of methionine or cystine to the ration.

The same authors (4) concluded that cassava meal could be included in chick rations at levels up to 30% without sacrificing gains if the rations were balanced with respect to energy and protein content. Enríquez, Ortega and Avila (5) also indicated that performance of chickens fed diets with 50% cassava meal compared favorably with that of chickens fed maize or guinea corn. However, their data—which indicate significant differences between these treatments—do not support their conclusions.

Gerpacio (6) reported that performance of chickens fed 25 and 37.5% cassava meal was equal to that of the control group, but there was a significant depression when 50% cassava meal was fed. When data were corrected for differences in feed intake, performance of chicks on the 50% level of cassava was equal to that of chicks fed the control diet, suggesting that reduced feed intake was the major reason for this growth depression. He suggested that at higher levels of cassava feeding, the nutrient density should be increased, or the diets pelleted to increase feed intake.

Ademosun and Eshiett (7) concluded that diets fed to young chickens should not contain more than 30% cassava root meal. They suggested that the absence of added fat and the dusty nature of the cassava diets might have limited the utilization of the diets containing the higher levels of cassava. Zumbado and Murillo (8) also reported that 30% cassava was acceptable in chick diets. On the other hand, Chih and Muller (9) have indicated that cassava meal could be used successfully to replace all of the maize in broiler diets.

Several studies (10-12) state that the starch of cassava meal is highly digestible and is generally nutritionally equal to that of maize and other well-digested starches. Therefore, it should be possible to utilize high levels of cassava meal in poultry feeds if the physical and nutritional deficiencies can be minimized.

Several reports suggest that various mixtures of cassava with other ingredients might aid in improving performance. Manjarrez *et al.* (13) used a mixture of cassava meal and rice polishings for partial (50%) and total substitution for corn in broiler rations. Body weight gains were not signifi-

cantly affected, but feed consumption and feed utilization were linearly affected due to the lower metabolizable energy of the cassava-rice polish mixture. Greater success has been observed when cassava meal was mixed with high-protein feeds such as cowpeas, soybeans, and cottonseed meal (14-17). Physically altering the texture of cassava-cowpea diets by extruding has also been found to be effective (15).

Considerable interest in utilizing whole soybeans has developed in tropical and semitropical areas. Whole soybeans offer many potential advantages that suggest that they might be used effectively in blends to overcome some of the physical and nutritional deficiencies of cassava meal. When properly processed to destroy the trypsin inhibitor, they provide a good-quality protein, especially when fortified with methionine. Soybeans contain large amounts of a highly digestible oil which can supply essential fatty acids, aid in overcoming dustiness, and provide an energy source for the chick. Whole soybeans are perhaps best processed by extrusion, and machines that process up to 1,000 kg/hour have been developed. The processing and usage of full-fat soybeans in poultry diets has been reviewed in detail (18).

MATERIALS AND METHODS

A study was carried out in our laboratory in an attempt to improve the utilization of cassava meal in broiler diets. Computer formulation was utilized to provide a well-balanced diet that met all known nutritional requirements. Extruded full-fat soybeans were utilized at various levels, and the diets were pelleted to reduce dustiness.

A sample of cassava flour obtained from Ecuador contained (as per cent of sample) 14.19 moisture, 1.7 crude protein, 3.1 crude fiber and 1.19 ether extract. Averages of values reported in the literature (1, 3, 4, 6, 8, 11, 19-22) were used in assigning this sample a metabolizable energy value of 3.5 kcal/g and nutrient values (as per cent of sample) of 0.05 inorganic phosphorus, 0.29 calcium, 0.098 arginine, 0.04 lysine, 0.01 methionine, and 0.01 cystine. A sample was sent to the Tropical Products Institute in London, England, for cyanide assay and was found to be negative.

Whole soybeans were extruded using the Brady Crop Cooker (Koehring Farm Equipment Co., Des Moines, Iowa, USA). The resulting product contained (as per cent of sample) 38.1 crude protein, 17.6 ether extract, and 5.3 crude fiber. Diets were formulated for three age periods (0 to 21 days, 21 to 42 days, and 42 to 47 days) using the requirements suggested by the National Research Council (23). The nutrient requirements were expressed as quantity per 1,000 kcal of metabolizable energy. Diets were formulated using linear programming to provide optimum energy levels; therefore, within each age period there were small differences in the energy content of the diets. All diets, however, had equal energy:protein ratios and met or exceeded the desired ratio of energy to amino acids and essential minerals.

Four basal diets were formulated within each age period. These were: A) All maize with no full-fat soybeans; B) All maize with 25% full-fat soybeans; C) Cassava replacing all the maize with no full-fat soybeans; D) Cassava replacing all the maize with 25% full-fat soybeans. After mixing

these four basal diets, blends were made so that a 3 x 4 factorial arrangement of levels of full-fat soybeans (0, 12.5 and 25% of the diet) and cassava (0, 33, 66, and 100% replacement of maize) were made. This gave a total of 12 final experimental diets. The composition of the basal mixtures is given in Tables 1, 2, and 3 for the different age periods. The blending schedule used to provide the final diets is shown in Table 4. All diets were supplemented with 0.2% sodium sulfate as a potential detoxifying agent for cyanide (24) although analysis of the cassava flour indicated no residual toxins. After blending, the diets were pelleted using a California Pellet Mill Laboratory Model (California Pellet Mill Co., Crawfordsville, Indiana, USA).

TABLE 1
COMPOSITION OF STARTER DIETS (0 TO 21 DAYS)

Ingredient	Per cent of diet			
	A	B	C	D
Yellow corn	62.65	53.48	0.00	0.00
Soybean meal	33.15	17.22	42.20	24.95
Cassava meal	0.00	0.00	54.02	46.11
Extruded soybeans	0.00	25.00	0.00	25.00
Limestone	1.32	1.34	0.80	0.90
Dicalcium phosphate	1.61	1.68	1.64	1.70
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-methionine	0.17	0.18	0.24	0.24
Trace minerals ¹	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin premix ²	0.50	0.50	0.50	0.50
	100.00	100.00	100.00	100.00
<i>Calculated analysis</i>				
M. E. (kcal/g)	2.93	3.06	2.89	3.03
Protein (%)	21.09	22.04	20.78	21.78
Lysine (%)	1.17	1.35	1.32	1.48
Methionine (%)	0.52	0.53	0.53	0.54
Met + Cys (%)	0.85	0.93	0.84	0.94

1 Supplies as mg/kg of diet: iron 100; zinc 100; manganese 100; copper 10 and iodine 1.

2 Supplies per kg of diet: 6,612 IU vit. A; 2,204 IU vit. D₃; 6.6 IU vit. E; 3.3 mg menadione; 5.5 mg riboflavin; 33 mg niacin; 8.8 mg pantothenic acid; 495 mg choline; 1.1 mg thiamine; 1.1 mg pyridoxine; 9.9 mcg vit. B₁₂; 0.11 mg biotin; 0.66 mg folic acid; 62.5 mg ethoxyquin, and 1 mg selenium.

TABLE 2
COMPOSITION OF GROWER DIETS (21 TO 42 DAYS)

Ingredient	Per cent of diet			
	A	B	C	D
Yellow corn	68.78	59.89	0.00	0.00
Soybean meal	27.00	10.79	37.02	19.52
Cassava meal	0.00	0.00	59.20	51.55
Extruded soybeans	0.00	25.00	0.00	25.00
Limestone	1.37	1.40	0.74	0.87
Dicalcium phosphate	1.69	1.76	1.81	1.83
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-methionine	0.06	0.06	0.13	0.13
Trace minerals ¹	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin premix ¹	0.50	0.50	0.50	0.50
	100.00	100.00	100.00	100.00
<i>Calculated analysis</i>				
M. E. (kcal/g)	3.00	3.14	2.95	3.09
Protein (O/o)	18.74	19.59	18.43	19.33
Lysine (O/o)	1.00	1.13	1.16	1.28
Methionine (O/o)	0.38	0.38	0.40	0.39
Met + Cys (O/o)	0.67	0.73	0.66	0.73

1 As given in Table 1.

Because of the method of formulation used (to optimum nutrient density rather than to a constant energy level) the amount of cassava flour was not constant in all diets within a series. The actual quantity of cassava flour used in each of the test diets is given in Table 5. Over all age periods and levels of full-fat soybeans, diets with 33% replacement contained an average of 17.4% cassava flour while diets with 66 and 100% replacement contained an average of 36.5 and 54.8% cassava flour, respectively.

Each of the 12 experimental diets was fed to two replicate groups of chickens in battery cages. Day-old chicks of a commercial broiler strain (average weight 44 g) were obtained from a local hatchery, and within six hours of hatching were randomly distributed into pens with five male and five female chicks per pen. Pen group weights by sex and pen feed consumption were obtained at 21, 42, and 47 days of age. Any bird that died or which was removed due to leg disorders was weighed, and the pen given credit for the weight for purposes of calculating feed utilization. The incidence of mortality or leg disorders was low in this study and evenly distributed among the dietary treatments. The data were subjected to the analysis of variance as outlined by Steel and Torrie (25) with significant

TABLE 3
COMPOSITION OF FINISHER DIETS (42 TO 47 DAYS)

Ingredient	Per cent of diet			
	A	B	C	D
Yellow corn	73.00	64.28	0.00	0.00
Soybean meal	22.75	6.34	33.43	15.76
Cassava meal	0.00	0.00	62.75	55.25
Extruded soybeans	0.00	25.00	0.00	25.00
Limestone	1.40	1.44	0.69	0.82
Dicalcium phosphate	1.75	1.82	1.95	1.99
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-methionine	0.00	0.02	0.08	0.08
Trace minerals ¹	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin premix ¹	0.50	0.50	0.50	0.50
	100.00	100.00	100.00	100.00
<i>Calculated analysis</i>				
M. E. (kcal/g)	3.04	3.18	2.99	3.13
Protein (O/o)	17.12	17.89	16.81	17.62
Lysine (O/o)	0.88	0.98	1.06	1.15
Methionine (O/o)	0.30	0.32	0.32	0.33
Met + Cys (O/o)	0.58	0.64	0.56	0.63

1 As given in Table 1.

differences between treatment means determined by the multiple range test of Duncan (26).

RESULTS AND DISCUSSION

Body weights of broiler chickens at various age intervals throughout the study were significantly affected by the addition of cassava flour to the diet (Tables 6, 7, and 8). At all ages, the body weight of chickens fed diets in which 33% of the maize was replaced by cassava flour was equal to that of chickens fed the diets containing all maize. At 21 and 47 days of age, a further increase in the amount of cassava in the diets resulted in a significant reduction in body weight; however, the chickens still grew at a reasonably good rate.

The addition of up to 25% of extruded full-fat soybeans to the diets had no adverse effects on body weight gains at any age. Nevertheless, there was no interaction of levels of cassava flour in the diet and levels of full-fat soybeans, suggesting that there was no favorable effect of the inclusion of the extruded soybeans on the response of the chickens to the

TABLE 4
 BLENDING SCHEDULES FOR BASAL DIETS TO PRODUCE FINAL
 TEST DIETS

Per cent of maize replaced by cassava	Per cent full-fat soybeans in diet		
	0	12.5	25
	<i>Amount of each basal diet (o/o)¹</i>		
0	100 ^o /oA	50 ^o /oA 50 ^o /oB	100 ^o /oB
33	67 ^o /oA 33 ^o /oC	33.5 ^o /oA 33.5 ^o /oB 16.5 ^o /oC 16.5 ^o /oD	67 ^o /oB 33 ^o /oD
66	33 ^o /oA 67 ^o /oC	16.5 ^o /oA 16.5 ^o /oB 33.5 ^o oC 33.5 ^o /oC	33 ^o /oB 67 ^o /oD
100	100 ^o /oC	50 ^o /oC 50 ^o /oD	100 ^o /oC

1 See Tables 1, 2, and 3 for composition of basal diets A, B, C and D.

TABLE 5
 ACTUAL QUANTITIES OF CASSAVA FLOUR UTILIZED IN TEST DIETS
 FOR BROILERS AT DIFFERENT AGES

Per cent of maize replaced by cassava	Feeding period ¹	Per cent full-fat soybeans		
		0	12.5	25
		<i>Per cent cassava flour</i>		
33	S	17.82	16.52	15.22
	G	19.54	18.28	17.01
	F	20.70	19.47	12.22
66	S	35.65	33.02	30.43
	G	39.66	37.10	34.54
	F	42.04	39.53	37.02
100	S	54.02	50.06	46.11
	G	59.20	55.37	51.55
	F	62.75	59.00	55.25

1 S = 0 to 21 days; G = 21 to 42 days; F = 42 to 47 days.

TABLE 6

**TWENTY-ONE-DAY BODY WEIGHT OF CHICKENS FED COMBINATIONS
OF CASSAVA FLOUR AND FULL-FAT EXTRUDED SOYBEANS**

Per cent of corn replaced by cassava	Sex	Per cent full-fat soybeans			
		0	12.5	25	Mean
<i>Body weight (g)</i>					
0	M	450	526	463	479
	F	425	429	427	427
	Ave.	437	478	445	453 ^a
33	M	445	441	448	445
	F	417	404	421	414
	Ave.	431	423	434	429 ^a
66	M	404	432	417	417
	F	373	389	391	384
	Ave.	388	410	404	401 ^b
100	M	416	382	401	400
	F	373	338	361	357
	Ave.	394	360	381	378 ^b
Mean	M	429	445	432	435
	F	397	390	400	396
	Ave.	413	418	416	415

^{a,b} Means having the same superscripts do not differ significantly ($p < 0.05$).

cassava flour, as was anticipated. The soybeans used in this study were extruded prior to their incorporation in the diets containing cassava. According to the studies of Jorge João, Elías and Bressani (15), it might be advantageous to extrude the entire mixture of soybeans and cassava flour rather than just the soybeans alone.

Feed utilization, expressed as grams of gain per gram of feed consumed, is shown in Tables 9, 10, and 11 for the different age periods. In general, there was a reduction in utilization of feed as the amount of cassava flour was increased in the diet. Since the diets were not formulated to be isocaloric, a small reduction would have been anticipated but

TABLE 7

**FORTY-TWO-DAY BODY WEIGHT OF CHICKENS FED COMBINATIONS
OF CASSAVA FLOUR AND FULL-FAT EXTRUDED SOYBEANS**

Per cent of corn replaced by cassava	Sex	Per cent full-fat soybeans			
		0	12.5	25	Mean
<i>Body weight (g)</i>					
0	M	1,331	1,321	1,295	1,315
	F	1,138	1,210	1,106	1,151
	Ave.	1,234	1,265	1,200	1,233 ^a
33	M	1,253	1,343	1,257	1,284
	F	1,168	1,115	1,132	1,139
	Ave.	1,211	1,229	1,195	1,212 ^a
66	M	1,197	1,218	1,307	1,240
	F	1,012	1,093	1,091	1,065
	Ave.	1,105	1,155	1,198	1,152 ^a
100	M	1,390	1,068	1,115	1,201
	F	1,112	1,000	1,025	1,046
	Ave.	1,251	1,034	1,085	1,124 ^b
Mean	M	1,293	1,238	1,251	1,260
	F	1,108	1,105	1,089	1,100
	Ave.	1,200	1,171	1,170	1,180

^{a,b} Means having the same superscript do not differ significantly ($p < 0.05$).

not one of this magnitude. It is possible that the metabolizable energy value assigned to the sample of cassava flour in this study overestimated its energy value. The assigned value, however, was in good agreement with that of many published reports, including a recent estimate by Ravindran *et al.* (27) using the True Metabolizable Energy system. All diets pelleted well and produced firm, dust-free pellets which should have minimized any effects of diet texture. Since the sample used in this study was tested to be negative for prussic acid, it must be concluded that some other factor(s) were responsible for the lower rate of growth observed in this study. Although formulated to meet the minimum requirements for sulfur amino acids suggested by the National Research Council, it is possible that diets containing cassava might require ad-

TABLE 8

**FORTY-SEVEN-DAY BODY WEIGHT OF CHICKENS FED COMBINATIONS
OF CASSAVA FLOUR AND FULL-FAT EXTRUDED SOYBEANS**

Per cent of corn replaced by cassava	Sex	Per cent full-fat soybeans			
		0	12.5	25	Mean
<i>Body weight (g)</i>					
0	M	1,553	1,532	1,474	1,520
	F	1,305	1,366	1,268	1,313
	Ave.	1,429	1,449	1,371	1,415 ^a
33	M	1,476	1,570	1,483	1,510
	F	1,360	1,312	1,302	1,325
	Ave.	1,418	1,440	1,392	1,417 ^a
66	M	1,428	1,440	1,554	1,474
	F	1,197	1,298	1,265	1,253
	Ave.	1,312	1,369	1,410	1,364 ^b
100	M	1,483	1,264	1,364	1,370
	F	1,344	1,154	1,207	1,235
	Ave.	1,414	1,209	1,285	1,303 ^b
Mean	M	1,485	1,451	1,469	1,468
	F	1,301	1,282	1,261	1,281
	Ave.	1,393	1,367	1,365	1,375

^{a, b} Means having the same superscript do not differ significantly ($p < 0.05$).

ditional methionine supplementation for maximum performance.

Although the overall performance of broiler chickens fed the diets with cassava flour was reduced as compared to that of chickens fed diets containing maize, growth rates were still reasonably good. These data indicate that cassava meal of high quality, low in prussic acid content, can be effectively used to replace at least one-third of the maize in mixtures with extruded full-fat soybeans in diets for growing broiler chickens. Both of these ingredients have potential benefits for use in tropical and semitropical areas of the world. Depending upon the relative costs of maize and cassava, it might be more economically advantageous to make use of locally-produced cassava meal and, if necessary, grow the chickens for a slightly longer period of time to attain the desired market weight.

TABLE 9

**TWENTY-ONE-DAY FEED UTILIZATION BY CHICKENS FED
COMBINATIONS OF CASSAVA FLOUR AND FULL-FAT
EXTRUDED SOYBEANS**

Per cent of corn replaced by cassava	Per cent full-fat soybeans			
	0	12.5	25	Mean
	<i>Grams gain per gram feed consumed</i>			
0	0.688	0.783	0.755	0.743 ^a
33	0.622	0.694	0.729	0.682 ^{ab}
66	0.626	0.657	0.639	0.641 ^{bc}
100	0.597	0.600	0.639	0.612 ^c
Mean	0.633	0.683	0.691	0.670

^{a,b,c} Means having the same superscript do not differ significantly ($p < 0.05$).

TABLE 10

**FORTY-TWO-DAY CUMULATIVE FEED UTILIZATION BY
CHICKENS FED COMBINATIONS OF CASSAVA FLOUR AND
FULL-FAT EXTRUDED SOYBEANS**

Per cent of corn replaced by cassava	Per cent full-fat soybeans			
	0	12.5	25	Mean
	<i>Grams gain per gram feed consumed</i>			
0	0.530	0.572	0.567	0.556 ^a
33	0.505	0.551	0.555	0.536 ^{ab}
66	0.504	0.504	0.515	0.508 ^b
100	0.525	0.495	0.639	0.508 ^b
Mean	0.576	0.531	0.535	0.527

^{a,b} Means having the same superscript do not differ significantly ($p < 0.05$).

TABLE 11

**FORTY-SEVEN-DAY CUMULATIVE FEED UTILIZATION BY
CHICKENS FED COMBINATIONS OF CASSAVA FLOUR AND
FULL-FAT EXTRUDED SOYBEANS**

Per cent of corn replaced by cassava	Per cent full-fat soybeans			
	0	12.5	25	Mean
	<i>Grams gain per gram feed consumed</i>			
0	0.514	0.541	0.543	0.532 ^a
33	0.486	0.535	0.533	0.578 ^a
66	0.486	0.496	0.501	0.495 ^{ab}
100	0.422	0.483	0.493	0.466 ^b
Mean	0.477	0.514	0.518	0.503

a,b Means having the same superscript do not differ significantly ($p < 0.05$).

ACKNOWLEDGEMENTS

Appreciation is expressed to Dr. R. H. Houser, Allied Mills, Inc., Libertyville, Illinois, USA, for supplying the cassava flour, and to Brian Capper, Tropical Products Institute, London, England, for conducting the prussic acid assay.

RESUMEN

LA UTILIZACION DE MEZCLAS DE HARINAS DE YUCA Y DE SOYA INTEGRAL EXTRUIDA, EN DIETAS PARA POLLOS DE ENGORDE

Se llevó a cabo un estudio con miras a determinar los efectos resultantes de la administración, a pollos de engorde en proceso de crecimiento, de raciones elaboradas con diferentes niveles de harina de yuca de bajo contenido en ácido prúsico, y harina de soya integral extruida. Esta última aporta aceite, lo que incrementa el contenido energético de la dieta, ayuda a corregir la naturaleza pulverulenta de la yuca, y suministra proteína de alta calidad. Así, en dietas que contenían cero, 12.5 y 25% de soya integral extruida, se reemplazó por harina de yuca un tercio, dos tercios y el total del maíz de las mismas. Dichas raciones se suministraron en forma granulada a polluelos de engorde, en un ensayo alimenticio de 47 días de duración.

Según se observó en este estudio, el reemplazo de un tercio del maíz por yuca no tuvo ningún efecto adverso sobre las ganancias ponderales de las aves, constatándose al finalizar el ensayo, un descenso en su peso al administrarse las dietas a los niveles más altos de yuca. La utilización del alimento se redujo con mayor severidad de lo previsto. No obstante, a niveles más altos de yuca las tasas de crecimiento fueron razonablemente buenas, lo que indica que los productores pueden alimentar polluelos con estas dietas por un período de tiempo ligeramente más largo, y lograr su crianza en forma más económica, si se dispone localmente de harina de yuca a un costo significativamente más bajo que el del maíz.

BIBLIOGRAPHY

1. Vogt, H. The use of tapioca meal in poultry rations. *World's Poultry Sci.*, 22: 113-125, 1966.
2. Enríquez, F. Q. & E. Ross. The value of cassava root meal for chicks. *Poultry Sci.*, 46:622-626, 1967.
3. Olson, D. W., M. L. Sunde & H. R. Bird. Amino acid supplementation of mandioca meal chick diets. *Poultry Sci.*, 48:1949-1953, 1969.
4. Olson, D. W., M. L. Sunde & H. R. Bird. The metabolizable energy content and feeding value of mandioca meal in diets for chicks. *Poultry Sci.*, 48:1445-1452, 1969.
5. Enríquez, V. F., C. Arteaga F. & E. Avila G. Harina de yuca (*Manihot esculenta*) en dietas para pollos de engorda y gallinas en postura. *Tec. Pec. Méx.*, 32:53-57, 1977.
6. Gerpacio, A. L. The influence of cassava and sweet potato root meals on the availability of nutrients in mixed broiler rations and broiler performance. *ASPAC Tech. Bull.* (Taipei City, Taiwan), No. 43, 1979.
7. Ademosun, A. A. & N. D. Eshiett. Feeding cassava root meal to starter, grower and laying chickens. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 57:277-284, 1980.
8. Zumbado, M. E. & M. G. Murillo. Utilización de la harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la alimentación de pollos parrilleros. *Agron. Costarricense*, 4:89-97, 1980.
9. Chih, C. K. & Z. Muller. Complete substitution of maize by tapioca in broiler ration. *Proc. Australasian Poultry Sci. Conv.*, 149-160, 1972.
10. Longe, O. G. & J. A. Oluyemi. Comparative use of cassava, maize and guinea corn as the major dietary source of carbohydrates for chicks. *J. de L'AAASA*, 4:47-52, 1977.
11. Syzlit, O., L. P. Borgida, H. Bewa, R. Charbonnière & J. Delort-Laval. Valeur nutritionnelle pour le poulet en croissance, de cinq amyliacés tropicaux en relation avec quelques caractéristiques physicochimiques de leur amidon. *Ann. Zootech.*, 26:547-563, 1977.
12. Agudu, E.W. & O.P. Thomas. Available carbohydrate in cassava meal determined by chick bioassay. *Poultry Sci.*, 61:1131-1136, 1982.
13. Manjarrez, B. M., C. Arteaga F., A. Robies C., M. Aguirre C., E. Avila G. & A. S. Shimada. Valor nutritivo de una combinación de harina de yuca (*Manihot esculenta*) con puliduras de arroz, como sustituto de maíz en la alimentación de pollos y cerdos. *Tec. Pec. Méx.*, 25:58-63, 1973.
14. Jorge João, W. S., L. G. Elías & R. Bressani. Efecto de diferentes tratamientos dietéticos sobre el consumo de dietas a base de tubérculos y leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 30:187-199, 1980.
15. Jorge João, W. S., L. G. Elías & R. Bressani. Efecto del proceso de cocción-extrusión (Brady Crop Cooker) sobre el valor nutritivo de mezclas elaboradas a base de frijol caupí (*Vigna sinensis*) -maíz, y de frijol caupí-yuca. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 30:539-550, 1980.
16. Collins, J. L. & C. R. Temalilwa. Cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) flour fortification with soy flour. *J. Food Sci.*, 46:1025-1028, 1981.
17. Ojofeitimi, E. O., R. A. Ahrens & E. S. Prather. Nutritional assessment of cassava grits in combination with cottonseed or defatted soybean proteins. *Nutr. Reps. Internat.*, 23:355-362, 1981.
18. Waldroup, P. W. Whole soybeans for poultry feeds. *World's Poultry Sci.*, 38: 28-35, 1982.

19. National Academy of Sciences-National Research Council. **Atlas of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds.** Washington, D. C., NAS-NRC, 1969.
20. Maust, L. E., M. L. Scott & W. G. Pond. The metabolizable energy of rice bran, cassava flour, and blackeye cowpeas for growing chickens. **Poultry Sci.**, **51**: 1397-1401, 1972.
21. Fetuga, B. L. & J. A. Oluyemi. The metabolizable energy of some tropical tuber meals for chicks. **Poultry Sci.**, **55**:868-873, 1976.
22. Aguirre, M., A. Shimada & E. Avila. Metabolizable and net energy values of cassava meal for chicks. **Poultry Sci.**, **58**:694-698, 1979.
23. National Research Council-National Academy of Sciences. **Nutrient Requirements of Domestic Animals. 1. Nutrient Requirements of Poultry.** Washington, D. C., NRC-NAS, 1971.
24. Ross, E. & F. Q. Enríquez. The nutritive value of cassava leaf meal. **Poultry Sci.**, **48**:846-853, 1969.
25. Steel, R. G. D. & J. H. Torrie. **Principles and Procedures of Statistics.** New York, N. Y., McGraw-Hill Book Co., Inc., 1960.
26. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F test. **Biometrics**, **11**:142, 1955.
27. Ravindran, V., E. T. Kornegay, L. M. Potter, K. E. Webb, Jr. & C. M. Parsons. True metabolizable energy values of cassava tuber and leaf meals for poultry. **Trop. Agric. (Trinidad)**, **60**:82-84, 1983.

NIVELES SERICOS DE LITIO EN PACIENTES CON BOCIO ENDEMICO

*D. M. Alarcón¹, J. L. Burguera², M. Burguera², Y. Franquiz³
y J. C. González³*

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, y
Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

RESUMEN

En este estudio se valoró la litemia en muestras de suero obtenidas de 85 pacientes portadores de bocio endémico. Los resultados se compararon con los valores obtenidos en 114 individuos control, utilizados como grupo testigo. La concentración sérica de litio en los pacientes portadores de bocio endémico fue de 74.00 ± 2.88 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en comparación con 39.00 ± 0.19 $\mu\text{g}/\text{dl}$ obtenidos en los pacientes del grupo control. En base a los hallazgos citados, se intenta proporcionar una posible explicación a la alteración observada.

INTRODUCCION

El bocio endémico continúa siendo un problema de salud pública (1). Las causas de esta enfermedad no están del todo esclarecidas y la existencia de factores individuales aumenta la complejidad del problema (2-4).

Informes previos al respecto señalan cierta relación entre la administración de litio a pacientes maníaco-depresivos y la aparición, en ellos, de reacciones secundarias de diversos tipos: endocrinas, neurológicas, renales, etc. (5, 6). Dentro de las endocrinas, las más frecuentes son las tiroideas. Estas ocurren a tal punto que el catión ejerce efectos muy complejos sobre esta glándula con producción de bocio eutiroideo (con características similares al endémico), o de hipotiroidismo (con o sin bocio), entre otros (1, 7). Lo anterior motivó la realización del presente trabajo. En

Manuscrito modificado recibido: 2-6-84.

- 1 Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela.
- 2 Departamento de Química, Facultad de Ciencias de la misma Universidad.
- 3 Escuela de Bioanálisis, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

el desarrollo del mismo se valoró el nivel sérico de litio en pacientes con bocio endémico (casos) y en controles normales (desde el punto de vista de la función tiroidea). Se exponen y discuten los resultados obtenidos, los cuales muestran diferencias significativas de los niveles séricos de litio entre los sujetos enfermos y los controles.

MATERIALES Y METODOS

Selección de los Pacientes

El grupo de casos estuvo constituido por 85 personas: 78 mujeres (91.76%) y siete hombres (8.24%) con edades comprendidas entre 10 y 60 años. Procedentes de distintas localidades del Estado Mérida, fueron examinados en el Servicio de Endocrinología del Hospital Universitario de Los Andes (Mérida, Venezuela). El diagnóstico de bocio endémico se basó en los siguientes criterios: presencia de bocio visible y/o palpable; eufunción tiroidea; captación discretamente elevada de I^{131} en 24 horas; niveles de triyodotironina (T_3), tiroxina libre (T_4), y hormona estimulante de la tiroides (TSH) en límites normales; y anticuerpos antitiroideos negativos. Los valores normales para estas variables fueron: 15-45% de captación de I^{131} en 24 horas, con valor medio de 21.90%; 1.4-4.1 pg/dl de T_3 ; 0.4-1.8 ng/dl de T_4 , y 0.8 mU/ml de TSH (7).

El grupo testigo estuvo constituido por 114 personas: 103 mujeres (90%) y 11 hombres (10%) con edades comprendidas entre los 15 y los 60 años, con características muy similares a las del primer grupo (procedencia, edad \pm 5 años, etc.), todos ellos normales desde el punto de vista de la función tiroidea. El concepto de normalidad se basó en: tiroides no palpable (exploración del cuello negativa); captación de I^{131} en límites normales; T_3 , T_4 libre y TSH en límites normales, y anticuerpos antitiroideos negativos.

De todas estas personas se extrajeron 10 ml de sangre, por venipuntura de la cubital, mediante el sistema Venoject, utilizando tubos siliconados y tomando todas las precauciones posibles para evitar la contaminación de la sangre. Las muestras se dejaron coagular espontáneamente a 37°C durante 15 min, y posteriormente se centrifugaron a 2,000 rpm, por espacio de 10 min, para asegurar la obtención del suero. Luego se procedió a la valoración del litio, aplicando la técnica de espectroscopía de emisión (8). Las muestras siempre se recolectaron a las 7 a.m., para evitar en lo posible variaciones circadianas descritas para otros cationes. El análisis de los resultados se realizó mediante la prueba "t" de Student.

RESULTADOS Y DISCUSION

La concentración sérica de litio en los pacientes portadores de bocio endémico fue de 74.00 ± 2.88 $\mu\text{g/dl}$ (promedios \pm 1 DE) en comparación con 39.00 ± 0.19 $\mu\text{g/dl}$ obtenidos de los individuos del grupo testigo ($P < 0.005$). Lo anterior indica que los pacientes portadores de bocio endémico poseen un incremento significativo en los niveles de litio sérico.

Según se sabe, el litio afecta la función tiroidea a varios niveles y en

estudios previos (9, 10) se ha tratado de dilucidar su posible mecanismo de acción. Así, Berens y Wolff (9) publicaron una revisión de casos bien documentados sobre esta área, sugiriendo que el efecto más importante del catión, a dosis terapéuticas, sería inhibir la liberación del I_2 por la tiroides (incluyendo T_3 y T_4). Esto favorecería la liberación de TSH, produciéndose una estimulación compensadora de la glándula y el restablecimiento del estado eutiroides. La formación del bocio puede presentarse durante el proceso compensatorio. A su vez, la ingesta del litio se realizaría a través del agua de bebida, tal como lo ha notificado Wonter Voos (10) al señalar la asociación entre el litio de dicha agua, y la muerte por arterioesclerosis coronaria.

En vista de que el agua constituye un factor determinante en la ingesta del catión, es interesante anotar que algunas fuentes de aguas naturales de la región merideña (11) tienen un contenido relativamente alto de litio, con valores que exceden de 0.4 mg de Li/L. Tanto para el Ca (12) como para el litio (13) también se ha informado que durante la cocción de los vegetales se establece una interacción entre éstos y el agua utilizada con dicho fin. El agua pobre en estos iones determina su pérdida de los alimentos o, y viceversa, el agua con alto contenido de estos iones enriquece el alimento a ser ingerido. Un factor adicional que debemos considerar, es el hecho de que en las zonas andinas venezolanas, la utilización de la sal yodada por la población es muy irregular; este hecho podría potenciar el efecto del catión para producir el bocio endémico.

Es indiscutible que todavía existe una serie de interrogantes por esclarecer, lo que permite la apertura de nuevas vías de investigación en relación a este importante problema de salud pública. Entre ellos cabe citar: a) las posibles relaciones entre las dosis de litio administradas a pacientes con fines terapéuticos y/o en condiciones experimentales; b) la existencia de factores que pudiesen potenciar el efecto de dosis pequeñas de litio ingeridas en un momento determinado (por ejemplo, proteínas en la dieta, ingesta concomitante de NaCl, etc.) así como la susceptibilidad individual de las personas al catión; y, c) el contenido de I_2 y de litio del agua de bebida y/o de los alimentos en zonas endémicas de bocio y en zonas no bocígenas.

SUMMARY

LITHIUM LEVELS IN BLOOD SERA OF PATIENTS WITH ENDEMIC GOITER

In this study, the lithium concentration in the blood sera of 85 patients with endemic goiter was evaluated. The results were compared with those obtained in 114 normal subjects. The lithium concentration in the blood sera of the patients with endemic goiter was $74.00 \pm 2.88 \mu\text{g/dl}$ compared with $39.00 \pm 0.19 \mu\text{g/dl}$ detected in normal subjects. Based on these findings, a possible explanation to the values obtained is given.

BIBLIOGRAFIA

1. Chalbaud Z., C. **El Bocio Endémico como Problema de Salud Pública**. Publicación de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela, Talleres Gráficos Universitarios, 1976, p. 2-3.
2. Werner, S. C. & S. H. Ingbar. **The Thyroid. A Fundamental and Clinical Text**. 4th ed. New York, N. Y., Harper and Row, 1978, p. 537-539.
3. Pitt-Rivers, R & W. R. Trotter. **The Thyroid Gland**. Vol. 2. London, Butterworths, 1964, p. 533-538.
4. Jefferson, J. W. & J. H. Greist. **Primer of Lithium Therapy**. Baltimore, Md., Williams and Wilkins, 1977, p. 1-100.
5. Johnson, F. N. **Lithium Research and Therapy**. New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1975, p. 400-469.
6. Lindstadt, G., P.A. Lundberg & M. Tofft. Serum thyrotropin and hypothyroidism during lithium therapy. *Clin. Chim. Acta*, 48:127-133, 1973.
7. Chalbaud, Z., C. **Compendio de Medicina Nuclear**. Publicación de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela, Talleres Gráficos Universitarios, 1968, p. 60-61.
8. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. H. Williams (Ed.). Arlington, Va., The Association, 1980.
9. Berens, S. C. & J. Wolff. The endocrine effects of lithium. In: **Lithium Research and Therapy**. N. F. Johnson (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1975, p. 460-461.
10. Wouter Voos, A. Lithium in the drinking water and atherosclerotic heart death: Epidemiologic argument for protective effect. *Amer. J. Epidemiol.*, 92:164-169, 1970.
11. Aguilar, A. J. Determinación cuantitativa de litio en aguas del Estado Mérida. Trabajo de Ascenso a Profesora Asistente, Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida, 1974.
12. Absorption by vegetables of calcium from cooking water. In: **Report of the Government Chemist, H. M. S. O.** London, 1953, p. 26-27.
13. Loose, F. L. & B. L. Adkins. A study of the mineral environment of caries-resistant navy recruits. *Caries Res.*, 3:23-27, 1969.

ZINC Y COBRE PLASMATICOS EN LACTANTES CON DESNUTRICION PROTEINICO-ENERGETICA

*Mauro Fisberg¹, Carlos Castillo Durán², Juan I. Egaña² y
Ricardo Uauy Dagach³*

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

RESUMEN

Se estudiaron las concentraciones plasmáticas de zinc y cobre en 45 lactantes con desnutrición tipo marasmo, seleccionados entre los que ingresan al Centro de Recuperación Nutricional del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Santiago de Chile. El Zn plasmático promedio fue de $92.4 \pm 24 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ($\bar{x} \pm \text{DE}$), y el 70/o de los lactantes sufrió hipozincemia definida por zincemia $< 70 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$. La mediana para la cupremia fue de $90 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ (rango 27-172) y el 49/o de los niños tuvo hipocupremia, definida por concentraciones $< 90 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Se estudiaron como factores condicionantes de hipocupremia e hipozincemia el peso del niño al nacer, alimentación al seno materno y hospitalización previa por diarrea aguda con deshidratación. Los lactantes con antecedentes de hospitalización previa por diarrea aguda, presentaron concentraciones de cupremia más bajas que aquellos referidos desde centros de control ambulatorio. La alimentación materna se asoció con concentraciones más altas de cupremia. No se encontró ninguna relación entre las concentraciones de zincemia y estos factores, pero sí hubo diferencias en relación al grado de desnutrición y época del año en que ingresaron. En esta investigación, no se encontró deficiencia de zinc, pero sí se constató que la hipocupremia es un problema muy significativo en lactantes marásmicos, especialmente cuando su destete ha sido precoz y hay antecedentes de diarrea aguda con deshidratación.

Manuscrito modificado recibido: 28-9-83.

- 1 Becado del Programa Mundial Contra el Hambre de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), con sede en Tokio, Japón, asignado al Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- 2 Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- 3 Profesor de Nutrición y Pediatría del INTA, Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.

INTRODUCCION

El número de oligoelementos considerados como indispensables para la nutrición humana, ha ido en aumento en la medida que las investigaciones ahondan en este interesante campo de la nutrición. La mayoría de los estudios se han orientado hacia los oligoelementos relativamente más abundantes en los seres vivos, tales como el Fe, Zn y Cu.

Se han comunicado concentraciones séricas bajas de Zn y Cu en niños con desnutrición proteínico-energética (1). La hipocupremia ha sido asociada con una disminución en las concentraciones de albúmina, ceruloplasmina y hierro, sugiriendo que forma parte del síndrome de deficiencia proteínica (2, 3). Las concentraciones de Zn plasmático notificadas para lactantes marásimicos son de alrededor de 50 a 60 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$, aunque muchos de ellos clasificados como marásimicos en esas investigaciones tenían niveles plasmáticos de albúmina menores de 2.8 g/100 ml, y serían más bien formas mixtas de marasmo-kwashiorkor (4, 5). Según diferentes estudios al respecto, las concentraciones de cobre en lactantes marásimicos presentan niveles normales o bajos (2, 6).

En Chile, el marasmo es el tipo de desnutrición prevalente, y todos los casos acusan habitualmente albúmina normal ($> 3.5\text{ g}/100\text{ ml}$). La anemia es un signo frecuente en dichos lactantes, aunque ésta no siempre ocurre por carencia de hierro (7). En otras comunicaciones, hemos informado casos de deficiencia clínica de cobre en el transcurso de la recuperación nutricional de lactantes marásimicos (8). Las concentraciones de cupremia en esos niños estaban disminuidas, lo que se asociaba a bajo peso al nacer y ausencia de lactancia materna (9).

El presente estudio se llevó a cabo con el fin de determinar la prevalencia y magnitud de Cu y Zn plasmáticos bajos en lactantes marásimicos, al momento de ingresar al Centro Cerrado de Recuperación Nutricional del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Nos interesaba también conocer los factores condicionantes, y la posible interacción del déficit de Zn y Cu.

MATERIALES Y METODOS

Se midieron las concentraciones plasmáticas de Zn y Cu en 45 lactantes ingresados al Centro Nutricional del INTA durante el período de octubre de 1980 a febrero de 1981: 25 de sexo masculino y 20 de sexo femenino, con una edad promedio de ocho meses (rango de 3 a 18 meses). El 60% (27 niños) fueron referidos desde el Hospital Base del Área (Hospital Josefina Martínez) y de ellos, 21 habían estado hospitalizados por síndrome diarreico agudo y deshidratación; el 40% restante fueron referidos por los 10 consultorios distritales de la misma Área. El estado nutricional del grupo se determinó en base a los indicadores peso/edad (P/E) y peso/talla (P/T), expresados como porcentaje de la mediana correspondiente de los estándares establecidos por la OMS en 1979 (10). El promedio \pm DE del peso/edad fue de $65 \pm 7\%$ y el de peso/talla, de $87 \pm 7\%$ y todos se habían desnutrido primariamente por déficit de ingestión de alimentos. La duración promedio de la lactancia materna para el grupo de 37 con el antecedente consignado, fue de 1.6 meses, y

el 48% de ellos no llegó a recibir pecho. El peso promedio al momento del nacimiento de los 41 lactantes en quienes se tenía ese antecedente, fue de $2,760 \pm 650$ g; el 40% tuvo un peso al nacer por debajo de 2,500 g. En la Tabla 1 se resumen las características del grupo.

TABLA 1

CARACTERISTICAS DE LOS 45 LACTANTES A SU INGRESO AL CENTRO DE RECUPERACION NUTRICIONAL

Edad promedio y rango (meses)	8 (3-18)
Sexo (masc/fem)	25/20
Peso al nacer (g)	$2,763 \pm 656^*$
Peso/edad (% del estándar de la OMS)	65 ± 7
Peso/talla (% del estándar de la OMS)	87 ± 7
Duración promedio de lactancia materna (meses)	1.6

$\bar{x} \pm DE$.

El protocolo de la investigación fue revisado y aprobado previamente por el Comité de Ética del INTA, y se obtuvo el consentimiento escrito de los padres de los niños. De cada uno de ellos se extrajo una muestra de sangre por punción venosa dentro del término de 48 horas de su ingreso. Esto se hizo en ayunas y se usaron jeringas de material plástico desechable con agujas de acero a fin de evitar contaminación con los elementos en estudio. Se usó heparina libre de Zn y Cu. El plasma se separó por centrifugación y luego fue analizado para determinar su contenido de Zn y Cu en un espectrofotómetro de absorción atómica, Modelo Perkin Elmer 303, de acuerdo al método de Fernández y Kahn (11). En dos lactantes no se obtuvo el resultado de cupremia. Se determinó además, albuminemia por técnica fotocolorimétrica del verde de bromocresol sulfonftaleína; hemoglobina por el procedimiento de la cianometahemoglobina; recuento celular por contador electrónico, y recuento de neutrófilos por observación directa al microscopio.

RESULTADOS

La mediana de los valores de Cu plasmático para el grupo fue de 90 $\mu\text{g}/100$ ml (rango de 27-172), presentando cifras de hipocupremia (< 90 $\mu\text{g}/100$ ml) cerca del 50% de los lactantes. Si se considera 60 $\mu\text{g}/100$ ml como límite para la deficiencia severa, el 20% del grupo tuvo valores por debajo de esa concentración.

El promedio \pm DE de zincemia fue de 92 ± 24 $\mu\text{g}/100$ ml. Sólo en tres lactantes se establecieron valores menores de 70 $\mu\text{g}/100$ ml, cifra utilizada habitualmente como límite de lo normal. Los datos correspondientes se consignan en la Tabla 2.

La distribución de las concentraciones de Cu y Zn en forma de frecuencia acumulada se presenta en las Figuras 1 y 2. En el caso del cobre,

TABLA 2

**CONCENTRACIONES DE ZINC Y COBRE PLASMATICOS AL INGRESO
AL CENTRO DE RECUPERACION NUTRICIONAL**

	n	Promedio \pm DE	Mediana (rango)	% Niños por debajo de lo normal*
Zn ($\mu\text{g}/100$ ml)	45	92.4 \pm 24.0	94 (59-206)	7
Cu ($\mu\text{g}/100$ ml)	43	91.1 \pm 39.0	90 (27-172)	49

* Límite inferior de normalidad para Zn: 70 $\mu\text{g}/100$ ml; para Cu: 90 $\mu\text{g}/100$ ml.

la distribución no fue normal y la mediana coincidió con el límite inferior de la normalidad. Los niveles de Zn estaban normalmente distribuidos.

Los estudios hematológicos mostraron que 18 lactantes tenían hemoglobina inferior a 11 g/100 ml, pero sólo 11 de éstos presentaban evidencias de déficit de hierro, tales como microcitosis e hipocromia. De los 22 niños con hipocupremia, seis tenían anemia tipo ferropriva, incluyendo cuatro de los nueve lactantes que acusaban cupremia por debajo de 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$. El recuento absoluto de neutrófilos reveló que sólo uno de

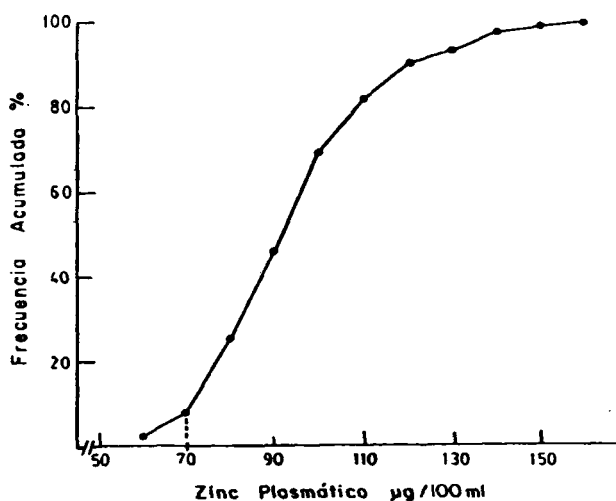


FIGURA 1

Frecuencia acumulada de concentraciones de cobre plasmático en 45 lactantes marásicos al momento del ingreso al Centro de Recuperación Nutricional. La línea punteada marca el límite inferior de normalidad

esos niños tenía un recuento de neutrófilos menor de $1,500 \times \text{mm}^3$. La albúmina plasmática promedio fue de $3.9 \text{ g}/100 \text{ ml}$, y todos acusaron cifras por encima de $3.5 \text{ g}/100 \text{ ml}$.

Con base en los factores condicionantes conocidos para deficiencia de oligoelementos, investigamos la influencia del peso al nacimiento, duración de la lactancia materna, e infección gastrointestinal reciente. Los resultados se exponen en la Tabla 3.

Las concentraciones de cobre fueron más bajas en los niños con antecedentes de peso al nacer inferior a $2,500 \text{ g}$, y para aquéllos con una historia de haber suspendido la alimentación materna antes del primer mes de edad ($\chi^2 = 5.57$; $P < 0.025$), aunque en la primera situación no alcanzó significación estadística. El antecedente de hospitalización por diarrea antes de ingresar al Centro Nutricional fue significativo para determinar concentraciones más bajas que el grupo enviado desde los Consultorios Distritales ($\chi^2 = 3.96$; $P < 0.05$). Los niveles de zincemia en el grupo que presentó hipocupremia fueron semejantes al del grupo en su totalidad ($93 \pm 24 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$). No se encontró correlación entre las concentraciones de zinc y cobre.

Tampoco se constató ninguna asociación entre los antecedentes de peso al nacer, duración de la lactancia materna y diarrea aguda con deshidratación y las concentraciones plasmáticas de zinc. Los lactantes admitidos durante la primavera de 1980 (septiembre, octubre, noviembre, con temperaturas que fluctúan entre 60° y 250°C), tuvieron concentraciones promedio de Zn de $107 \pm 23 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ versus $87 \pm 12 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ para

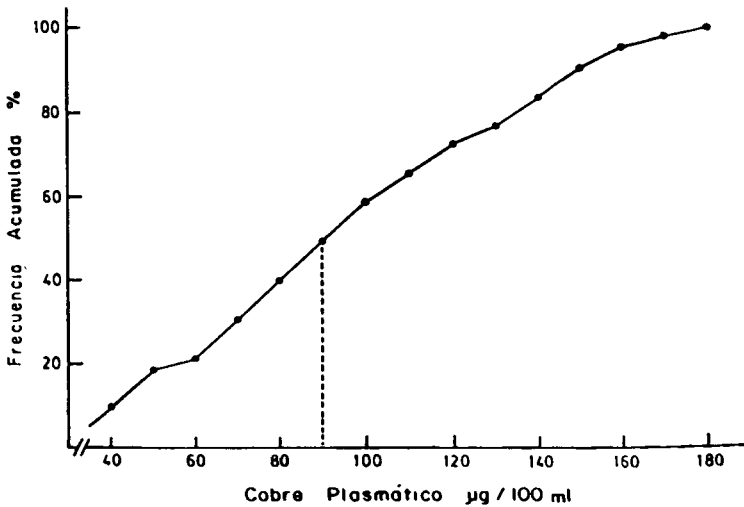


FIGURA 2

Frecuencia acumulada de zinc plasmático en 43 lactantes marásmicos al momento del ingreso al Centro de Recuperación Nutricional. La línea punteada marca el límite inferior de normalidad

TABLA 3

EFECTO DE ALGUNOS FACTORES QUE AFECTAN LA CUPREMIA EN LACTANTES MARASMICOS

	n	Cupremia μg/100 ml	Significación estadística (χ^2) P <
Peso al nacer			
> 2,500 g	27	96 (14-159)*	NS
< 2,500 g	14	75 (36-172)	
Duración de lactancia materna			
> 1 mes	13	114 (48-159)	0.025
< 1 mes	24	76 (34-172)	
Hospitalización por diarrea aguda			
No	23	113 (14-172)	0.05
Sí	14	75 (26-148)	

* Mediana (rango). NS = No significativa.

aquéllos admitidos en los meses de verano (diciembre, enero, febrero y marzo, con temperaturas de 12° a 34°C). Esta diferencia fue significativa ("t" de Student: 2.50; P < 0.025) y podría explicarse dada la mayor severidad del marasmo en el último grupo. También hubo cierta tendencia a mostrar diferencias, aunque no significativas, entre las medianas de las cupremias de los niños ingresados en ambos períodos ($\chi^2 = 2.95$; NS). Se observó un efecto significativo del déficit ponderal en relación con la zincemia al separar el grupo en aquéllos con una relación peso/edad mayor o menor de 600/o (Tabla 4).

DISCUSION

Ya es más que conocido el significado del Cu y del Zn en la nutrición. La mayoría de los signos clínicos y bioquímicos de su déficit puede atribuírse a su acción como cofactores o reguladores de importantes metaloenzimas (12, 13).

Las concentraciones plasmáticas bajas de zinc y cobre, son claramente interpretables en la presencia de signos clínicos de deficiencia. Pero el significado de bajas concentraciones de estos elementos en el plasma o en el pelo de poblaciones aparentemente sanas, no ha sido aún bien definido (14). Tampoco está muy claro el papel específico que el déficit de Zn y Cu juega dentro de la desnutrición proteínico-energética, aun cuando estos elementos son importantes para la utilización de proteína y energía (2, 3, 16). La interacción entre la desnutrición y el déficit de oligoele-

TABLA 4

**EFFECTO DE ALGUNOS FACTORES QUE AFECTAN EL ZINC
PLASMATICO EN LACTANTES MARASMICOS**

	n	Zn plasmático ug/100 ml	Significación estadística prueba "t" de Student P <
Estación de admisión:			
Primavera	17	107 ± 23*	0,001
Verano	25	87 ± 12	
Severidad de desnutrición:			
Peso/edad < 60%/o	11	80 ± 16	0,001
Peso/edad > 60%/o	33	100 ± 18	

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

mentos es compleja. Bajo ciertas circunstancias el déficit de Zn *per se* puede llevar a desnutrición, mientras que en el caso del kwashiorkor, las concentraciones de los oligoelementos caen secundariamente en déficit de proteína y energía (2, 5, 14). Las dificultades en la estandarización de los indicadores de nutrición de Zn y Cu contribuyen aún más a la disparidad de los resultados. La asociación de signología clínica específica, con las determinaciones de estos elementos en plasma, pelo y alguna metaloenzima, parece ser la forma más adecuada de definir poco a poco sus deficiencias. En el caso del zinc, la fosfatasa alcalina es la enzima más factible de ser utilizada, y en el del cobre, la ceruloplasmina y la superoxidismutasa (15). Una elevación de sus concentraciones como respuesta a la suplementación, termina por confirmar la deficiencia (16).

Los resultados informados de mediciones de oligoelementos en la desnutrición proteínico-energética, son confusos, lo que se debe a los diferentes métodos utilizados para las determinaciones de Zn y Cu, así como a la heterogeneidad de las poblaciones estudiadas. El único hallazgo habitual son las concentraciones bajas de zinc y cobre en casos de desnutrición tipo kwashiorkor (4, 5). En cambio, en cuanto al marasmo, la mayoría de los estudios muestran concentraciones bastante por encima de las del kwashiorkor, normales o con un descenso moderado. En muchos casos, la clasificación de marasmo se ha hecho en base a indicadores clínicos, ya que si asociamos algunos indicadores bioquímicos, muchos de los niños sometidos a estudio pueden ser más bien formas mixtas de marasmo-kwashiorkor. En nuestro estudio, todos los lactantes tenían albúmina plasmática normal.

Sólo tres de los niños incluidos en la investigación acusaban concentraciones de zinc plasmático levemente por debajo del límite de normalidad fijado por nosotros. El déficit sub-clínico de zinc es difícil de establecer y para ello los niveles plasmáticos aislados ciertamente no son los más

adecuados (17), siendo necesaria la asociación de otras mediciones, según se mencionó. Mediciones practicadas en plasma y pelo de niños peruanos con desnutrición, no han revelado evidencia de déficit de zinc (18), aunque sí se observó en lactantes desnutridos severos en el estudio de Golden y Golden (16). En dicha investigación, la deficiencia se corroboró con un alza de la zincemia al recibir la suplementación requerida, así como con una mayor ganancia de peso, mejor eficiencia calórica, y recuperación del tamaño del timo.

El calostro y la leche humana madura son buenas fuentes de zinc y suficientes para satisfacer los requerimientos del lactante en crecimiento. La leche de vaca tiene un contenido de zinc cercano al adecuado (3-3.5 mg/lt en nuestras fórmulas basadas en leche de vaca entera), pero su biodisponibilidad es menor que la de la leche materna (19, 20). Los resultados obtenidos por nosotros no mostraron un efecto de la duración de la lactancia materna sobre las concentraciones de zinc. Los lactantes eran alimentados con fórmulas artificiales en base a leche de vaca en polvo; a pesar de ello, sin embargo, presentaron concentraciones de zinc plasmático normales.

Las reservas limitadas de zinc, adquiridas durante los últimos meses de gestación, se almacenan en el hígado y los huesos, y son extremadamente lábiles (21). Tampoco encontramos efectos de la duración de la gestación sobre la zincemia.

En la desnutrición tipo kwashiorkor, las concentraciones de zinc están disminuidas, principalmente a causa de un descenso de su proteína transportadora, la que también puede estar afectada por infecciones intercurrentes, tanto en el marasmo como en el kwashiorkor. No se constataron efectos de infecciones gastrointestinales agudas previas sobre las concentraciones de zinc plasmático, y ninguno de los lactantes tuvo evidencia clínica de malabsorción intestinal. Los lactantes con mayor déficit de peso fueron admitidos predominantemente en el verano, y sus concentraciones de zinc eran más bajas, aun cuando las concentraciones de albúmina se presentaban normales. No obstante, en algunos casos no estaba del todo claro el antecedente de diarrea previo a su admisión al Centro de Recuperación Nutricional. Los lactantes que ingresaron en los meses de verano, tenían una alta frecuencia de ese antecedente.

La prevalencia de hipocupremia en nuestro grupo fue muy alta, cercana al 50%, y los datos muestran que el antecedente de hospitalización previa por diarrea aguda, es un factor de importancia en la aparición de hipocupremia. Un estudio previo efectuado con lactantes admitidos durante el período de invierno, cuando la diarrea es poco frecuente, reveló sólo un 7% de hipocupremia en el momento de la admisión, cifra que aumentaba a cerca de 30% en el transcurso de la recuperación nutricional, si el lactante no era suplementado con cobre (8).

El cobre plasmático está menos relacionado con la ingestión dietética que el zinc plasmático. Las reservas de cobre adquiridas en las semanas finales de gestación se suman a aquéllas obtenidas de la alimentación por calostro y de la lactancia materna posterior (21, 22). Los lactantes alimentados al pecho por el término de más de un mes, acusaban cupremias más altas que los que no lo habían recibido. En un estudio previo de nuestro grupo también se encontró una influencia significativa de la duración de la lactancia materna sobre la cupremia dentro del primer año de vida (9).

Graham y Cordano estimaban que la hipocupremia se encontraba principalmente en lactantes desnutridos con diarrea crónica asociada (23). En nuestro estudio, ningún lactante mostró evidencia clínica de malabsorción, aunque tuvieran el antecedente de diarrea aguda, previa a su admisión. La desnutrición proteínico-energética *per se* no parece ser un factor determinante de hipocupremia. Se hace necesario medir las pérdidas de cobre y su absorción durante y después de episodios diarreicos.

Los resultados obtenidos en este caso muestran que la deficiencia de cobre está asociada al marasmo y sus patologías intercurrentes, y sugieren la necesidad de tomar en cuenta el contenido de cobre de las dietas utilizadas para la recuperación nutricional.

Las dietas basadas en leche de vaca entera, proporcionan una ingestión inadecuada de cobre; y además, pueden agravar el déficit de cobre preexistente.

SUMMARY

PLASMA ZINC AND COPPER IN CHILDREN WITH PROTEIN-ENERGY MALNUTRITION

Forty-five marasmic infants were studied for plasma zinc and copper levels. They were selected from those children admitted to a nutritional recovery center. The mean plasma zinc level was $92.4 \pm 24 \mu\text{g/dl}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$); 70% of the infants had low zinc values as defined by zinc $< 70 \mu\text{g/dl}$. Median copper was $90 \mu\text{g/dl}$ (range 27-172) and 49% of the children had copper levels below $90 \mu\text{g/dl}$ (established as our normal limit). Birth weight, breast feeding and prior hospitalization for acute diarrhea with dehydration were studied as antecedents related to low Cu and Zn. Children with prior diagnosis of acute diarrhea and hospitalization had lower copper levels than those sent from primary care centers. Breast feeding was associated with higher Cu levels. No relationship was found between zinc levels and those antecedents, but differences were found in regard to the degree of malnutrition, season of the year and Zn status. In this investigation no Zn deficiency was found in marasmus cases. Hypocupremia, however, is a very significant problem in marasmic infants, especially when associated with early weaning and the presence of previous hospitalization for acute diarrhea.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de Ruperto Bravo en la determinación de los elementos; de Carmen Artaza, en el trabajo de enfermería, y de Genoveva Escobar, en la labor de secretaría.

BIBLIOGRAFIA

1. Shaw, J. C. L. Trace elements in the fetus and young infant. I-Zinc. *Am. J. Dis. Child.*, 133:1260-1268, 1979.
2. Hansen, J. D. L. & B. H. Lehman. Serum zinc and copper concentrations. *S. African. Med. J.*, 43:1248-1251, 1969.

3. Kualil, M., A. Kabiell, S. El Khateeb, K. Aref, M. El Lozy, S. Jahin & F. Nasr. Plasma and red cell water and elements in protein calorie malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**:260-267, 1974.
4. Kuma, R. S. & K. S. J. Rao. Plasma and erythrocyte zinc levels in protein calorie malnutrition. *Nutr. Metabol.*, **15**:364-371, 1973.
5. Smit, Z. N. & P. J. Pretorius. Studies in metabolism of zinc. Part 2. Serum zinc levels and urinary zinc excretions in South African kwashiorkor patients. *J. Trop. Pediat.*, **9**:105-112, 1964.
6. Cordano, A., J. M. Baertl & G. G. Graham. Copper deficiency in infancy. *Pediatrics*, **34**:324-336, 1964.
7. Walter, T., C. Castillo Durán, L. Schlessinger, M. Arévalo, P. Chadud, N. Follert, M. Fisberg & J. I. Egaña. Incidencia de hipocupremia en lactantes marásmicos. *Rev. Chil. Nutr.*, **8**:60, 1980 (Resumen).
8. Castillo Durán, C., M. Fisberg, A. Valenzuela, J. I. Egaña & R. Uauy. Controlled trial of copper supplementation during the recovery of marasmus. *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**:898-903, 1983.
9. Fisberg, M., C. Castillo Durán, J. I. Egaña & R. Uauy. Factores condicionantes de hipocupremia en lactantes marásmicos. *Rev. Chil. Ped.*, **52**:410-414, 1981.
10. World Health Organization. **Measurement of Nutritional Impact**. Geneva, WHO, 1979. (WHO/FAO/79.1).
11. Fernández, F. J. & H. L. Kahn. Clinical methods for atomic absorption spectroscopy. *Clin. Chem. Newsletter*, **3**:24-26, 1971.
12. Riordan, J. F. & B. L. Vallee. Structure and function of zinc metalloenzymes. In: **Trace Elements in Human Health and Disease**. Vol. I. A. S. Prasad (Ed.). New York, N. Y., Academic Press Inc., 1976, p. 227-256.
13. O'Dell, B. L. Biochemistry and physiology of copper in vertebrates. In: **Trace Elements in Human Health and Disease**. Vol. I. A. S. Prasad (Ed.). New York, N. Y., Academic Press Inc., 1976, p. 391-414.
14. Hambidge, K. M., P. A. Walravens, R. M. Brown, J. Webster, S. White, M. Anthony & M. L. Roth. Zinc nutrition of preschool children in Denver Head Start program. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**:734-738, 1976.
15. Danks, D. M. Diagnosis of trace metals deficiency with emphasis on copper and zinc. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**:278-280, 1981.
16. Golden, M. H. N. & B. E. Golden. Effect of zinc supplementation on the dietary intake, rate of weight gain and energy cost of tissue deposition in children recovering from severe malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**:900-908, 1981.
17. Klevay, L. M. Hair as a biopsy material. I-Assessment of zinc nutriture. *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**:284-289, 1970.
18. Bradfield, R. B., T. Yee & J. M. Baertl. Hair zinc levels of Andean Indian children during protein calorie malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **22**:1349-1353, 1969.
19. Johnson, P. E. & G. W. Evans. Relative zinc availability in human breast milk, infants formulas and cow's milk. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**:416-421, 1978.
20. Vuori, E. & P. Kuitunen. The concentrations of copper and zinc in human milk. *Acta Pediat. Scand.*, **68**:33-37, 1978.
21. Widdowson, E. M., J. Dauncey & J. C. L. Shaw. Trace elements in foetal and early postnatal development. *Proc. Nutr. Soc.*, **33**:275-284, 1974.
22. Mischel, W. & R. Dreher. Der zink stoffwechsel in der schwangerschaft. *Med. Welt*. **32**:1594, 1963 cited in Klevay, L. M.; Hair as a biopsy material. II assessment of copper nutriture. *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**:1194-1202, 1970.
23. Graham, G. G. & A. Cordano. Copper depletion in the malnourished infant. *J. Hopkins Med. J.*, **124**:139-150, 1969.

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIV

SEPTIEMBRE, 1984

No. 3

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	429
ARTICULOS GENERALES	
Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry and public health. — <i>Merrill S. Read</i>	433
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
Altos niveles de manganeso en la dieta de ratas (<i>Rattus norvegicus albinus</i>). I. Efecto sobre la reproducción. — <i>Ramón Corella Vargas</i>	457
Developmental changes on protein turnover in growing rats fed on diets containing field beans (<i>Vicia faba</i> L.) as source of protein. — <i>J. A. Martínez and J. Larralde</i>	466
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Obtenção de frações protéicas a partir de tortas comerciais de gergelim (<i>Sesamum indicum</i>). — <i>Márisa J. Guerra, Werner G. Jaffé e Elba Sangronis</i>	477
Ação anti-nutricional das fito-hemaglutininas de <i>Phaseolus vulgaris</i> , L. — <i>Maria O. R. Figueroa, Jorge Mancini Filho e Franco M. Lajolo</i>	488
Utilización de la carne deshuesada de pescado en la elaboración de productos secos. — <i>R. A. Bello y G. Sierra</i>	500
Determinación de la digestibilidad proteínica <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> en cereales y leguminosas, crudos y cocidos. — <i>Miguel Hernández, Adolfo de la Vega y Angela Sotelo</i>	513
Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) en la alimentación humana. I. Antecedentes, potencial nutricional, y características de la planta y la semilla. — <i>J. A. Barreiro, O. Brito, P. Hevia, C. Pérez y M. Orozco</i>	523
Utilización de la semilla del chigo (<i>Campsiandra comosa</i> , Benth) en la alimentación humana. II. Proceso de fabricación artesanal de chiga. — <i>J. A. Barreiro, O. Brito, P. Hevia, C. Pérez y M. Orozco</i>	531
NUTRICION ANIMAL	
Efecto de la adición de sorgo y melaza en la fermentación del calostro bovino. — <i>Ma. Esther Ortega Cerrilla, Arcelí Aguilera Barreyro y Fernando Pérez-Gil Romo</i>	543
The use of blends of cassava flour and extruded full-fat soybeans in diets for broiler chickens. — <i>P. W. Waldroup, S. J. Ritchie, G. L. Reese and B. E. Ramsey</i>	550
NUTRICION HUMANA	
Niveles séricos de litio en pacientes con bocio endémico. — <i>D. M. Alarcón, J. L. Burguera, M. Burguera, Y. Franquiz y J. C. González</i>	564
Zinc y cobre plasmáticos en lactantes con desnutrición proteínico-energética. — <i>Mauro Fisberg, Carlos Castillo Durán, Juan I. Egaña y Ricardo Uauy Dagach</i>	568
NUEVOS LIBROS	579
NOTAS	581
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA: Volumen 33, No. 4, 1983	583
INFORMACION PARA LOS AUTORES	586

NUEVOS LIBROS

Nutrición Comunitaria. Volumen 1. Ambientación de la Problemática en el Subdesarrollo. — Dra. María Angélica Tagle. Precio en Chile: \$960, incluye IVA y franqueo. Precio en el exterior: US\$10.00, incluye franqueo aéreo.

Este libro, que acaba de publicarse, está dirigido a todos los que trabajan en la comunidad o para la comunidad, ya sea en nutrición, salud, educación, desarrollo rural, planificación para el desarrollo, etc. A todos ellos les servirá para enfrentar adecuadamente su quehacer diario, ya que no sólo necesitan la capacitación técnica, sino también una gran dosis de comprensión de los problemas de la comunidad, variable sujeto del desarrollo.

La obra está dividida en dos tomos. El volumen uno tiene un tono de paseo rápido por la historia, la geografía, las gentes y sus culturas, en un esfuerzo por ambientar la problemática alimentaria y nutricional en nuestro planeta, divulgar y humanizar la nutrición, incrementar el entendimiento de los problemas, y atraer más adeptos a la búsqueda de soluciones. El primer volumen es básico e introductorio para el segundo, actualmente en preparación.

Se trata de un libro ameno y compacto, de edición restringida, que se desarrolla a través de los siguientes capítulos: 1. Introducción. 2. El derecho al alimento. 3. La alimentación humana: un vistazo a su evolución histórica. 4. El hambre y sus efectos sobre la conducta del hombre. 5. Aceptabilidad de alimentos. 6. Hábitos alimentarios. 7. Factores condicionantes de la dieta. 8. La mujer rural en el sistema alimentario, y 9. Problemas nutricionales en el subdesarrollo.

Para adquirirlo, se recomienda a los interesados dirigirse a Verónica Miquel, Casilla 121, Correo 29, Santiago, Chile.

El Síndrome del Aceite Tóxico. Intoxicación Alimentaria Masiva en España. — Informe de una Reunión de la OMS. Copenhague, Oficina Regional de la OMS para Europa, 1984. 92 páginas. (ISBN 92 890 3021). Precio, Fr. s. 12,-.

La enfermedad que después se denominaría "síndrome del aceite tóxico" surgió brusca y rápidamente en España en mayo de 1981. En junio, cuando alcanzó su cota máxima, la epidemia daba lugar a unas 600 hospitalizaciones diarias y había

producido ya unas 80 defunciones. Sólo se tardó un mes en encontrar la causa, pero el daño estaba hecho: la enfermedad pasó de la fase aguda a la crónica, y en marzo de 1982 el número de defunciones había ascendido a 340.

En este informe se sigue la evolución de la epidemia desde el primer caso, registrado en un niño de ocho años que murió de insuficiencia pulmonar, y se hace una descripción directa de las investigaciones que llevaron a descubrir que el aceite sin marca vendido como aceite de oliva por vendedores ambulantes era peligroso. Esta teoría se vio confirmada cuando el Gobierno español sustituyó ese aceite por aceite de oliva puro, pues la incidencia empezó rápidamente a descender. Los escasos estudios que pudieron hacerse por aquel entonces corroboraban la hipótesis de la toxicidad del aceite y aportaron algunos datos sobre el tiempo que tardaba en afectar a sus víctimas. Aún no está claro cómo o por qué ejerce esos efectos, pero disponemos de detalladas descripciones de los síntomas clínicos del proceso, así como de pruebas obtenidas con diferentes métodos de laboratorio.

Este libro muestra también lo poco que se sabe todavía sobre cómo y por qué la enfermedad apareció del modo en que lo hizo. Se han realizado varias pruebas en aceites para determinar en qué medida la desnaturalización y el refinado del aceite pueden producir toxinas, pero los resultados no son concluyentes. Ni siquiera está claro cómo se producen los síntomas y si hay algún tratamiento, entre todos los administrados, que tenga algún efecto en el restablecimiento de los pacientes.

Los problemas causados por el aceite tóxico distan de estar resueltos, aunque ya no ocupen las primeras páginas de los periódicos. En este libro, compilado a raíz de una reunión de expertos celebrada por la OMS en Madrid en 1983, en estrecha cooperación con el Gobierno español, se explica cómo se produjo la catástrofe, en qué consiste realmente la enfermedad y qué se está haciendo y se ha hecho ya para descubrir la causa precisa.

NOTAS

PLAN DE PROMOCION Y VENTAS DE PUBLICACIONES DE LA ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS (OEA)

Nos es grato informar a los lectores que la OEA ha puesto en marcha su nuevo Plan de Promoción y Venta de Publicaciones, cuya finalidad es agilizar la difusión de sus diversas publicaciones, otorgando precios muy ventajosos.

En el caso de las publicaciones del área educativa, se ofrece además una suscripción anual de la Revista "La Educación", como parte de un juego selecto de publicaciones, ejemplares de las cuales obran en nuestro poder. Estas se intitulan:

1. **Funciones de Producción en Educación: La Experiencia de la América Latina (Serie de Monografías y Estudios de la Educación No. 3).**
2. **Los Déficit Educativos en América Latina (Serie Atlas No. 1).**
3. **La Educación en América Latina. Un Estudio Comparativo de Costos y Eficiencia. Una publicación ECIEL.**

Los interesados pueden dirigirse al Dr. Guillermo J. McGough, Director del Departamento de Información Pública, Organización de los Estados Americanos, 17th Street and Constitution Avenue, N. W., Washington, D. C. 20006, EUA.

1985 NUTRITION CONFERENCE Biltmore Hotel, Los Angeles, California, July 7-10, 1985

La Sociedad de Educación Nutricional (Society for Nutrition Education) se encuentra en plena fase de organización de su 18a Reunión Anual, la cual se celebrará en las fechas indicadas, teniendo como sede la ciudad de Los Angeles, California, Estados Unidos.

Se espera que a este importante evento asistan aproximadamente 1,000 educadores en salud y nutrición. Como parte del mismo, se desarrollarán talleres de trabajo, y habrá disertaciones sobre trabajos de investigación y material audiovisual, así como exhibiciones de medios educativos, incluyendo los destinados a utilizar en programas de computadora. Cada uno de los cuatro días de la Conferencia se iniciará con una sesión plenaria y los disertantes serán seleccionados de la industria y del gobierno,

del conglomerado académico y de organismos de atención en salud a nivel nacional, a fin de obtener una cobertura total y global del tema.

La Sociedad de Educación Nutricional es una asociación profesional no lucrativa que funciona con el apoyo económico de sus miembros. Su principal ocupación es fomentar el bienestar nutricional de las poblaciones mediante la investigación, educación y comunicación de información en alimentos y nutrición, todos ellos de validez científica.



TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 33

• TRIMESTRE OCTUBRE-DICIEMBRE 1983 •

NUMERO 4

Editor: ALFREDO ALVARADO H.
Asistente Editorial: FLOR ARAYA S.

CONTENIDO

	Página
<i>Productividad de dos tipos de ají picante (Capsicum spp.) para industria de encurtido, sembrado en dos épocas, dos modalidades y tres densidades de siembra (en español)</i> . M. Holle, G. Véliz, J. Saunders	343
<i>Eficiencia de dosis bajas de óxido cuproso e hidróxido cúprico sobre el control de la roya del café en Kenia (en inglés)</i> . Z. Javed	351
<i>Variación en el número de agujas por fascículo en Pinus caribaea var. hondurensis Barr. y Golf. Bajo condiciones de ambiente controlado (en español)</i> . R. Salazar	361
<i>Cambios inducidos por salinidad sobre el contenido de cetoácidos, aminoácidos y enzimas del sistema de transaminación de hojas de Cajanus indicus Spreng y Sesamun indicum L. (en inglés)</i> . G. Gururaja Rao, G. Rajeswara Rao	369
<i>Un aparato sencillo para aplicar dosis bajas de phoxim granulado en el cogollo de sorgo para el control de Spodoptera frugiperda y Diatraea spp. (en español)</i> . R. Reyes, K. L. Andrews, P. Chao Cheng, F. A. García	375
<i>Composición química y uso potencial de subproductos de algunos cultivos en Nigeria (en inglés)</i> . E. O. Awolumaté	381
<i>Estudio de la mancha azul en madera de Pinus caribaea var. hondurensis Barr. et Golf en Turrialba-Costa Rica (en español)</i> . N. Reyna	387
<i>Rendimiento de alfalfa en un andosol del sur de Chile: Efecto de la época y la cantidad de cal aplicada y del recubrimiento de la semilla con cal (en inglés)</i> . W. M. Murphy, O. Romero Y., L. E. Barber	393
<i>Ecología de las semillas y las plántulas de Carapa guianensis (en inglés)</i> . L. A. Mchargue, G. S. Hartshorn	399
<i>Comportamiento de 20 genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) a infecciones de la mustia hilachosa en el Estado de Tabasco, México (en español)</i> . M. A. Rocha-Peña, R. D. Chan-Sánchez	405
<i>Insectos asociados al cultivo del tomate y del pepino en la parte alta del Valle del Aguán, Honduras (en inglés)</i> . G. V. Manley	409
<i>Ocurrencia y distribución de hongos en micorriza vesicular-arbuscular en plantaciones de café (Coffea arabica L.) en la región central del estado de São Paulo, Brasil (en inglés)</i> . E. S. Lopes, E. Oliveira, R. Dias, N. C. Schenck	417
<i>Dinámica de la fermentación in vitro de carbohidratos estructurales en gramíneas tropicales (en inglés)</i> . R. R. Vera, G. P. Rocha	423
<i>Comunicaciones</i>	429
<i>Efecto de NAA y GA sobre la expresión sexual y los reguladores endógenos del crecimiento de Luffa cylindrica Poem. (en inglés)</i> . N. Sreeramulu	429
<i>Respuesta de la soya a diferentes sistemas de siembra (en inglés)</i> . D. T. Edje	432
<i>Notas y comentarios</i>	397, 416
<i>Reseña de libros</i>	380, 398, 415, 441

Se agradece la valiosa ayuda que al mantenimiento de esta Revista prestan las siguientes instituciones y entidades comerciales.

ENTIDADES PATROCINANTES

**Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
(Guatemala, Guatemala)**

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

BRANCA (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

**F. Hoffmann – La Roche & Co. (Basilea, Suiza) (PRODUCTOS
ROCHE)**

**Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutri-
ción y Salud (INCIENSA) (Tres Ríos, Costa Rica)**

Asociación Americana de Soya (México, D. F., México).

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 pagina 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 caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. Resultados numéricos

Al consignar números se usará el punto (.) para indicar decimales, p. ej. 35.7; 389.9, y la coma (,) para indicar miles, millones etc.

D. SEPARATAS

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US\$3.00 por página de 50 separatas. El autor (es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

E. CARGO POR PAGINA

La revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US \$10.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. La actual Junta Directiva de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Dr. Alfredo Lam-Sánchez – Presidente
Dr. Sergio Valiente – Vicepresidente
Dr. Helio Vannucchi – Secretario
Dr. José Fernando Durigán – Tesorero
Dr. Cecilio Morón – Vocal
Dr. Alvaro Oscar Campana – Vocal
Dr. Víctor Valverde – Vocal
Dra. Elisa M. Quintana – Vocal
Dra. Wanda I. Torres de Rivera – Vocal
(Consejo Directivo 1983-1985)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1985

Departamento de Fitotecnia
Faculdade de Ciências Agrarias e Veterinarias
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
14. 870 – Jacoticabal – São Paulo, Brasil

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. Ricardo Bressani
Editor Asistente: Dr. J. Edgar Braham
Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez
Encargada de Asuntos Administrativos: Sra. María Eugenia de Martínez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1984-1985

Dr. José Aranda-Pastor	Dr. Werner G. Jaffé
Dr. Héctor Araya	Dr. Miguel A. Guzmán
Dra. Julia Araya	Dr. Franco M. Lajolo
Dr. Guillermo Arroyave	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. José Belizán	Dr. Leonardo Mata
Dr. Héctor Bourges	Dr. Luis A. Mejía
Dr. J. Edgar Braham	Dra. Nelly Pak
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Oscar Pineda
Dr. Adolfo Chávez	Dra. María E. Sambucetti
Dr. José Félix Chávez	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dra. Rebeca Carlota De Angelis	Dr. Nelson de Souza
Dr. Hernán Delgado	Dr. Víctor Valverde
Dr. J. E. Dutra de Oliveira	Dr. Emilio Vargas
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Enrique Yáñez