

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

MARZO, 1987

No. 1

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición, principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías: 1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*).

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

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are accepted, both from the Society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General articles (critical scientific reviews); 2. Research articles (originals); 3. Papers in applied nutrition (analytical results from intervention programs and discussion of recommendations of practical application), and 4. Letters to the Editor (short comments of general interest or about scientific facts and concepts previously published in *Archivos*).

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

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

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

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

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

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

Productos de distinción para la alimentación infantil

Wyeth* **FORMULA S-26***

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

Wyeth* **SMA***

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

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



A la vanguardia en el campo de la nutrición infantil

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

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

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

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

* marca registrada

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

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

UMI Article Clearinghouse

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

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

Name _____

Title _____

Institution/Company _____

Department _____

Address _____

City _____ State _____ Zip _____

Phone (_____) _____

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

FE DE ERRATAS

De antemano se agradece a los lectores hacer las siguientes correcciones en el Vol. 37 (1), 1987:

Carátula - Por error, ésta lee: XXXXVII - Corregir por XXXVII.

Contenido - El volumen está correcto, pero *enero* debe sustituirse por *marzo*, 1987.

Contents - El volumen está correcto, pero *January* debe sustituirse por *March*, 1987.

Páginas impares del mismo No. - A partir de la página 11 a 131, leen erróneamente VOL. XXXVII (*Enero*, 1987). Deben leer: VOL. XXXVII (*Marzo*, 1987).

En el mismo Volumen y Número de 1987, página 87, al final, deben agregarse bajo "Documentos no citados en el texto", las siguientes tres referencias faltantes:

- d. Sólo Cifras, Información Política y Económica (IPE), (Artículo sobre el comportamiento del salario mínimo y de los salarios por sectores). Consultoría de Información Económica S.R.L., Santa Cruz, *Carta Semanal Económica y Estadística*, 11:101, octubre, 1985.
- e. La política salarial en Bolivia - Salario: Una irrisión. La Paz, *Temas en la Crisis* No. 13, octubre, 1981, 44 p.
- f. Villegas, Ruth. *Estudio Comparativo de los Alimentos Consumidos en el Hogar dentro de la Estructura de la Canasta Familiar*. Ciudad de La Paz, U.M.S.A., Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Dietética, 1982, 148 p. más Anexos (56 p.).

En el mismo Volumen y Número, página 49: Favor corregir en el artículo intitulado "Efecto de la lactosa en la evaluación del valor nutritivo de la caseína" por R.P. Elia, D. Burman y María Elna Sambucetti, de Argentina, bajo el rubro:

Utilización Proteínica Neta (UPN)

"Al comienzo de la experiencia se emplearon también ratas de la cepa Wistar, con un peso de alrededor de 60 gramos y de 32 días de edad", por las siguientes líneas - que son las correctas -:

"Se emplearon ratas de la cepa Wistar, de 32 días de edad y que pesaban alrededor de 60 gramos al inicio de la experiencia".

VOLUMEN XXXVII, No. 2, páginas 215-235, 1987, Artículo General "Guide to materials for use in teaching clinical nutrition in schools of medicine, dentistry, and public health II". por Merrill S. Read, Janice Bodner and Hassan Sayadi. Este fue publicado en el número anterior de ALAN sin dicha página completa, pues tampoco figura en la versión original que se publicó en el *American Journal of Clinical Nutrition*, 45: 643-660, 1987.

En virtud de lo expuesto, esta última Revista la incluyó en su volumen 46, página 535, y ALAN se complace en hacerlo también en esta oportunidad, a solicitud del primer autor, a fin de que se sustituya la página 235 actual, por la adjunta.

Gracias por su amable atención.

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

ENERO, 1987

No. 1

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	5
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Evaluation of a program to overcome vitamin A and iron deficiencies in areas of poverty in Minas Gerais, Brazil. — <i>Rocival L. Araujo, M. Beatriz D.G. Araujo, Rosangela D.P. Machado, A.A. Braga, Brigitte V. Leite and J.R. Oliveira</i>	9
Perfil hematológico y absorción del hierro de dietas que consume la población de estrato socioeconómico bajo de dos Estados de Venezuela. — <i>Marlene Fossi, Hernán Méndez-Castellano, Werner G. Jaffé, Carlos Martínez-Torres, Irene Leets, Peter Taylor y Miguel Layrisse</i>	23
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
Efeito da formulação de duas dietas de ratos, tendo farelo de trigo como fonte de fibra dietaria, sobre alguns parametros bioquimicos e nutricionais. — <i>Célia da Fátima Barbosa e Lieselotte Jokl</i>	36
Efecto de la lactosa en la evaluación del valor nutritivo de la caseína. — <i>R.P. Elia, D. Burman y María Elena Sambucetti</i>	47
ESTUDIOS DIETETICOS	
Comparación de tres métodos para evaluar el contenido de energía y nutrientes de dietas. — <i>Carmen A. Dárdano</i>	55
ECONOMIA Y NUTRICION	
Evolución de salarios y precios de los alimentos y combustibles domésticos en la ciudad de La Paz (1975-1985). — <i>Joseph Laure</i>	66

CIENCIAS DE ALIMENTOS

Extração, caracterização parcial e aspectos nutricionais das proteínas do feijão Carioca 80 (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). — Admar Costa de Oliveira, Haiko Enok Sawazaki e Maria Antonia Martins Galeazzi	88
Effect of the boiling and decanting method of Khesari (<i>Lathyrus sativus</i>) detoxification, on changes in selected nutrients. — Krishna Jha	101
Rendimiento y composición química de las partes vegetativas del amaranto (<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) en diferentes etapas fisiológicas. — María Antonieta Alfaro, Aníbal Martínez, Ramiro Ramírez y Ricardo Bressani	108
Utilización de harina de pejibaye (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.) en la elaboración de pan. — Mitchell Tracy	122
Variabilidad genética, y correlaciones entre rendimiento, tamaño del grano, composición química y calidad de la proteína de 25 variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>). — Ana Imeri, Jorge Mario González, Rafael Flores, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani	132
Amaranto: Una alternativa tecnológica para la alimentación infantil. — Ana G. Imeri, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani	147
Efecto del procesamiento y de la suplementación con aminoácidos sobre la calidad proteínica del amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>). — Ana Imeri, Rafael Flores, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani	160

NUTRICION ANIMAL

Evaluación de diferentes niveles de harina de amaranto (partes vegetativas), en sustitución de harina de alfalfa para conejos en crecimiento. — María Antonieta Alfaro, Ramiro Ramírez, Aníbal Martínez y Ricardo Bressani	174
--	-----

GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL	186
--	-----

NUEVOS LIBROS	193
-------------------------	-----

NOTAS	195
-----------------	-----

CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Volumen 36, No. 2, 1986 . .	199
--	-----

INFORMACION PARA LOS AUTORES	201
--	-----

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

JANUARY, 1987

No. 1

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	5
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Evaluation of a program to overcome vitamin A and iron deficiencies in areas of poverty in Minas Gerais, Brazil. — <i>Rocival L. Araujo, M. Beatriz D.G. Araujo, Rosangela D.P. Machado, A.A. Braga, Brigitte V. Leite and J.R. Oliveira</i>	9
Hematologic profile and iron absorption from diets consumed by the population of low socioeconomic strata of two Venezuelan States. — <i>Marlene Fossi, Hernán Méndez-Castellano, Werner G. Jaffé, Carlos Martínez-Torres, Irene Leets, Peter Taylor and Miguel Layrisse</i>	23
BIOCHEMICAL NUTRITION	
Effect of two rat diet formulations, with wheat bran as dietary fiber source, on some biochemical and nutritional parameters. — <i>Célia da Fátima Barbosa and Lieselotte Jokl</i>	36
Effect of lactose on the evaluation of casein's nutritive value. — <i>R.P. Elia, D. Burman and María Elena Sambucetti</i>	47
DIETARY STUDIES	
Comparison of three methods to evaluate energy and nutrient content of diets. — <i>Carmen A. Dárdano</i>	55
ECONOMY AND NUTRITION	
Trends in the wages and the retail prices of foods and fuels in La Paz, Bolivia, from 1975 to 1985. — <i>Joseph Laure</i>	66

FOOD SCIENCE

- Extraction, partial characterization and nutritional aspects of proteins from Carioca 80 beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). — *Admar Costa de Oliveira, Haiko Enok Sawazaki and Maria Antonia Martins Galeazzi* 88
- Effect of the boiling and decanting method of Khesari (*Lathyrus sativus*) detoxification, on changes in selected nutrients. — *Krishna Jha* 101
- Yield and chemical composition of the biomass of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*, L.) at three different stages of development. — *María Antonieta Alfaro, Aníbal Martínez, Ramiro Ramírez and Ricardo Bressani* 108
- Utilization of pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) meal in bread making. — *Mitchell Tracy* 122
- Genetic variability and correlations between yield, grain size, chemical composition and protein quality of 25 varieties of amaranth (*Amaranthus caudatus*). — *Ana Imeri, Jorge Mario González, Rafael Flores, Luiz G. Elías and Ricardo Bressani* 132
- Amaranth: A Technological alternative for child feeding. — *Ana G. Imeri, Luiz G. Elías and Ricardo Bressani* 147
- Effect of processing and of amino acid supplementation on the protein quality of amaranth (*Amaranthus caudatus*). — *Ana Imeri, Rafael Flores, Luiz G. Elías and Ricardo Bressani* 160

ANIMAL NUTRITION

- Evaluation of different levels of amaranth flour (vegetative parts), in substitution of alfalfa meal for growing rabbits. — *María Antonieta Alfaro, Ramiro Ramírez, Aníbal Martínez and Ricardo Bressani* 174

- PERMANENT WORKING GROUP OF SLAN ON FOOD AND NUTRITIONAL SURVEILLANCE SYSTEMS 186

- NEW BOOKS 193

- NOTES 195

- CONTENTS OF THE JOURNAL TURRIALBA: Volume 36, No. 2, 1986 . . . 199

- INSTRUCTIONS TO AUTHORS 201

EDITORIAL

SISTEMAS DE PRODUCCION, ALIMENTACION Y NUTRICION

Es un hecho bastante bien establecido que la producción agrícola de alimentos básicos, al igual que de otros alimentos tales como verduras y frutas, de la mayor parte de la población de los países en proceso de desarrollo, como es el caso de muchos de América Latina, proviene de las pequeñas y medianas agriculturas.

Han sido ellos, los pequeños y medianos agricultores los que dieron origen a lo que hoy día se conoce como "Sistemas de Producción" y que durante los últimos 10 a 15 años ha sido objeto de investigaciones por parte del sector agrícola de muchos países. En efecto, fueron los pequeños y medianos agricultores los que originaron estos "sistemas de producción", posiblemente con el objetivo prioritario de asegurar que tanto ellos como sus familias pudiesen tener en casa algo con qué alimentarse, en vista de la inseguridad que en cada ciclo agrícola enfrentan en el proceso de producir. Esa inseguridad es o puede ser una sequía o un exceso de agua, infestaciones por insectos, plagas y enfermedades de la planta, vientos fuertes y cambios bruscos en temperatura, malezas, suelos empobrecidos y ciclos largos de producción, unido a todos los problemas que conlleva la cosecha, como lo es el del almacenamiento y el vaivén de los mercados.

Estas prácticas del agricultor típico latinoamericano y posiblemente de otras partes del mundo, pasó desapercibido por mucho tiempo, tanto por los especialistas de las áreas agronómicas y mucho más, como por los que practican la nutrición. Sin embargo, el potencial del sistema fue objeto de amplias discusiones por parte de los agrónomos, iniciándose con ello muchos estudios orientados a mejorar la eficiencia de la producción de los múltiples sistemas que pueden existir, pero principalmente desde el punto de vista de la economía de los propios sistemas.

No obstante, el potencial de los sistemas de producción va mucho más allá, o puede ir mucho más allá de la función que se le ha asignado. Esos sistemas no sólo pueden contribuir al estado económico del agricultor, sino también contribuir significativamente a la alimentación y nutrición suya, de su familia, y de la población. Puede ser que este último aspecto no sea percibido por el agricultor ni por el agrónomo, siendo función de los que trabajan en nutrición reconocer este potencial; ofrecer colaboración en el diseño de los sistemas de producción desde el punto de vista de alimentación y nutrición, y dejar por un lado polémicas académicas en nutrición que pueden retrasar el logro de un buen estado nutricional para él, su familia, y la población.

Parece existir cierta controversia en la definición de sistemas de producción. Sin embargo, éstos pueden definirse como prácticas agrícolas tipo multicultivo, cuyo fin es asegurar productos agrícolas con propósitos de alimentación y de ingreso, a través del uso más eficiente de los aspectos ecológicos del ambiente, de la tierra y de los insumos. Estos sistemas generalmente incluyen productos de origen vegetal, aunque la producción animal también puede ser, y muchas veces es, parte integrante o un componente del sistema. Esta definición y su enfoque práctico o experimental es adecuado, pero como se indicara antes, ofrece oportunidades de incorporar la nutrición como otro objetivo. Uno de los sistemas que prevalece es el cultivo del maíz y frijol. Esto ya es nutricionalmente mejor que otro sistema común, como el de maíz y sorgo. Si al sistema maíz y frijol se le incorpora por ejemplo, verduras, sobre todo las autóctonas, el sistema mejora tanto nutricional como económicamente. Y si a ese sistema se le incorpora una producción más eficiente de aves, como gallinas o pollos, la productividad nutricional aumenta más todavía, y lo mismo ocurre con el ingreso, siempre que la eficiencia del sistema aumente. Obviamente, es posible que al sistema se le agreguen otros componentes, para lo cual es necesario someter a prueba, a nivel de campo, con el propio agricultor y en diferentes ambientes ecológicos, diversos modelos que den como producto una dieta adecuada, variada y nutritiva dentro de un marco económico interesante para el agricultor. Más aún, el sector agrícola junto con el de nutrición y ciencia de alimentos pueden introducir, en los modelos, alimentos de mejor calidad, tanto si se trata de cereales, leguminosas, verduras y frutas, como de animales. No se debe tener la impresión de que esto por sí solo logrará el milagro. Otros grupos de profesionales también tienen una función importante en estos programas, y entre ellos, los que se dedican a la educación nutricional y economía del hogar, pueden jugar un papel relevante.

Sin lugar a dudas, pues, en lo que al estado nutricional se refiere, los sistemas de producción agrícola pueden lograr más y en forma más efectiva que muchos programas nutricionales que se han propuesto en el pasado, sobre todo para el hombre que vive en el área rural de nuestros países, y su familia.

*Ricardo Bressani
Editor General*

TRABAJOS DE INVESTIGACION

EVALUATION OF A PROGRAM TO OVERCOME VITAMIN A AND IRON DEFICIENCIES IN AREAS OF POVERTY IN MINAS GERAIS, BRAZIL¹

Rocival L. Araujo², M. Beatriz D. G. Araujo³, Rosangela D. P. Machado⁴, A. A. Braga⁵, Brigitte V. Leite⁶, and J. R. Oliveira⁷

Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais, FELUMA,
Belo Horizonte, and

Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais,
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

SUMMARY

Random samples of children from both sexes from Belo Horizonte, the capital City, and from Turmalina, Jequitinhonha Valley, Minas Gerais, Brazil, were submitted to nutritional evaluation before and after the intervention "Program to Overcome Vitamin A and Iron Deficiencies in Areas of Poverty in Minas Gerais, Brazil".

After the first examination, all the children received, with an interval of 180 days, a single oral dose of vitamin A, oral iron sulfate during 50 days, and 200 mg of Mebendazol/day for three days. Thirty days after ending administration of the third dose of medicine, the children were subjected to a new evaluation. In Belo Horizonte, the first evaluation revealed a high prevalence of deficient and low values of vitamin A in preschool children (21.50/o) and school children (21.70/o). A small prevalence of

Manuscrito modificado recibido: 25-6-86.

- 1 This study was supported with funds from grants provided by the Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), and the Centro de Medicamentos (CEME), respectively.
- 2 Professor Titular de Fisiologia, Depto. de Ciências Fisi-Morfológicas, FCMMG, FELUMA, e Professor Adjunto, Fisiologia da Nutrição, Depto. de Fisiologia e Biofísica, ICB-UFGM.
- 3 Professora Visitante da Disciplina de Fisiologia do Depto. de Ciências Fisi-Morfológicas, FCMMG, FELUMA.
- 4 Professor Assistente do Depto. de Fisiologia e Biofísica, ICB-UFGM.
- 5 Estagiário, Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais, FELUMA, e Técnico de Laboratório, Instituto de Ciências Biológicas da UFGM.
- 6 Estagiária do Laboratorio de Nutrição, Depto. de Fisiologia e Biofísica, ICB-UFGM.
- 7 Aluno de Pós-graduação do mesmo Depto.

low hematocrit values was also observed in both groups. Deficient and low values of hemoglobin were found as well in 21.5% of preschool children and in 17.5% of school children.

The second evaluation, practiced 30 days after the third dose of medicine, showed a small incidence of low vitamin A values (4.3% in preschool children and 2.9% in school children) and low hemoglobin values (6.5% in preschool children and 2.9% in school children). No deficient values of hemoglobin and vitamin A were observed. Concerning the hematocrit value, only one school child presented a low value at the second evaluation. On the other hand, in Jequitinhonha Valley, five cases of Bitot spot with conjunctival xerosis, two cases of corneal xerosis, and one case of keratomalacia were detected at the first examination. Thirty days after ending the third dose of medicine, only one corneal scar was observed. Only a small number of children with deficient and low levels of vitamin A and hemoglobin was found in the final evaluation (less than 8%), while this number was high at the first evaluation (above 38 and 12%, respectively).

These results show the efficiency of the intervention Program in relation to hypovitaminosis A and iron anemia prevention. The Program is now being implemented by the Brazilian Ministry of Health.

INTRODUCTION

Many studies have shown a high prevalence of iron and vitamin A nutritional deficiencies among the low socioeconomic classes in several regions of Brazil (1-17). These data are very important, since it is well known that iron nutritional deficiency increases infant and maternal mortality rates. When it affects the worker, it causes an important decrease in his productivity, resulting in a great economical loss for the country. Other important aspects to be considered in the prevalence of nutritional iron deficiency are the large incidence of verminosis (removal of organic iron), and the low level of basic sanitation and hygiene in the deficient population.

Vitamin A is involved in cellular metabolism. Its deficiency is related to growth, resistance to infections, immunological protection and skin protection. The visual organs are the first target of the disturbances caused by this nutritional deficiency. The main symptoms are: night blindness, ulceration of the cornea, and keratomalacia; the last two can cause total blindness which, obviously, is of great social impact.

In order to prevent vitamin A and iron deficiencies in areas of poverty is the State of Minas Gerais, Brazil, a governmental agency, the Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN) of the Ministry of Health, implemented an intervention program in vulnerable regions. This "Program to Overcome Vitamin A and Iron Deficiencies in Areas of Poverty in Minas Gerais, Brazil" consists in the administration of iron sulfate, polyvalent vermifuge and massive doses of vitamin A, every six months, to children and to pregnant and nursing women from Jequitinhonha Valley and to preschool children from the periphery of Belo Horizonte.

The Jequitinhonha Valley is one of the poorest regions in Brazil. It has few natural resources and a limited food production activity. The access to the region is precarious, and the income distribution, unfair. Most of the population is undernourished. The socioeconomic problems are

almost the same in all the towns covered by the Program. The population of Belo Horizonte (Minas Gerais capital City) periphery is composed mainly of low socioeconomic undernourished people, living in slums. A low intake of vitamin A was found in both population groups by ENDEF-IBGE (Estudo Nacional de Despesa Familiar-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) in 1974-1975.

The present survey began before implementation of the Program, took place during part of it, and was carried out for the purpose of evaluating the Program's efficiency. Results of the investigation are herein described.

MATERIAL AND METHODS

The Program to overcome vitamin A and iron deficiencies in areas of poverty in Minas Gerais, Brazil, was implemented in October 1983, and consists in the administration of:

- A single oral dose of 200,000 IU (gelatinous capsules, UNICEF) oleous solution of vitamin A to children from 1 to 14 years old, and to nursing women;
- a single oral dose of 100,000 IU oleous solution of vitamin A to children from 6 to 11 months of age;
- a single oral dose of 50,000 IU oleous solution of vitamin A to children from 0 to 5 months of age;
- 25 mg of oral iron sulfate per day during 30 days to children from 6 to 47 months of age;
- 200 mg of oral iron sulfate (1 tablet) per day during 50 days, to children from 4 to 14 years old and to pregnant women, and
- 200 mg of Mebendazol (100 mg twice a day, tablet or oral solution) during three days to children from 1 to 14 years old.

This Intervention Program was repeated with an interval of 180 days, and favoured 70,000 needy children aged four to 14 years from the periphery of Belo Horizonte, Minas Gerais capital city; 65,000 children from 0 to 14 years, 10,500 nursing women, and 8,000 pregnant women from Jequitinhonha Valley.

Several other entities participated, among them "Central de Medicamentos (CEME), Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Serviço Voluntário de Assistência Social (SERVAS), Movimento Brasileiro de Alfabetização (MOBRAL) e Programa de Desenvolvimento de Comunidades da Secretaria de Estado de Trabalho e Ação Social (PRODECOM)".

To evaluate the Program a random sample composed of a statistically significant number of children of both sexes from Turmalina (Jequitinhonha Valley) and periphery of Belo Horizonte, was used. All subjects were submitted to clinical and biochemical nutritional evaluation before and after the intervention.

1. *Evaluation of the Program in Belo Horizonte*

The study took place in the slums of Belo Horizonte, Minas Gerais. The random sample consisted of 130 preschool children and 120 school children from both sexes, of low socioeconomic strata.

All children were first subjected to a clinical evaluation, and afterwards, to a biochemical evaluation. The latter consisted in determinations of serum vitamin A (18), hematocrit and hemoglobin (19).

After this first evaluation, all children entered to form part of the Intervention Program (INAN, Brazil), repeated with an interval of 180 days.

Thirty days after receiving the third dose of medicine, the children underwent a new evaluation. Their number at the second evaluation was smaller than at the first one, due to several factors such as moving, admission to a hospital, refusal of having blood drawn, etc.

2. *Evaluation of the Program in the Jequitinhonha Valley*

The study took place in the urban and rural areas of Turmalina, a town from Jequitinhonha Valley chosen by casting lots. The random sample consisted of 261 preschool children and 406 school children from the rural area, and 226 preschool and 795 school children from the urban area of Turmalina.

All were first submitted to an eye examination in ambient daylight, and without use of lenses or tackles. Further, blood was drawn from a random subsample (107 children from the rural and 105 children from the urban area). They were then subjected to a biochemical evaluation which consisted of determinations for serum vitamin A (18), hematocrit and hemoglobin (19).

After this first evaluation, and as already stated, all children were submitted to the INAN's Intervention Program, repeated with an interval of 180 days.

Thirty days after the administration of the third dose of medicine, another subsample consisting of 109 children (4 to 14 years old) from the rural area, and 161 children from the urban area, underwent a new evaluation.

Finally, another subsample consisting of 42 children (4 to 14 years old) from the rural area, and 57 from the urban area, underwent the previous and final evaluation (longitudinal study).

3. *Statistical Treatment*

The Chi square (X^2) test was performed by comparing the frequency of the values of plasma vitamin A levels, hemoglobin and hematocrit between the different groups, before and after the Intervention Program.

RESULTS

1. *Evaluation of the Program in Belo Horizonte*

The clinical evaluation of the 130 preschool and 120 school children

belonging to the low socioeconomic strata in slums of Belo Horizonte showed no clinical signs of anemia or hypovitaminosis A.

Table 1 illustrates the first laboratory evaluation of the group (250 children). A high prevalence of deficient and low vitamin A values was observed both in preschool children (21.5^o/o) and in school children (21.7^o/o). Concerning the hematocrit, a small prevalence of deficient and low values was detected in preschool children (3.1^o/o), and low values in school children (4.2^o/o). Deficient and low values of hemoglobin were found in 21.5^o/o of the preschool children and 17.5^o/o of school children.

The determinations of plasma vitamin A, hemoglobin and hematocrit, in 92 preschool children and 69 school children who were subjected to the biannual treatment with Mebendazol, iron sulfate and vitamin A, are presented in Tables 2 and 3. As results reveal, 30 days after the end of the third dose, there were no children with deficient levels of vitamin A and only a small number with low vitamin A values (4.3^o/o in preschool children and 2.9^o/o in school children). The hematocrit values were also improved by treatments, since only a low value was detected in one child. Small percentages of children presented low values of hemoglobin (6.5^o/o in the preschool group and 2.9^o/o in school children). Deficient values of vitamin A and hemoglobin were not observed. The Chi-square (X^2) test showed significant differences ($p < 0.05$) of the vitamin A and hemoglobin values before and after the Intervention Program, both in preschool and in school children. No significant differences were detected in hematocrit values.

2. *Evaluation of the Program in Jequitinhonha Valley*

The results of the eye examination performed in children from both the rural and urban areas of Turmalina are presented in Table 4. Five cases of Bitot spot with conjunctival xerosis, two cases of corneal xerosis and one case of keratomalacia were observed in the first examination. Thirty days after the end of the third dose of medicine, only one corneal scar was detected (the child who presented keratomalacia in the first examination).

Table 5 depicts the results of plasma vitamin A, hemoglobin and hematocrit determinations in two random samples of children from rural and urban areas of Turmalina (before and after the Intervention Program). Children at the first evaluation were not the same as those of the final evaluation. As findings show, 30 days after the end of the third dose, there were only a small number of children with deficient and low levels of vitamin A, hematocrit and hemoglobin. The Chi-square test showed significant differences ($p < 0.05$) of the vitamin A, hematocrit and hemoglobin values before and after the Intervention Program both in the rural and urban areas.

The same results were found when the longitudinal study was performed. Table 6 shows the results of plasma vitamin A, hemoglobin and hematocrit determinations in 42 children from the rural area and 57 children from the urban area of Turmalina, before and after the Intervention Program. In this study no deficient values of vitamin A were observed at the final evaluation, and only one child presented a deficient

TABLE 1
DISTRIBUTION FREQUENCY OF DIFFERENT PLASMA LEVELS OF
VITAMIN A, HEMATOCRIT AND HEMOGLOBIN IN 250 NEEDY CHILDREN,
BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS, BRAZIL

	Preschool (n = 130)		School (n = 120)	
	n	o/o	n	o/o
Vitamin A (plasma levels $\mu\text{g}/\text{dl}$)				
Deficient (<10)	5	3.8	3	2.5
Low (10 20)	23	17.7	23	19.2
Acceptable (>20)	102	78.5	94	78.3
Hematocrit (o/o)				
Deficient (<30.7)	1	0.8	0	—
Low (30.7 33.5)	3	2.3	5	4.2
Acceptable (>33.5)	126	96.9	115	95.8
Hemoglobin (g/dl)				
Deficient (<10.3)	9	6.9	7	5.8
Low (10.3 11.3)	19	14.6	14	11.7
Acceptable (>11.3)	102	78.5	99	82.5

TABLE 2
DISTRIBUTION FREQUENCY OF DIFFERENT PLASMA LEVELS OF VITAMIN
A, HEMATOCRIT AND HEMOGLOBIN IN 92 PRESCHOOL CHILDREN, BELO
HORIZONTE, MINAS GERAIS, BRAZIL, BEFORE AND 30 DAYS AFTER
ADMINISTRATION OF THE THIRD BIENNIAL DOSE OF MEBENDAZOL
(100 mg TWICE A DAY DURING THREE DAYS), IRON SULFATE (200 mg
PER DAY DURING 50 DAYS) AND VITAMIN A (A SINGLE ORAL DOSE OF
200,000 IU)

	Preschool children (n = 92)			
	Before		After	
	n	o/o	n	o/o
Vitamin A (plasma levels $\mu\text{g}/\text{dl}$)				
Deficient (<10)	3	3.3	0	—
Low (10 20)	12	13.0	4	4.3
Acceptable (\geq 20)	77	83.7	88	95.7
Hematocrit (o/o)				
Deficient (<30.7)	1	1.1	0	—
Low (30.7 33.5)	2	2.2	0	—
Acceptable (\geq 33.5)	89	96.7	92	100.0
Hemoglobin (g/dl)				
Deficient (<10.3)	5	5.4	0	—
Low (10.3 11.3)	10	10.9	6	6.5
Acceptable (\geq 11.3)	77	83.7	86	93.5

TABLE 3

DISTRIBUTION FREQUENCY OF DIFFERENT PLASMA LEVELS OF VITAMIN A, HEMATOCRIT, AND HEMOGLOBIN IN 69 SCHOOL CHILDREN, BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS, BEFORE AND 30 DAYS AFTER ADMINISTRATION OF THE THIRD BIENNIAL DOSE OF MEBENDAZOL (100 mg TWICE A DAY DURING THREE DAYS), IRON SULFATE (200 mg PER DAY DURING 50 DAYS) AND VITAMIN A (A SINGLE ORAL DOSE OF 200,000 IU)

	School children (n = 69)			
	Before		After	
	n	o/o	n	o/o
Vitamin A (plasma levels $\mu\text{g/dl}$)				
Deficient (<10)	2	2.9	0	—
Low (10 20)	12	17.4	2	2.9
Acceptable (≥ 20)	55	79.7	67	97.1
Hematocrit (o/o)				
Deficient (<30.7)	0	—	0	—
Low (30.7 33.5)	4	5.8	1	1.4
Acceptable (≥ 33.5)	65	94.2	68	98.6
Hemoglobin (g/dl)				
Deficient (<10.3)	3	4.3	0	—
Low (10.3 11.3)	8	11.6	2	2.9
Acceptable (≥ 11.3)	58	84.1	67	97.1

value of hemoglobin. The Chi-square test demonstrated significant differences ($p < 0.05$) of the vitamin A values before and after the Intervention Program both in the rural and urban areas. No significant differences were detected in hemoglobin and hematocrit values.

DISCUSSION

Vitamin A deficiency is one of the most important nutritional deficiencies in Brazil, and its consequences are severe. The combat against hypovitaminosis A may be carried out through several means: 1) fortification of highly consumed foods such as sugar; 2) regular distribution of pills containing high doses of vitamin A; 3) nutrition education; 4) introduction of vitamin A-rich foods in the school lunch. In Brazil, the INAN chose the second alternative.

There are controversies among the authors on the efficiency of oral doses of vitamin A against hypovitaminosis A. The results presented in this paper demonstrate the efficiency of an Intervention Program to

TABLE 4

PREVALENCE OF OCULAR LESIONS IN PRESCHOOL (0 TO 7 YEARS OLD) AND SCHOOL CHILDREN (7 TO 14 YEARS OLD) FROM THE URBAN AND RURAL AREAS OF TURMALINA, JEQUITINHONHA VALLEY, MINAS GERAIS, BRAZIL, BEFORE AND 30 DAYS AFTER ADMINISTRATION OF THE THIRD BIENNIAL DOSE OF MEBENDAZOL (100 mg TWICE A DAY DURING THREE DAYS), IRON SULFATE (200 mg PER DAY DURING 50 DAYS) AND VITAMIN A (A SINGLE ORAL DOSE OF 200,000 IU)

	Rural area				Urban area			
	Before		After		Before		After	
	Preschool	School	Preschool	School	Preschool	School	Preschool	School
	n = 261	n = 492	n = 326	n = 406	n = 442	n = 795	n = 226	n = 846
Bitot spot with conjunctival xerosis	1	3	0	0	0	1	0	0
Corneal xerosis	1	1	0	0	0	0	0	0
Keratomalacia	0	1	0	0	0	0	0	0
Corneal scars	0	0	0	1	0	0	0	0

TABLE 5

DISTRIBUTION FREQUENCY OF DIFFERENT PLASMA LEVELS OF VITAMIN A, HEMATOCRIT AND HEMOGLOBIN IN CHILDREN (4 TO 14 YEARS OLD) FROM RURAL AND URBAN AREAS OF TURMALINA, MINAS GERAIS, BRAZIL, BEFORE AND AFTER ADMINISTRATION OF THE THIRD BIENNIAL DOSE OF MEBENDAZOL (100 mg TWICE A DAY DURING THREE DAYS), IRON SULFATE (200 mg PER DAY DURING 50 DAYS) AND VITAMIN A (A SINGLE ORAL DOSE OF 200,000 IU). THE CHILDREN OF THE FIRST EVALUATION WERE NOT THE SAME OF THE FINAL EVALUATION

	Rural area				Urban area			
	Before n = 107		After n = 109		Before n = 105		After n = 161	
	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o
Vitamin A (plasma levels $\mu\text{g}/\text{dl}$)								
Deficient (<10)	3	2.8	0	—	10	9.5	2	1.2
Low (10 20)	27	25.2	6	5.5	37	35.2	10	6.2
Acceptable (≥ 20)	77	72.0	103	94.5	58	55.3	149	92.6
Hematocrit (o/o)								
Deficient (<30.7)	0	—	0	—	0	—	1	0.6
Low (30.7 33.5)	12	11.2	2	1.8	1	0.9	0	—
Acceptable (≥ 33.5)	95	88.8	107	98.2	104	99.1	160	99.4
Hemoglobin (g/dl)								
Deficient (<10.3)	11	10.3	0	—	4	3.8	2	1.2
Low (10.3 11.3)	17	15.9	9	8.3	12	11.4	4	2.5
Acceptable (≥ 11.3)	79	73.8	100	91.7	89	84.8	155	96.9

TABLE 6

DISTRIBUTION FREQUENCY OF DIFFERENT PLASMA LEVELS OF VITAMIN A, HEMATOCRIT AND HEMOGLOBIN IN CHILDREN (4 TO 14 YEARS OLD) FROM RURAL AND URBAN AREAS OF TURMALINA, MINAS GERAIS, BRAZIL, BEFORE AND AFTER ADMINISTRATION OF THE THIRD BIENNIAL DOSE OF MEBENDAZOL (100 mg TWICE A DAY DURING THREE DAYS), IRON SULFATE (200 mg PER DAY DURING 50 DAYS) AND VITAMIN A (A SINGLE ORAL DOSE OF 200,000 IU). THE CHILDREN IN BOTH EVALUATIONS WERE THE SAME (LONGITUDINAL STUDY)

	Rural area n = 42				Urban area n = 57			
	Before		After		Before		After	
	n	o/o	n	o/o	n	o/o	n	o/o
Vitamin A (plasma levels µg/dl)								
Deficient (< 10)	3	7.1	0	—	4	7.0	0	—
Low (10 20)	11	26.2	1	2.4	18	31.6	4	7.0
Acceptable (≥ 20)	28	66.7	41	97.6	35	61.4	53	93.0
Hematocrit (o/o)								
Deficient (< 30.7)	0	—	0	—	0	—	0	—
Low (30.7 33.5)	2	4.8	1	2.4	1	1.8	0	—
Acceptable (≥ 33.5)	40	95.2	41	97.6	56	98.2	57	100.0
Hemoglobin (g/dl)								
Deficient (< 10.3)	2	4.7	0	—	2	3.5	1	1.8
Low (10.3 11.3)	6	14.3	2	4.8	5	8.8	2	3.5
Acceptable (≥ 11.3)	34	81.0	40	95.2	50	87.7	54	94.7

overcome hypovitaminosis A in areas of poverty in Minas Gerais State, Brazil. These data are in accordance with studies of other authors (20-23) who show the efficiency of a biannual oral dose of 200,000 IU of only vitamin A to combat vitamin A deficiency. On the other hand, several studies indicate the inefficacy of massive doses of vitamin A in the treatment of this hypovitaminosis (24-26). If the results observed in the present study (efficiency of the intervention) are compared with our previous results (inefficacy of massive doses) in the city of Belo Horizonte (25,26), we notice that the fundamental difference consists in the presentation of vitamin A. In the experiments herein described, vitamin A was used in an oily solution, while hydrosoluble vitamin A chewing tablets were used in the former experiments (25,26). Therefore, it seems likely that the reason for the efficacy or inefficacy of the intervention depends on the presentation of vitamin A.

The distribution of vitamin A pills has several advantages: good acceptance; easiness of administration; very low cost (US\$.007 per pill); high probability of reaching the vulnerable groups, and immediate effect.

On the other hand, in relation to nutritional anemia, the present results show the efficiency of the Intervention Program. The same advantages listed for distribution of vitamin A may be applied to ferrous sulfate.

The recommendation for administration of Mebendazol is supported in the literature. There is a direct correlation between intestinal parasitosis and anemia (27). In Brazil it is difficult to find undernourished people without parasitosis, a fact which leads to a certain confusion related to the physiopathology of both entities. In conditions of low income and lack of hygiene, the occurrence of parasites is the rule.

Based on our own findings and those of other groups in Brazil, the Brazilian Ministry of Health, through INAN, gathered the specialists on vitamin A. The following suggestions were made: 1) awareness of the Government and the population of the problem; 2) training people on the diagnosis and profilaxis of vitamin A deficiency; 3) distribution of vitamin A in high-risk regions in Brazil such as Northeast Brazil, Jequitinhonha Valley-MG, Ribeira Valley-SP, and periphery of big cities; and 4) inclusion of vitamin A-rich foods in all feeding or nutrition programs.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the following: Dr. Enio Cardillo Vieira, Dr. José Carlos Valente, Dr. Lineu Freire-Maia, and to Geraldo Antonio de Rezende and Maria Célia Silva Costa, as well as to the Serviço Voluntário de Assistência Social (SERVAS).

RESUMEN

EVALUACION DE UN PROGRAMA PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DE VITAMINA A Y DE HIERRO EN AREAS DE POBREZA DE MINAS GERAIS, BRAZIL

Previo a, y después de la implantación de un "Programa de Intervención para Corregir las Deficiencias de Vitamina A y de Hierro en Areas de Pobreza de Minas Gerais, Brasil", se sometieron a evaluación nutricional muestras aleatorias de niños de ambos sexos en Belo Horizonte, la ciudad capital, y en Turmalina, así como en el Valle de Jequitinhonha, Minas Gerais.

Después del primer examen todos los niños recibieron, con intervalo de 180 días, una dosis oral única de vitamina A, sulfato de hierro oral durante 50 días, y 200 mg de Mebendazol/día por tres días. A los 30 días de haber finalizado la administración de la tercera dosis de medicina, los niños se sometieron a una nueva evaluación. En Belo Horizonte, la primera evaluación reveló una alta prevalencia de valores deficientes y bajos de vitamina A en niños preescolares (21.50/o) y escolares (21.70/o). Se constató también, en ambos grupos, una pequeña prevalencia de valores bajos de hematocrito. Se encontraron, asimismo, valores bajos de hemoglobina en 21.50/o de preescolares, y en 17.50/o de escolares.

La segunda evaluación, practicada 30 días después de administrar la tercera dosis de medicina, reveló una pequeña incidencia de valores bajos de vitamina A (4.30/o en niños preescolares y 2.90/o en escolares) y valores bajos de hemoglobina (6.50/o en preescolares y 2.90/o en escolares). No se observaron valores deficientes de hemoglobina ni de vitamina A. En cuanto a valores del hematocrito, sólo un niño de edad escolar acusó un valor bajo en la segunda evaluación. Por otra parte, al practicar el primer examen en el Valle de Jequitinhonha, se encontraron cinco casos de mancha de Bitot y xerosis conjuntival, dos casos de xerosis de la córnea y uno de queratomalacia. Treinta días después de finalizar la tercera dosis de medicina, únicamente se detectó una cicatriz corneal. Sólo un pequeño número de niños acusó niveles deficientes y bajos de vitamina A y de hemoglobina al practicar la evaluación final (menos de 80/o), mientras que cuando se hizo la primera evaluación el número era alto (por arriba de 38 y 120/o, respectivamente).

Los resultados en cuestión demuestran la eficacia del Programa de Intervención en lo que respecta a la hipovitaminosis A y a la prevención de anemia ferropríva. El Programa está siendo aplicado por el Ministerio de Salud de Brasil.

BIBLIOGRAPHY

1. Batista, M. Filho & S. M. F. Gomes. Níveis séricos de vitamina A e caroteno em diferentes grupos etários. *O Hospital, Rio de Janeiro*, 76(2): 73-78, 1969.
2. Gandra, Y. R. La anemia ferropénica en la población de América Latina y el Caribe. *Bol. Of. Sanit. Panam.*, 68: 353, 1970.
3. Gomes, S. F., M. Batista, M. R. Varela, M. O. Bazante & A. C. Salzano. Plasma retinol levels of pre-school children in the sugar cane area of Northeast Brazil. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20(4): 445, 1970.
4. Batista, M. Filho, N. Chaves, R. M. Varela, N. H. de Souza Martins, A. C. Salzano, M. O. Bazante, S. M. Teixeira, S. Gomes, E. S. C. Lima, F. M. Reis, G. C. Martins & E. R. Linhares. Inquérito nutricional em área urbana da zona da Mata, nordeste brasileiro - Agua Preta, Pernambuco. *O Hospital, Rio de Janeiro*, 79(5): 139, 1971.

5. Varela, R. M., S. G. Teixeira & M. Batista. Hypovitaminosis A in the sugarcane zone of southern Pernambuco State, Northeast Brazil. *Am. J. Clin. Nutr.*, **25**: 808, 1972.
6. Roncada, M. J. Hipovitaminose A. Níveis séricos de vitamina A e caroteno em populações litorâneas do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Publ. (São Paulo)*, **6**: 3, 1972.
7. Gandra, Y. R., D. Wilson, H. A. P. C. S. Baldo, I. S. Martins, M. J. Roncada, S. C. Szarforc, M. L. F. Cavalcanti, R. S. Maxilli, A. M. X. Bon, D. Giacomo, M. Miguel, M. Ishii, S. M. Silva & F. O. Vallaba. Situação nutricional de algumas populações do Estado de São Paulo. *Simp. Fisiol. Nutr. Brasília*, **16**, 1976.
8. Tavares, A. de P., R. L. Araujo, C. B. P. Freitas, S. M. Signoretti, M. M. Gonçalves, R. M. da Silva, A. J. Mata-Machado, L. T. Mata-Machado, M. S. L. Souza & T. A. Costa-Cruz. Avaliação nutricional de gestantes atendidas pelo Hospital Maternidade da Faculdade de Medicina da UFMG, *Ciênc. Cult.*, **29**(7): 771, 1977.
9. Miranda, P. S. C., J. H. O. Perpétuo, T. S. Parreiras, G. F. Silva, & M. F. Fassy. A desnutrição na clientela do Centro de Saúde do Vale do Jequitinhonha. *Saude em Debate*, **3**: 49, 1977.
10. Araujo, R. L., M. S. L. Souza, A. J. Mata-Machado, L. T. Mata-Machado, M. L. Melo, T. A. Costa-Cruz, E. C. Vieira, D. W. C. Souza, R. D. Palhares & E. L. Borges. Response of retinol serum levels to the intake of vitamin A fortified sugar by pre-school children. *Nutr. Repts. Internat.*, **17**: 307, 1978.
11. Roncada, M. J., D. Wilson, A. L. Netto, O. B. Netto, A. C. Kalil, M. F. Nunes & E. T. Okani. Hipovitaminose A em filhos de migrantes nacionais em trânsito pela capital de São Paulo, Brasil. Estudo clínico-bioquímico. *Rev. Saúde Pública*, **12**: 345, 1978.
12. Tavares, A. de P. *Avaliação Nutricional de Gestantes de Baixa Renda Atendidas por Pré-natal em Belo Horizonte*. M. S. Thesis, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Brasil, 1979, p. 67.
13. Souza, M. S. L. *Influência de Dietas Complementadas com Farinha de Soja e Retinol sobre a Hipovitaminose A em Crianças*. M. S. Thesis, Belo Horizonte, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Brasil, 1979, p. 156.
14. Chaves, J. G., Maria das Graças de P. Tavares, R. L. Araujo & U. B. de Melo. Avaliação nutricional da população infantil de duas cidades do Norte de Minas Gerais. *Ciênc. Cult.*, **31**(7): 664, 1979.
15. Barreto, S. P. Hipovitaminose A e xerofthalmia no Sudeste e no Nordeste do Brasil. In: *40 Congresso Brasileiro de Prevenção da Cegueira, Belo Horizonte. Relatório Oficial: Grupos de Trabalhos e Conferências*, V. 2, 1980, p. 262.
16. Machado, Rosângela D. P. *Alguns Aspectos Nutricionais da População de Belo Horizonte*. M. S. Thesis, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Brazil, 1982, p. 80.
17. Santos, Leonor M. P., J. M. Dricot, Luiza S. Ascitti, Maria José C. N. Benigna & Christiane Dricot d'Ans. Estudo epidemiológico da xerofthalmia no Estado da Paraíba. *Rev. Bras. Med.*, **40**(11/12): 419, 1983.
18. Neeld, J. B. Jr. & W. N. Pearson. Macro and micromethods for the determination of serum vitamin A using trifluoroacetic acid. *J. Nutr.*, **79**: 454, 1963.
19. Drabkin, D. L. & J. H. Austin. Spectrophotometric studies: II. Preparations from washed blood cells; nitric oxide hemoglobin and sulfhemoglobin. *J. Biol. Chem.*, **112**: 51, 1935.
20. Susheela, T. P. Studies on serum vitamin A levels after a single massive oral dose. *Ind. J. Med. Res.*, **57**(2): 147, 1969.

21. Indian Council of Medical Research. Prevention of vitamin A deficiency with a single annual massive dose of vitamin A. **National Institute of Nutrition, Annual Report for the period/October 1969 to 30 September 1970**, p. 118.
22. Srikantia, S. G. & V. Reddy. Effect of a single massive dose of vitamin A on serum and liver levels of the vitamin. **Am. J. Clin. Nutr.**, **23**: 114, 1970.
23. Swaminathan, M.C., T.P. Susheela & B.V.S. Thimmayamma. Field prophylactic trial with a single annual oral massive dose of vitamin A. **Am. J. Clin. Nutr.**, **23**: 119, 1970.
24. Pereira, Sheila M. & A. Begum. Failure of massive single oral dose of vitamin A to prevent deficiency. **Arch. Dis. Child.**, **46**: 525, 1971.
25. Araujo, R. L., E. L. Borges, J. D. B. Silva & E. C. Vieira. Failure of massive oral doses of vitamin A to prevent hypovitaminosis. **Nutr. Repts. Internat.**, **18**(5): 503, 1978.
26. Silva, Joana D'Arck B. **Influência de Doses Orais Maciças de Vitamina A na Prevenção da Hipovitaminose A**. M. S. Thesis, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, Brasil, 1979, p. 49.
27. Layrisse, M. & M. Roche. The relationship between anemia and hookworm infection. **American Journal of Hygiene**, **79**: 270, 1964.

PERFIL HEMATOLOGICO Y ABSORCION DEL HIERRO DE DIETAS QUE CONSUME LA POBLACION DE ESTRATO SOCIOECONOMICO BAJO DE DOS ESTADOS DE VENEZUELA

*Marlene Fossi,¹ Hernán Méndez-Castellano,¹ Werner G. Jaffé,²
Carlos Martínez-Torres,³ Irene Leets,³ Peter Taylor³
y Miguel Layrisse³*

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC),
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Los estudios hematológicos practicados en habitantes del Estado Carabobo revelaron que el 19^o/o del grupo estudiado acusaba deficiencia de hierro, siendo ésta más acentuada en las mujeres y en los niños. La anemia por deficiencia de hierro estuvo ausente en el hombre y se registró, con una frecuencia del 5 al 13^o/o, en los otros grupos. Las pruebas de absorción de hierro de los alimentos de la dieta promedio de la población del Estado Carabobo y de la que consumen los adultos del estrato social de bajos recursos de los Estados Carabobo y Yaracuy, mostró que su biodisponibilidad en sujetos normales era inferior a los requerimientos fisiológicos del hombre, de la mujer y de los niños. En los sujetos con deficiencia de hierro la biodisponibilidad del mismo puede cubrir las necesidades fisiológicas. Se estima que una proporción importante de los estratos de población que consumen tales dietas sufren de deficiencia nutricional de hierro, especialmente las mujeres durante la edad reproductiva, y los niños.

INTRODUCCION

En el período comprendido entre los años 1950 y 1965 varios investigadores llevaron a cabo encuestas orientadas a determinar la frecuencia de anemia en Venezuela. Del conjunto de esos estudios se pudo establecer que la frecuencia de anemia por deficiencia de hierro podía alcanzar

Manuscrito modificado recibido: 19-5-86.

- 1 Miembro de FUNDACREDESA, Caracas, Venezuela.
- 2 Curso de Post-Grado en Nutrición, Universidad Central de Venezuela (UCV), Caracas, Venezuela.
- 3 Laboratorio de Fisiopatología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Apartado 1827, Caracas 1010A, Venezuela.

hasta 45^o/o en las poblaciones rurales con alta prevalencia de infección por anquilostomo (1). En las poblaciones rurales, donde la anquilostomiasis no prevalece, la frecuencia de anemia en niños y mujeres en edad reproductiva, fue de 14 y 15^o/o respectivamente (1). En el medio urbano, la frecuencia de anemia fue de 19^o/o en escolares pertenecientes a estratos socioeconómicos bajos (2), de 38^o/o en Caracas (3, 4), y de 66 a 77^o/o en Maracaibo (5, 6) en embarazadas que asistían a consultas prenatales en hospitales públicos de maternidad. En los últimos 15 años, la frecuencia de anemia en el medio urbano ha disminuido progresivamente, encontrándose que ésta es menos del 6^o/o en niños (7, 8), menos de 15^o/o en mujeres en edad reproductiva (7, 9) y menos del 24^o/o en las embarazadas (9-11). En varios estudios se ha constatado una deficiencia de folato sérico, mayor de 10^o/o, en hombres y en mujeres, siendo, además, responsable de aproximadamente el 8^o/o de las anemias observadas en el embarazo (4, 12). Por otra parte, en diversas encuestas realizadas en varias poblaciones no se ha encontrado deficiencia de vitamina B₁₂ (9, 12).

El Proyecto Venezuela, iniciado en 1976 para estudiar interdisciplinariamente el status nutricional de los diferentes estratos sociales y étnicos de la población venezolana, incluyó en su protocolo el estudio de las anemias y de los nutrientes que influyen más directamente sobre la hematopoyesis en el hombre (13). En el presente trabajo se informa acerca de los resultados obtenidos en cuanto al perfil hematológico en el Estado Carabobo, y la absorción del hierro de la dieta consumida por habitantes de los Estados Carabobo y Yaracuy que pertenecen a estratos socioeconómicos bajos.

MATERIAL Y METODOS

El número de sujetos examinados clínicamente en el Estado Carabobo alcanzó la cifra de 3,730 personas, la que representa el 0.4^o/o de la población total. En cuanto a la distribución de la muestra con respecto a su nivel socioeconómico, el 49^o/o pertenecía al estrato social más bajo (V) y el 35^o/o al estrato IV, formado principalmente por familias de obreros (13). En lo relativo a los estudios hematológicos, se analizaron las muestras de 132 personas, en las que se practicaron las determinaciones siguientes: a) Concentración de hemoglobina en la sangre por el método de la cianometahemoglobina (14); volumen de glóbulos rojos por el método del microhematocrito; concentración de hierro sérico (15); concentración de transferrina insaturada en suero (16); concentración de la ferritina sérica (17); concentración de folatos en suero (18), y concentración de vitamina B₁₂ (19, 20).

Se determinó la absorción del hierro en regímenes alimentarios obtenidos de la encuesta, recabada por el método de pesada en 1,237 sujetos del Estado Carabobo, pertenecientes a 163 familias. Los regímenes alimentarios estudiados corresponden a dos patrones de consumo de una muestra de adultos del estrato social V. También se determinó la absorción del hierro de un régimen alimentario que consume la población adulta del estrato social más bajo del Estado Yaracuy, el cual colinda con el Estado Carabobo.

El método utilizado para determinar la absorción del hierro no-hemí-

nico fue el del marcado extrínseco de un alimento de origen vegetal en cada comida con una sal de hierro radioactiva, ^{55}Fe o ^{59}Fe , según el método descrito por Layrisse, Martínez-Torres y González (21). La absorción del hierro hemínico se determinó a partir de la absorción de la dosis de referencia de ascorbato de hierro utilizando la fórmula $Y = 14,30 + 0,31 \times X$, donde Y es la absorción del hierro hemínico y X es la absorción de la dosis de referencia (22).

RESULTADOS

Perfil Hematológico de la Muestra de Población del Estado Carabobo

Se determinó la prevalencia de anemia de acuerdo al volumen de los glóbulos rojos medido por el hematocrito, considerándose como anémicos los niños de 1 a 5 años de edad, con hematocritos inferiores al 34^o/o; los de 6 a 14 años y las mujeres entre 15 y 40 años con valores de hematocrito inferiores al 37^o/o, y los hombres de 15 a 40 años de edad, con hematocritos inferiores al 40^o/o. La prevalencia total de anemia fue de 5^o/o, encontrándose con mayor frecuencia en el grupo de niños de 1 a 14 años. No se utilizaron los valores de hemoglobina en sangre debido a dificultades técnicas que no permitieron determinar esa variable en todos los casos (Tabla 1). La prevalencia de deficiencia de hierro se determinó considerando deficientes aquellos sujetos cuya saturación de transferrina era menor de 16^o/o, y su concentración de ferritina sérica inferior a 12 µg/lit. La prevalencia de deficiencia de hierro de la muestra total examinada fue de 18^o/o medida por la transferrina, y 21^o/o por la ferritina sérica, encontrándose frecuencias de 21 a 30^o/o en los niños de 1 a 5 años, así como en las mujeres (Tabla 1).

Se consideraron como deficientes en folatos aquellos sujetos con cifras de folato sérico menores de 3 mg/lit (23). Los resultados revelan ausencia de deficiencia en los niños menores de 6 años, baja frecuencia (3^o/o) en los niños de 6 a 14 años, y alta frecuencia (14-24^o/o) en los adultos (Tabla 1).

El promedio de vitamina B₁₂ en el suero fue de 356 ng/lit, promedio que no varió significativamente entre los grupos de edad, no encontrándose ningún caso con concentración de vitamina B₁₂ inferior a 100 ng/lit.

Absorción del Hierro de las Dietas Sometidas a Estudio

La dieta del Estado Carabobo para adultos de los estratos sociales bajos ya fue publicada juntamente con otras dietas de América Latina (22). Los principales alimentos vegetales que la integran son maíz y frijoles negros los cuales se ingieren en dos comidas, y arroz y pasta que se consume tanto en el almuerzo como en la cena. De los alimentos de origen animal, un huevo se consume en el almuerzo y 80 gramos de carne en la cena. La dieta contiene 2,200 calorías, 32 g de proteína animal y 44 g de vegetal, 13 mg de ácido ascórbico en el almuerzo, proveniente de la ingestión de plátano y tomate, y 6 mg en la cena, la que principalmente proviene de la ingestión de tomate, 1.2 mg de hierro hemínico y 15,5 mg de hierro no hemínico (Tabla 2).

La dieta promedio de la población del Estado Carabobo, incluye,

TABLA 1

PERFIL HEMATOLOGICO DE UNA MUESTRA DE LA POBLACION
DEL ESTADO CARABOBO

Grupos de edad	Número	Prevalencia (°/o)			Folato
		Anemia	Deficiencia de hierro		
			Saturación de transferrina	Ferritina en suero	
Niños de 1 a 5 años (varones y hembras)	23	4.3	26.1	30.0	0.0
Niños de 6 a 14 años (varones y hembras)	34	11.8	23.5	23.5	2.8
Mujeres de 15 a 40 años	38	5.3	21.1	21.1	14.4
Hombres de 15 a 40 años	37	0.0	5.4	10.8	24.3
Total	132	5.3	18.2	20.5	11.4

como alimentos vegetales importantes: maíz, arroz, papa, pasta y plátano; y como alimentos de origen animal: 50 g de carne de res en el almuerzo y en la cena. La dieta calculada para todos los grupos etarios, según se aprecia en la misma Tabla, contiene 1,717 calorías, 29 g de proteínas de origen animal y 23 g de origen vegetal, 54 mg de ácido ascórbico en el almuerzo, que proviene del jugo de naranja, tomate y papas, y 22 mg en la cena, proveniente de la ingestión de plátano y tomate, 1.5 mg de hierro hemínico y 9 mg de hierro no hemínico.

En cuanto al Estado Yaracuy, la dieta de adultos pertenecientes al estrato social más pobre contiene como principales alimentos vegetales: maíz y frijoles negros que se consumen en dos comidas, así como arroz y pasta en una sola comida y, como alimentos de origen animal, un huevo que se ingiere en el desayuno y 60 g de carne en el almuerzo. Tiene 1,726 calorías, 26 g de proteínas de origen animal y 38 g de origen vegetal, 10 mg de ácido ascórbico en el almuerzo y 10 en la cena, 0.9 mg de hierro hemínico y 14 mg de hierro no hemínico (Tabla 2).

En la Tabla 3 se detallan las características hematológicas de los sujetos utilizados para determinar la absorción de los regímenes alimentarios de la población del Estado Carabobo. Se consideró como anémicos los hombres cuyas cifras de hemoglobina eran menores de 12 g^o/o y aquéllos con valores de hemoglobina comprendidos entre 12 y 13^o/o que tenían cifras de saturación de transferrina inferiores al 16^o/o. En cuanto a las mujeres, se clasificaron como anémicas aquéllas cuyos valores de hemoglobina eran inferiores a 11 g^o/o y las que tuviesen valores de hemoglobina de 11 a 12^o/o y que, a la vez, mostraron cifras de saturación de transferrina

TABLA 2

CANTIDAD DE NUTRIENTES DE LOS REGIMENES ALIMENTARIOS

Regímenes alimentarios	Comida	Energía (Kcal)	Proteínas		Grasa (g)	Hidrato de carbono (g)	Acido ascórbico (mg)	Hierro hemínico (mg)	Ferritina + hemosiderina	Hierro no hemínico de vegetales
			Animal (g)	Vegetal (g)						
Edo. Carabobo Adultos	Desayuno	605.6	10.1	7.9	11.7	100.8	2.8	—	—	1.41
	Almuerzo	717.4	4.3	15.0	24.6	115.6	12.8	—	—	6.91
	Cena	882.0	17.3	21.5	22.4	135.7	5.6	1.23	0.93	6.23
	Total	<u>2,205.0</u>	<u>31.7</u>	<u>44.4</u>	<u>58.7</u>	<u>352.1</u>	<u>21.2</u>	<u>1.23</u>	<u>0.93</u>	<u>14.55</u>
Edo. Carabobo Consumo promedio	Desayuno	730.9	7.3	8.2	24.8	11.8	1.9	—	0.00	1.52
	Almuerzo	434.5	10.8	6.0	22.2	59.5	54.4	0.77	0.54	2.70
	Cena	551.8	10.8	9.2	23.4	83.6	22.4	0.77	0.54	3.30
	Total	<u>1,717.2</u>	<u>28.9</u>	<u>23.4</u>	<u>70.3</u>	<u>254.9</u>	<u>78.7</u>	<u>1.54</u>	<u>1.08</u>	<u>7.50</u>
Edo. Yaracuy	Desayuno	525.3	8.4	7.3	111.8	100.8	1.0	—	0.00	2.21
	Almuerzo	558.2	13.0	13.1	13.2	90.1	9.8	0.92	0.64	4.84
	Cena	643.0	4.2	17.6	18.6	103.0	9.8	—	0.00	6.21
	Total	<u>1,726.5</u>	<u>25.6</u>	<u>38.0</u>	<u>43.6</u>	<u>293.9</u>	<u>20.6</u>	<u>0.92</u>	<u>0.64</u>	<u>13.26</u>

TABLA 3
 PROMEDIO DE ABSORCION DE HIERRO NO-HEMINICO DE LA POBLACION DEL ESTADO CARABOBO

Número de sujetos masculino/femenino	Edad (años)	Hb. g/ 100 ml	Saturación de transferrina (%)	Ferritina sérica (ng/ml)	Absorción del hierro (%)				
					Desayuno	Almuerzo	Cena	Hemínico	Dosis de referencia de ascorbato de hierro
Dieta del Estado Carabobo consumida por adultos de estrato social V									
9M/22F	26 ±	12.2 ±	27 ±	27 ±	5.4 ±	3.1 ±	3.1 ±	19.6	17.3 ±
	2	0.2	2	1	1.2	1.2	1.2		1.2
Dieta promedio de toda la población del Estado Carabobo									
1M/21F	30 ±	13.0 ±	19 ±	13 ±	3.3 ±	12.2 ±	5.7 ±	21.0	21.5 ±
	2	0.6	2	1	1.5	1.3	1.3		1.3
C) Dieta del Estado Yaracuy para adultos de estrato social V									
5M/6F	32 ±	13.5 ±	29 ±	31 ±	3.8 ±	5.1 ±	4.9 ±	20.7	20.8 ±
	2	0.8	3	13	1.3	1.3	1.3		1.2

Promedio: Primera línea.

Error estándar del promedio: segunda línea.

inferiores al 16^o/o. La deficiencia de hierro se identificó de acuerdo a tres criterios: 1) niveles de saturación de transferrina sérica menores de 16^o/o; 2) niveles de ferritina sérica menores de 12 ng/ml, y 3) absorción de la dosis de referencia de ascorbato de hierro igual a, o mayor de 40^o/o.

De conformidad con esos criterios, se encontró que de los 31 sujetos que recibieron la dieta del Estado Carabobo (dentro del grupo de adultos de estrato socioeconómico bajo), cuatro eran anémicos y nueve tenían deficiencia de hierro a juzgar por una o más de las pruebas señaladas. En los sujetos que recibieron la dieta promedio del Estado Carabobo, seis sufrían de anemia y 12 de deficiencia de hierro. En los sujetos del Estado Yaracuy, cuya dieta se sometió a estudio, dos eran anémicos y cuatro eran deficientes en hierro.

En la misma Tabla 3 se presentan los valores de la absorción del hierro no hemínico de los vegetales de las tres dietas. Como el número de sujetos deficientes en hierro varía para cada dieta, esas absorciones se normalizaron de acuerdo a la absorción de la dosis de referencia señalada en publicaciones anteriores (21). Mediante esa normalización se minimiza la diferencia que pueda experimentarse debido a la mayor o menor proporción de deficientes en hierro en el estudio de cada dieta (Tabla 4). Llama la atención, en primer lugar, la absorción relativamente alta del hierro ingerido en el desayuno al compararlo con las absorciones, menores de 2^o/o, de dietas publicadas en las que se usaron los mismos alimentos (21). Tal diferencia se debe a que en las investigaciones previas se utilizó el grano completo del maíz para preparar pan de maíz (arepa), y en estos estudios se utilizó la harina de maíz precocida que no contiene el pericarpio ni el germen. La alta absorción del hierro de la dieta promedio del Estado de Carabobo, ingerida en el almuerzo, se debe en la mayor parte a su contenido de ácido ascórbico. La presencia de carne de res no determinó el significativo aumento del hierro no hemínico, debido a que su contenido en cada comida (50 - 80 g) no fue lo suficiente como para contrarrestar las sustancias inhibitoras de los vegetales, presentes especialmente en el maíz y los frijoles negros.

La absorción del hierro hemínico, estimada de acuerdo a la absorción de la dosis de referencia (22), estuvo cercana al 20^o/o de las tres dietas. En estas dietas no se determinó la absorción del hierro de la ferritina y hemosiderina presente en la carne de res. No obstante, en estudios recientes (24) se ha demostrado que en una comida que además de carne contenga frijoles negros, maíz y arroz, la absorción de la ferritina es aproximadamente el 11^o/o de la dosis de referencia y menos de la mitad de la absorción del hierro de los vegetales. En tales estudios sería factible estimar que aproximadamente 2^o/o de hierro de esos compuestos fue absorbido.

La absorción del hierro hemínico, de la ferritina y hemosiderina y de los otros compuestos de hierro no-hemínico en sujetos normales y deficientes, se aprecia en la Tabla 5. Según indican los datos, la absorción del hierro no-hemínico en sujetos deficientes es mayor del 100^o/o en las dos dietas del Estado Carabobo, en comparación con las personas normales; en cambio, el aumento de la absorción del hierro hemínico es menor del 50^o/o. En la dieta del Estado Yaracuy no se observan esas diferencias tan claras, probablemente a causa del pequeño número de sujetos utilizados para los estudios de absorción.

El cálculo de la biodisponibilidad diaria del hierro de las dietas estu-

TABLA 4

**ABSORCION DEL HIERRO NO-HEMINICO DE LAS DIETAS NORMALIZADAS
DE ACUERDO A LA ABSORCION DE LA DOSIS DE REFERENCIA
DEL ASCORBATO DE HIERRO**

Muestra	Absorción de hierro (°/o)			Dosis de referencia del ascorbato de hierro
	Desayuno	Almuerzo	Cena	
Dieta del Edo. Carabobo para adultos de estrato socioeconómico bajo	6.0	3.4	4.1	
Dieta promedio de toda la población del Edo. Carabobo	2.9	10.9	5.1	19.2
Dieta del Edo. Yaracuy para adultos de estrato social V	3.5	4.7	4.5	

diadas, indica valores por debajo de 0.70 mg por día en sujetos normales, y un aumento de 1 a 1.88 en sujetos deficientes en hierro (Tabla 6). La densidad nutricional del hierro disponible para sujetos que absorben 40°/o de la dosis de referencia, señala que las dietas son inadecuadas en términos de absorción de hierro. En efecto, solamente la dieta promedio del Estado Carabobo tiene una biodisponibilidad mayor de 1 mg por 1,000 calorías (25).

DISCUSION

Los resultados hematológicos de la muestra del Estado Carabobo son aproximados, debido al limitado número de sujetos examinados en cada grupo etario. Sin embargo, es factible destacar que la deficiencia de hierro prevalece en la cuarta parte de los estratos de población vulnerables a esa deficiencia, siendo la frecuencia de anemia de menor cuantía en comparación con la prevalente en las décadas de 1950 y 1960 (1-6). Esas prevalencias de anemia y deficiencias de hierro no se deben a infecciones por anquilostomo, ya que las medidas sanitarias aplicadas en los últimos 25 años han determinado la erradicación casi completa de esa infección en muchas partes de Venezuela. Las estadísticas del Ministerio de Sanidad (26) y los exámenes de heces practicados en el Proyecto Venezuela (13), muestran un índice muy bajo de infección. Es probable, pues, que esa deficiencia sea de orden nutricional, ya que en los estratos de población en los que el hierro absorbido de la dieta es insuficiente para balancear los requerimientos fisiológicos, se requiere mayor cantidad a causa de que la pérdida de hierro es mayor, o bien para formar nuevos tejidos.

TABLA 5

PROMEDIO DE ABSORCIÓN DEL HIERRO HEMÍNICO Y NO-HEMÍNICO DE LAS DIETAS DE LOS ESTADOS CARABOBO Y YARACUY EN SUJETOS NORMALES Y EN DEFICIENTES EN HIERRO

Características de los sujetos	No. de sujetos	Compuesto de hierro	Absorción del hierro (O/o)				
			Desayuno	Almuerzo	Cena	Dosis de referencia	
A) Dieta del Estado Carabobo consumida por adultos de estrato Social V							
Normales	22	Hemínico		18.3			
		No hemínico	Ferritina ± hemosiderina	1.4			
			vegetales, huevos, leche	3.9	2.2	3.3	12.8
Deficientes	9	Hemínico		25.5			
		No Hemínico	Ferritina ± hemosiderina	4.0			
			vegetales, huevos, leche	11.8	7.0	4.8	36.3
B) Dieta promedio de toda la población							
Normales	10	Hemínico		16.8	16.8		
		No hemínico	Ferritina ± hemosiderina	0.9	0.9		
			Otros	1.0	5.3	2.4	8.3
Deficientes	12	Hemínico		29.1	29.1		
		No hemínico	Ferritina ± hemosiderina	5.2	5.2		
			Otros	8.9	24.4	11.4	47.7
C) Dieta del Estado Yaracuy							
Normales	7	Hemínico		19.5			
		No hemínico	Ferritina ± hemosiderina	1.8			
			Otros	3.3	4.1	3.3	16.8
Deficientes	4	Hemínico		26.6			
		No hemínico	Ferritina ± hemosiderina	4.4			
			Otros	4.8	7.5	5.2	39.9

TABLA 6

DISPONIBILIDAD DIARIA DEL HIERRO HEMINICO Y NO-HEMINICO DE LAS DIETAS DEL ESTADO CARABOBO

Compuesto de hierro	Disponibilidad diaria (mg)		Densidad nutricional del hierro disponible en sujetos que absorben 40 ^o /o de la dosis de referencia (mg/100 calorías)
	Sujetos normales	Sujetos deficientes	
A) Dieta del Estado Carabobo consumida por adultos de estrato social V			
Hemínico	0.23	0.31	
No-hemínico	Ferritina ± hemosiderina	0.01	0.04
	Otros	<u>0.41</u>	<u>0.93</u>
		0.64	1.28
			0.79
B) Dieta promedio del Estado Carabobo de toda la población			
Hemínico	0.26	0.45	
No-hemínico	Ferritina ± hemosiderina	0.01	0.06
	Otros	<u>0.22</u>	<u>1.37</u>
		0.49	1.88
			1.00
C) Dieta del Estado Yaracuy			
Hemínico	0.18	0.24	
No-hemínico	Ferritina ± hemosiderina	0.01	0.03
	Otros	<u>0.47</u>	<u>0.79</u>
		0.66	1.06
			0.95

En el adulto (mujer y hombre) la frecuencia de deficiencia de folato, sin que ésta se acompañe de anemia es alta (11^o/o y 24^o/o respectivamente), hallazgo que confirma lo encontrado en estudios previos efectuados en la población venezolana (9, 12). En cambio, está ausente en los niños por debajo de seis años y, en muy baja frecuencia, en los niños entre seis y 14 años de edad. Los requerimientos fisiológicos mínimos de folato son del orden de 50 µg/día, pero los regímenes alimentarios deben contener más de 200 µg/día (23). Según los hábitos alimentarios del venezolano, ingieren alimentos muy cocidos y pocos alimentos frescos, lo que puede limitar la disponibilidad de vitamina, ya que se destruye con el

calor . Si se toma en consideración el hecho de que el régimen alimentario de los adultos es muy parecido al que recibe el niño, diferenciándose principalmente en la cantidad de leche que este último consume en la casa y en la escuela, es posible que esto haya sido el factor determinante para incrementar la absorción de folatos. Desafortunadamente, en los estudios del Estado Carabobo no se registró la cantidad de leche que consumía cada niño, por lo que se espera dilucidar esta incógnita en los estudios de los otros Estados, en los que sí se tomó esa previsión.

Los estudios de absorción del hierro de las tres dietas presentadas en la comunicación que nos ocupa, muestran que la biodisponibilidad diaria del hierro de la dieta de sujetos normales es muy baja (0.47 - 0.66 mg). Efectivamente, es inferior a las necesidades fisiológicas del hombre y del niño (0.9 - 1.0 mg), y a las necesidades fisiológicas de la mujer durante la edad reproductiva (1.2 - 2 mg) (27, 28).

El hecho de que los sujetos con deficiencia férrica absorban una cantidad de hierro equivalente a la requerida fisiológicamente, sugiere que un número importante de niños y mujeres de la población que consume las dietas señaladas en el párrafo previo, deben presentar deficiencia nutricional de hierro, la que, en algunos casos, es tan acentuada que provoca o precipita el desarrollo de anemia. Como ya hemos señalado, en la encuesta hematológica del Estado Carabobo, la cuarta parte de los niños y mujeres examinados padecían de deficiencia de hierro.

Queda por dilucidar la influencia que la variación estacional de la dieta podría tener en términos de absorción de hierro, especialmente en el consumo de las frutas, las cuales son más accesibles para la población de bajos recursos económicos, como sucede con el mango, durante los meses de julio y agosto. En estudios anteriores (29) se ha demostrado la gran diferencia en cuanto al contenido de hierro de los alimentos de las dietas de América Latina, calculado a través de las tablas de composición de alimentos, así como mediante determinación química. Esa diferencia puede oscilar entre 20 y 100% a favor del análisis químico. La mayoría del hierro contaminado se encuentra en forma de óxido de hierro y de hidróxido de hierro, cuya absorción es casi nula en el primer caso, y muy baja en el segundo (30). Desafortunadamente, no se dispone de un método que permita determinar su absorción cuando se ingiere con las comidas.

SUMMARY

HEMATOLOGIC PROFILE AND IRON ABSORPTION FROM DIETS CONSUMED BY THE POPULATION OF LOW SOCIOECONOMIC STRATA OF TWO VENEZUELAN STATES

Hematologic studies carried out in inhabitants of the State of Carabobo revealed that 19% of the subjects studied presented iron deficiency, this being more prominent in women and in children. Iron deficiency anemia was absent in men, while in the other groups its frequency, as registered, was from 5 to 13%.

Tests for iron absorption from foods which form the average diet of the population in the Carabobo State, and the diet consumed by adults from the low socioeconomic strata in the States of Carabobo and Yaracuy, demonstrated that in normal subjects, bioavailability is lower than physiological requirements of men, women and

children. In the iron-deficient subjects, its bioavailability can cover physiological needs.

It is estimated that an important proportion of the population strata consuming such diets, suffer from iron nutritional deficiency, especially women during the reproductive age, and children.

BIBLIOGRAFIA

1. Layrisse, M. & M. Roche. Relationship between anemia and hookworm infection. Results of surveys of rural Venezuelan population. *Am. J. Hyg.*, **79**: 179-301, 1964.
2. Ruphael-Divo, M. Datos hematológicos e incidencia de parásitos intestinales en un grupo de niños estudiados en el Servicio de Nutrología. *Arch. Venez. Nutr.*, **10**: 145-158, 1960.
3. Agüero, O. & M. Layrisse. Megaloblastic anemia of pregnancy in Venezuela. *Am. J. Obst. Gynec.*, **76**: 703, 1958.
4. Agüero, O. & M. Layrisse. Anemias en obstetricia. *Rev. Obs. Ginecol. Venezuela*, **20**: 237-251, 1960.
5. Arrieta, V. & F. González-Govea. Hematología de embarazadas. *Rev. Obst. Ginec. Venezuela*, **15**: 887-896, 1955.
6. Suares-Herrera, R. Parasitosis intestinal en Venezuela. Sus relaciones con el embarazo. *Rev. Obst. Ginec. Venezuela*, **17**: 194-258, 1957.
7. Diez-Ewald, M., G. Fernández & E. Negrette. Reserva de hierro en un estrato de población de nivel socioeconómico bajo en Maracaibo, Venezuela. *Invest. Clínica*, **24**: 69-81, 1983.
8. Layrisse, M. Perfil de anemia y deficiencia de hierro en los Estados Centrales y Occidentales de Venezuela. (En preparación).
9. Cook, J., J. Alvarado, A. Gutnisky, M. Jamra, J. Labardini, M. Layrisse, J. Linares, A. Loria, V. Maspes, A. Restrepo, C. Reynafarje, L. Sánchez-Medal, H. Vélez & F. Viteri. Nutritional deficiency and anemia in Latin America. A collaborative study. *Blood*, **38**: 591-603, 1971.
10. Diez-Ewald, M. & R.A. Molina. Iron and folic acid deficiency during pregnancy in western Venezuela. *Am. J. Trop. Med.*, **21**: 587-591, 1972.
11. Molina, R.A., M. Diez-Ewald, G. Fernández & N. Velásquez. Nutritional anemia during pregnancy: a comparative study of two socio-economic classes. *J. Obstet. Brit. Comm.* **81**: 454-458, 1974.
12. Layrisse, M. *Anemia Nutricional en Venezuela*. Universidad de Carabobo, Valencia, Estado de Carabobo. La Ciencia en Venezuela, 1970, p. 444-465.
13. Proyecto Venezuela. *Informe sobre el Estado Carabobo*, 1981.
14. Crosby, W.H., J.L. Munn & F.W. Furth. Standardizing a method for clinical hemoglobinometry. *U.S. Armed Forces, M.J.*, **5**: 693-703, 1954.
15. International Committee for Standardization in Hematology. Recommendations for measurement of serum iron in human blood. *Brit. J. Haematol.*, **38**: 291-294, 1978.
16. International Committee for Standardization in Hematology. The measurement of total and saturated iron-binding capacity in serum. *Brit. J. Haematol.*, **38**: 281-290, 1978.
17. Miles, L.E.M., D.A. Lipschitz, C.P. Bieber & J.D. Cook. Measurement of serum ferritin by a 2-site immunoradiometric assay. *Anal. Biochem.*, **61**: 209-224, 1974.
18. Herbert, V. The assay and nature of folic acid activity in human serum. *J. Clin.*

- Invest.*, 40: 81-91, 1961.
19. Ross, G.I.M. Vitamin B12 assay in body fluids using *Euglena gracillis*. *J. Clin. Path.*, 5: 250-256, 1952.
 20. Anderson, B.B. Investigations into the Euglena method for the assay of the vitamin B12 in serum. *J. Clin. Path.*, 17: 14-26, 1964.
 21. Layrisse, M., C. Martínez-Torres & M. González. Measurement of the total daily dietary absorption by the extrinsic tag model. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27: 152-162, 1974.
 22. Acosta, A., M. Amar, S. Cornbluth-Szarfac, E. Dillman, M. Fosi, R. Góngora-Bianchi, G. Greber, E. Hertrampf, S. Kremenchuzky, M. Layrisse, C. Martínez-Torres, C. Morón, T.M. Pizarro, C. Reynafarje, A. Stekel, D. Villavicencio & H. Zúñiga. Iron absorption from typical Latin American diets. *Am. J. Clin. Nutr.*, 39: 953-962, 1984.
 23. World Health Organization. **Nutritional Anaemias**. Technical Report of a WHO Scientific Commission. Geneva, 1968 (WHO Technical Report Series No. 405).
 24. Martínez-Torres, C., I. Leets, P. Taylor, J. Ramírez, M.V. Camacho & M. Layrisse. Heme, ferritin and vegetable iron absorption from meals. Denaturation of heme during the cooking of beef. (Sometime a publication).
 25. Halberg, L. Bioavailable nutrient density: A new concept applied in the interpretation of food iron absorption data. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34: 2242-2247, 1981.
 26. Memoria y Cuenta del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Venezuela, 1978.
 27. World Health Organization. **Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B12, Folate and Iron**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group. Geneva, WHO, 1970 (WHO Technical Report Series No. 452).
 28. International Anaemia Consultative Group (INAGC). **Iron Deficiency in Women**. A Report of the International Nutritional Anaemia Consultative Group. New York, N.Y., and Washington, D.C., The Nutrition Foundation, 1981.
 29. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense of the United States (ICNND). **Surveys in Northeast Brazil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú and Venezuela**. (Reports of 1965, 1964, 1961, 1960, 1965, 1959, 1964 respectively).
 30. Derman, D., M. Sayers, S.R. Lynch, R.W. Charlton, T. H. Bothwell & F. Mayet. Iron absorption from a cereal diet containing sugar cane fortified with ascorbic acid. *Brit. J. Nutr.*, 38: 261-269, 1977.

EFEITO DA FORMULAÇÃO DE DUAS DIETAS DE RATOS, TENDO FARELO DE TRIGO COMO FONTE DE FIBRA DIETARIA, SOBRE ALGUNS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E NUTRICIONAIS¹

Célia da Fátima Barbosa² e Lieselotte Jokl³

Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

RESUMO

O tipo de formulação da dieta foi considerado no estudo dos efeitos do farelo de trigo sobre alguns parâmetros obtidos em ensaio biológico, por 28 dias. Ratos machos Holtzman, recém-desmamados, foram divididos em três grupos. Dois grupos foram alimentados à vontade com dietas contendo 25% de farelo, preparadas de duas maneiras: balanceada (FB) e convencional (FC). Na primeira, a fonte de fibra foi adicionada às expensas de todos os ingredientes enquanto que na segunda, apenas do amido. Ao grupo controle ofereceu-se a dieta sem farelo à vontade.

Um maior ganho em peso no grupo FB e um coeficiente de utilização protéica (CUP) menor para o grupo FC foram constatados quando comparados com os outros grupos. Os pesos das fezes, do ceco e do conteúdo do ceco foram significativamente maiores nos grupos teste. A atividade média da fosfatase alcalina da mucosa do jejuno foi inferior no grupo FB em relação aos outros dois. No soro, as atividades desta enzima foram significativamente superiores nos grupos FB e FC. O nível de colesterol sérico foi ligeiramente inferior no grupo que recebeu a dieta balanceada que naquele que ingeriu a dieta convencional. Assim, alguns parâmetros, como o ganho em peso, CUP, atividade da fosfatase alcalina da mucosa intestinal e o nível de colesterol sérico sofreram influência do tipo de formulação da dieta.

Contudo, destes resultados não se pode obter uma resposta conclusiva quanto à formulação mais adequada das dietas, quando se utiliza o farelo de trigo como fonte de fibra.

Manuscrito modificado recebido: 2-6-86.

- 1 Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Foi extraído da tese de C. F. Barbosa, apresentada ao Departamento de Bioquímica e Imunologia/ICB/UFMG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.
- 2 Mestre. Técnica da Fundação Ezequiel Dias - Belo Horizonte - MG.
- 3 Atualmente Professor Titular da Faculdade de Farmácia/UFMG - Departamento de Alimentos. Av. Olegário Maciel, 2360 - Belo Horizonte - MG - 30.180 - Brasil (Endereço para pedido de separatas).

INTRODUÇÃO

Muitos artigos têm sido publicados nos últimos vinte anos sobre fibra na alimentação e sua relação com as chamadas doenças ocidentais, principalmente as do trato gastrointestinal, e, conseqüentemente, sobre parâmetros biológicos. Parte dos trabalhos de pesquisa têm sido realizados com animais de laboratório, principalmente ratos. Uma revisão extensiva a este respeito mostrou que o modelo experimental variava grandemente de pesquisador para pesquisador, mesmo quando o mesmo assunto era estudado. Isto, provavelmente, é uma conseqüência, não apenas da grande variedade de fontes de fibra encontradas no alimento, mas também do próprio tipo da mesma: pura, como celulosa, ou complexa, como farelo de trigo. Por isso, algumas vezes, é muito difícil comparar e discutir os resultados obtidos em um experimento com aqueles publicados na literatura. Há, portanto, a necessidade de se estabelecer alguns procedimentos padrões para o ensaio biológico, começando pela formulação da dieta.

O processo usual de formulação de dietas consiste em introduzir a fonte de fibra às expensas de uma quantidade equivalente de fonte de carboidrato digerível (dieta convencional). Este método tem a vantagem de manter constante as porcentagens dos vários nutrientes na dieta, mas difere da dieta controle (sem a fonte de fibra) na quantidade de fibra, no valor energético (kcal/g) e na quantidade de cada nutriente por unidade de energia (g/kcal). Poucos trabalhos (1-4) relacionam algumas das diferenças observadas nos resultados com a formulação das dietas. Nestas, a fonte de fibra, geralmente celulose, também pode ser adicionada às expensas de todos os outros ingredientes da dieta, constituindo o tipo balanceado, correspondendo a um método de diluição.

Diversos parâmetros podem ser utilizados para avaliar os efeitos da inclusão de fibra na dieta: hipertrofia do ceco e volume fecal, atividade da fosfatase alcalina da mucosa intestinal e sérica e o nível de colesterol sanguíneo. Há grandes similaridades anatômicas e funcionais entre o intestino do homem e de animais de laboratório. Assim, estudos realizados nestes últimos poderiam contribuir grandemente para o entendimento da organização da função e hipertrofia intestinal decorrente da ingestão de fibra (5-7).

O objetivo deste trabalho foi estudar e comparar os efeitos da inclusão de 25% de farelo de trigo na dieta de ratos em crescimento empregando os modelos de dietas já sugeridos: balanceada e convencional. Além dos parâmetros mencionados acima estudou-se, também, alguns relacionados com a avaliação nutricional da proteína.

MATERIAL E METODOS

Material e sua Análise

A composição do farelo de trigo e da caseína, obtidos comercialmente, foi determinada através de métodos convencionais (8). O teor de fibra dietária no farelo de trigo foi dosado seqüencialmente: a) fração hidrossolúvel — que também contem pectina (9), b) fibra detergente neutra (FDN) e fibra detergente ácida (FDA), que correspondem, respectiva-

mente, à fração insolúvel da fibra e à ligninocelulose (10, 11), e c) lignina em FDA (12).

Dietas

As dietas experimentais foram preparadas segundo Bright-See *et al.* (1) com ligeira modificação (Tabela 1). O farelo de trigo (25^o/o) foi adicionado ao invés de celulose, de acordo com um dos dois métodos: a) convencional: substituindo uma quantidade equivalente de maizena; b) balanceada: substituindo 25^o/o de todos os outros ingredientes da dieta. Uma dieta controle sem farelo de trigo, também foi preparada.

Os teores de proteína, carboidrato e gordura, bem como a densidade de nutrientes (g/100 kcal) nas dietas, são apresentados na Tabela 2.

Ensaio Biológico

Ratos Holtzman, machos, recém-desmamados, foram distribuídos individualmente em gaiolas suspensas numa sala com temperatura e luz controladas. Foram divididos, ao acaso, em três grupos (sete ratos/grupo) e mantidos por 28 dias, com ingestão de dieta e água à vontade, de acordo com o seguinte esquema de alimentação, respectivamente: a) com dieta controle; b) com dieta convencional e c) com dieta balanceada.

Os controles do ganho de peso e ingestão de alimento foram realizados semanalmente, e calcularam-se: a) a eficiência da conversão alimentar – total de alimento consumido/ganho em peso; b) o coeficiente de utilização protéica – ganho em peso/ingestão de proteína. Nas fezes, coletadas durante a terceira semana do experimento, determinaram-se o peso e os teores de água e de nitrogênio (8). Após 28 dias de experiência, os animais foram sacrificados e o intestino delgado foi removido para coleta da mucosa de jejuno superior (13), onde se determinou a atividade da fosfatase alcalina (14). O ceco também foi retirado para determinação do seu peso e peso de seu conteúdo (15). No soro coletado dosaram-se a atividade da fosfatase alcalina (14) e colesterol (16).

Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos e sete repetições cada um. As médias foram comparadas entre si pelo teste *t* de Student, ao nível de 5^o/o, através do uso da diferença mínima significativa, DMS (17).

RESULTADOS

Tanto a composição centesimal como o da fibra dietaria do farelo de trigo utilizado no experimento encontram-se na Tabela 3. Nela, considera-se como fibra bruta o resíduo do alimento vegetal resultante da extração sucessiva com ácido e alcali diluído e é constituído, em sua maior parte, de celulose. Por outro lado, entende-se por fibra dietária todos os componentes da parede celular de vegetais que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas do homem, principalmente hemicelulose, celulose e

TABELA 1

COMPOSIÇÃO DAS DIETAS (g/kg)

Ingredientes	Controle	Convencional ^a	Balanceada ^b
Caseína ^c	240	240	180
Oleo de soja	200	200	150
Mistura salina ^d	40	40	30
Mistura vitamínica ^d	20	20	15
Maizena	500	250	375
Farelo de trigo ^e	—	250	250

a Farelo de trigo adicionado às custas da maizena.

b Farelo de trigo adicionado às custas de todos os outros ingredientes da dieta.

c Comercial (8.79^o/o de umidade, 58.72^o/o de proteína, 4.51^o/o de extrato etéreo, 0.04^o/o de cinzas e 27.94^o/o de extrato não nitrogenado).

d AOAC (8).

e Contem 35.5^o/o de fibra dietária (ver Tabela 3).

TABELA 2

TEORES DE PROTEÍNA, CARBOIDRATO E GORDURA NAS DIETAS

	Controle		Convencional		Balanceada	
	g/100 g	g/100 kcal	g/100 g	g/100 kcal	g/100 g	g/100 kcal
Proteína	14	3.1	18	4.2	14	3.6
Carboidrato	51	11.3	36	8.6	45	11.4
Gordura	21	4.7	23	5.4	18	4.8
Energia total metabolizável (kcal/g dieta)	4.5		4.2		4.0	

lignina.

Os resultados de todos os parâmetros estudados, obtidos para os grupos de ratos alimentados com as diferentes dietas, à vontade, são apresentados na Tabela 4.

DISCUSSAO

Os efeitos fisiológicos da fibra dietária parecem depender de sua fonte e composição, já que é um material altamente variável e difere grandemente em suas propriedades físicas e nutricionais. Por isso, determinou-se a composição do farelo de trigo empregado neste trabalho, visto que o mesmo foi obtido no comércio e não se constitui unicamente de fibra. Os resultados obtidos para a composição centesimal e fibra dietária, bem como suas frações, no farelo de trigo (Tabela 3) são semelhan-

TABELA 3

COMPOSIÇÃO DO FARELO DE TRIGO
(g/100 g amostra)

A Composição centesimal	
Umidade	11.90
Proteína (N x 6.25)	14.26
Extrato etéreo	6.50
Cinzas	5.00
Fibra bruta	5.36
Extrato não nitrogenado	56.98
B Fibra dietária e suas frações	
Fração solúvel ^a	33.79
FDN ^b (hemicelulose + ligninocelulose)	35.50
FDA ^b (ligninocelulose)	10.19
Hemicelulose	25.31
Celulose	8.75
Lignina	1.44

a A fração solúvel contém pectina, proteína solúvel, amido e minerais.

b FDN = Fibra detergente neutra; FDA = fibra detergente ácida.

tes aos encontrados na literatura (18-21).

A inclusão do farelo de trigo à dieta, de forma balanceada (diluição), reduziu o teor de energia metabolizável de 4.55 kcal/g (dieta controle) para 3.97 kcal/g, assim como o teor de gordura, de 21 para 17^o/o (Tabela 2). Tais fatos, possivelmente, acarretaram a ingestão de alimento mais elevada e, conseqüentemente, de calorias, pelos animais daquele grupo. O maior ganho em peso verificado nos animais do grupo que recebeu a dieta balanceada, em relação aos outros, seria um reflexo da maior ingestão calórica, como um todo, por estes animais (Tabela 4). Isto pode ser confirmado por uma correlação altamente significativa ($r = 0.93$, $p \leq 0.05$) entre a ingestão de energia e o ganho em peso. Um ganho de peso mais elevado também foi verificado (3) em ratos em crescimento alimentados com dieta contendo 20^o/o de farelo de trigo (inclusão por diluição). Entretanto, ratos jovens ingerindo dieta com 17^o/o de farelo de trigo, incluídos da forma convencional, apresentaram ganhos de peso, após cinco semanas, maiores que aqueles sob dieta controle, sem fibra; embora após nove semanas, os ganhos de peso fossem equivalentes entre estes dois grupos (22), que apresentaram sempre a mesma ingestão de alimento. Tal fato também pode ser observado no trabalho. Por outro lado, a presença ou não da fonte de fibra na dieta não alterou a eficiência da conversão do alimento. Entretanto, os animais que receberam a dieta convencional apresentaram um coeficiente de utilização protéica (Tabela 4) cerca de 22^o/o inferior aos observados para os grupos de dieta controle ou balanceada; embora a ingestão protéica tenha sido igual para os grupos recebendo dietas convencional ou balanceada. Isto já havia sido observado com a inclusão de celulose à dieta (2), enquanto que a adição de 17^o/o de

TABELA 4

RESULTADOS ENCONTRADOS PARA OS PARÂMETROS ESTUDADOS
NO ENSAIO BIOLÓGICO, TRATO GASTROINTESTINAL E SORO^a

Parâmetros estudados	Controle	Convencional	Balanceada	DMS ^b
<i>Ensaio biológico</i>				
Ingestão de alimento (g)	257	283	338	32
Ingestão de proteína (g)	36	50	48	5
Ingestão de carboidrato (g)	132	103	153	14
Ingestão de gordura (g)	55	65	60	7
Ingestão calórica (kcal)	1171	1198	1341	136
Ganho em peso (g)	119	130	158	20
Conversão alimentar	2.16	2.20	2.14	0.15
CUP modificado ^c	3.30	2.59	3.33	0.19
Digestibilidade aparente	92	86	87	2
<i>Trato gastrointestinal</i>				
Peso das fezes (g)	2.94	10.45	11.34	1.96
Centeúdo de água nas fezes (g)	0.35	0.93	0.99	0.26
Peso do ceco (mg/100 g peso corporal)	269	340	347	38
Peso do conteúdo do ceco (g)	1.48	2.55	2.53	0.52
Fosfatase alcalina na mucosa de jejuno (U/g mucosa) ^d	26.0	31.9	13.5	6.6
<i>Soro</i>				
Fosfatase alcalina (U/100 ml) ^d	7.2	10.7	12.4	1.9
Colesterol (mg/100 ml)	114	118	96	15

a Valores médios obtidos de sete animais por grupo, durante ou após 28 dias (Ver Material e Métodos).

b DMS = Diferença mínima significativa. Duas médias são estatisticament diferentes ao nível de 5^o/o, quando a diferença entre elas fora \geq DMS.

c CUP = Coeficiente de utilização protéica.

d U = Unidade. Uma unidades corresponde à quantidade de enzima capaz de hidrolisar um micromol de timolftaleína monofosfato, por minuto, a 37^oC.

farelo de trigo à dieta, na forma convencional, não alterou este coeficiente (22). Entretanto, a adição de 5, 10 e 20^o/o de farelo de trigo à dieta, na forma balanceada, acarretou uma redução progressiva no coeficiente de utilização protéica (3). Cumpre ressaltar que, em todos estes trabalhos, os níveis protéicos das dietas foram de 9 a 10^o/o, inferiores, portanto, ao do presente trabalho (Tabela 2). Constatou-se porém, que a inclusão de farelo de trigo à dieta reduziu significativamente a digestibilidade da proteína, o que já foi observado em outros experimentos (3,23). No en-

tanto este parâmetro independe do tipo de formulação da dieta.

Um aumento do peso das fezes é uma resposta quase invariável ao maior consumo de fibra, principalmente do farelo de trigo. Esse maior peso fecal se deve tanto a um aumento na matéria sólida quanto ao conteúdo de água nas fezes, como foi observado no presente trabalho (Tabela 4), e cujos resultados são confirmados tanto para homens (24,25) como para ratos (26,27). Esta fonte de fibra é bastante resistente à fermentação no intestino grosso, carretando ainda uma substancial quantidade de água ligada à fibra (28). Devido a este importante efeito, o farelo de trigo tem sido utilizado nos casos de constipação intestinal por produzir fezes mais macias.

Pode-se também verificar que a inclusão da fonte de fibra na dieta acarretou um aumento do peso do ceco fresco (Tabela 4), possivelmente devido à hipertrofia ocasionada pela ingestão deste componente volumoso (29). A ingestão de dieta com 20% de farelo de trigo levou a um aumento na massa da mucosa do ceco e cólon, devido a uma maior proliferação celular ou menor taxa de exfoliação celular (30). Estudo comparativo dos efeitos de três diferentes formas de fibra sobre a mucosa intestinal mostrou que o tipo de fibra na dieta determina a natureza das alterações no crescimento e morfologia da mucosa (31). Alterações morfológicas na mucosa intestinal, observadas por microscopia eletrônica, foram menos severas em ratos alimentados com dieta contendo farelo de trigo, seguido por celulose, pectina e alfalfa, em orden crescente de severidade das alterações (32).

Os resultados obtidos para a atividade específica da fosfatase alcalina da mucosa do jejuno mostraram um efeito da inclusão do farelo de trigo na dieta, embora contravertido (Tabela 4). Assim, no grupo que recebeu a dieta balanceada, a atividade enzimática foi 48% inferior à do controle, enquanto que o que ingeriu a dieta convencional foi 23% superior; embora esse não seja significativamente diferente à do grupo controle, sem fibra. Não se tem uma explicação imediata para tal fato; entretanto, quando se leva em consideração a forma de adição da fonte de fibra nas dietas, observa-se que o farelo de trigo exerceu um efeito indireto sobre a atividade enzimática. Uma das conseqüências da formulação das dietas com fibra é uma variação nos seus respectivos teores em nutrientes (Tabela 2), o que resulta numa ingestão diferente dos mesmos, principalmente em carboidratos (Tabela 4). Esta, por sua vez, pode ser correlacionada com a atividade da fosfatase alcalina. Desta forma, os resultados da análise de variância e correlação ($r = -0.54$, $p \leq 0.05$) mostraram que parece haver uma relação inversa entre a ingestão de carboidrato e a atividade da fosfatase alcalina. Contudo, este resultado parece surpreendente, e um mecanismo de ação deste nutriente sobre a atividade da enzima ainda não pode ser elaborado. Na literatura pesquisada existem dados escassos sobre a interrelação de fibra e os outros nutrientes com a fosfatase alcalina da mucosa intestinal. A redução da atividade enzimática, constatada no presente trabalho para o grupo de ratos em crescimento que recebeu a dieta balanceada, parece concordar com os resultados obtidos por Brown, Kelleher e Losowsky (6) e Murray *et al.* (29), independentemente da fonte de fibra na dieta e idade dos animais. Entretanto, os autores acima não indicaram a forma de adição da fonte de fibra à dieta e mantiveram seus animais sob o regime alimentar por um período bem mais longo. Observa-

se, entretanto, que um período experimental de quatro semanas parece ser suficiente para acusar alguma alteração na atividade da fosfatase alcalina da mucosa intestinal.

Sabe-se que alterações nos níveis de fosfatase alcalina no soro de animais ocorrem como consequência de variações em fatores dietéticos como carboidratos, gorduras e deficiência em proteína. A atividade da fosfatase alcalina do soro observada nos grupos que receberam as dietas contendo o farelo de trigo, principalmente a balanceada, foi superior àquela observada no grupo controle (Tabela 4). Isto pode ser atribuído a um efeito direto do farelo de trigo por si ou à ingestão incrementada das respectivas dietas. A análise da correlação entre a ingestão de alimento e a atividade da fosfatase alcalina no soro ($r = 0.55$) foi significativa ao nível de 5%. Uma correlação positiva entre o consumo de uma dieta comercial e a atividade da fosfatase alcalina no soro de ratos adultos normais também já foi verificada (33).

Muitos experimentos em animais têm indicado que certos alimentos ricos em fibra dietária influenciam os níveis de lípides sanguíneos e hepáticos. Níveis de 10 ou 15% de farelo de trigo (27.34) não acarretaram qualquer efeito sobre a hiperlipidemia em ratos. Teores superiores a estes poderiam ser necessários na dieta para produzir um efeito perceptível no metabolismo de colesterol em rato (35), pois o mesmo é muito eficiente em ajustar a velocidade de síntese e degradação de colesterol em resposta ao consumo dietético. Os níveis gerais de colesterol plasmático constatados neste estudo (Tabela 4) mostraram que a inclusão de 25% de farelo de trigo nas dietas não acarretou nenhum efeito hipocolesterolêmico em relação ao grupo controle; embora o grupo alimentado com a dieta balanceada apresentasse nível de colesterol inferior àquele do grupo que recebeu a dieta convencional. A quantidade de farelo utilizada neste estudo (25%), contendo 8.87 g de fibra dietária por 100 g de dieta, ainda é insuficiente para acarretar uma redução no nível de colesterol sérico. Por outro lado, um incremento maior no nível de farelo de trigo seria inadequado para uma dieta.

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que alguns parâmetros como ingestão de alimento, ganho em peso, coeficiente de utilização protéica, atividade da fosfatase alcalina da mucosa intestinal e nível de colesterol sérico sofreram maior ou menor influência do tipo de formulação da dieta. Entretanto, os dados existentes atualmente não permitem ainda uma indicação mais conclusiva de qual seria a formulação mais aconselhável, convencional ou balanceada, pois, deve-se também levar em consideração a fonte de fibra e a própria composição da dieta.

No presente estudo também foram utilizados dois grupos com alimentação emparelhada (dieta sem fibra), em termos de calorias, com os grupos que receberam as dietas contendo farelo de trigo, respectivamente (1). Contudo, os resultados não são apresentados porque não foram estatisticamente diferentes daqueles observados para o grupo controle, alimentado à vontade. A utilização de grupos de animais emparelhados em função das calorias ingeridas (1) parece ser desnecessária quando a fonte de fibra utilizada tem caráter complexo. A mesma contém outros nutrientes que também contribuem com energia metabolizável. Conseqüentemente, a pequena redução desta nas dietas é, geralmente, compensada pelos ratos por um consumo maior de alimento.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Professor Ivan B. Sampaio, do Departamento de Zootecnia/Escola de Veterinária/UFMG, pela orientação na análise estatística e aos técnicos Claudete Sant'Ana e Marcelo Eustáquio Silva pela colaboração na parte experimental.

SUMMARY

EFFECT OF TWO RAT DIET FORMULATIONS, WITH WHEAT BRAN
AS DIETARY FIBER SOURCE, ON SOME BIOCHEMICAL
AND NUTRITIONAL PARAMETERS

The type of diet formulation was considered in our study on the effects of wheat bran on some parameters obtained in a biological assay, for 28 days. Weanling, male Holtzman rats were divided in three groups. Two of them were fed *ad libitum* on diets containing 25% of wheat bran, prepared in two ways: balanced (FB) and conventional (FC). In the first case, the fiber source was added at the expense of every other ingredient, whereas in the second, only of starch. The control group received a wheat bran-free diet. Comparison among the groups showed the highest weight gain for group FB, and the lowest protein efficiency ratio (PER) for group FC. Fecal weight and the weight of the cecal contents were significantly higher for the test groups. Mean activity of the alkaline phosphatase from the jejunal mucosa was lower in group FB than in the other two. The activities of this enzyme in serum, were significantly higher for groups FB and FC. Serum cholesterol level was slightly lower for the group fed the balanced diet, than for the one receiving the conventional diet. Therefore, some parameters such as weight gain, PER, alkaline phosphatase activity of the intestinal mucosa, and serum cholesterol, were influenced by the type of diet formulation. Nevertheless, these results are not enough to substantiate a conclusive answer to the question: which diet formulation is more adequate for biological assays, when using wheat bran as a fiber source?

BIBLIOGRAFIA

1. Bright-See, E., A.V. Rao, S. Li & T. Tang. A system for studying the biological effects of dietary fibers. *Nutr. Repts. Internat.*, 18: 671-675, 1978.
2. Delorme, C.B., J. Wojcik & C. Gordon. Method of addition of cellulose to experimental diets and its effect on rat growth and protein utilization. *J. Nutr.*, 111: 1522-1527, 1981.
3. Shah, N., M.T. Atallah, R.R. Mahoney & P.L. Pellett. Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. *J. Nutr.*, 112: 658-666, 1982.
4. Jacobs, L.R. & B.O. Schneeman. Effects of dietary wheat bran on rat colonic structure and mucosal cell growth. *J. Nutr.*, 111: 798-803, 1981.
5. Hultén, L. Regulation of colonic motility and blood flow. *Nutr. Rev.*, 35: 38-41, 1977.
6. Brown, R.C., J. Kelleher & M.S. Losowsky. The effect of pectin on the structure and function of the rat small intestine. *Brit. J. Nutr.*, 42: 357-365, 1979.
7. Mongeau, R. & R. Brassard. Effects of dietary fiber from shredded and puffed

- wheat breakfast cereals on intestinal function in rats. *J. Food Sci.*, **49**: 507-509, 1984.
8. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. Washington, D.C., The Association, 1980, 1018 p.
 9. McLaren, G.A., P.W. Bankes, T.I. Patel, T.R. Smith, G.C. Fahey Jr., J.E. Williams & M.Z.A. Nomani. Extracted bran as a source of biologically active acid-resistant hemicellulose. *Nutr. Repts. Internat.*, **20**: 469-474, 1979.
 10. Goering, H.K. & P.J. Van Soest. Forage fiber analyses; apparatus, reagents, procedures, and some applications. **Agriculture Handbook** No. 379, Washington, D.C., ARS/USA, 1970, 20 p.
 11. Marlett, J.A. & S.C. Lee. Dietary fiber, lignocellulose and hemicellulose contents of selected foods determined by modified and unmodified Van Soest procedures. *J. Food Sci.*, **45**: 1688-1693, 1980.
 12. Edwards, C.S. Determination of lignin and cellulose in forages by extraction with triethylene glycol. *J. Sci. Food Agric.*, **24**: 381-388, 1973.
 13. Nakabou, Y., Y. Ishikawa, A. Misake & H. Hagihira. Effect of food intake on intestinal absorption and mucosal hydrolases in alloxan diabetic rats. *Metabolism*, **29**: 181-185, 1980.
 14. Roy, A.V. Rapid method for determining alkaline phosphatase activity in serum with thymolphthalein monophosphate. *Clin. Chem.*, **16**: 431-436, 1970.
 15. Tsujita, J., H. Takeda, K. Ebihara & S. Kiriya. Comparison of protective activity of dietary fiber against the toxicities of various food colors in rats. *Nutr. Repts. Internat.*, **20**: 635-642, 1979.
 16. Huang, T.C., C.P. Chen, V. Wefler & A. Raftery. A stable reagent for the Lieberman-Buchard reaction. Application to rapid serum cholesterol determination. *Anal. Chem.*, **33**: 1405-1407, 1961.
 17. Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. **Principles and Procedures of Statistics**. New York, McGraw-Hill, 1960, 481 p.
 18. Matzkies, F. & G. Berg. Dietary fiber syndrome as the cause of disease in civilized societies. *Acta Hepato-Gastroenterol.*, **25**: 402-407, 1978.
 19. Schweizer, T.F. & P. Würsch. Analysis of dietary fibre. *J. Sci. Food Agric.*, **30**: 613-619, 1979.
 20. Heller, S.N., L.R. Hackler, J.M. Rivers, P.J. Van Soest, D.A. Roe., B.A. Lewis & J. Robertson. Dietary fiber: The effect of particle size of wheat bran on colonic function in young adult men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**: 1734-1744, 1980.
 21. Belo Jr., P.S. & B.O. Lumen. Pectic substance content of detergent-extracted dietary fibers. *J. Agric. Food Chem.*, **29**: 370-373, 1981.
 22. Fleming, S.E. & B. Lee. Growth performance and intestinal transit time of rats fed purified and natural dietary fibers. *J. Nutr.*, **113**: 592-601, 1983.
 23. Ikeda, K. & T. Kusano. *In vitro* inhibition of digestive enzymes by indigestible polysaccharides. *Cereal Chem.*, **60**: 260-263, 1983.
 24. Eastwood, M.A., J.R. Kirkpatrick, W.D. Mitchell, A. Bone & T. Hamilton. Effects of dietary supplements of wheat bran and cellulose on faeces and bowel function. *Brit. Med. J.*, **4**: 392-394, 1973.
 25. Southgate, D.A.T., W.J. Branch, M.J. Hill, B.S. Drasar, R.L. Walters, P.S. Davies & I.M. Baird. Metabolic responses to dietary supplements of bran. *Metab. Clin. Exp.*, **25**: 1129-1135, 1976.
 26. Forsythe, W.A., W.L. Chenoweth & M.R. Bennink. Laxation and serum cholesterol in rats fed plant fibers. *J. Food Sci.*, **43**: 1470-1472, 1978.
 27. Reddy, B.S., K. Watanabe & A. Sheinfil. Effect of dietary wheat bran, alfalfa, pectin and carrageenan on plasma cholesterol and fecal bile acid and neutral

- sterol excretion in rats. *J. Nutr.*, **110**: 1247-1254, 1980.
28. Nyman, M. & N-G. Asp. Fermentation of dietary fibre components in the rat intestinal tract. *Brit. J. Nutr.*, **47**: 357-366, 1982.
 29. Murray, D., D. Fleiszer, A.H. McArdle & R.A. Brown. Effect of dietary fiber on intestinal mucosal sodium-potassium-activated ATPase. *J. Surb. Res.*, **29**: 135-140, 1980.
 30. Jacobs, L.R. & F.A. White. Modulation of mucosal cell proliferation in the intestine of rats fed a wheat bran diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**: 1734-1744, 1980.
 31. Jacobs, L.R. Effects of dietary fiber on mucosal growth and cell proliferation in the small intestine of the rat: a comparison of oat bran, pectin, and guar with total fiber deprivation. *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**: 945-960, 1983.
 32. Cassidy, M.M., F.G. Lightfoot, L.E. Grau, J.A. Story, D. Kritchevsky & G.V. Vahouny. Effect of chronic intake of dietary fibers on the ultrastructural topography of rat jejunum and colon: A scanning electron microscopy study. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**: 218-228, 1981.
 33. Tuba, J. & N.B. Madsen. The relationship of dietary factors to rat serum alkaline phosphatase. II - The effect of total food consumption, methionine, choline, and vitamin B₁₂, in normal and alloxan diabetic adult rats. *Can. J. Med. Sci.*, **30**: 18-25, 1952.
 34. Arvanitakis, C., C.L. Stamnes, J. Folscroft & P. Beyer. Failure of bran to alter diet-induced hyperlipidemia in the rat. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **154**: 550-552, 1977.
 35. Story, J.A., A. Shirley, S.A. Tepper & D. Kritchevsky. Influence of dietary alfalfa, bran or cellulose on cholesterol metabolism in rats. *Artery*, **3**: 154, 1977.

EFFECTO DE LA LACTOSA EN LA EVALUACION DEL VALOR NUTRITIVO DE LA CASEINA

R. P. Elia,¹ D. Burman¹ y María Elena Sambucetti²

Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires,
Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

La evaluación biológica de la calidad proteínica de productos lácteos como leches normales y modificadas en polvo en los cuales interviene la lactosa, presenta dificultades. Es sabido que por su efecto osmótico, cuando este azúcar se encuentra en concentraciones considerables, produce serios trastornos intestinales en las ratas, lo que dificulta la determinación de la calidad nutricional de la proteína de la dieta.

En el trabajo objeto de esta comunicación, se trató de determinar cómo la lactosa incide sobre el valor nutritivo de la caseína, evaluado por el método de la Utilización Proteínica Neta (UPN) y el método de la Relación Proteínica Neta Relativa (RPNR).

En dichas experiencias se utilizaron ratas de 30 y 21 días de edad, respectivamente. Las dietas empleadas contenían caseína al 10^o/o y al 8^o/o para la determinación de la UPN y de la RPNR, respectivamente, y cantidades crecientes de lactosa comprendidas entre 20^o/o y 50^o/o. En ambos métodos, esas dietas fueron suministradas a los animales durante 10 días.

Los resultados obtenidos demostraron que, a pesar de los trastornos intestinales observados con mayor frecuencia y duración a medida que aumentaba la concentración de lactosa, el valor nutricional de la caseína no alcanzó una diferencia significativa, aún con concentraciones de 40^o/o de lactosa en ninguno de los dos métodos ($P > 0.05$).

INTRODUCCION

La evaluación biológica de la calidad de la proteína de fórmulas lácteas, y aún de leches normales en polvo, presenta dificultades a causa de la concentración de lactosa de estos productos. Es un hecho reconocido

Manuscrito modificado recibido: 28-11-86.

1 Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental, Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

2 Profesora Asociada del Departamento en referencia, Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Junín 956 - 2o. Piso - (1113) Buenos Aires, Argentina.

que cuando este azúcar se encuentra en concentraciones considerables, por su efecto osmótico, produce serios trastornos intestinales en las ratas.

Algunos autores han demostrado que una dieta con 20^o/o de lactosa produce diarrea en ratas destetadas, mientras que en concentraciones de 5^o/o, 10^o/o y 15^o/o no inducen esta alteración (1).

En el comercio existen diferentes alimentos para lactantes que contienen una concentración proteínica de alrededor de 14^o/o y un contenido de lactosa que varía desde 25^o/o hasta 50^o/o.

Por ello, es de sumo interés conocer el nivel máximo de lactosa en la dieta que permita obtener resultados valederos con los métodos recomendados para la evaluación biológica de las proteínas alimenticias. Con este objetivo en mente, en el presente trabajo se evaluaron dietas de caseína con concentraciones de lactosa que fluctuaban entre 0^o/o y 50^o/o. Para tal propósito se empleó uno de los métodos biológicos más utilizados, que es el de la Utilización Proteínica Neta (UPN) y el de la Relación Proteínica Neta Relativa (RPNR), modificación del PER recomendado por algunos autores (2).

MATERIAL Y METODOS

Relación Proteínica Neta Relativa (RPNR)

Se utilizaron ratas de la cepa Wistar, de 21 a 23 días de edad de ambos sexos, indistintamente.

Cada nivel de lactosa se sometió a ensayo con un mínimo de tres lotes de 6-8 animales. A un lote se le suministró una dieta libre de proteína (LP); a otro, una dieta control o de referencia de caseína suplementada con metionina (C), y al tercer lote, las diferentes dietas problema (I-VIII).

Para alguno de los niveles de lactosa se hicieron duplicados.

La composición de las dietas se muestra en la Tabla 1.

La duración de la experiencia fue de 10 días, período durante el cual se registró la variación de peso de los animales cada tres días. El consumo de las dietas fue registrado diariamente, observándose, además, el estado de los animales y de la materia fecal.

El valor de RPN y RPNR se calculó de acuerdo a las siguientes fórmulas (2):

$$\text{RPN} = \frac{\text{Ganancia de peso de los animales problema} + \text{Pérdida de peso de los animales libres de proteína}}{\text{Proteína consumida por los animales del lote problema}}$$

$$\text{RPNR} = \frac{\text{RPN de proteína problema}}{\text{RPN de proteína de referencia}}$$

Se hizo el cálculo por individuo contrastando animales de igual peso a fin de facilitar el estudio estadístico en el análisis de las diferentes dietas.

TABLA 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EVALUADAS POR EL METODO DE RPNR

Dietas ¹	Caseína (g/100 g)	DL-metionina (g/100 g)	Lactosa (g/100 g)
LP	—	—	—
C	11.00	0.12	—
I	11.00	—	—
II	11.00	—	20.00
III	11.00	—	25.00
IV	11.00	—	30.00
V	11.00	—	35.00
VI	11.00	—	40.00
VII	11.00	—	45.00
VIII	11.00	—	50.00

- 1 Todas las dietas contenían, además de lo indicado en la Tabla: 9.50^o/o de aceite, 5.00^o/o de sales, 0.25^o/o de vitaminas hidrosolubles, 0.50^o/o de vitaminas liposolubles, 0.70^o/o de colina, y dextrina en cantidad suficiente para completar 100^o/o (3). El contenido de proteína (N x 6.38) era de 8^o/o, y el de P^o/o, de 7.72.

Utilización Proteínica Neta (UPN)

Al comienzo de la experiencia se emplearon también ratas de la cepa Wistar, con un peso de alrededor de 60 gramos y de 32 días de edad. Con ellas se formaron cuatro lotes de cuatro animales cada uno (4). Un lote se alimentó con dieta libre de proteína (LP) y los tres restantes con las dietas problema (I' - VIII'). La composición de las dietas utilizadas en las diferentes experiencias se expone en la Tabla 2.

El valor de nitrógeno corporal para el cálculo de la UPN se obtuvo por medio de la ecuación que representa la relación N/H₂O x 100 en función de la edad, y que para nuestra colonia de ratas es la siguiente (5):

$$y = 2.76 + 0.0293x$$

donde y representa la relación N/H₂O x 100 y la x la edad en días.

A partir de los valores obtenidos, se aplicó la siguiente fórmula:

$$UPN = \frac{B - (B_k - I_k)}{I}$$

donde B es el nitrógeno corporal del lote experimental; B_k el nitrógeno corporal del lote que ingirió la dieta libre de proteínas; I la ingesta nitrogenada del lote experimental, e I_k la ingesta nitrogenada del lote libre de proteínas (4).

En las dos experiencias los animales fueron alojados en jaulas indivi-

TABLA 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS EVALUADAS POR EL METODO DE UPN

Dietas ¹	Caseína (g/100 g)	Lactosa (g/100 g)
LP'	—	—
I'	13.80	—
II'	13.80	20.00
III'	13.80	25.00
IV'	13.80	30.00
V'	13.80	35.00
VI'	13.80	40.00
VII'	13.80	45.00
VIII'	13.80	50.00

1 Todas las dietas contenían además de lo indicado en la Tabla: 14.50^o/o de aceite, 5.00^o/o de sales, 0.25^o/o de vitaminas hidrosolubles, 0.50^o/o de vitaminas liposolubles, 0.70^o/o de colina, y dextrina en cantidad suficiente para completar 100^o/o (3). El contenido de proteína (N x 6.38) era de 10^o/o y el de P^o/o de 9.17-

duales a una temperatura ambiente de 20 a 22^oC.

Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza y el test de Dunnett (6).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos con el método de RPNR.

El valor obtenido para caseína fue de 0.71 y los que corresponden a las mezclas de caseína + lactosa oscilaron entre 0.76 y 0.34. Sobre estos valores se realizó el análisis de la varianza de un factor fijo y el test de Dunnett. Se encontró que para una probabilidad del 5^o/o, existe diferencia significativa entre los valores obtenidos para caseína y mezclas de caseína con contenido de lactosa de más de 40^o/o.

Estos resultados se reflejan en los diferentes parámetros analizados. Así, en la Figura 1 se observa la variación de peso de los diferentes lotes alimentados con las dietas en estudio. En ella se destaca el mayor incremento de peso del lote alimentado con la proteína de referencia (caseína + metionina). Los lotes que recibieron 20^o/o a 40^o/o de lactosa demostraron un aumento de peso, menor y similar. En cambio, las ratas alimentadas con caseína + lactosa al 45^o/o y 50^o/o acusaron en un primer momento una caída de peso, y luego una lenta recuperación llegando a un valor levemente superior al inicial. Algunos animales no se recuperaron y continuaron descendiendo de peso.

En la Tabla 4 se detalla el aumento de peso, el consumo y la incidencia de diarrea. En el consumo no hubo diferencia en los lotes alimentados

TABLA 3

DETERMINACION DE NPR Y RPNR DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Dietas	NPR	NPR de dieta control corresp.	RPNR
I	$3.71 \pm 0.13^{*(8)}$	$5.20 \pm 0.24^{(8)}$	0.71 ± 0.04
II	$2.19 \pm 0.22^{(6)}$	$3.22 \pm 0.15^{(6)}$	0.68 ± 0.11
III	$3.56 \pm 0.36^{(8)}$	$4.59 \pm 0.12^{(8)}$	0.76 ± 0.06
IV	$3.08 \pm 0.11^{(14)}$	$4.73 \pm 0.08^{(14)}$	0.66 ± 0.04
V	$2.98 \pm 0.24^{(12)}$	$4.83 \pm 0.06^{(12)}$	0.62 ± 0.04
VI	$2.71 \pm 0.16^{(6)}$	$4.22 \pm 0.19^{(6)}$	0.65 ± 0.05
VII	$2.19 \pm 0.25^{(12)}$	$4.37 \pm 0.11^{(12)}$	0.51 ± 0.06
VIII	$1.40 \pm 0.46^{(6)}$	$4.19 \pm 0.16^{(6)}$	0.34 ± 0.10

* Promedio \pm error estándar.

() Las cifras entre paréntesis representan el número de ratas por lote.

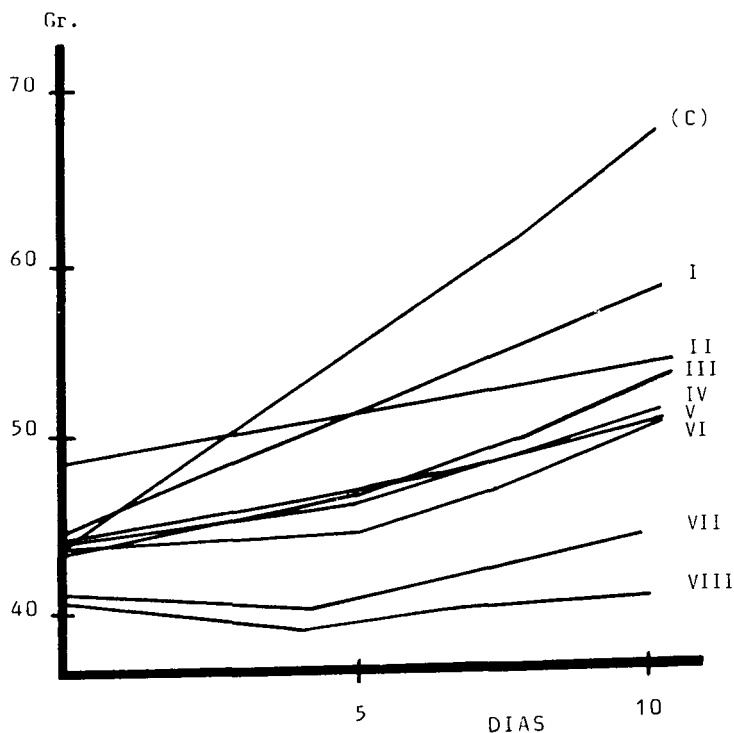


FIGURA 1

Variación de peso de los diferentes lotes en la determinación de RPNR. Dietas: (C) = Control; I = Caseína, II, III, IV, V, VI, VII, VIII = Caseína + Lactosa, 20^o/o, 25^o/o, 30^o/o, 35^o/o, 40^o/o, 45^o/o y 50^o/o, respectivamente.

TABLA 4

AUMENTO DE PESO, CONSUMO Y TRASTORNOS INTESTINALES
DE LOS ANIMALES SUJETOS A ESTUDIO

Dietas	Peso (g)	Consumo (g)	o/o de animales con diarrea	
			t ₀	t _f
I	13.5 ± 0.4 ¹	69.2 ± 3.6 ¹	25.0	0.0
II	5.7 ± 3.4	88.7 ± 2.4	87.5	25.0
III	10.0 ± 1.4	64.6 ± 4.8	100.0	37.5
IV	7.8 ± 1.0	62.8 ± 3.2	100.0	62.5
V	7.2 ± 1.6	61.3 ± 2.9	100.0	33.0
VI	6.8 ± 1.6	65.1 ± 5.3	100.0	66.7
VII	3.8 ± 1.6	56.5 ± 2.6	83.3	83.3
VIII	0.6 ± 2.9	62.7 ± 5.1	83.3	83.3

1 = Promedio ± error estándar. t₀ = Comienzo de la experiencia.

t_f = Final de la experiencia.

con lactosa, a excepción de la dieta que contenía lactosa al 20^oo, donde hubo una gran ingesta pero un pequeño aumento de peso. Este comportamiento anormal podría haberse debido a que esas ratas provenían de un bioterio con una temperatura superior a la de la experiencia. Por lo tanto, el mayor consumo habría sido utilizado en la regulación de la temperatura corporal, en detrimento del crecimiento (7, 8).

Los bajos valores obtenidos para la NPR de esta dieta y su correspondiente control de caseína suplementada, reflejarían este hecho. De ello se desprende que es condición indispensable incluir en cada experiencia simultáneamente un lote con dieta control además del lote libre de proteínas y dieta en ensayo, para anular los efectos que podrían causar diferentes condiciones ambientales.

Con respecto a la incidencia de diarrea, el número de animales afectados al principio del ensayo, y el de normales al final guardó relación con la concentración de lactosa. Es de señalar que con altas concentraciones de lactosa (40^oo en adelante), la normalización fue mínima o nula.

Los hallazgos resultantes de aplicar el método de la UPN se exponen en la Tabla 5. El valor de la caseína, según se aprecia, fue de 0.60, y las demás dietas con lactosa variaron entre 0.65 y 0.52; no se encontraron diferencias significativas entre ellos (P > 0.05).

Debido a que en las ratas alimentadas con lactosa se presentó diarrea, no fue posible realizar el cálculo de digestibilidad necesario para determinar el valor biológico de la proteína.

Si bien el método de la RPN es una modificación del método oficial del PER, al introducir el lote libre de proteínas, la RPN equivale a la UPN, en la que en lugar de medir el nitrógeno corporal, se mide el peso (2).

De ahí la ventaja que ofrece este método especialmente para laboratorios donde no se dispone de la ecuación que expresa la relación N/H₂O en función de la edad.

Por otra parte, el referir el valor de RPN de la dieta problema a una

TABLA 5

DETERMINACION DE UPN₁₀ DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Dietas	UPN ₁₀
I'	0.60 ± 0.02 ¹
II'	0.59 ± 0.02
III'	0.65 ± 0.05
IV'	0.62 ± 0.03
V'	0.63 ± 0.03
VI'	0.59 ± 0.01
VII'	0.64 ± 0.04
VIII'	0.52 ± 0.03

1 = Promedio ± error estándar.

proteína de referencia disminuye la variabilidad de los resultados entre distintos laboratorios (9).

Es de señalar que los valores de NPR de caseína + metionina son algo más bajos que los obtenidos por otros autores (10), lo que hace suponer que la suplementación con metionina fue insuficiente. Esto explicaría también el hecho de que el valor nutricional de la caseína, obtenido por el método de RPNR, haya resultado más alto que el obtenido con la UPN.

En el caso de alimentos con elevada concentración de lactosa, el procedimiento de RPNR sería un método de elección, ya que la UPN por cálculo indirecto, mediante la relación N/H₂O, daría resultados poco exactos a medida que aumenta la deshidratación por diarrea.

Esto explicaría los distintos niveles críticos de lactosa encontrados con ambas técnicas.

En el método de RPNR se constató una notable disminución en los resultados con concentraciones mayores de 40^o/o, mientras que con el método de UPN no apareció una deficiencia significativa aún con el nivel de 50^o/o, a pesar de que ya con 45^o/o el estado de los animales era desfavorable.

Por lo tanto, se puede concluir que la concentración límite de lactosa que permite evaluar correctamente el valor nutricional de la caseína, es del 40^o/o.

Además, los resultados obtenidos aseguran la determinación del valor biológico de las fórmulas comerciales para lactantes a pesar de que en ellas se sobrepasa el límite de concentración de lactosa antes señalado. Debido a que para la preparación de la dieta experimental se realiza una dilución para ajustar la concentración de proteína al nivel requerido por el método, la concentración de lactosa también disminuye a niveles que pueden entrar dentro de los recomendados.

SUMMARY

EFFECT OF LACTOSE ON THE EVALUATION OF CASEIN'S
NUTRITIVE VALUE

The biological evaluation of protein from dairy products such as normal and modified powdered milks where lactose is present, poses difficulties. It is known that when this sugar is contained in high concentrations, and due to its osmotic effect, it causes serious intestinal disorders in rats, thus obstaculizing the determination of the protein nutritional quality. In the study described herein, efforts were made to determine how lactose affects determination of the nutritional value of casein when this is evaluated by the Net Protein Utilization (NPU) procedure, and by the Relative Net Protein Ratio (RNPR) method.

Thirty, and 21-day-old rats were fed with diets containing 10% and 8% of casein respectively, and lactose concentrations varying from 20% to 50%. All experiments lasted 10 days.

The results demonstrated that casein's nutritional value did not differ significantly ($p > 0.05$) with lactose concentrations up to 40% in any of both methods, even though intestinal disorders were observed with more frequency and duration as lactose concentration increased.

BIBLIOGRAFIA

1. Riggs, L.K. & A. Beaty. Some unique properties of lactose as a dietary carbohydrate. *J. Dairy Sci.*, **30**: 939, 1947.
2. Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. **Comité del Codex en Proteínas Vegetales, 2a. Reunión.** Ottawa, 1 a 5 de marzo de 1982. (Informe del grupo especial de trabajo sobre medición de la calidad de las proteínas).
3. Harper, A.E. Amino acid imbalance. I. Dietary level of protein and amino acid imbalance. *J. Nutr.*, **68**: 605, 1959.
4. Miller, D.S. & A.E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, **9**: 382-388, 1955.
5. Sambucetti, M.E. & J.C. Sanahuja. El valor nutritivo de las harinas de pescado y su relación con el contenido de lisina y metionina disponibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **20**: 119-133, 1970.
6. Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. **Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research.** San Francisco, California, W.H. Freeman & Company, 1981, 859 p.
7. Klain, G.J., D.A. Vaughan & L.N. Vaughan. Interrelationships of cold exposition and amino acid imbalances. *J. Nutr.*, **78**: 359-364, 1962.
8. Hamilton, C.L. Food & temperature. In: **Handbook of Physiology. A Critical Comprehensive Presentation of Physiological Knowledge and Concepts.** Section 6: Alimentary Canal. Vol. I, Chapter 23. Control of Food and Water Intake. Washington, D.C., American Physiological Society, 1967, p. 303-317.
9. McLaughlan, J.M., G.H. Anderson, L.R. Hackler, D.C. Hill, G.R. Jansen, M.O. Keith, G. Sarwar & F.W. Sosulski. Vitamins and other nutrients. Assessment of rat - growth methods for estimating protein quality: Interlaboratory study. *JAOAC*, **63**(3): 462-467, 1980.
10. Sawar G. & J.M. McLaughlan. Relative net protein ratio method for evaluating protein quality. *Nutr. Reps. Internat.*, **23**(6): 1157-1166, 1981.

COMPARACION DE TRES METODOS PARA EVALUAR EL CONTENIDO DE ENERGIA Y NUTRIENTES DE DIETAS

*Carmen A. Dárdano*¹

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

RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar el contenido de energía y nutrientes de 83 dietas servidas a pacientes hospitalizados, utilizando tres métodos indirectos (uno detallado y dos abreviados). El método detallado se aplica utilizando valores de energía y nutrientes de alimentos individuales que contiene la Tabla de Composición Química de los Alimentos. Los métodos abreviados I y II tienen como base los valores de los alimentos de referencia y los valores promedio de los grupos de alimentos II. En el caso de cada dieta se calculó el contenido de calorías, proteínas, grasas, carbohidratos, calcio, fósforo, hierro, retinol, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico. Además, para cada uno de los cálculos de energía y nutrientes, en el total de dietas se determinó el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Con el fin de establecer diferencias en la relación entre el método detallado y los dos métodos abreviados —que utilizan valores de agrupaciones de alimentos— se llevó a cabo un estudio de correlación y de regresión lineal entre los valores de energía y nutrientes obtenidos, aplicando los tres procedimientos de cálculo. Adicionalmente, se usó la prueba “t” de Student para identificar diferencias en el cálculo del contenido de nutrientes de las dietas sometidas a estudio, usando los mismos procedimientos.

Se encontró una diferencia significativa entre los valores obtenidos por los tres métodos. En relación a los valores que se obtuvieron por los métodos abreviados, las diferencias fueron significativas únicamente para calcio y tiamina.

En términos generales, los resultados revelan problemas sustanciales al utilizar los dos métodos abreviados. Las diferencias observadas entre el método detallado y los métodos abreviados, en cuanto a los valores promedio de la mayoría de los nutrientes, sugieren que los métodos abreviados sufren de sesgo en la estimación del contenido de nutrientes.

A pesar de los resultados de este estudio, es importante destacar las ventajas de estos métodos que reducen considerablemente el tiempo y son fáciles de utilizar. En resumidas cuentas, el método basado en valores promedios de 100 gramos de

Manuscrito modificado recibido: 5-1-87.

¹ Licenciada en Nutrición, miembro de la División de Nutrición y Salud del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal No. 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

alimento, teóricamente es más apropiado para utilizar a nivel institucional, mientras que el de alimentos de referencia es particularmente atractivo para educar y guiar a pacientes ambulatorios.

INTRODUCCION

El contenido de energía y nutrientes de la dieta puede determinarse a través de métodos directos e indirectos.

El método directo consiste en determinar el contenido de nutrientes de los alimentos que componen la dieta, con base en un análisis químico. Este método permite obtener resultados muy exactos, siempre y cuando exista una cuantificación de los ingredientes de la dieta. Generalmente, el método se emplea en estudios metabólicos (1-4).

Basándose en estas determinaciones directas, se han elaborado tablas de composición química de los alimentos, las cuales se utilizan para calcular el contenido de nutrientes de una dieta, denominándose métodos indirectos. Estos métodos se emplean cuando no se requiere de mucha exactitud en el cálculo del valor nutritivo de la dieta. Su bajo costo y menor tiempo los han convertido en los procedimientos de mayor uso para evaluar dietas, tanto de grupos de población, como de individuos.

Para calcular el contenido de nutrientes de la dieta, con base en las tablas de composición química de los alimentos (métodos indirectos), la literatura describe dos tipos de metodología, a saber: método detallado (5) y el método abreviado (6-8). El método detallado consiste en estimar el contenido de energía y de nutrientes de la dieta, partiendo de valores de alimentos individuales establecidos en las tablas de composición química de los alimentos. Este procedimiento es largo y requiere de tiempo y de esfuerzo, llegando a considerarse prolongado y tedioso; por ello, se pensó en simplificar la operación usando un método abreviado (9).

Este último consiste en determinar el contenido de nutrientes de la dieta, utilizando valores promedio de grupos de alimentos (6, 8, 10-16) o valores de alimentos de referencia² (9).

Para establecer los valores promedio de grupos de alimentos, debe investigarse cuáles son los alimentos que integran la dieta con mayor frecuencia en un período de tiempo determinado (6-8). Una vez establecido qué alimentos se consumen con mayor frecuencia, éstos se agrupan con base en el contenido semejante de energía y nutrientes y para cada alimento se determina el contenido de nutrientes en 100 g, para luego obtener el valor promedio de energía y nutrientes del grupo (6, 7, 15, 17, 18). Algunos autores sostienen que es necesario separar ciertos alimentos de estos valores promedio, dado su alto contenido en diversos nutrientes que afectarían la exactitud del método (6, 8, 18-20). Asimismo, se llegó a la conclusión de que la estimación del contenido de energía y nutrientes de una dieta —utilizando valores promedio de grupos de alimentos— es más confiable cuando los alimentos que componen la dieta son variados (8, 16, 18, 21).

Los valores de alimentos de referencia se establecen agrupando los

alimentos de acuerdo al valor nutritivo similar y función semejante en el organismo. Asimismo, el valor nutritivo de cada grupo, se determina investigando cuál es el alimento —dentro de ese grupo— que se consume con mayor frecuencia, el que será señalado como el alimento de referencia. Asimismo, se determina cuál es la porción casera³ más comúnmente consumida de ese alimento. Luego, con base en el tamaño de la porción se determina el valor nutritivo de cada grupo de alimentos y, tomando como base este valor nutritivo, se define el tamaño de la porción de los otros alimentos que integran el grupo. El tamaño de la porción de estos alimentos debe aproximarse al valor nutritivo previamente elegido o sea al del alimento de referencia (9, 10).

Así se obtiene un valor nutritivo definido para cada lista, y las porciones de los diferentes tipos de alimentos incluidos en cada una de ellas, son acordes a dicho valor nutritivo. Esto da como resultado que las cantidades de los alimentos que incluye cada una de las listas puedan ser intercambiables entre sí, sin alterar significativamente el valor nutritivo de la dieta. Este sistema fue publicado en 1950 (9) y a pesar de que originalmente fue diseñado y empleado en el cálculo y planificación de la dieta del paciente diabético, en la actualidad se emplea para dietas normales y terapéuticas como son las modificadas en su contenido de sodio, potasio, purina y otros (10).

El cálculo del contenido de calorías y de nutrientes de la dieta, utilizando los valores promedio de grupos de alimentos y los valores de alimentos de referencia, permite evaluar y planificar la dieta en una forma rápida y sencilla (9, 10). Ajeno a ello, reduce considerablemente costos, trabajo y tiempo, sin alterar con fines prácticos los resultados (6, 7, 11, 12).

El objetivo del presente estudio, por lo tanto, fue comparar los valores de energía y de nutrientes de las dietas servidas a pacientes hospitalizados, calculados por tres métodos indirectos, un método detallado y dos abreviados. El primero se basa en los valores promedio de grupos de alimentos (13), y los otros, en los valores de alimentos de referencia (11).

MATERIAL Y METODOS

Se estudió un total de 83 dietas servidas durante el término de 20 días a pacientes diabéticos hospitalizados en los Departamentos de Medicina y Cirugía del Hospital Roosevelt, ciudad de Guatemala. La selección de las dietas se hizo al azar sin reemplazo, utilizando una tabla de números aleatorios (14).

Para determinar la cantidad de alimentos servidos en la dieta, se utilizó tanto el método de pesada directa a nivel individual, como institucional.

El valor nutritivo de las dietas servidas se determinó mediante tres métodos indirectos: uno detallado y dos abreviados. El método detallado se aplicó utilizando los valores de energía y nutrientes de alimentos individuales que se presentan en la *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina* (5). Los métodos abreviados I y II emplean como

³ Medidas de alimentos utilizadas en el hogar.

base los valores de alimentos de referencia (leche, carne, tortilla, tomate, naranja, azúcar y aceite) (11), y los valores promedio de los grupos de alimentos II (leche y quesos, carnes y huevos, vegetales, frutas y cereales, leguminosas, raíces y tubérculos, grasas y azúcares) (13). En el caso de cada dieta se calculó el contenido de calorías, proteínas, grasas, carbohidratos, calcio, fósforo, hierro, retinol y tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico. Además, para cada uno de los cálculos de energía y nutrientes en el total de las dietas, se determinó el promedio, desviación estándar y el coeficiente de variación.

Por último se realizó un estudio de correlación y de regresión lineal (14) entre los valores de energía y nutrientes obtenidos por los tres procedimientos de cálculo, con miras a establecer diferencias en la relación entre el método detallado y los dos métodos abreviados que se valen de los valores de agrupaciones de alimentos. Además, se usó la prueba "t" de Student (14) para identificar diferencias en el cálculo del contenido de nutrientes para las dietas estudiadas por los tres procedimientos.

RESULTADOS

El promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada uno de los nutrientes calculados por los tres métodos se exponen en la Tabla 1. Según se observa, existe variabilidad en la cantidad de nutrientes que aporta la dieta, especialmente en proteínas, calcio, retinol, niacina y ácido ascórbico, lo cual refleja deficiencia en la planificación del menú y en el control del tamaño de la porción. Ajeno a ello, se aprecia la gran diferencia existente entre los valores de ciertos nutrientes obtenidos con los métodos abreviados (4, 5), con respecto al método detallado. La Figura 1 ilustra el porcentaje de diferencia estimado por los métodos abreviados I y II, cuyo cálculo se hizo en relación al método detallado.

En la Tabla 2 se muestra esta diferencia, utilizando el método detallado como referencia. Según se aprecia, esta Tabla expone la diferencia entre el promedio estimado como porcentaje, del promedio dado por el método detallado. Como los datos lo revelan, los dos métodos abreviados tienen un patrón de comportamiento similar para casi todos los nutrientes, por lo que según parece, no existe ventaja entre un método y otro. Asimismo, aparentemente, ambos métodos abreviados sobrestiman el contenido de energía, grasa, tiamina, niacina y ácido ascórbico. En cuanto a la subestimación, ésta tiende a ser un poco menor en magnitud.

La prueba de igualdad de promedios en relación al método detallado, se presenta también en la Tabla 2. Se encontró que los valores promedio de proteínas, calcio, retinol y riboflavina obtenidos con el método abreviado I y los valores de proteínas, retinol y riboflavina obtenidos con el método abreviado II, no fueron estadísticamente diferentes a los obtenidos con el método detallado. Sin embargo, la comparación de los valores promedio no responde a la validez de las determinaciones individuales. El análisis de correlación entre los métodos abreviados y el método detallado, en la estimación del contenido de nutrientes de las mismas dietas servidas, se muestra en la Tabla 3. La media de las correlaciones para el

TABLA 1

PROMEDIO, DESVIACION ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACION DEL VALOR NUTRITIVO DE 83 DIETAS HOSPITALARIAS DETERMINADOS POR EL METODO DETALLADO Y LOS METODOS ABREVIADOS I Y II

Nutrientes		Métodos		
		Detallado	Abreviado I	Abreviado II
Energía (Kcal)	X	1,659	1,885	1,873
	DE	184	263	243
	CV	11.1	14.0	13.0
Proteína (g)	X	82.1	84.3	84.4
	DE	18.1	15.8	14.2
	CV	22.1	18.7	16.8
Grasa (g)	X	43.8	53.3	55.3
	DE	5.5	15.1	14.6
	CV	12.6	28.3	26.5
Carbohidratos (g)	X	233.6	251.5	253.4
	DE	30.5	36.5	33.9
	CV	13.0	14.5	13.3
Calcio (mg)	X	1,548	1,400	1,344
	DE	251	211	198
	CV	17.2	15.1	14.7
Fósforo (mg)	X	1,497	1,418	1,395
	DE	184	182	168
	CV	12.3	12.8	12.0
Hierro (mg)	X	15.1	16.7	16.5
	DE	3.1	2.7	2.5
	CV	20.6	16.3	15.1
Retinol (mcq)	X	629	574	582
	DE	269	247	250
	CV	42.8	43.0	43.0
Tiamina (mg)	X	1.2	1.3	1.5
	DE	0.1	0.2	0.2
	CV	10.8	16.3	15.6
Riboflavina (mg)	X	2.3	2.2	2.2
	DE	0.3	0.3	0.3
	CV	13.0	13.1	12.7
Niacina (mg)	X	14.2	18.0	17.6
	DE	3.3	4.3	4.0
	CV	23.1	23.3	22.6
Acido ascórbico (mg)	X	133	215	214
	DE	42	62	63
	CV	31.6	28.8	29.4

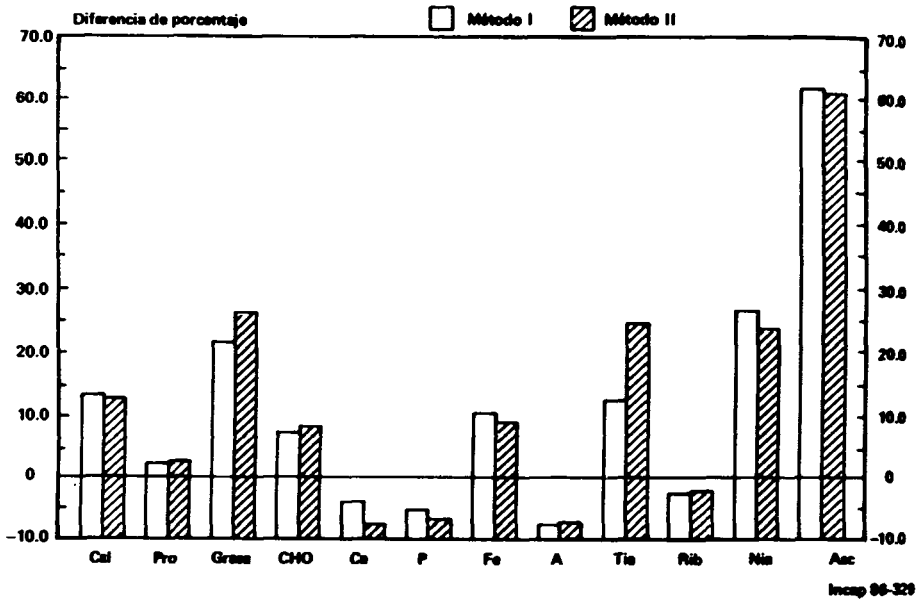


FIGURA 1

Porcentaje de diferencia de la estimación obtenida por los métodos abreviados I y II

método abreviado I⁴ y II⁵ es de 0.729 y 0.743, respectivamente. Ambos métodos muestran poca similitud con el método detallado en lo concerniente a grasa, retinol y ácido ascórbico.

Aun cuando podría decirse que esta correlación es adecuada, es importante considerar que un coeficiente de correlación de 0.7 implica que sólo el 49% de la variancia en las dietas estudiadas fue detectada adecuadamente por el método abreviado sometido a prueba.

DISCUSION

Los resultados del presente trabajo permitieron conocer las diferencias del cálculo de energía y nutrientes, determinados valiéndose de tres métodos diferentes.

Los hallazgos revelan problemas sustanciales con el empleo de los dos métodos abreviados. La diferencia observada entre el método detallado y

4 Valores de alimentos de referencia.

5 Valores de grupos de alimentos.

TABLA 2

**PORCENTAJE DE LA DIFERENCIA DE ESTIMACION DE LOS METODOS
ABREVIADOS I Y II, PRUEBA "T" DE STUDENT DE PROMEDIOS
DE IGUALDAD**

Nutrientes	Métodos					
	Abreviado I			Abreviado II		
	Diferencia	T	Probabil.	Diferencia	T	Probabil.
Energía	+ 13.6	6.42	0.000	+ 12.9	6.40	0.000
Proteína	+ 2.7	0.83	0.410	+ 2.8	0.91	0.367
Grasa	+ 21.7	5.39	0.000	+ 26.3	6.72	0.000
Carbohidratos	+ 7.7	3.43	0.001	+ 8.5	3.96	0.000
Calcio	- 4.0	1.61	0.105	- 7.8	3.25	0.002
Fósforo	- 5.3	2.78	0.006	- 6.8	3.73	0.001
Hierro	+ 10.6	3.55	0.001	+ 9.3	3.20	0.002
Retinol	- 8.7	1.37	0.168	- 7.5	1.17	0.244
Tiamina	+ 12.7	5.65	0.000	+ 24.6	10.18	0.000
Riboflavina	- 2.6	1.33	0.181	- 2.2	1.13	0.259
Niacina	+ 26.5	6.47	0.000	+ 23.7	5.98	0.000
Acido ascórbico	+ 61.7	9.98	0.000	+ 60.9	9.75	0.000

los métodos abreviados (Figura 1) en cuanto a los valores promedio de la mayoría de los nutrientes, sugiere que los métodos abreviados sufren de sesgo en la estimación del contenido de nutrientes en las dietas sometidas a estudio. Este problema es de suma importancia, especialmente para los pacientes diabéticos, quienes constituyen la muestra del estudio, en los que la energía dietética, grasa y carbohidratos fueron sobrestimados de una manera consistente por los dos métodos abreviados.

Los resultados de las correlaciones reducen la confiabilidad de estos dos métodos. La media del coeficiente de correlación encontrada oscila en el valor de 0.7, lo que indica en forma general que menos de la mitad de la variabilidad de las dietas fue detectada por tales procedimientos. Un tanto desconcertante en esta muestra fue la correlación tan baja ($r = 0.274$ y $r = 0.362$) para el método abreviado I⁴ y II⁵, respectivamente, que se obtuvo entre la grasa dietética, estimada por el método detallado, y por los métodos abreviados. La razón de la variación de 7.5 a 13.1 de la grasa dietética puede explicarse por cierta deficiencia de estimación del método. Es importante subrayar que el método detallado también ha sido considerado como un procedimiento que determina el contenido de nutrientes de la dieta en forma aproximada.

4 Valores de alimentos de referencia.

5 Valores de grupos de alimentos

TABLA 3

**COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE LA ESTIMACION DE
NUTRIENTES DE 83 DIETAS HOSPITALARIAS, APLICANDO LOS
METODOS ABREVIADOS I Y II**

Nutrientes	Coeficiente de correlación (r) ¹	
	Abreviado I	Abreviado II
Energía	0.714	0.718
Proteína	0.889	0.718
Grasa	0.274	0.362
Carbohidratos	0.819	0.922
Calcio	0.761	0.735
Fósforo	0.801	0.842
Hierro	0.661	0.713
Retinol	0.356	0.358
Tiamina	0.526	0.737
Niacina	0.744	0.825
Riboflavina	0.851	0.930
Acido ascórbico	0.555	0.697

1 Todos los coeficientes de correlación son significativos al nivel de $P < 0.01$.

No era de prever la similitud en los resultados obtenidos por ambos métodos abreviados, ya que existen diferentes bases para el desarrollo de cada uno de ellos. Esto puede deberse a que el método abreviado I (con base en alimentos de referencia), no se aplicó en la manera usual, sino que se realizó peso directo y conversión a porciones, en vez de usar directamente la porción. Ello sugiere que podrían ocurrir mayores errores cuando el método se utiliza en forma adecuada. Asimismo, si la variabilidad de la dieta de la Institución se reduce, ambos métodos podrían llevar al sesgo que se observó en este estudio. El período del mismo fue de 20 días, lo que se hizo con el propósito de incluir por lo menos un ciclo de menú. Aunque el tiempo de estudio del paciente es menor que este período, era de esperar un mayor sesgo a nivel individual que el observado en el trabajo aquí descrito.

A pesar de los resultados obtenidos, conviene mencionar las ventajas de los métodos cortos, que son fáciles de utilizar y que reducen considerablemente el tiempo. El método basado en valores promedios de 100 gramos de alimentos, teóricamente es más apropiado para utilizar a nivel de instituciones, mientras que el de los alimentos de referencia, es particularmente atractivo para educar y guiar a pacientes ambulatorios.

Con el fin de aumentar la confiabilidad y precisión de estos métodos, debería dársele mayor atención a la configuración de las listas. Debido a la complejidad de este trabajo, debería emplearse una técnica de análisis multivariable, el "Cluster Analysis", por ejemplo.

En conclusión, los métodos abreviados utilizados en el presente estudio, no son significativamente diferentes, y son válidos para el cálculo del

contenido de energía y nutrientes de las dietas, siempre y cuando en la elaboración de menús se utilicen en forma rotativa, todos los alimentos que integran el grupo. Por otra parte, los métodos abreviados reducen considerablemente el trabajo, el tiempo y el costo de planificación y evaluación de las dietas, facilitando así la elaboración de menús.

A pesar de que las diferencias encontradas entre los diferentes métodos no fueron estadísticamente significativas, y que el método abreviado es un instrumento de trabajo para el nutricionista-dietista, sería conveniente realizar un estudio en el que se comparen los resultados obtenidos con los métodos indirectos y el directo, y poder así validar el procedimiento.

SUMMARY

COMPARISON OF THREE METHODS TO EVALUATE ENERGY AND NUTRIENT CONTENT OF DIETS

A total of 83 diets served over a period of 20 days to hospitalized diabetic patients were studied. The diets were modified in both calories and carbohydrates and were prepared in a centralized cooking facility. The diets studied were randomly selected, without replacement, using a random number table. Quantities of food served were determined using the direct weighing method. The nutritional value of the diets was determined by three indirect methods. The first, the detailed method, using energy and nutrient values of individual foods, and two abbreviated methods, I and II, based on the reference food values and food group mean values. Calories, proteins, carbohydrate, calcium, phosphorus, iron, retinol, and thiamine, riboflavin, niacin, and ascorbic acid contents were calculated for each diet. Furthermore, for each of the energy and nutrient calculations, the mean, standard deviation and variance were determined for all diets. A correlation and linear regression study was performed, to establish differences between the detailed and the abbreviated methods. Also, Student's "t" test of equality of means was used to identify differences in the calculation of the nutrient content of the diets. Significant differences among the values obtained by the three methods were found. In relation to the values obtained by the abbreviated methods, significant differences were found only for calcium and thiamine. In general, however, the diet calculation using the abbreviated methods gave similar results as those obtained by using the detailed method. Therefore, the use of the abbreviated methods at hospital level is considered convenient because they considerably reduce work, time and costs of diet planning and evaluation, making them easier. Nevertheless, their limitations should be taken into account.

The preceding results document substantial problems in the use of the two abbreviated methods studied. The differences observed between the detailed and abbreviated methods in mean levels of most nutrients are unacceptably large, suggesting that the abbreviated methods suffer biases in estimating the nutrient content in the hospital diets studied. These problems are particularly important for the diabetic patients who composed the sample, in that dietary energy, fat, and carbohydrates were over-estimated in a consistent manner by both abbreviated methods used.

Nonetheless, abbreviated methods, such as those used in the present study, have advantages which cannot be ignored: they are easy to use, reducing time requirement, and conceptual simplicity. In theory, the method based on 100 g equivalents is more appropriate for institutional use, while the portion-based method is partic-

ularly attractive for outpatient education and guidance.

In order to increase the reliability and precision of these methods, however, careful attention must be placed upon the construction of the lists. Given the complexities of this task, multivariate analysis techniques, such as cluster analysis, should be employed to assure greater homogeneity within lists.

BIBLIOGRAFIA

1. Head, M. K., R. J. Weeks & E. Gibbs. Major nutrients in the type A lunch. I. Analyzed on calculated value of meal served. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **63**(6): 620-625, 1973.
2. Jelliffe, D. B. *The Assessment of the Nutritional Status of the Community (with special reference to field surveys in developing regions of the world)*. Geneva, World Health Organization, 1966, p. 111-118 (WHO Monograph Series No. 53).
3. Marshall, M. W., J. Lacono, C. Young, V. Washington, H. Slover & P. Leapley. Composition of diets containing 25-35 percent calories from fat. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **66**(5): 470, 1975.
4. Norris, T. *Encuestas Alimentarias: Su Técnica e Interpretación* Washington, D. C., FAO, 1950, 120 p. (FAO, Estudios de Nutrición No. 4).
5. Carroll, E. M., M. A. Wharton, B. L. Anderson & E. C. Brown. Group method of food inventory vs. individual study method of weighed food intake. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **28**(8): 1146-1150, 1962.
6. Berryman, C. H. & C. Chatfield. A short method of calculating the nutritive value of diets. *J. Nutr.*, **25**: 23-27, 1943.
7. Berryman, C. H. & P. E. Howe. A short method of calculating the nutritive value of diets. (Concluded). *J. Nutr.*, **27**: 231-240, 1944.
8. Clark, F. & E. Cofer. A short method for calculating nutritive value of food issues. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **40**: 301-307, 1962.
9. Montoya Morales, J. L. *Instrumento para el Cálculo de Dietas en Guatemala*. Tesis Licenciatura en Nutrición. Escuela de Nutrición del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A., agosto de 1972.
10. Béhar, M. & S. J. Icaza (Eds.). *Nutrición*. 1a. ed. México, D. F., Nueva Editorial Interamericana, S. A. de C. V., 1972, p. 234-244.
11. Hunt, C. L. A quick method of calculating food values. *J. Home Econ.*, **10**: 212, 1918.
12. Rose, A. R. Abridged dietary calculations for rations in quantity. *Mod. Hosp.*, **14**: 487-492, 1920.
13. Hawley, E. *A Short Method of Calculating Energy, Protein, Calcium, Phosphorus, and Iron in the Diet*. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture Tech. Bull., 105, 1929. Cited in: Donelson, E. G. and J. M. Leichsenring. Short method for dietary analysis. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **18**: 429-434, 1942.
14. Rowntree, J. I. The teaching of nutrition. *J. Home Econ.*, **30**: 156-160, 1938.
15. Donelson, E. G. & J. M. Leichsenring. Short method for dietary analysis. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **18**: 429-434, 1942.
16. Donelson, E. G. & J. M. Leichsenring. Food composition table for short method of dietary analysis (rev.). *Am. J. Clin. Nutr.*, **21**: 440-442, 1945.
17. Caso, E. Calculation of diabetic diets. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **26**(8): 575-583, 1950.

18. Leichsenring, J. M. A short method of dietary analysis as based on the new data on food composition. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **28**: 806-808, 1952.
19. Howe, C. P. E., L. C. S. Pritchett & L. G. H. Berryman. Classification of foods and factors for conversion of their packaging units to pounds. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **18**: 435-448, 1942.
20. Lifquist, R. C. Nutritional accounting in planning food for institutions. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **28**: 509-514, 1952.
21. Leichsenring, J. M. & E. Donelson Wilson. Food composition table for short method of dietary analysis. (Second rev.). *J. Am. Dietet. Assoc.*, **27**: 386-389, 1951.
22. Mitchell, H., H. Rynbergen, L. Anderson & M. Dibble. *Nutrition in Health and Disease*. 16th ed. Philadelphia, J. B. Lippincott Co., 1976, p. 14-122.
23. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. *Statistical Methods*. 6th ed. Ames, Iowa, Iowa State University Press, 1967, 593, p.
24. Wu Leung, Woot-Tsuen, con la colaboración de M. Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina**. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, MD, y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1961, 132 p.
25. Cáceres Prendes, L. A. **Uso de las Listas de Intercambio de Alimentos por Pacientes Diabéticos de la Clínica Dietética del Hospital Roosevelt**. Tesis Licenciatura en Nutrición. Escuela de Nutrición del Centro de Estudios en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP. Guatemala, C. A., 1976.

EVOLUCION DE SALARIOS Y PRECIOS DE LOS ALIMENTOS Y COMBUSTIBLES DOMESTICOS EN LA CIUDAD DE LA PAZ (1975 – 1985)¹

*Joseph Laure*²

Convenio INAN-ORSTOM (Instituto Nacional de Alimentación
y Nutrición – Institut Français de Recherche Scientifique pour
le Développement en Coopération)
La Paz, Bolivia

RESUMEN

Se efectuó el análisis de las variaciones del poder adquisitivo alimentario del salario medio fabril en el período comprendido entre 1975 y 1984 que subió en 70%, y del salario mínimo, entre noviembre de 1982 y agosto de 1985, que se redujo en 73%.

La evolución de los precios al detalle de los principales grupos de alimentos, bebidas y combustibles en la ciudad de La Paz fue analizada durante los mismos períodos. Las variaciones del tiempo de trabajo remunerado según el salario medio fabril o el salario mínimo, necesario para adquirir estos productos, al igual que la evolución del costo de las calorías y de las proteínas, también se sometieron a análisis.

Las tendencias correspondientes al período 1975-1984, descritas en cuanto a la accesibilidad de las calorías y proteínas, comprenden:

- Disminución progresiva del número de alimentos fuentes de calorías “baratas” o “muy baratas” y alimentos que aportan proteínas del mismo costo;
- Desaparición de toda fuente de proteínas “muy baratas”; y
- Dependencia cada vez mayor frente a la agroindustria y al extranjero (principalmente por la importación de trigo).

Por último se formulan recomendaciones con miras a contribuir a implantar una planificación alimentaria y nutricional. En particular, se sugiere la posibilidad de indexar automáticamente el salario mínimo en función de la inflación monetaria, con el fin de mantener por lo menos el poder de compra alimentario del salario mínimo. El mantenimiento de este poder de compra condiciona en gran medida el estado nutricional de la población asalariada, que compra lo esencial para su alimentación.

Manuscrito modificado recibido: 18-8-86.

1 Un artículo semejante fue publicado en el *Boletín del Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición*, Año 1, No. 4, La Paz, octubre de 1985 (impreso en junio de 1986).

2 Co-Director del Convenio INAN-ORSTOM, Casilla 20383, La Paz, Bolivia.

INTRODUCCION

De acuerdo al convenio de cooperación científica establecido entre INAN (Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición) y ORSTOM (Instituto Francés de Investigación y Cooperación Científica) se llevó a cabo un estudio sobre la "Evolución de salarios y precios de los alimentos en la ciudad de La Paz (1975-1984)" (1).

Mediante el mismo se analizaron las tendencias de los precios al detalle de los principales alimentos y combustibles domésticos; la evolución del costo de las calorías y proteínas; del poder adquisitivo alimentario en relación al salario medio fabril entre 1975 y 1984, y el salario mínimo entre noviembre de 1982 y agosto de 1985.

Uno de los objetivos principales de este estudio fue el demostrar que con los datos existentes (precios al detalle de los alimentos, valor de los salarios, índices de precios), se puede seguir en el curso del tiempo la evolución del estado nutricional y alimentario de una población asalariada que adquiere lo esencial para su alimentación. De la misma manera, es posible contar con elementos para implementar una política alimentaria mejorando la situación (o por lo menos no deteriorándola) e implementando, al mismo tiempo, un sistema de vigilancia alimentaria y nutricional.

METODOLOGIA

Se utilizaron datos ya existentes en diferentes entidades estatales. Los datos concernientes a salarios fueron obtenidos en el Ministerio del Trabajo y Desarrollo Laboral a través del Consejo Nacional del Salario (CONALSA) (2). La información en cuanto a precios proviene del Instituto Nacional de Estadística (INE) (3) y del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA) (4), cuando no existían en el INE. Cabe señalar que en algunos casos, se han encontrado diferencias importantes entre los datos de ambas instituciones. Los precios del kerosene y del gas licuado nos fueron proporcionados por Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB).

Se hicieron los cálculos para el período de 1975 a 1983 con precios medios anuales de los alimentos y combustibles y el Salario Promedio anual nacional de los trabajadores fabriles (SP). Si bien el Salario Mínimo (SM) existía teóricamente, su relación con los salarios reales era bastante alejada hasta noviembre de 1982. Los precios medios anuales son las medias aritméticas de los precios medios mensuales. Estos a su vez, son medias aritméticas de los precios obtenidos semanalmente en los mercados de La Paz (cinco mercados principales para el INE).

Desde octubre de 1982 hasta agosto de 1985 se estudió la evolución de los precios y salarios (SM) en forma mensual, debido a que la inflación tuvo incidencias importantes que llegaron al orden de 3,000% en 1984.

Los precios de los alimentos y combustibles se expresan en pesos bolivianos corrientes y en horas de trabajo (h) (pagado el salario medio fabril o el salario mínimo) necesarios para adquirir una unidad (kg, l, kwh) de esos alimentos y combustibles.

Luego se hizo un cálculo del tiempo en horas de trabajo (pagado al

salario medio fabril y al salario mínimo) necesario para comprar 1,000 kilocalorías y 100 gramos de proteínas de cada uno de los alimentos estudiados. Esto significa que es necesario contar con x horas de trabajo para cubrir tales requerimientos.

Para poder hacer comparaciones, los alimentos fueron reagrupados en clases, en función del precio de las calorías y de las proteínas. Estas clases se definieron en función del salario medio fabril (SP), relacionándolo con el salario mínimo (SM) de 1983. Para el cálculo se utilizó el coeficiente existente ese año, entre el salario medio fabril y el salario mínimo medio. Así, en 1983:

$$SP = 2.685 \times SM$$

Con la finalidad de obtener una escala de precios de las calorías y las proteínas se atribuyó a las clases definidas en función del salario, calificativos que van desde "muy barato" hasta "fuera del alcance". La definición de las clases es diferente e independiente tanto para las calorías como para las proteínas (Tabla 1).

EVOLUCION DE SALARIOS E INDICES DE PRECIOS

Tomando como base 100 el valor, en 1975, de las variables estudiadas, es factible observar la evolución relativa de éstas hasta 1984 (Figura 1).

Así, el poder adquisitivo alimentario del salario medio del sector fabril (expresado en porcentaje en relación a 1975) creció en 1976 y permaneció estable hasta 1979 entre 118 y 123%, descendiendo en 1982 a 70%, elevándose nuevamente a 87% en 1983, y a 107% en 1984. De esta manera, en el período comprendido entre 1976 y 1979, el poder de compra de alimentos de este salario aumentó alrededor de 20% en relación a 1975, llegando a caer en un 30% menos en relación a 1975 en el año 1982, y quedando inferior en 13% durante 1983. Pero en 1984 el salario medio fabril alcanzó 107% del valor de 1975.

El análisis del período de octubre de 1982 a agosto de 1985, se ilustra en la Figura 2. Según se aprecia, se tomó como base 100, los valores de las variables prevalentes en diciembre de 1982.

De noviembre de 1982 a abril de 1984, el índice mensual del salario mínimo permaneció relativamente cerca del índice de los precios alimentarios. Posteriormente, el poder adquisitivo alimentario del salario mínimo sufrió una fuerte caída hasta octubre de 1984. En este último mes dicho salario pierde 71% de su poder de compra de alimentos en relación a diciembre de 1982. En noviembre y diciembre de 1984 asciende para alcanzar el 108% del poder de compra de diciembre de 1982, pero desde el mes siguiente (enero de 1985) no representa más que el 68%. En agosto de 1985, el poder adquisitivo alimentario del salario mínimo representa sólo el 27% de lo que era en diciembre de 1982. El alza importante y aparente (+ 71%) del poder de compra de alimentos del salario mínimo de noviembre de 1984 se debió al aumento de salarios, obtenido a fines de noviembre, retroactivo al primero del mes. Este pago, que fue efectuado con cierto retraso, cuando los precios ya habían sufrido

TABLA 1

**DEFINICION Y DENOMINACION DE LAS ESCALAS Y CLASES DE
PRECIOS DE LAS CALORIAS Y PROTEINAS EN FUNCION DEL SALARIO
MEDIO FABRIL (SP) Y DEL SALARIO MINIMO (SM)**

Precio de 1,000 kilocalorías Calificativo		Precio de 100 g de proteínas Calificativo			
Precio en relación al SP en horas de trabajo		Precio en relación al SM en horas de trabajo	Precio en relación al SP en horas de trabajo		Precio en relación al SM en horas de trabajo
de 1/16 a menos de 1/8	Muy barato	de 0.168 a menos de 0.336	de 1/8 a menos de 1/4	Muy barato	de 0.336 a menos de 0.671
de 1/8 a menos de 1/4	Barato	de 0.336 a menos de 0.671	de 1/4 a menos de 1/2	Barato	de 0.671 a menos de 1.343
de 1/4 a menos de 1/2	Moderado	de 0.671 a menos de 1.343	de 1/2 a menos de 1	Moderado	de 1.343 a menos de 2.685
de 1/2 a menos de 1	Caro	de 1.343 a menos de 2.685	de 1 a menos de 2	Caro	de 2.685 a menos de 5.371
de 1 a menos de 2	Muy caro	de 2.685 a menos de 5.371	de 2 a menos de 4	Muy caro	de 5.371 a menos de 10.742
de 2 a menos de 4	Excesivamente caro	de 5.371 a menos de 10.742	de 4 a menos de 8	Excesivamente caro	de 10.742 a menos de 21.484
de 4 y más	Fuera del alcance	de 10.742 y más	de 8 y más	Fuera del alcance	de 21.484 y más

notable elevación. La baja importante de febrero de 1985 no es significativa. Este último mes, el salario mínimo no fue modificado, pero se crearon diversos bonos que al mes siguiente se fusionaron al salario mínimo.

En conclusión, entre 1975 y 1984, el poder de compra de alimentos del salario medio fabril subió en 70/o.

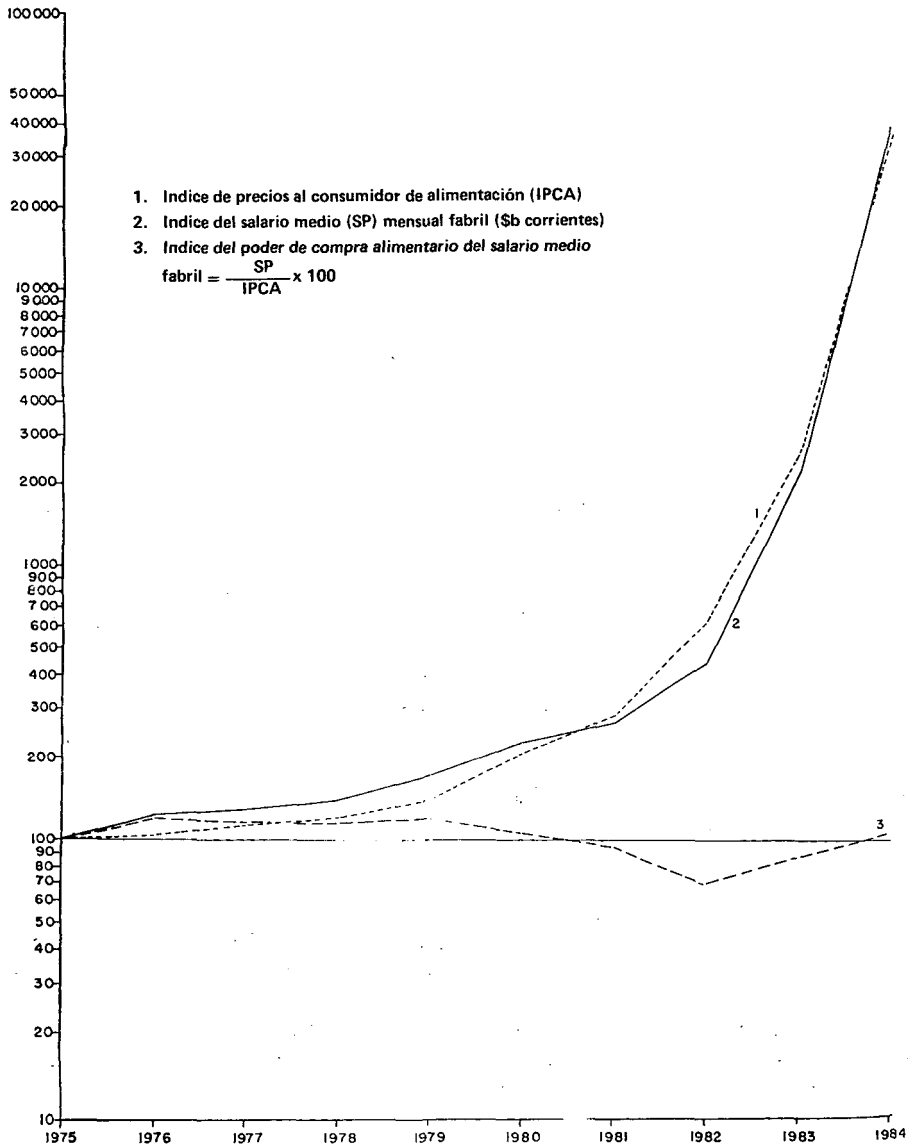


FIGURA 1

Evolución en índices (base 100 en 1975) del salario medio fabril, del índice de precios de la alimentación y del poder adquisitivo alimentario del salario medio fabril (1975 - 1984)

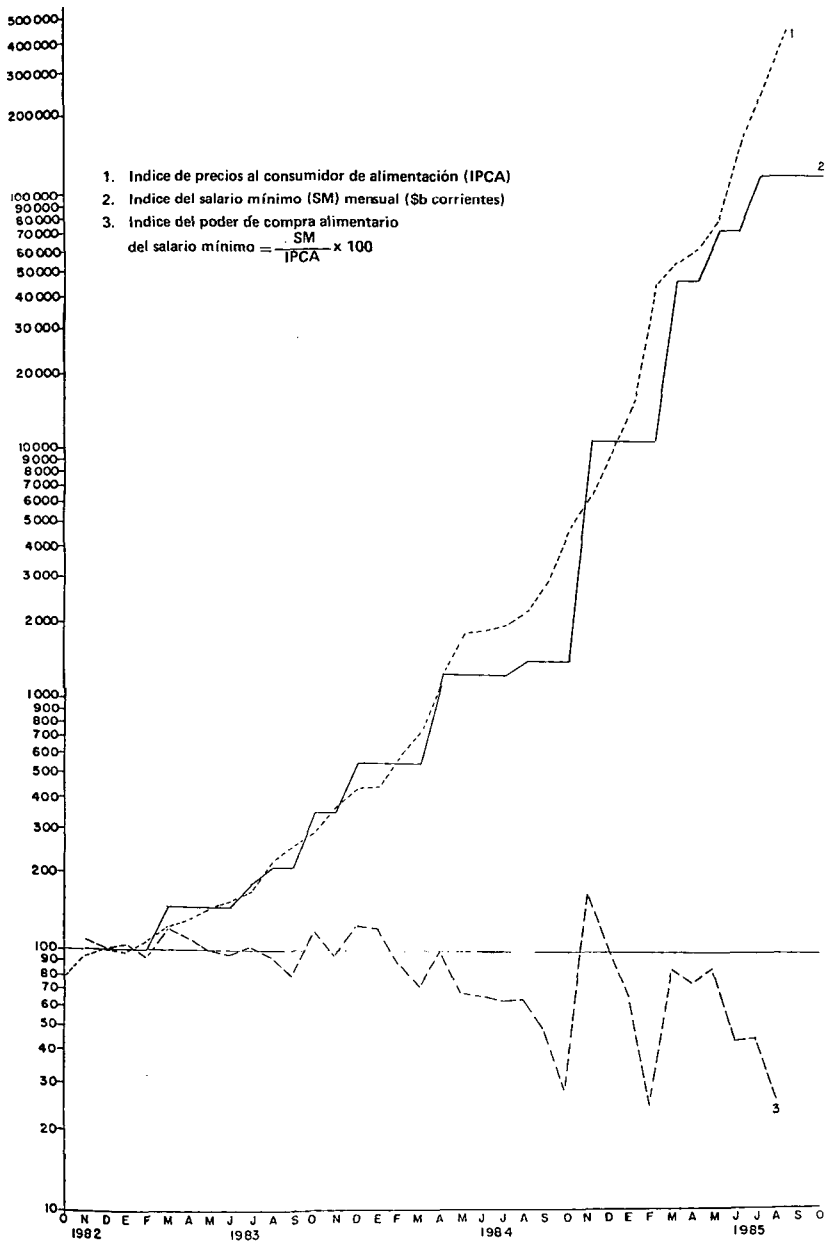


FIGURA 2

Evolución en índices (base 100 en diciembre de 1982) del salario mínimo, del índice de precios de la alimentación y del poder adquisitivo alimentario del salario mínimo (octubre de 1981 — julio de 1985)

El poder adquisitivo alimentario del salario mínimo en diciembre de 1984 fue ligeramente superior al de diciembre de 1982. Sin embargo, esta ventaja se perdió paulatinamente desde enero de 1985 hasta agosto del mismo año. En esta fecha el poder adquisitivo alimentario del salario mínimo no representa más que el 27% de lo que era en diciembre de 1982.

EVOLUCION DEL PRECIO DE LOS PRINCIPALES ALIMENTOS Y COMBUSTIBLES DOMESTICOS

Se hizo un seguimiento de la evolución del precio en pesos y en horas de trabajo (pagado al salario medio fabril y al salario mínimo) de los siguientes grupos de alimentos y combustibles:

- cereales nacionales,
- trigo y derivados,
- leguminosas,
- tubérculos y plátanos,
- carnes, huevos, pescados, leche y queso,
- grasas y oleaginosas,
- azúcar, miel, y sal,
- legumbres,
- frutas,
- bebidas,
- electricidad, gas licuado y kerosene.

Durante el período 1975 a 1983 el precio de los combustibles domésticos —expresado en horas de trabajo remunerado según el salario medio fabril— varió como sigue:

- Descendió a la mitad en el caso de la electricidad, utilizada para cocinar únicamente por una minoría de ingresos elevados, a causa del costo elevado de la instalación y conexión eléctrica;

- Hubo una disminución importante (6 veces menos caro) del gas licuado doméstico, favoreciendo así la difusión de esta fuente de energía para la cocina en la población de ingresos medios o bajos (aunque para estos últimos, la inversión en adquisición de la garrafa vacía frena considerablemente su utilización);

- Ocurrió un aumento del 30% en el kerosene, que es el combustible más utilizado en los hogares de ingresos bajos.

En enero de 1985, el precio (en horas de trabajo remuneradas según el salario mínimo) de los tres combustibles domésticos era más elevado que en noviembre de 1982.

PRECIO DE LAS CALORIAS Y DE LAS PROTEINAS

Cálculo del Precio de las Calorías y de las Proteínas

Para conocer la composición de los alimentos, se utilizó preferentemente la "Tabla de Composición de Alimentos Bolivianos" del Minis-

terio de Salud (5) y en algunos casos la "Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina" del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (6). Para cuantificar la parte comestible se emplearon datos del trabajo de Ruth Villegas, sobre "Estandarización de pesos y medidas de alimentos. Ciudad de La Paz" (7) o nuestras propias estimaciones.

Clasificación de los Alimentos en Función del Precio de las Calorías

Lo primero que se constata es la desaparición de los alimentos que aportan calorías "muy baratas" (Tabla 2):

- En 1975 existían tres alimentos (cebada, quinua real y quinua corriente),
- dos en diciembre 1982 (cebada y habas secas),
- uno en 1983 (cebada) y
- cero en diciembre de 1984.

Esto tendrá que traducirse en una disminución de la ración calórica de las familias de ingresos más bajos.

Lo segundo es la reducción, y posteriormente la desaparición de las leguminosas como fuente de energía "muy barata" o "barata":

- En 1975, había habas secas,
- en diciembre 1982, habas secas ("muy baratas" como ya ha sido señalado), arvejas, porotos,
- en 1983 solamente habas secas y
- en diciembre de 1984 ninguna leguminosa más.

Como lógica consecuencia, esto significaría un empobrecimiento cualitativo de la alimentación de las familias de ingresos más bajos.

La tercera evidencia es la ausencia casi total de tubérculos y plátanos dentro de los alimentos que contienen calorías "baratas". Solo el plátano de freir es de este tipo, en 1975 y en diciembre de 1982.

Es necesario destacar que desde el punto de vista energético, la papa (primer lugar en la producción agrícola del Altiplano), era "cara" en 1975 y diciembre de 1984 y "muy cara" en 1983 y diciembre de 1982. En 1983, las calorías de papas eran tres veces más caras que las provenientes de la mantequilla. En diciembre de 1984, valían el mismo precio.

El chuño, energéticamente considerado de precio "moderado" en 1975 y diciembre de 1982, se tornó en un alimento "caro" en 1983 y diciembre de 1984.

Con la eliminación de las leguminosas, los tubérculos y plátanos, las fuentes de calorías "baratas" se inclinaron a los cereales nacionales o importados, el azúcar, el aceite y la manteca. Estos últimos no contienen proteínas. Es digna de remarcar la dependencia en relación a la agroindustria: arroz, azúcar, harina de trigo, pan, fideos, manteca y aceite.

Dos productos tienden a ocupar un lugar importante dentro de los alimentos con calorías "baratas": el pan y los fideos, hechos de harina

TABLA 2

CLASIFICACION DE LOS ALIMENTOS EN FUNCION DEL PRECIO DE 1000 KILOCALORIAS EXPRESADO EN HORAS DE TRABAJO, SEGUN EL SALARIO MEDIO FABRIL (SP) O SEGUN EL SALARIO MINIMO (SM)¹

Precio de las calorías	1975		1983		Diciembre 1982		Diciembre, 1984	
	Alimentos	h según SP	Alimentos	h según SP	Alimentos	h según SM	Alimentos	h según SM
Muy barato	Cebada	0.07	Cebada	0.12	Cebada	0.27		
	Quinua "real"	0.10			Habas secas	0.33		
	Quinua corriente	0.11						
Barato	Trigo en granos	0.16	Azúcar	0.17	Quinua corriente	0.41	Quinua corriente	0.40
	Azúcar	0.16	Pan	0.18	Quinua "real"	0.44	Arroz	0.48
	Maíz en granos	0.17	Aceite	0.20	Plátano de freír	0.46	Azúcar	0.51
	Harina de trigo	0.21	Fideos	0.20	Arvejas secas	0.50	Pan	0.51
			Trigo en granos (1982)	0.20	Azúcar	0.50	Harina de trigo	0.52
	Habas secas	0.22	Harina de trigo	0.22	Maíz en granos	0.51	Fideos	0.53
	Arroz	0.22	Quinua corriente	0.22	Aceite	0.58	Quinua "real"	0.53
	Plátano de freír	0.23	Habas secas	0.23	Porotos	0.63	Avena	0.54
	Fideos	0.23			Trigo mote en granos	0.65	Manteca	0.56
	Trigo mote en granos	0.24			Harina de trigo	0.65	Aceite	0.59
							Cebada (Sept.)	0.59
							Trigo mote en granos	0.61
							Maíz en granos	0.64
	Moderado	Manteca	0.25	Quinua "real"	0.26	Pan	0.73	Plátano de freír
Aceite		0.28	Manteca	0.27	Manteca	0.74	Porotos	0.88
Pan		0.28	Arroz	0.29	Chuño	0.77	Yuca	0.89
Plátano		0.29	Maíz en granos	0.30	Fideos	0.78	Plátano	1.02

Precio de las calorías	1975		1983		Diciembre 1982		Diciembre, 1984	
	Alimentos	h según SP	Alimentos	h según SP	Alimentos	h según SM	Alimentos	h según SM
	Arvejas secas	0.29	Avena	0.30	Yuca	0.85	Maní pelado	1.02
	Porotos	0.33	Plátano de freír	0.31	Plátano	0.98	Oca (Oct.)	1.13
	Yuca	0.34	Arvejas secas	0.31	Avena	1.01		
			Trigo mote en granos	0.33	Arroz	1.16		
	Avena	0.39	Porotos	0.35	Maní pelado	1.31		
	Chuño	0.40	Maní pelado	0.40	Oca	1.32		
	Miel	0.41	Plátano	0.42				
	Maní pelado	0.41						
	Camote	0.49						
Caro	Oca	0.52	Yuca	0.52	Camote	1.54	Arvejas secas	1.38
	Leche fresca	0.61	Mantequilla	0.54	Papalisa	1.78	Lentejas	1.58
			Leche fresca reconstituida	0.56	Cebolla	1.79	Chuño	1.60
	Lentejas	0.73	Chuño	0.69	Mantequilla	1.86	Camote	2.01
	Papalisa	0.75			Leche fresca reconstituida	1.92	Leche fresca reconstituida	2.05
	Papa	0.76	Papaya	0.81	Papaya	2.13	Papaya	2.07
	Papaya	0.79	Camote	0.83	Ají amarillo	2.51	Papa	2.35
	Sardinas en lata	0.94	Papalisa (1982)	0.84	Lentejas	2.63	Mantequilla	2.38
	Hígado de vaca	0.95	Oca	0.88			Zanahoria	2.50
	Palta							
Muy caro	Cebollas	1.02	Cebollas	1.00	Miel	2.81	Palta	3.01
	Leche en polvo	1.05	Miel	1.07	Choclo	2.87	Papalisa	3.05
	Margarina	1.07	Lentejas	1.10	Papa	2.89	Cebolla	3.22
	Zanahoria	1.07	Hígado de vaca	1.14	Ají colorado	2.89	Hígado de vaca	3.32
	Naranja	1.08	Choclo	1.19	Habas frescas	3.34	Habas secas	3.47
	Lima	1.12	Bogas	1.23	Naranja (Nov.)	3.38	Choclo	3.67
	Choclo	1.18	Naranja	1.28	Hígado de vaca	3.45	Sardinas en lata	3.87
	Queso	1.22	Queso	1.28	Pollo	3.59	Lima	3.91
	Salmon en lata	1.23	Lima	1.36	Carne de cerdo	3.63	Leche en polvo	3.95
	Leche condensada	1.25	Carne de cerdo	1.39	Queso	3.70	Pollo	4.34

Precio de las calorías	1975		1983		Diciembre 1982		Diciembre, 1984	
	Alimentos	h según SP	Alimentos	h según SP	Alimentos	h según SM	Alimentos	h según SM
	Habas frescas	1.29	Leche en polvo	1.44	Lima	3.77	Carne de vaca sin hueso	4.40
	Ají colorado	1.48	Pollo	1.47	Zanahorias	4.07	Ají colorado	4.42
	Ají amarillo	1.46	Carne de vaca sin hueso	1.54	Palta	4.40	Zapallo	4.46
	Carne de vaca sin hueso	1.62	Papa	1.59	Sardinas en lata	4.44	Queso	4.58
	Carne de cerdo	1.63	Zanahoria	1.60	Arvejas frescas	4.48	Miel	4.67
	Pierna de cordero	1.73	Sardinas en lata	1.72	Pejerrey	4.60	Leche condensada	4.67
	Limón	1.78	Leche condensada	1.80	Leche en polvo	4.69	Carne de cerdo	4.75
	Arvejas frescas	1.84	Palta	1.80	Huevo	4.73	Ají amarillo	4.91
	Carne de vaca con huesos	1.93	Carne de vaca con huesos	1.84	Carne de vaca sin hueso	4.86	Habas frescas	5.00
			Durazno	1.85	Salmón en lata	5.25	Carne de vaca con huesos	5.01
			Pejerrey	1.90				
Excesivamente caro	Pollo	2.07	Arvejas frescas	2.03	Carne de vaca con huesos	5.67	Huevo	5.38
	Zapallo	2.22	Ají colorado	2.05	Zapallo	5.94	Repollo	5.50
	Huevo	2.37	Ají amarillo	2.10	Leche condensada	6.07	Salmón en lata	5.57
	Repollo	2.93	Habas frescas	2.13	Limón	6.29	Pierna de cordero	6.19
	Pejerrey	3.40	Repollo	2.17	Locoto	6.33	Arvejas frescas	6.80
	Durazno	3.90	Huevo	2.20	Repollo	7.26	Locoto	6.80
			Salmón en lata	2.27	Pierna de cordero	8.91	Pejerrey	6.93
			Zapallo	2.38			Limón	6.93
			Pierna de cordero	2.44			Tomate	7.79
			Limón	2.70				
			Tomate	2.72				
Fuera del alcance	Tomate	4.03			Tomate	10.78	Naranja (Oct.)	12.19
	Locoto	5.37	Locoto	4.59				

1 El año o mes de los datos, cuando no es el que figura a la cabeza de la columna, se presenta entre paréntesis ().

subvencionada y trigo importado. Así, aumentan la dependencia alimentaria y perjudican el desarrollo de las producciones nacionales (comprendido el trigo).

Clasificación de los Alimentos en Función del Precio de las Proteínas

La primera constatación (Tabla 3) concierne a la disminución progresiva del número de alimentos que aportan proteínas "muy baratas" (*subrayado en el texto*) o "baratas" llegando incluso a la desaparición total de los productos proteínicos "muy baratos";

- en 1975, existían siete alimentos, dos "muy baratos": *habas frescas* y *cebada*, y cinco "baratos": *habas secas*, *quinua real*, *quinua corriente*, *arvejas secas*, *porotos*;

- en diciembre de 1982, había cinco productos, uno "muy barato": *habas frescas* y cuatro "baratos": *arvejas secas*, *cebada*, *porotos*, *quinua corriente*;

- en 1983, existían cuatro alimentos, uno "muy barato": *habas frescas* y tres "baratos": *habas secas*, *cebada*, *arvejas secas*; y

- en diciembre de 1984, solamente quedaban dos productos: *quinua corriente* y *porotos*, de los cuales ninguno es "muy barato"; las *habas frescas* se convirtieron en proteínas "caras".

Durante todo el período estudiado, los productos con proteínas "muy baratas" o "baratas" eran siempre leguminosas y cereales nacionales (*habas*, *arvejas*, *porotos*, *cebada*, *quinua*).

Es necesario destacar que de 1975 a diciembre de 1984 ningún producto de origen animal figura en las listas de proteínas "muy baratas" o "baratas".

Finalmente, conviene anotar el lugar de importancia que ocupa el trigo importado y sus derivados (*harina*, *pan*, *fideos*), dentro de las fuentes de proteínas con precio "moderado".

Comparación de los Alimentos Desde el Punto de Vista Energético y/o Proteínico

Entre los alimentos que aportan calorías "muy baratas" o "baratas" (Tabla 4), cuatro productos figuran en las cuatro listas de las fechas tomadas: 1975, diciembre de 1982, 1983 y diciembre de 1984. Tres son cereales: *harina de trigo* (gran parte hecha con granos importados), *cebada* y *quinua corriente* (ambas de origen nacional) y finalmente, el *azúcar*.

Entre los productos citados, por lo menos una vez en las cuatro listas figuran:

- cereales nacionales (*cebada*, *quinua real* y *corriente*, *maíz pelado*, *arroz* y *avena*),

- trigo, parte importado, y sus derivados (*trigo en grano*, *harina*, *fideos*, *trigo mote*, *pan*),

- leguminosas secas (*habas*, *arvejas*, *porotos*),

- plátano de freír,

- dos de fuentes de grasas (*aceite* y *manteca*) y el *azúcar*.

A estos productos, de importancia capital desde el punto de vista energético y/o proteínico, conviene añadir las *habas frescas* que, exceptuando en diciembre de 1984, constituyen una fuente (a veces única) de

TABLA 3

CLASIFICACION DE LOS ALIMENTOS EN FUNCION DEL PRECIO DE 100 g DE PROTEINAS
EXPRESADO EN HORAS DE TRABAJO SEGUN EL SALARIO MEDIO FABRIL (SP) O SEGUN EL SALARIO MINIMO (SM)¹

Precios de las proteínas	1975		1983		Diciembre 1982		Diciembre, 1984		
	Alimento	h según SP	Alimento	h según SP	Alimento	h según SM	Alimento	h según SM	
Muy baratos	Habas frescas	0.13	Habas frescas	0.21	Habas frescas	0.49			
	Cebada	0.22							
Baratos	Habas secas	0.32	Habas secas	0.34	Arvejas secas	0.68	Quinua corriente	1.31	
	Quinua "real"	0.33	Cebada	0.36	Cebada	0.81	Porotos	1.31	
	Quinua corriente	0.37	Arvejas secas	0.42	Porotos	0.93			
	Arvejas secas	0.39			Quinua corriente	1.34			
	Porotos (1976)	0.49							
Moderados	Trigo en granos	0.54	Porotos	0.50	Quinua "real"	1.41	Avena	1.52	
	Hígado de vaca (1976)	0.63	Bogas	0.57	Harina de trigo	2.02	Harina de trigo	1.62	
	Harina de trigo	0.64	Pan	0.61	Trigo mote	2.12	Fideos	1.67	
	Fideos	0.73	Fideos	0.62	Pejerrey	2.13	Quinua "real"	1.69	
	Trigo mote en granos	0.78	Trigo en granos (1982)	0.65	Hígado de vaca	2.29	Pan	1.70	
	Maní pelado	0.92	Harina de trigo	0.69	Pan	2.42	Cebada	1.79	
	Pan	0.93	Quinua corriente	0.74	Fideos	2.48	Arvejas secas	1.89	
	Maíz pelado	0.98	Hígado de vaca	0.76			Trigo mote	2.00	
			Quinua "real"	0.82			Hígado de vaca	2.23	
			Avena	0.84			Arroz	2.23	
			Pejerrey	0.88			Lentejas	2.29	
			Maní pelado	0.89			Maní pelado	2.29	
			Leche fluida reconstituida	0.93					
	Caros			Carne de vaca sin huesos					
		Salmón en lata	1.01		1.03	Habas frescas	2.73	Carne de vaca sin huesos	2.94

Precios de las proteínas	1975		1983		Diciembre 1982		Diciembre, 1984	
	Alimento	h según SP	Alimento	h según SP	Alimento	h según SM	Alimento	h según SM
	Leche fresca	1.02	Trigo mote	1.10	Avena	2.81	Pejerrey	3.21
	Arroz	1.02	Carne de vaca con huesos	1.23	Maíz pelado	2.86	Carne de vaca con huesos	3.41
	Lentejas	1.05	Arroz	1.36	Maní pelado	2.95	Leche fluida reconstituida	3.42
	Carne de vaca sin hueso	1.08	Carne de cerdo	1.55	Leche fluida reconstituida	3.19	Maíz pelado	3.61
	Avena	1.09	Lentejas	1.59	Carne de vaca sin huesos	3.25	Habas frescas	4.08
	Sardinas en lata	1.15	Maíz pelado	1.69	Carne de vaca con huesos	3.79	Pierna de cordero	4.43
	Pierna de cordero	1.24	Pierna de cordero	1.75	Lentejas	3.80	Salmón en lata	4.57
	Carne de vaca con huesos	1.20	Salmón en lata	1.86	Carne de cerdo	4.02	Habas secas	5.12
	Pejerrey	1.57	Pollo	2.00	Salmón en lata	4.31	Sardinas en lata	4.70
	Carne de cerdo	1.80			Huevos	4.76	Carne de cerdo	5.27
	Bogas	1.88			Pollo	4.88		
	Queso	1.97			Arvejas frescas	4.94		
Muy caros	Arvejas frescas	2.03	Queso	2.06	Sardinas en lata	5.39	Huevos	5.41
	Plátano (banana)	2.17	Sardinas en lata	2.09	Arroz	5.40	Pollo	5.91
	Leche en polvo	2.19	Huevos	2.22	Queso	5.98	Oca	6.51
	Huevos	2.39	Arvejas frescas	2.24	Plátano de freír	6.26	Queso	7.40
	Leche condensada	2.45	Riñones de cordero	2.54	Papalisa	6.36	Arvejas frescas	7.50
	Papalisa	2.68	Leche en polvo	3.00	Pierna de cordero	6.38	Plátano (banana)	7.77
	Pollo	2.83	Papalisa (1982)	3.00	Chuño	7.37	Leche en polvo	8.20
	Papa	2.91	Plátano (banana)	3.18	Plátano (banana)	7.44	Papa	8.94
	Oca	3.02	Leche condensada	3.52	Oca	7.56	Leche evaporada	9.14
	Plátano de freír	3.04					Plátano de freír	10.68
	Camote	3.96			Leche en polvo	9.75		

Precios de las proteínas	1975		1983		Diciembre 1982		Diciembre, 1984	
	Alimento	h según SP	Alimento	h según SP	Alimento	h según SM	Alimento	h según SM
Excesivamente caros	Chuño	4.64	Plátano de freír	4.09	Papa	11.00	Papalisa	10.86
	Choclo	4.67	Choclo	4.70	Choclo	11.31		
	Yuca	4.74	Oca	5.04	Leche condensada	11.87	Yuca	12.55
					Yuca	11.92	Choclo	14.47
					Camote	12.56		
					Papa	6.04		
					Camote	6.79	Chuño	15.43
					Riñón de cordero	18.06	Camote	16.39
					Yuca	7.39		
					Chuño	8.09		
Fuera del alcance	Riñones de cordero (1976)	9.33					Riñones de cordero (Sept.)	35.90

1 El año o mes de los datos, cuando no es el que figura a la cabeza de la columna, se presenta entre paréntesis ().

TABLA 4

ALIMENTOS QUE APORTAN CALORIAS “MUY BARATAS” O “BARATAS”
(Se subrayan aquellas que, además, aportan proteínas “muy baratas” o “baratas”)

1975	1983	Diciembre 1982	Diciembre 1984
* <u>Cebada</u>	* <u>Cebada</u>	* <u>Cebada</u>	* Quinoa corriente
<u>Quinoa “real”</u> (1977)	* <u>Azúcar</u>	<u>Habas secas</u>	Arroz
* <u>Quinoa corriente</u>	Pan	* <u>Quinoa corriente</u>	* <u>Azúcar</u>
Trigo en grano (1978)	Aceite	<u>Quinoa “real”</u>	Pan
* <u>Azúcar</u>	Fideos	Plátano de freir	* <u>Harina de trigo</u>
Maiz pelado	** Trigo en grano (1982)	Arvejas secas	Fideos
* <u>Harina de trigo</u>	* <u>Harina de trigo</u>	* <u>Azúcar</u>	<u>Quinoa “real”</u>
<u>Habas secas</u>	* <u>Quinoa corriente</u>	Maíz pelado	Avena
Arroz	<u>Habas secas</u>	Aceite	Manteca
Plátano de freir		<u>Porotos</u>	Aceite
Fideos		Trigo mote	* <u>Cebada</u> (Sept.)
Trigo mote		* <u>Harina de trigo</u>	Trigo mote
			Maíz pelado

() Entre paréntesis se cita el año o el mes de los precios cuando no es el que figura a la cabeza de la columna.

* Producto presente en las cuatro listas.

** No hay datos disponibles para este producto en diciembre de 1982 y diciembre de 1984.

proteínas “muy baratas” aunque “muy caras” o “excesivamente caras” desde el punto de vista calórico.

La carne y el pescado prácticamente quedan como inalcanzables para las familias de ingresos poco elevados, tanto desde el punto de vista proteínico como calórico.

En cuanto a la leche fluida, reconstituida por la “Pil”, era “cara” desde el punto de vista calórico y “cara” o de precio “moderado” (en 1983) como fuente de proteínas de buena calidad. Si bien este producto es el menos caro de los de origen animal (lo que favorece su consumo), en la ciudad de La Paz, presenta el inconveniente de ser reconstituida a partir de insumos importados, lo que puede incidir acentuando la dependencia alimentaria.

Por último se debe insistir en el hecho de que los tubérculos —en particular la papa— constituyen para los consumidores pobres o de ingresos poco elevados de la ciudad de La Paz, productos de precios inalcanzables, a pesar de su importancia dentro de la producción nacional.

CONCLUSIONES PRINCIPALES Y ALGUNAS RECOMENDACIONES

Globalmente, el poder adquisitivo alimentario del salario medio fabril subió en un 70/o entre 1975 y 1984.

En agosto de 1985, el poder de compra alimentario del salario mínimo, representa sólo un 270/o de lo que era en diciembre de 1982. Por otra parte, debido a la inflación extremadamente fuerte y abandono de la indexación (escala móvil) del salario mínimo, las variaciones de este poder adquisitivo son muy rápidas e importantes. En otros términos, el poder de compra alimentario del salario mínimo representaba el 1000/o en diciembre de 1982, llegando a 1090/o en diciembre de 1984 y descendiendo a 680/o en enero de 1985.

Estas variaciones bruscas del poder de compra son absolutamente negativas desde el punto de vista estrictamente nutricional, cuando incide en una población considerable que está subalimentada (8).

El objetivo buscado es el de mejorar, o al menos no degradar la situación nutricional de la población estudiada (en este caso las familias que viven de sus salarios). Para ello, es necesario que el poder de compra alimentario y el general del salario mínimo progrese o por lo menos no disminuya, porque las condiciones de vida, la vivienda y los servicios, influyen también en el estado de salud de la población.

En períodos de inflación la única manera de llegar a esto es indexando *automáticamente* el salario mínimo. Si la inflación es fuerte o muy fuerte, esto debe hacerse *mensualmente*, reajustando el salario mínimo de acuerdo a la variación del índice de precios, alimentario o general, en relación al mes precedente, y a la variación más grande entre los dos índices. Dicho curso de acción permitirá realcanzar la pérdida del poder de compra del mes anterior.

Cabe subrayar que la inflación preexiste al reajuste del salario mínimo, que es posterior.

Por ejemplo, tomando como base el salario mínimo de noviembre de

1984 (935 000 \$b), teniendo en cuenta los índices de precios del Instituto Nacional de Estadística (INE) y la recomendación anterior, se calculó lo que habría sido la evolución *automática* del salario mínimo para los últimos meses del período estudiado (Tabla 5). No se tomaron en cuenta las posibilidades de aumentos ulteriores obtenidos a partir de conquistas sociales. Se intentó únicamente mantener la situación alimentaria y nutricional vigente.

De esta manera el salario mínimo debería haber sido alrededor de 1.5 millones \$b en diciembre de 1984 y alrededor de 2.5 millones en enero de 1985, en vez de 935 000 \$b, y esto únicamente, con el fin de mantener el poder de compra. En realidad, en relación a noviembre de 1984, el poder de compra alimentario del salario mínimo era del 63^o/o en diciembre y del 40^o/o en enero de 1985. *Estas simples cifras permiten afirmar que en la ciudad de La Paz, la situación alimentaria y nutricional de las familias que viven de sus salarios para comprar su alimentación se había deteriorado entre noviembre de 1984 y enero de 1985, y más aún en junio, julio y agosto de 1985.*

Por otra parte, el período estudiado se caracteriza por la desaparición progresiva de toda fuente de calorías "muy baratas" y de todo alimento capaz de suministrar proteínas "baratas". En la ciudad de La Paz, esto conlleva seguramente a un empobrecimiento cuantitativo y cualitativo de la ración alimentaria de las familias de ingresos (provenientes de los salarios) más bajos.

Según se demostró en otros países (9), se puede confirmar que el estudio de la evolución de los precios de los principales alimentos, utilizando como unidad el salario mínimo (o medio), es un buen indicador para evaluar el mejoramiento o el deterioro de la nutrición de una población asalariada cuya alimentación proviene en gran parte de las compras, y no de la autoproducción (autoconsumo).

La evolución del tiempo de trabajo necesario para adquirir los productos calóricos o proteínicos de base, debe seguirse con atención. En efecto, para una población asalariada que compra lo esencial de su alimentación, toda disminución del tiempo de trabajo necesario para estos productos se manifestará ciertamente en el mejoramiento de la alimentación de la mayoría de estas familias.

Inversamente, todo aumento del tiempo de trabajo requerido para adquirir estos alimentos de base, termina en un deterioro evidente de la alimentación de gran parte de la población estudiada.

En la práctica, para elaborar una política de alimentación y nutrición, es suficiente seguir la evolución de los precios de algunos productos prioritarios. Así, para la ciudad de La Paz, se sugiere controlar la evolución de los precios de los siguientes alimentos:

- *cereales nacionales*: cebada, quinua, maíz pelado, arroz y avena,
- *trigo y derivados* (harina, fideos, pan), en gran parte importados,
- *leguminosas*: habas, arvejas, porotos,
- *plátano de freir*,
- *grasas* (aceite y manteca) y azúcar.

Estos productos son los mismos que en el período estudiado eran fuentes de calorías, y a menudo de proteínas "muy baratas" o "baratas".

A los citados debe añadirse las habas frescas, con frecuencia fuente de

TABLA 5

EJEMPLO DE AJUSTE AUTOMATICO DEL SALARIO MINIMO EN FUNCION DEL COSTO DE LA VIDA

Año mes	Salario mínimo real \$/mes	Variación de los índices de precios del INE en relación al mes precedente		Salario mínimo ajustado		Indices del poder de compra alimentario en relación a noviembre de 1984, del salario mínimo		
		General (IPG) %	Alimentación (IPA) %	con IPG	con IPA	Real %	Ajustado con IPG	con IPA
1984								
Nov.	935,000	—	—	—	—	100	—	—
Dic.	935,000	60.88	57.85	1.504,228	1.475,898	63.4	101.9	100
1985								
Enero	935,000	68.76	58.87	2.538,585	2.344,758	39.9	108.3	100

proteínas “muy baratas”, a pesar del precio elevado de sus calorías.

El control de precios debe apoyarse sobre una política que favorezca la producción nacional, reducción de los márgenes de ganancia de intermediarios entre productores y consumidores, y *disminución progresiva de las subvenciones a los alimentos de importación* (trigo y sus derivados principalmente) *en la medida en que aumente la producción de los mismos o productos nacionales de sustitución.*

Debe fomentarse el consumo del maíz en grano y de sus derivados con el fin de reducir el consumo de choclo (su forma inmadura), que es mucho más pobre en calorías y proteínas.

Es necesario emitir algunos comentarios en cuanto al control de los precios:

- de la *papa* y su derivado el *chuño* (tubérculo básico del Altiplano), actualmente inaccesibles para las familias de bajos ingresos de la ciudad de La Paz, a pesar de la importancia de su producción;

- de la *carne* y del *pescado*, actualmente marginales como fuentes de proteínas para la población más pobre, que no dispone de ningún alimento de origen animal a su alcance. La leche fluida reconstituida a partir de insumos importados no puede jugar este rol en la ciudad de La Paz, si no se quiere agravar la dependencia alimentaria del país.

Salvo cambios radicales, en vista de los elevados precios de los productos animales, es ilusorio prever un mejoramiento en el consumo de los mismos a corto o mediano plazo en el sector de la población de La Paz sub-alimentada y/o malnutrida.

Para el mejoramiento de la alimentación de la población, debe hacerse un esfuerzo intenso y sostenido a fin de obtener estos productos a su alcance, prioritariamente en favor de los cereales y leguminosas nacionales, luego de los tubérculos y posteriormente para la carne y el pescado. Esta política alimentaria debe englobar la producción nacional, el control de la comercialización y de los precios y la reducción de las importaciones.

Se sugiere realizar el estudio que se ha efectuado para la ciudad de La Paz, en otras concentraciones de poblaciones asalariadas, tales como en zonas urbanas, centros mineros, y explotaciones agrícolas.

SUMMARY

TRENDS IN THE WAGES AND THE RETAIL PRICES OF FOODS AND FUELS IN LA PAZ, BOLIVIA, FROM 1975 TO 1985

An analysis was performed on the variations of the food purchasing power of the average industry wage during the period comprised between 1975 and 1984 (increase of 70%), and of the minimum wage between November 1982 and August 1985 (decline of 73%).

Development of retail prices in La Paz, for the main food groups, beverages and fuels, was analyzed over the same periods. Variations in work time, paid at average industry wage or at minimum wage, needed to acquire such foodstuffs, beverages or fuels, were also carefully studied.

Similarly, development of the cost of calories and proteins was examined. Trends in accessibility of calories and proteins are described. Between 1975 and 1984 these included: a progressive decline in the number of foods that are sources of “cheap”

or "very cheap" calories; the same trend was observed with regard to foods which are sources of "cheap" or "very cheap" proteins:

- A decline in their number and even the disappearance of any source of "very cheap" proteins, and
- An ever-increasing dependence on agro-industry and foreign imports (notably wheat).

Finally, some proposals are made for the purpose of contributing to the establishment of food and nutrition planning. In particular, suggestion is made to automatically reevaluate the minimum wage on the basis of monetary inflation, in order to maintain at least the food purchasing power of the minimum wage. Maintaining this purchasing power greatly determines the nutritional status of the wage-earning population which purchases the most essential foodstuffs.

RESUME

VARIATION DES SALAIRES ET DES PRIX DES ALIMENTS A LA PAZ (1975-1985)

L'analyse de la variation du pouvoir d'achat alimentaire du salaire moyen de l'industrie entre 1975 et 1984 (hausse de 7^o/o), puis du salaire minimum entre novembre de 1982 et août 1985 (baisse de 73^o/o) est effectuée.

L'évolution des prix de détail, à La Paz, des principaux groupes d'aliments, de boissons et de combustibles est analysée pendant les mêmes périodes. Les variations du temps de travail, rémunéré au salaire moyen de l'industrie ou au salaire minimum, nécessaire pour acquérir ces aliments, boissons ou combustibles sont étudiées avec soin.

De la même manière, l'évolution du coût des calories et des protéines est examinée. Les tendances dans l'accessibilité des calories et des protéines son décrites. Entre 1975 et 1984 s'observe une diminution progressive du nombre d'aliments sources de calories "bon marché" ou "très bon marché". La même tendance s'observe en ce qui concerne les aliments offrant des protéines "bon marché" ou "très bon marché": diminution de leur nombre et même disparition de toute source de protéines "très bon marché".

Par ailleurs, s'observe une dépendance de plus en plus grande vis-à-vis de l'agro-industrie et de l'étranger (notamment par l'importation de blé).

Pour terminer, quelques propositions sont faites pour contribuer à la mise en place d'une planification alimentaire et nutritionnelle. En particulier, il est suggéré de réévaluer automatiquement le salaire minimum en fonction de l'inflation monétaire, afin de maintenir au moins le pouvoir d'achat alimentaire de ce salaire minimum. Le maintien de ce pouvoir d'achat conditionne en grande partie l'état nutritionnel de la population salariée qui achète l'essentiel de sa nourriture.

BIBLIOGRAFIA

1. Laure, J., con la colaboración de Cecilia de la Vega B., Graciela López Q., Patricia Alcoveza L., M. Terrazas C., J. Mejía T., J. Fernández V., G. Mirabal A., María del Carmen Mendizábal M. & F. Rocabado Q. *Evolución de Salarios y Precios de los Alimentos en la Ciudad de La Paz (1975-1984)*. La Paz, Bolivia, INAN-ORS-TOM, abril de 1985, 167 p.

2. Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral. **Anuario de Estadísticas del Trabajo**. La Paz, Año 6, No. 6, 1982, 150 p.
3. Instituto Nacional de Estadística (INE). **Índice de Precios al Consumidor - Boletín Mensual; Boletín Estadístico Trimestral; Estadísticas Agropecuarias 1972-1977**.
4. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA). **Boletín de Noticias de Mercado Agropecuario** (semestral).
5. Ministerio de Previsión Social y Salud Pública. **Tabla de Composición de Alimentos Bolivianos**. La Paz, División Nacional de Nutrición, Laboratorio bioquímico nutricional, 1984, 105 p.
6. Wu Leung, Woo-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina**. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EE.UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, ciudad de Guatemala, C. A. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, junio, 1961, 132 p.
7. Villegas Ruth. **Estandarización de Pesos y Medidas de Alimentos**. Ciudad de la Paz. Dirección Nacional de Salarios, Departamento de Salarios Mínimos, 1984.
8. Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN). (F. Rocabado, Ruth Vera, A. Angulo, R. Viscafe & A. Aliaga). **La Desnutrición en Bolivia - Boletín INAN**, Año 1, No. 1, marzo de 1985, 4 p.
 - Ruth Vera, G. Varela, M. Feraudi, V. Cossio, Rosario López & A. Aliaga. **La Prevalencia de Bocio Endémico en la Población Escolar de Bolivia**. 1981, 104 p.
 - Ruth Vera *et al.* **Dietas Regionales de Costo Mínimo, 1982**, 10 p., Bibl. y 38 anexos.
9. ORSTOM. **Cahiers, série Sciences Humaines, Vol. 17, No. 1-2, Paris, 1980**.
 - Coussement, I., B. Lemaire & J. Laure. **Evolution des prix de détail des principaux aliments a Rabat-Salé (Maroc) entre 1972 et 1976**, p. 67-84.
 - Laure, J. **Evolution des prix de détail des principaux aliments a Kigali (Rwanda) entre 1964 et 1968**, p. 85-116.

DOCUMENTOS NO CITADOS EN EL TEXTO

- a. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. **Boletín de Precios a Nivel de Consumidor de los Principales Productos de la Canasta Familiar** (47 productos, oct. 1979-dic. 1980). La Paz, Dirección General de Comercio Interior, Departamento de Estadísticas Comerciales, 1981.
- b. Morales, R. **Salario Mínimo Vital. Exposición Matemática**. (Medición de las variaciones del poder de compra asociadas a variaciones en los precios y metodología para el cálculo del ingreso mínimo vital). La Paz, Centro de Investigación y Consultoría (CINCO), Estudios Económicos, mayo de 1983, 63 p.
- c. Rocabado, F. & Lorena Rojas. **Canasta Básica de Ciudadano Paceño**. La Paz, Comentarios Económicos de Actualidad (CEA), Boletín del Centro de Investigación y Consultoría, 4 de octubre de 1985, 4 p.

EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO PARCIAL E ASPECTOS NUTRICIONAIS DAS PROTEÍNAS DO FEIJÃO CARIOCA 80 (*Phaseolus vulgaris* L.)

Admar Costa de Oliveira,¹ Haiko Enok Sawazaki² e
Maria Antonia Martins Galeazzi³

Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola
Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil, e
Instituto Agrônômico de Campinas, São Paulo, Brasil

RESUMO

A extração, fracionamento e caracterização electroforética em gel de poliacrilamida simples e contendo dodecil sulfato de sódio (SDS) das proteínas de feijão Carioca 80 (*Phaseolus vulgaris*) foram realizadas em três valores de pH (2.5, 7.0 e 9.0). A extração feita em pH 7.0 mostrou ser mais eficiente e proporcionou uma melhor separação das frações albumina e globulina após diálise. Nas frações globulina, as mobilidades relativas das principais proteínas ocorreram entre 0.30 e 0.40, sendo observada uma dissociação com o aumento de pH. Os pesos moleculares das duas bandas mais representativas foram 35,400 e 76,900 e, com relação ao inibidor de tripsina, três bandas com 28,800, 22,500 e 18,300. A digestibilidade pela pepsina e pancreatina *in vitro* forneceu valores de 33.43% e 62.63% para a farinha integral e para a proteína precipitada em pH 4.5, respectivamente. O teor de metionina disponível de 1.36 g/16 g N encontrado, aparece como elevado com relação a outras variedades de feijão.

INTRODUÇÃO

A maioria dos estudos relativos a proteína de feijão têm sido direcionados para o aumento da concentração e melhoria da qualidade protéi-

Manuscrito modificado recebido: 24-3-87.

- 1 Engenheiro Industrial Químico, atualmente realizando Doutorado no Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6121 - 13. 100 - Campinas, São Paulo, Brasil (a/c Maria Antonia Martins Galeazzi).
- 2 Pesquisador, Seção de Fitoquímica, Instituto Agrônômico, Campinas, São Paulo, Brasil.
- 3 Professor Adjunto, Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil.

ca. Em relação a concentração de metionina, principal aminoácido limitante, foi encontrado que seu aumento em cotilédones de feijão, não obstante o fato de depender da concentração protéica total, está diretamente relacionado com o teor das frações albumina e a solúvel em álcali do resíduo de extração (1, 2). O estudo e desenvolvimento de composição geneticamente controlada das proteínas tornou-se necessário no esforço para aumentar o valor nutricional das sementes de leguminosas. No presente trabalho, procurou-se determinar a extratibilidade e características electroforéticas das proteínas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca 80, obtidas em diferentes valores de pH, bem como as respectivas atividades de inibidor de tripsina, a digestibilidade pela pepsina e pancreatina *in vitro* e os teores de metionina disponível da farinha integral e do resíduo obtido pela precipitação a pH 4.5.

MATERIAL E METODOS

Utilizou-se feijão (*Phaseolus vulgaris*, L) da variedade Carioca 80, safra de águas de 1981, proveniente da seção de leguminosas do Instituto Agrônomo de Campinas, São Paulo.

Extração e Fracionamento das Proteínas

O feijão em grão foi moído até obtenção de farinha com granulometria de 50 malhas (ABNT)⁴. Foram realizadas três extrações a partir de 25 g de farinha a diferentes valores de pH, respectivamente 2.5, 7.0 e 9.0. O procedimento utilizado seguiu basicamente o esquema simplificado da extração e fracionamento das proteínas apresentado na Figura 1.

Os conteúdos de nitrogênio e proteína bruta (N x 6.25) foram determinados na farinha, frações S1 e frações R1 por método semi-micro Kjeldahl, modificado por Gunning e Arnold em 1892, utilizando-se ainda selênio como catalisador na digestão, conforme proposição de Lauro, em 1931 (3). Os teores de proteína das frações S1, S2 e S3 foram determinados pelo método do biureto, segundo Weichselbaum (4) e o de Lowry *et al* (5), sendo os resultados transformados para o método de Kjeldahl.

Determinação da Atividade do Inibidor de Tripsina

A atividade do inibidor de tripsina foi determinado na farinha integral, frações S1, S2 e S3. O procedimento utilizado foi basicamente o de Kunitz (6), com modificações introduzidas por Kakade, Simons e Liener (7). A tripsina e caseína utilizadas foram procedentes da Sigma Chemical Co.

Electroforese em Gel Simples de Poliacrilamida

As frações, após congeladas e liofilizadas foram submetidas à electroforese em gel simples de poliacrilamida, segundo o método de Davis (8).

⁴ Associação Brasileira de Normas Técnicas.

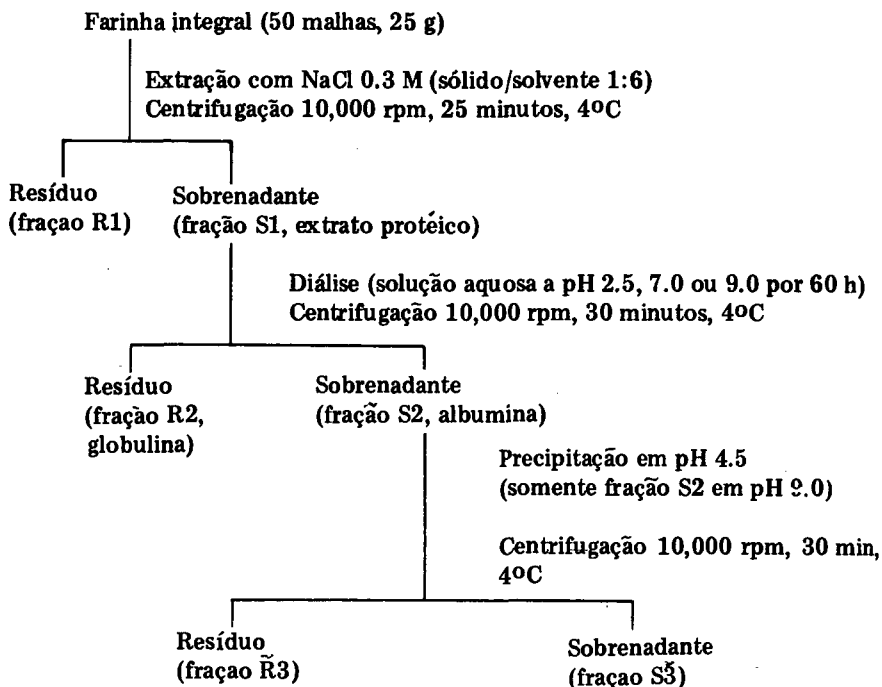


FIGURA 1

Extração e fracionamento das proteínas de feijão Carioca 80

Electroforese em Gel de Poliacrilamida Contendo Dodecil Sulfato de Sódio (SDS)

Realizada segundo o método de Weber e Osborn (9), nas frações S2 e R2 extraídas a pH 7.0; S2 e R3 extraídas a pH 9.0. Para a elaboração da curva padrão e determinação dos pesos moleculares utilizou-se como padrões albumina de soro bovino (P. M. 65,000; Merk), desidrogenase láctica (P. M. 36,000; Sigma), lisozima (P. M. 14,100; Sigma) e pepsina (P. M. 35,000; Sigma).

Digestibilidade in vitro pela Pepsina e Pancreatina

A farinha integral e a fração R3 foram submetidas à digestão enzimática pela pepsina e pancreatina segundo o procedimento descrito por Akeson e Stahmann (10), determinando-se os nitrogênios digeridos. A digestibilidade é a porcentagem do nitrogênio da amostra que foi digerida pelo sistema enzimático utilizado, corrigido pelo nitrogênio produzido pela autodigestão do sistema enzimático. A digestibilidade corrigida considera o nitrogênio originalmente solúvel da amostra.

$$\frac{\text{o/o Digestibilidade corrigida}}{=} = \frac{\text{Nd} - \text{Nb} - \text{Ns}}{\text{Nt} - \text{Ns}} \times 100$$

Nt = mg N total amostra.

Nd = mg N digerido

Nb = mg N produzido pela autodigestão do sistema enzimático

Ns = mg N originalmente solúvel da amostra

Determinação de Metionina Disponível

Determinado nos hidrolisados da farinha integral e fração R3 obtidas pela ação da pepsina e pancreatina, pelo método baseado no desenvolvimento de coloração com nitroprussiato de sódio de McCarthy e Sullivan, 1941, modificado por Tannenbaum, Barth e Le Roux (11). Somente a histidina e o triptofano têm interferência positiva. É um método seletivo para a metionina, distinguindo-a da sulfona ou sulfóxido, pois a reação se processa apenas com os grupos metionil não alterados. De acordo com a marcha analítica, em um balão volumétrico de 5 ml foram colocados 0.5 ml NaOH 5N, 0.8 ml de nitroprussiato de sódio 1% e 1.0 ml de HCl 8N com agitação. Após adição de 1 a 2 ml de amostra hidrolisada (0.1 a 1.0 mg metionina), completou-se o volume, agitou-se por 1 minuto e realizou-se a leitura dentro de 5 minutos a 510 nm (a leitura rápida elimina a interferência de triptofano).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Extratibilidade e Fracionamento das Proteínas em Função do pH

Na Tabela 1, estão dispostos os resultados encontrados para a extração de proteínas nos respectivos valores de pH. De maneira geral, pode-se dizer que, nas condições do experimento, as extrações foram baixas (média de 80%), sendo o melhor resultado obtido em pH 7.0, com 64.95% de extração. Através de um exame da Tabela 2 onde apresenta-se o balanço da quantidade de proteína durante os processos de extração, com as respectivas percentagens de perda, verificase que estas foram pequenas para os três casos, o que ratifica o fato de que as extrações não foram eficientes. A utilização de métodos distintos na determinação dos teores protéicos das frações S1, forneceu valores diferentes, que levaram a percentagens de extração diversas daquela obtida com o método de Kjeldahl. Tanto o método do biureto como o de Lowry forneceram valores de extração protéica superiores àqueles obtido pelo método de Kjeldahl (Tabela 3). Por outro lado, foi encontrada correlação linear entre o quociente dos teores de proteína determinados pelos métodos de Kjeldahl e do biureto com o pH de extração, definida pela reta, quociente Kjeldahl/Biureto = 0.9185 - 0.0176 pH, com um coeficiente de regressão $r^2 = 0.9530$. O quociente entre os teores protéicos obtidos pelos métodos de Kjeldahl e de Lowry, praticamente independe do pH de extração, mas apresenta valores ainda menores. Tendo em vista os resultados acima discutidos, alerta-se para a necessidade de utilização de um mesmo método de determinação de proteína durante o acompanha-

TABELA 1

EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS DE FEIJÃO CARIOCA 80 EM DIFERENTES VALORES DE pH

Material	Proteína bruta g	Extração o/o
Farinha integral	5.24	
Fração S1 (pH 2.5)	2.70	51.58
Fração S1 (pH 7.0)	3.40	64.95
Fração S1 (pH 9.0)	3.23	61.70

TABELA 2

BALANÇO DE PROTEÍNA E PERCENTAGEM DE PERDA NA EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS DE FEIJÃO CARIOCA 80 EM DIFERENTES VALORES DE pH

Material	Proteína bruta (g)		
	pH 2.5	pH 7.0	pH 9.0
Farinha integral	5.24	5.24	5.24
Fração S1	2.70	3.40	3.23
Fração R1	2.47	1.71	1.91
Perda	0.06	0.12	0.10
o/o Perda	1.21	2.36	1.87

mento do processo de extração. A Tabela 4 mostra os teores de proteína transformados pelo quociente Kjeldahl/Biureto, obtidos nas frações S2 e S3. A comparação dos resultados obtidos indica que, apesar da maior extratibilidade a pH 7.0, o teor protéico da fração S2 foi menor, sugerindo ocorrer a melhor separação das frações R2 e S2 neste mesmo valor de pH.

Atividade do Inibidor de Tripsina

As atividades específicas do inibidor de tripsina, expressas em termos de unidades de tripsina inibidas (UTI) por mg de proteína, da farinha integral e das frações S1, S2 e S3, estão dispostas na Tabela 5. A maior atividade específica, encontrada na fração S1 em pH 2.5, pode ser atribuída a maior purificação do inibidor e a menor extração da proteína neste valor de pH (Tabela 1). Por outro lado, o fato da fração S2 em pH 7.0 ter apresentado o maior valor de atividade entre as frações S2 reflete a melhor separação das frações S2 e R2 neste valor de pH, sabendo-se que a fração S2 (albumina) é a maior responsável pelo efeito inibidor, pois a fração R2 (globulina) possui muito pouca atividade anti-trípptica (12). O aumento da atividade da fração S3 em relação à S2 a pH 9.0

TABELA 3

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE EXTRAÇÃO DE PROTEÍNA DE FEIJÃO CARIOCA 80 EM DIFERENTES VALORES DE pH, PELA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES METODOS DE DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNA NOS EXTRATOS PROTÉICOS

Material	Proteína bruta g			Extração o/o			Quociente	
	Kjeldahl	Biureto	Lowry	Kjeldahl	Biureto	Lowry	Kjeldahl/ Biureto	Kjeldahl/ Lowry
Farinha integral	5.24							
Fração S1 (pH 2.5)	2.70	3.12	3.78	51.58	59.60	72.21	0.87	0.71
Fração S1 (pH 7.0)	3.40	4.21	4.82	64.95	80.44	92.15	0.81	0.70
Fração S1 (pH 9.0)	3.23	4.29	4.69	61.70	81.94	89.57	0.75	0.69

TABELA 4

CONTEÚDO DE PROTEÍNA BRUTA DAS FRAÇÕES S2 E S3 OBTIDAS DE FEIJÃO CARIOCA 80, EM DIFERENTES VALORES DE pH DE EXTRAÇÃO

Material	Proteína bruta g	Proteína do sobrenadante o/o
Fração S2 (pH 2.5)	1.12	0.95
Fração S2 (pH 7.0)	0.84	0.70
Fração S2 (pH 9.0)	1.32	1.06
Fração S3 (pH 4.5)	0.25	0.51

TABELA 5

ATIVIDADES ESPECÍFICAS DO INIBIDOR DE TRIPSINA DA FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO CARIOCA 80 E DAS FRAÇÕES S1, S2 E S3 NOS DIFERENTES pHs DE EXTRAÇÃO

pH	Atividade específica do inibidor de tripsina (UTI/mg)			
	Material			
	Farinha integral	Fração S1	Fração S2	Fração S3
—	133.72	—	—	—
2.5	—	114.84	110.93	—
7.0	—	92.24	248.90	—
9.0	—	93.83	170.45	—
4.5	—	—	—	204.65

pode ser atribuída ao baixo teor protéico solúvel ou ao fato de que o ponto isoelétrico do inibidor de tripsina em feijão Carioca 80 provavelmente ocorre em valor de pH diferente de 4.5.

Caracterização Eletroforética das Frações Protéicas

Eletroforese em gel de poliacrilamida simples. — A Figura 2 mostra os perfís eletroforéticos, em gel de poliacrilamida simples, das frações S2 e R2 nos três valores de pH, assim como das frações S3 e R3. As frações mostraram variação em R_m de 0.15 a 1.00. As de mais alta concentração forneceram mobilidades relativas médias de 0.40 e 0.30. A melhor separação dessas frações protéicas verificou-se a pH 7.0, onde a banda de R_m 0.40 apresenta baixa intensidade na fração albumina (S2) e forte na globulina (R2), sugerindo que esta banda pertença às globulinas. As globulinas são constituídas por duas frações protéicas, a solúvel e a insolúvel a pH 4.7 (13), ou respectivamente, G1 e G2, sendo reportado que a

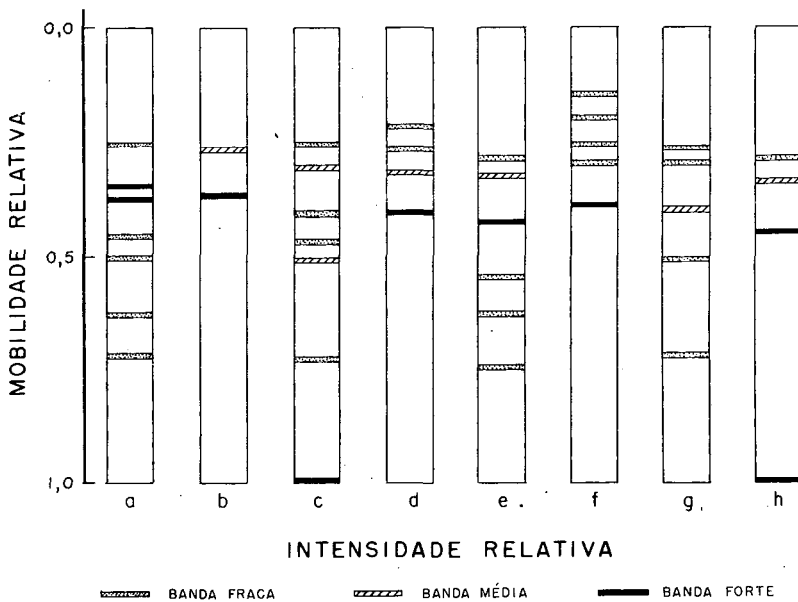


FIGURA 2

Perfil eletroforético, em gel simples de poliacrilamida, das frações protéicas de feijão Carioca 80, obtidas por extração em diferentes valores de pH: a = fração S2 (pH 2.5); b = fração R2 (pH 2.5); c = fração S2 (pH 7.0); d = fração R2 (pH 7.0); e = fração S2 (pH 9.0); f = fração R2 (pH 9.0); g = fração S3 (pH 4.5); h = fração R3 (pH 4.5)

fração G1 se dissocia com o pH (14). A análise dos resultados mostra que de fato existe dois componentes na fração R2 correspondente à globulina e constata o aumento do número de bandas do pH 2.5 ao 9.0, provavelmente decorrente da dissociação da fração G1. O exame dos perfis eletroforéticos mostra que as frações R2 (globulinas), representativas de cerca de dois terços das proteínas do feijão (15), foram isoladas nos três valores de pHs; porém, as frações S2 (albuminas) apresentaram bandas protéicas com mobilidades eletroforéticas coincidentes as das frações R2 (globulinas), indicando não terem sido isoladas. As frações S2 para os três valores de pH, apresentaram três a quatro bandas assemelhadas representando provavelmente as albuminas, incluindo o inibidor de tripsina com Rm igual a 0.51, 0.63 e 0.73 (12,15). A banda com Rm igual a 1.0 encontrada na fração S2 a pH 7.0 e na fração R3, parece ser devida a um tipo de associação do inibidor de tripsina, que tende a se desfazer em função do tempo decorrido após o preparo da amostra (16). Em relação à proteína precipitada no ponto isoeletrico (pH 4.5), pode ser observado que a fração R3 apresenta as bandas de globulina com intensidade maior do que na fração S3, indicando ter precipitado grande parte da fração protéica, semelhante ao verificado por Sgarbieri (15) que encontrou uma precipitação de 70% ó

das proteínas de feijão em pH ao redor de 4.0. Outra observação a ser feita é a de que o inibidor permaneceu na fração S3 e na R3, após a precipitação, ratificando o aspecto com relação à atividade do inibidor de tripsina já reportado.

Eletroforese em gel de poli(acrilamida) contendo SDS. — A Figura 3 mostra os perfis eletroforéticos, em gel de poli(acrilamida) contendo SDS, das frações S2 e R2 em pH 7.0, S2 em pH 9.0 e R3 em pH 4.5. As mobilidades relativas das proteínas variaram entre 0.017 a 0.676, correspondendo a pesos moleculares de 99,400 a 18,000, obtidos através da curva padrão log. P.M. = $5.0165 - 1.1249 R_m$, com um coeficiente de regressão $r^2 = 0.9944$. As bandas mais representativas apareceram com R_m s 0.12 e 0.42, respectivamente, com pesos moleculares de 76,900 e 35,450. Pode ser observada a influência do pH 9.0 na dissociação das subunidades da fração R2. O inibidor de tripsina aparece nas frações S2 e S3 com suas três bandas características, tendo sido determinadas mobilidades relativas médias iguais a 0.50, 0.59 e 0.67, correspondendo a pesos moleculares 28,800, 22,500 e 18,300, respectivamente.

Digestibilidade in vitro pela Pepsina e Pancreatina

Os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 6. O valor de 33.43% para a digestibilidade corrigida (com relação ao branco da amostra) da farinha integral, apresenta-se intensamente baixo, devido à alta concentração de nitrogênio solúvel encontrada, de 26.32%, em relação ao nitrogênio total da amostra. O fato da digestibilidade da proteína precipitada no ponto isoelétrico (fração R3), ao apresentar um valor de digestibilidade superior ao da farinha integral, provavelmente indica a existência de interação entre a proteína da farinha com outros componentes do feijão, ocasionando uma perda de digestibilidade em relação à proteína isolada. As atividades do inibidor de tripsina nos digeridos e brancos das amostras, após a remoção com éter sulfúrico do ácido tricloroacético (TCA), utilizado para interromper a digestão, estão dispostas na Tabela 7, onde verifica-se ainda, embora fraca, atividade anti-trípica para todos materiais analisados. Fenômeno semelhante foi encontrado por Antunes (12), que verificou a presença de inibidores de proteases em sólidos dialisáveis (P.M. menor que 10,000) e atribuiu o fato à existência no feijão de inibidores de baixo peso molecular ou à fragmentação de inibidores com peso molecular mais elevado, originando fragmentos ativos dialisáveis. A atividade do inibidor de tripsina obtida após a digestão enzimática *in vitro*, parece ter apresentado uma relação inversa com a digestibilidade da farinha integral e a da fração R3 (Tabelas 6 e 7).

Disponibilidade de Metionina

A Tabela 8 mostra os resultados obtidos na determinação de metionina disponível. As concentrações utilizadas (c) e as respectivas absorbâncias (a) encontradas na construção da curva padrão de metionina, forneceram a equação $A = 0.0216 + 1.2166 c$ (mg/ml), com um coeficiente de regressão $r^2 = 0.9997$. Os resultados mostram que esta variedade de feijão possui um teor elevado de metionina disponível, qual seja de 1.36

TABELA 6

DIGESTIBILIDADE PELA PEPSINA E PANCREATINA *in vitro* DA FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO CARIOCA 80 CRÚ E DA FRAÇÃO R3 DO PONTO ISOELÉTRICO (pH 4.5)

Amostra	Peso amostra mg	Nitrogênio da amostra mg	Nitrogênio do digerido mg	Digestibilidade o/o	Digestibilidade corrigida o/o
Farinha integral	1,000	33.5	20.0	50.95	33.43
Fração R3	300	37.1	27.9	67.34	62.63
Farinha integral (branco)	1,000	33.5	8.8		
Fração R3 (branco)	300	37.1	4.7		
Branco de enzima (autodigestão)	70	11.2	2.9		

TABELA 7

ATIVIDADE ESPECIFICA DE INIBIDOR DE TRIPSINA NOS DIGERIDOS DE FARINHA INTEGRAL E FRAÇÃO R3 DO PONTO ISOELÉTRICO DE FEIJÃO CARIOCA 80, APÓS HIDRÓLISE COM PEPSINA E PANCREATINA E PRICIPITAÇÃO COM TCA

Material digerido	Atividade específica UTI/mg
Farinha integral	10.74
Fração R3	9.70
Farinha integral (branco)	11.22
Fração R3 (branco)	6.90

TABELA 8

TEOR DE METIONINA DISPONIVEL EM FARINHA INTEGRAL E FRAÇÃO R3 DO PONTO ISOELETRICO DE FEJAO CARIOCA 80

Material	Metionina disponível g/16 g N
Farinha integral	1.36
Fração R3	1.77

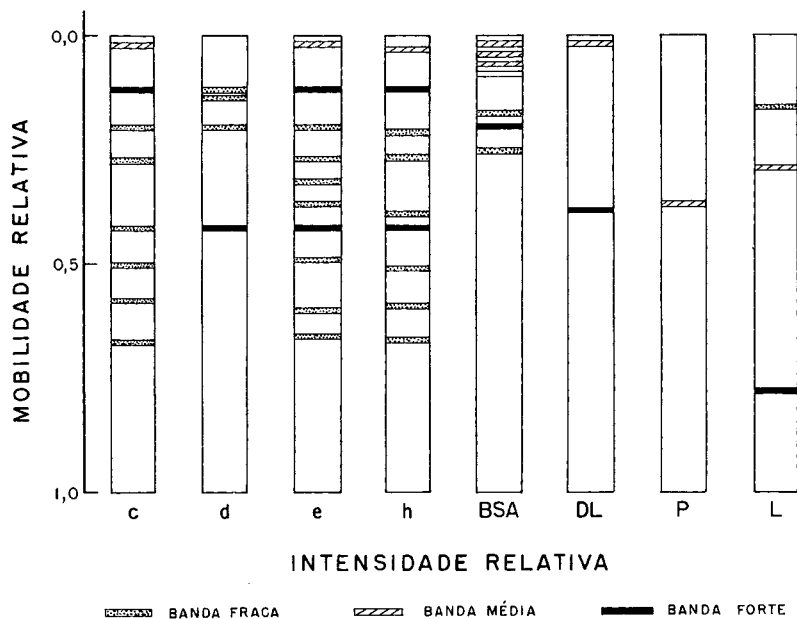


FIGURA 3

Perfil eletroforético em gel de poli-acrilamida contendo SDS das frações protéicas de feijão Carioca 80, obtidas por extração em diferentes valores de pH: c = fração S2 (pH 7.0); d = fração R2 (pH 7.0); e = fração S2 (pH 9.0); h = fração R3 (pH 4.5)

g/16 gN, na farinha integral e de 1.77 g/16 gN na fração R3, tendo em vista os estudos de Jaffé e Brücher (17), que verificaram ser de 1.12 g/16 gN o valor médio da metionina total para 100 linhagens puras de feijão. Experimentos com ratos em andamento neste laboratório têm mostrado valores biológicos de disponibilidade de metionina semelhantes (18). Por outro lado, a determinação do aminograma total da farinha integral em analisador de aminoácidos Beckman 119 CL, mostrou um teor de metionina igual a 1.00 mg/16 g N; este aspecto pode ser atribuído a perdas oxidativas de metionina durante o processo de análise (19).

SUMMARY

EXTRACTION, PARTIAL CHARACTERIZATION AND NUTRITIONAL ASPECTS OF PROTEINS FROM CARIOCA 80 BEANS (*Phaseolus vulgaris*, L.)

Extraction, fractionation and characterization by sodium dodecyl sulfate (SDS) polyacrylamide gel electrophoresis of proteins from Carioca 80 beans (*Phaseolus vulgaris*) were performed at three pH values (2.5, 8.0 and 9.0). Extraction at pH 7.0 proved to be more efficient and, after dialysis, produced a better separation of the albumin and globulin fractions. Relative mobility of the main protein in the globulin

fractions occurred between 0.30 and 0.40, and dissociation was observed when the pH was increased. The two most representative bands gave molecular weights of 35,400 and 76,900, while in regard to the trypsin inhibitor, three bands gave 28,800, 22,500 and 18,300. Pepsin and pancreatin *in vitro* digestibility rendered values of 33.43% and 62.63% for whole flour and for protein precipitated at pH 4.5, respectively. The content of available methionine found, of 1.36 g/16 g N, appears to be high in relation to that of other bean varieties.

BIBLIOGRAFIA

1. Bliss, F.A. **Improving the Quality and Quantity of Bean Seed Protein.** Dept of Horticulture, Univ. of Wisconsin, Madison, 1978, 62 p.
2. Ma, Yu & F.A. Bliss. Seed proteins of common bean. **Crop Science**, 18:431, 1978.
3. Montes, A.L. Determinación de las proteínas y de otras sustancias nitrogenadas vinculadas en los alimentos. En: **Bromatología.** Tomo I. Ed. Universitaria de Buenos Aires, 1966, p. 9.
4. Weichselbaum, T.E. An accurate and rapid method for the determination of protein in small amounts of blood serum and plasma. **Amer. J. Clin. Pathol. Tech. Suppl.**, 10:40, 1946.
5. Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr & R.J. Randall. Protein measurement with the Folin-phenol reagent. **J. Biol. Chem.**, 193:265, 1951.
6. Kunitz, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II. General properties. **J. Gen. Physiol.**, 30: 291, 1947.
7. Kakade, M.L.; N. Simons & I.E. Liener. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chem.**, 46:518, 1969.
8. Davis, B.J. Disk electrophoresis, II. Method and application to human serum proteins. **Annals N.Y. Acad. Sci.**, 121:404, 1964.
9. Weber, K. & M. Osborn. The reliability of molecular weight determinations by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. **J. Biol. Chem.**, 244: 4406, 1969.
10. Akeson, W.R. & M.A. Stahmann. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. **J. Nutr.**, 83:257, 1964.
11. Tannenbaum, S.M., H. Barth & J.P. Le Roux. Loss of methionine in casein during storage with autoxidizing methyl linoleate. **J. Agric. Food Chem.**, 17:1353, 1969.
12. Antunes, P.L. **Composição e Propriedades das Proteínas do Feijão Rosinha G₂ (*Phaseolus vulgaris*, L.).** Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil, 1979, 166 p.
13. Danielsson, C.E. Seed globulins of the gramineae and leguminosae. **Biochem. J.**, 44:387, 1949.
14. Sun, S.M.R.; F.A.B. McLeester & T.C. Hall. Reversible and irreversible dissociation of globulin from *Phaseolus vulgaris* seeds. **J. Biol. Chem.**, 249:2118, 1974.
15. Sgarbieri, V.C. **Propriedades Físico-químicas e Nutricionais de Proteínas de Feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) variedade Rosinha G₂.** Tese (Livre Docência). Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil, 1979, 207 p.
16. Eldridge, A.C., J.E. Kalbrener & W.J. Wolf. Soybean trypsin inhibitor: A reference protein for gel electrophoretic studies of soybean proteins. **Cereal Chem.**, 47:167, 1970.

17. Jaffé, W.G. & O. Brücher. El contenido de nitrógeno total y aminoácidos azufrados en diferentes líneas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **24**:107, 1974.
18. Sgarbieri, V.C., S. Tezoto & A.C. Oliveira. Estudo da composição e do valor nutritivo de uma nova cultivar de feijão. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Em: **VI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Brasília, Outubro 1983, p. 85.
19. Robel, E.J. & A.B. Crane. An accurate method for correcting unknown amino acid losses from protein hydrolyzates. *Analytical Biochemistry*, **48**:233, 1972.

EFFECT OF THE BOILING AND DECANTING METHOD OF KHEsARI (*Lathyrus sativus*) DETOXIFICATION, ON CHANGES IN SELECTED NUTRIENTS

Krishna Jha¹

College of Basic Sciences and Humanities
Rajendra Agricultural University
Pusa (Samastipur), India

SUMMARY

It is a well-known fact that the legume Khesari (*Lathyrus sativus*) causes lathyrism, a disease characterized by paralysis of the lower limbs in human beings. The toxic constituent is an amino acid identified as B-Oxalyl-Amino L-Alanine (BOAA).

It has been reported that if the legume is boiled for two hours and the water is then decanted, almost 85% of the toxic amino acid is eliminated. Therefore, this investigation constitutes an effort to prevent the loss of other nutrients, simultaneously to the elimination of toxicity.

As has been observed, as much as half the protein content, as well as 80.36% total sugars, 63.13% reducing sugars, 86.05% amino acids, and all thiamine, riboflavin and niacin are lost from dahl (dehulled, separated cotyledons), while the respective losses from the whole seeds are 47.25%, 45.73%, 74.69% and 80.00%, and all vitamins, in just a one-hour treatment. The losses of the toxic amino acid from dahl and whole seeds are 71.46% and 68.74%, respectively. The data for losses occurring in the two-hour and three-hour treatment are also described.

INTRODUCTION

Khesari (*Lathyrus sativus*) is a legume, well known to cause lathyrism in humans when consumed continuously. Nevertheless, it constitutes the staple food of a large number of people, mostly the poor masses in Eastern and Central India. This legume crop requires little cultivation practices and is highly resistant to drought conditions (1). The States of Madhya Pradesh and Bihar of India, alone, are known to produce seven to eight million tons of legume seeds, aside from the leaves which are consumed as

Manuscrito modificado recibido: 18-4-86.

¹ Assistant Professor cum Junior Scientists, Department of Microbiology, College of Basic Sciences and Humanities, Rajendra Agricultural University, Pusa (Samastipur) 848 125, India.

vegetable, and used as fodder. The toxic constituent in this legume has been identified as B-Oxalyl Amino Alanine (BOAA) (2-4).

It has been reported that the above-mentioned toxin is not eliminated solely by boiling or roasting for a two-hour period, but if the excess water is decanted after the boiling treatment has been applied, the toxin level decreases by approximately 80-85% (5). Nevertheless, almost nothing is known as to what happens to the nutritive value of the food submitted to this treatment. The present investigation was therefore undertaken to study the effect that the boiling and decanting treatment exerted on the proteins, carbohydrates, amino acids, thiamine, riboflavin, niacin and toxic constituents of Khesari, respectively.

MATERIAL AND METHODS

Boiling and Decanting Treatment

The whole seeds and dahl (dehulled and separated cotyledons) were washed apart in running tap water, so as to remove dust and dirt particles, etc. Then, weighed and transferred to 20 Erlenmeyer flasks of 500 ml capacity. Two hundred ml of tap water were added to each flask. One flask each of whole seeds and dahl were kept as control while the others were placed on a hot plate for boiling. All were covered with watch glass to avoid excess evaporation. After one, two and three hours boiling started, three flasks were removed from each group and the water immediately decanted. These materials were used for analysis.

Moisture Determination

A 10 g content from all flasks, including the controls, were transferred to pre-weighed moisture boxes and moisture determined by oven drying at 100°C (6).

Estimation of Protein, Carbohydrates and Amino Acids

Extraction – Two grams of material from each flask were thoroughly mashed three times in 20 ml of 80% aqueous ethanol, using a pestle mortar. After each extraction supernatants were collected by centrifugation at 3,000 rpm for 15 min, using a table centrifuge (Model-Remi, India). All supernatants were then pooled and flash-evaporated at 60°C to reduce final volume to 4 ml. Volumes were then adjusted with sterile distilled water when required, and the extracts were stored in a refrigerator at 4°C for future analysis.

Protein was determined by Lowry's method (7), and total and reducing sugar were estimated according to Dreywood (8) and Nelson-Somogyi (9), respectively.

Thiamine, riboflavin and niacin were microbiologically assayed using *Lactobacillus fermentum* (NRRL B-585), *L. plantarum* (NRRL B-531) and *L. casei* (NRRL B-1445), respectively. The stock cultures as well as samples and standard solutions were prepared as per Difco (10). The methodology of the Association of Vitamin Chemists (11) and Sarrett

and Cheldih (12), was followed in detail.

The BOAA contents were estimated by preparative paper chromatography. A 500 ml sample from each treatment was applied to a 46 X 57 cm Whatman No. 1 sheet throughout along the width, and 8 cm above the edge. The chromatograms were then run for 48 hr by the descending method using butanol:acetic acid:water (4:1:5) as solvent. The papers were dried at room temperature, and a strip of 1 cm width was cut along the length where the standard was also loaded. This strip was then developed with ninhydrin spray. By overlapping the developed strip on the full chromatogram, the BOAA band was demarcated and cut along the width. This strip containing BOAA was then eluted with an excess of 80% aqueous ethanol. After adjusting the volume to 1.0 ml by evaporation, the BOAA concentration was estimated colorimetrically according to the method of Jayaraman (13).

RESULTS AND DISCUSSION

Prior to presenting the findings of our study, it was deemed convenient to include, herein, the proximal composition of *Lathyrus sativus* seeds, considering that, as stated previously, it constitutes the staple food of large sectors of the poor masses in Eastern and Central India. Therefore, for information purposes, the reader is referred to Table 1. The main results of this research are now discussed.

Loss of BOAA

The toxic constituent BOAA was eliminated within one hour to the extent of 71.77% and 68.74% from dahl and whole seeds, respectively. The corresponding losses after two hours were 79.35% and 78.66%, which are slightly less than 80%, as reported by Liener (5). The lesser loss in whole seeds appears to be due to the hard-seed coat. Nevertheless, as boiling was increased to three hours, the loss in seed also became equivalent to that from dahl, probably on account of softening (Table 2).

Although such a loss appears to be quite appreciable, it cannot be considered altogether safe. According to some authors, the *L. sativus* toxin shows selective retention in brain tissues of monkey. Thus, foods with a low toxin content will produce symptoms of lathyrism after prolonged consumption, i.e. there will be slow poisoning-like effects. Moreover, the study herein presented also indicated complete loss of three important vitamins, thiamine, riboflavin and niacin, apart from proteins, carbohydrates and amino acid losses. Therefore, such a drastic treatment does not appear to be of much significance.

Loss of Protein

As much as 52.97% and 47.25% of soluble proteins were lost from dahl and whole seeds with one hour boiling, respectively. In the recommended 2 hr-treatment, the respective losses were 53.41% and 58.48%. The increase of loss in the whole seed can also be explained on the basis

TABLE 1

PROXIMAL COMPOSITION OF KHESARI (*Lathyrus sativus*) SEEDS

Constituents	Contents per 100 g (dry weight)
Proteins (N x 6.25)	28.5 g
Total sugars	56.6 g
Reducing sugars	17.8 g
Total amino acids	0.569 g
Thiamine	0.44 mg
Riboflavin	0.21 mg
Niacin	0.02 mg

of seed-coat softening, because after three hours the loss values have levelled off.

Loss of Carbohydrates

In the case of dahl, the loss was 80% of total sugars and 63.13% of reducing sugars within one hour, while from whole seeds only 45% of total and 74.69% of reducing sugar were lost, probably due to the same basic reason of hard-seed coat. The higher loss of reducing sugars may be due to the higher content in the seed coat, and higher solubility.

Loss of Amino Acids

Once again, the loss of amino acids also was higher in dahl during the one-hr and two-hr treatments, but after three hours, the values in both dahl and whole seeds became almost equal (Table 2). A considerable variability in loss of total amino acids and BOAA -which is an amino acid- may be implicated. This could occur due to the fact that loss of nutrients during cooking largely depends on their solubility in water and on the substrate itself, as reported by Pushpama, Geervani and Krishnakumari (14). These authors have also observed such variation in case of loss of lysine from green gram (*Vigna aureus*) and bengal gram (*Cicer arietinum*). In the latter case, the respective losses were 20.9% and 51.3% during fat-frying for a minute and-a-half only.

Loss of Vitamins

It is well known that vitamins are heat-labile; therefore, it is not altogether unusual for such a drastic loss to occur during the one-hour cooking treatment. According to Vijaylaxmi (15), merely frying for one and a half minutes, leads to a complete loss of vitamins, irrespective of the substrate.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is highly thankful to the authorities of Rajendra Agricul-

TABLE 2

LOSS OF NUTRIENTS FROM *Lathyrus sativus* BY THE BOILING AND DECANTING DETOXIFICATION METHOD

Material	Treatment	Per cent* loss (dry weight basis) of							
		BOAA	Proteins	Total sugars	Reducing sugars	Total amino acids	Thiamine	Riboflavin	Niacin
Dahl	1 hour	71.47	52.97	80.36	63.13	86.05	100	100	100
	2 hours	79.35	53.41	82.43	66.62	86.81	—	—	—
	3 hours	87.98	53.75	83.82	80.23	86.89	—	—	—
Whole seed	1 hour	68.74	47.25	45.73	74.69	80.00	100	100	100
	2 hours	78.66	58.48	63.88	82.44	85.17	—	—	—
	3 hours	88.98	59.15	82.68	89.98	91.37	—	—	—

* Averages of three replications.

tural University for providing the necessary facilities to perform this research. He also extends his sincere appreciation to Dr. K.D.N. Singh and Professor M. Mishra, for supplying the BOAA standard compound.

RESUMEN

EFFECTO DEL METODO DE DETOXIFICACION, POR EBULLICION Y DECANTACION DEL KHESARI (*Lathyrus sativus*) SOBRE CAMBIOS EN NUTRIENTES SELECCIONADOS

Es un hecho más que establecido que la leguminosa conocida como Khesari (*Lathyrus sativus*) causa latirismo, enfermedad que en los humanos se caracteriza por parálisis de los miembros inferiores. El constituyente tóxico es un aminoácido identificado como "B-Oxalyl-amino L-alanina" (BOAA).

Se ha informado que si la leguminosa se hierve durante dos horas, y luego se decanta el agua, se logra eliminar casi el 85% del aminoácido. Esta investigación, por lo tanto, constituye un esfuerzo para prevenir que —en forma simultánea a la eliminación de la toxicidad— ocurran pérdidas de otros nutrientes.

En el caso del dahl (descascarados y separados los cotiledones), se ha observado que se pierde casi la mitad de proteínas, 80.36% de azúcares totales, 63.13% de azúcares reductoras, 86.05% de aminoácidos, y toda la tiamina, riboflavina y niacina, mientras que con tan sólo una hora de tratamiento, las pérdidas respectivas de las semillas enteras son de 47.25%, 45.73%, 74.69% y 80.00%, así como todas las vitaminas. Las pérdidas del aminoácido tóxico del dahl y de las semillas enteras son de 71.46% y 68.74% respectivamente. Se describen, asimismo, los datos en cuanto a las pérdidas que ocurren con el tratamiento de dos y de tres horas.

BIBLIOGRAPHY

1. Ganapathy, K.T. & M. Dwivedi. *Studies on Clinical Epidemiology of Lathyrism*. New Delhi, Indian Council of Medical Research, 1961.
2. Roy, D.N., V. Nagarajan & C. Gopalan. Production of neuro-lathyrism in chicks by the injection of *Lathyrus sativus* concentrates. *Current Sci.*, 32:116, 1963.
3. Rao, S.L.N., P. Adiga & P.S. Sarma. Isolation and characteristics of B-Oxalyl L-a, B-diamino propionic acid. A neurotoxin from the seeds of *Lathyrus sativus*. *Biochemistry*, 3:432, 1964.
4. Murti, V.V.S., T.R. Sheshadri & S. Venkitesubramanian. Neurotoxic compound of the *Lathyrus sativus*. *Phytochemistry*, 3:73, 1964.
5. Liener, I.E. Cited in: *Chemistry and Biochemistry of Legumes*. S.K. Arora (Ed.). New Delhi, Oxford and IBH Publishing Co., 1982.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975.
7. Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr & R.J. Randall. Protein measurement with Folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 163:265-275. 1954.
8. Dreywood, R. Cited in: *Methods in Enzymology*, Vol. III. Sidney P. Colowick and Nathan O. Kaplan (Eds.). New York, N.Y., Academic Press, Inc., 1957, p. 84, footnote 32.
9. Nelson, N. A photometric adaptation of the Somogyii's method for determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, 195:19, 1944.

10. **Difco Manual of Dehydrated Media and Reagents for Microbiological and Clinical Procedures.** Detroit, Michigan, Difco Laboratories, Inc., 1977.
11. Association of Vitamin Chemists. **Methods of Vitamin Assays.** New York, N.Y., Interscience Publishers, 1966.
12. Sarrett, M.P. & H. Dheldlin. The use of *Lactobacillus fermentum* 36 for thiamine assay. **J. Biol. Chem.**, **155**:153, 1944.
13. Jayaraman, J. **Laboratory Manual of Biochemistry.** New Delhi, Wiley Eastern Ltd., 1982, p. 64-65.
14. Pushpamma, P., P. Geervani & K. Krishnakumari. Losses of some nutrients in cereals, millets and legumes; recipes commonly used in Andhra Pradesh. **Indian J. Nutr. Dietet.**, **19**:342, 1982.
15. Vijayalaxmi, C. Modified by Haanumantha, K. Rao & M. Subramanian. Essential amino acid composition of commonly used Indian pulses by paper chromatography. **J. Food Sci. Technol.**, **7**(1):31, 1981.

RENDIMIENTO Y COMPOSICION QUIMICA DE LAS PARTES VEGETATIVAS DEL AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*, L.) EN DIFERENTES ETAPAS FISIOLÓGICAS¹

María Antonieta Alfaro,² Aníbal Martínez,³ Ramiro Ramírez³
y Ricardo Bressani⁴

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

RESUMEN

El género *Amaranthus* comprende las especies conocidas comúnmente como bledos, que al igual que otros vegetales de consumo tradicional, son fuente de nutrientes esenciales para el hombre. Los bledos o amarantos tienen buena aceptación como parte de la dieta del guatemalteco, lo que debe aprovecharse para incrementar su cultivo.

Fundados en lo expuesto, se llevó a cabo la presente investigación, buscando el estado de madurez fisiológica más adecuado de corte para el consumo de las hojas de amaranto.

En el trabajo de campo se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y ocho repeticiones. Dichos tratamientos consistieron en realizar la cosecha a los 25, 40 y 60 días después de la emergencia de las plántulas. Se evaluaron las variables: altura de planta, número de hojas, área foliar, peso bruto (peso de hojas y tallos), peso neto (peso de hojas), y rendimientos en materia verde, materia seca y proteína. Se determinó, asimismo, la composición química del material cosechado, que incluyó el análisis del contenido de materia seca, humedad en fresco, humedad residual, proteína, carbohidratos, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, calcio, fósforo, hierro, beta-carotenos y oxalatos.

Los resultados obtenidos en el estudio agronómico fueron sometidos a análisis de varianza para el diseño respectivo, encontrándose una diferencia significativa entre tratamientos para todas las variables en estudio. Los resultados del análisis bromato-

Manuscrito modificado recibido: 4-6-86.

- 1 Este estudio fue parcialmente financiado por NAS, INC-NUT-380/PN/85-85/CA.
- 2 Estudiante tutorial en la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), procedente de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Guatemala.
- 3 Catedráticos de la Facultad de Agronomía de la USAC.
- 4 Coordinador de Investigación y Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1211.

lógico fueron analizados a su vez, con un diseño por completo al azar, encontrándose diferencias significativas para la mayoría de las variables estudiadas, excepto en cuanto a extracto etéreo, calcio, hierro y oxalatos.

Desde el punto de vista nutricional, el primer corte fue el más aceptable debido a la composición química de la planta, especialmente en lo referente al contenido de proteína (29.5 g^o/o), beta-carotenos (33.7 mg^o/o), calcio (2,356.1 mg^o/o), fósforo (759.1 mg^o/o) y, dado su bajo contenido de fibra cruda, sólo 11.1 g^o/o. No ocurrió así desde el punto de vista agronómico, ya que en esta etapa se obtuvieron rendimientos en materia verde (575.9 kg/ha), materia seca (66.6 kg/ha), y proteína (19.7 kg/ha) sumamente bajos.

En el segundo corte, además de obtener rendimientos adecuados de materia verde (6,530.4 kg/ha), materia seca (681.8 kg/ha) y proteína (154.3 kg/ha), también se obtuvo una composición química aceptable en lo que al contenido de proteína (22.7 g^o/o), beta-carotenos (24.1 mg^o/o), calcio (2,279.8 mg^o/o), fósforo (740.9 mg^o/o) y hierro (52.7 mg^o/o) se refiere. Ajeno a ello, el contenido de fibra cruda no aumentó excesivamente (14.3 g^o/o). Se concluyó, por lo tanto, que ésta es la mejor edad para realizar la cosecha en comparación con los cortes efectuados a los 25 y 60 días después de la emergencia.

Por último, se observó que el corte a los 60 días dio los mayores rendimientos de materia verde (24,272.8 kg/ha), materia seca (3,452.0 kg/ha) y proteína (510.7 kg/ha). No obstante, la calidad del material disminuyó considerablemente debido al bajo contenido de proteína (14.4 g^o/o) y al aumento de fibra cruda (17.0 g^o/o). Consecuentemente, se concluyó que no debe esperarse hasta los 60 días para efectuar la cosecha.

El contenido de oxalatos —factor de toxicidad— se mantuvo en un promedio de 4.6 a 4.4 g^o/o para el primer y tercer corte, cantidades que pueden considerarse inofensivas para consumo humano si se tiene en cuenta que una buena parte de los mismos se destruye con la cocción.

INTRODUCCION

Aun cuando hace mucho tiempo el amaranto fue un alimento importante para los nativos de América, su cultivo llegó casi a extinguirse durante la Colonia. En la actualidad, debido al alto valor nutritivo del grano y de la parte vegetativa, en diversas partes del mundo se realizan estudios de investigación, cuyo objeto es promover su cultivo y utilización (1-8).

En México, por ejemplo, se ha emprendido una serie de estudios que abarcan desde el cultivo de la planta en diversas condiciones climatológicas y edafológicas hasta investigaciones más específicas. Estas incluyen las características bromatológicas del tallo, hojas y semillas, así como su utilización en la dieta humana (5, 9, 10).

En cuanto a los rendimientos de hojas, éstos pueden variar de acuerdo al clima, la fertilidad del suelo, la aplicación de fertilizantes, y la densidad de plantas utilizadas, pero también debe tenerse en cuenta la edad de las plantas al momento de la cosecha (2, 11-13).

Spillari (14), informa que existe gran variabilidad en el contenido de nutrientes en cinco cultivares de amaranto, encontrando, en su estudio, que el contenido de proteína variaba de 20.2 a 28.9 g^o/o, con un promedio de 25.4 g^o/o. La fibra cruda fluctuaba entre 9.0 y 15.2 g^o/o (promedio de 11.7 g^o/o), y la ceniza, entre 16.2 y 18.3 g^o/o, siendo el contenido promedio de 17.3 g^o/o. El contenido promedio de minerales, en base seca,

fue el siguiente: calcio, 2,184 mg⁰/o; fósforo, 633 mg⁰/o, y hierro, 53.7 mg⁰/o.

Abbott y Campbell (1), Sánchez (9) y Oomen y Grubben (15) mencionan que las hojas de amaranto son excepcionalmente ricas en calcio y que contienen más fibra, niacina y ácido ascórbico que la espinaca (*Spinacea oleracea*), aunque los niveles de proteína, hierro y otros minerales son similares. Otros estudios informan datos similares (11, 13).

Según Devadas y Saroja (16), las dietas que contienen amaranto son excelente fuente de beta-caroteno. Esto es de interés si se considera que una de las deficiencias nutricionales de que adolece la población humana de Guatemala es la carencia de vitamina A y de hierro. Sin embargo, en las hojas pueden encontrarse también sustancias antinutricionales (14). Tanto en las semillas como en el follaje de amaranto se encuentran presentes algunas sustancias como saponinas, fenoles, oxalatos y nitratos. Estos últimos se pueden convertir en nitritos, causantes de toxicidad en el humano y en los animales (17).

Der Marderosian *et al.* (18) encontraron valores promedio de 0.43 y 0.54⁰/o de nitratos en las hojas y 1.72⁰/o en los tallos, mientras que los niveles de oxalato determinados fueron, en promedio, 3.4 y 5.6⁰/o en las hojas, y 0.63⁰/o en los tallos (en base seca). Estos niveles son similares a los constatados en otras verduras (19), por lo que los autores concluyen que la presencia de esta sustancia no reduce significativamente la excelente calidad nutricional del amaranto, sobre todo en vista de que puede ser eliminada con el agua de cocción (13).

No obstante, Cheeke y Bronson (17) y Spillari (14), encontraron efectos negativos en el crecimiento de ratas al ser alimentadas con la planta completa de *A. hypochondriacus*, lo que se atribuyó al contenido de saponinas en la semilla, presente en la inflorescencia. Este efecto se redujo a través de la cocción, lo que sugiere la presencia de un factor tóxico que se destruye por el calor (2).

El estudio que aquí se expone, tuvo por objeto determinar el efecto de la edad fisiológica sobre el rendimiento y composición química del material vegetativo del amaranto.

MATERIAL Y METODOS

1. Localización y Manejo del Experimento

El amaranto fue cultivado en el Centro Experimental de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante los meses de marzo a mayo de 1984.

El terreno se preparó 20 días antes de la siembra mediante un paso de arado y tres pasos de rastra. La semilla fue depositada por posturas, a una distancia de 50 cm entre hileras y de 35 cm entre postura en parcelas de tres metros de ancho por 3.5 m de largo, con seis hileras por parcela. El área de cosecha (parcela neta) fue de dos metros de ancho por 3.15 metros de largo, es decir, cuatro hileras centrales y ocho posturas en cada hilera. En total, se contó con 24 parcelas, ubicadas en 323 m². Se utilizó un diseño de bloques al azar, los que se sometieron a tres tratamientos y ocho repeticiones.

En el primer mes de cultivo se aplicaron riegos superficiales dos veces por semana. Posteriormente, y hasta el final de la evaluación, el riego fue aplicado cada 10 ó 12 días. Veinte días después de la siembra se hizo necesaria una aplicación de Folidol M480 para el control de tortuguillas. Una vez establecidas las parcelas, también 20 días después de la siembra se hizo un entresaque, dejando dos plantas en cada postura.

A los 25, 40 y 60 días de la emergencia (32, 47 y 67 días después de la siembra), las parcelas se cosecharon cortando las plantas 5 cm arriba del suelo a fin de evaluar el rendimiento. Durante el experimento se registraron datos sobre días de emergencia; y en 15 plantas por parcela, altura de la planta al momento del corte, peso de hojas y tallo de la planta, peso neto de hojas sin incluir los peciolo de cada una, número de hojas y promedio de área foliar tomando dos medidas de ancho de la lámina foliar (a y b) y largo de la lámina (L) en cinco hojas de cada planta, de manera que:

$$\text{Area foliar} = \frac{a + b}{2} \times L$$

Además, se obtuvo el peso total de materia verde de cada parcela. En el corte realizado 60 días después de la emergencia, no se incluyó el peso de la inflorescencia. Seguidamente, en cada parcela neta se tomó una muestra de 15 plantas, las que fueron utilizadas para su análisis bromatológico.

Las muestras debidamente identificadas se llevaron al laboratorio, donde se pesaron y almacenaron bajo refrigeración a 4°C hasta el momento de emplearlas para los análisis respectivos.

Las muestras fueron lavadas y el material vegetativo se cortó en pedazos de aproximadamente una pulgada con cuchillo de acero inoxidable. El material, colocado en bandejas de papel aluminio, fue sometido a deshidratación durante 16 horas, en un horno caliente a la temperatura de 60°C. Este material se pesó de nuevo para determinar su porcentaje de humedad en fresco, luego se molieron las muestras en un molino Wiley a un grueso de 40 mallas y se almacenaron en frascos de vidrio. Todas las muestras fueron analizadas para determinar su contenido de humedad residual, nitrógeno, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, calcio, fósforo y hierro, y beta-carotenos, utilizando los métodos de la AOAC (20). El contenido de oxalato se determinó por el método descrito por Burrows (21).

Seguidamente, los resultados de campo fueron sometidos a análisis de varianza para un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y ocho repeticiones. Asimismo, los resultados del análisis bromatológico fueron analizados con un diseño por completo al azar. Se realizó la prueba de Tukey en los casos en que hubo significancia, y análisis de regresión lineal simple entre el porcentaje de nutrientes con respecto a la época de corte.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de campo y de los análisis químicos con sus respectivos

análisis de varianza, se resumen en las Tablas 1 y 2. El análisis de Tukey de los resultados de campo y análisis químicos, se exponen en las Tablas 3 y 4, respectivamente.

Con base en el análisis de varianza efectuado para todas las variables estudiadas, se obtuvo una diferencia significativa en la altura de planta, número de hojas, área foliar, peso bruto, peso neto, materia seca, humedad en fresco, humedad residual, contenido de proteína, carbohidratos, fibra cruda, cenizas, fósforo y beta-carotenos. La diferencia también fue significativa en los rendimientos de materia verde, materia seca y proteína por parcela, por lo que era de esperar, asimismo, una alta significancia en materia verde, materia seca y proteína en kg/ha. Las únicas variables que no dieron diferencias significativas fueron el extracto etéreo, calcio y hierro, y los oxalatos.

En el caso específico de los cortes, se observó cierta tendencia creciente con respecto a la altura, número de hojas, peso bruto y peso neto, así como en hierro, fibra cruda, y carbohidratos totales.

De acuerdo a lo expuesto, la altura de la planta mostró rangos mayores a los 60 días después de la emergencia (108.7 a 153.1 cm) en comparación con el rango de altura obtenido en el primer corte a los 25 días después de la emergencia (8.6 a 13.4 cm). Es importante destacar que, según se aprecia en la Tabla 5, durante los primeros 25 a 30 días se manifestó un lento desarrollo de la planta (0.42 cm/día), el cual se aceleró a partir de los 40 días (1.69 cm/día). La misma tendencia fue observada en el área foliar, peso bruto, y peso neto, mientras que en el caso de las otras variables, esa tendencia no se hizo manifiesta.

Los promedios para altura de la planta fluctuaron entre 10.6 y 122.9 cm, número de hojas, de 9.2 a 30.8, peso bruto, de 5.1 a 283.5 g, el peso neto de 3.9 a 68.8 g, la materia seca, de 11.6 a 14.50/o, humedad residual, de 4.5 a 6.60/o, carbohidratos, de 41.0 a 55.30/o, fibra cruda de 11.1 a 17.00/o y hierro, de 45.8 a 57.1 mg0/o para el primer y tercer corte, respectivamente (Tablas 1 y 2).

En el caso de humedad en fresco, y los contenidos de proteína, calcio, fósforo y beta-carotenos, se presenta una relación inversa; es decir, que a mayor número de días de cosecha se obtiene menos concentración de estos nutrientes. Así, en la Tabla 2 se observa que la humedad en fresco varió de 88.4 a 85.50/o, la proteína de 29.5 a 14.40/o, el calcio de 2,356.1 a 2,173 mg0/o, el fósforo de 759.5 a 497.0 mg0/o, y los beta-carotenos de 33.7 a 18.3 mg0/o, para el primer y tercer corte, respectivamente. Asimismo, en la Figura 1 se aprecian las correlaciones obtenidas entre la edad fisiológica y el contenido de algunos nutrientes. Según se observa, a mayor número de días de cosecha se obtiene una menor concentración de carotenos y proteína, con aumentos en la fibra cruda y en los carbohidratos.

Con base en los datos obtenidos en peso bruto y peso neto, se deduce que el rendimiento en materia verde, materia seca y proteína en kg/ha va en aumento, lo cual se observa claramente en la Tabla 1; el rendimiento en materia verde asciende de 575.9 a 24,272.8 kg/ha, el rendimiento en materia seca, de 66.6 a 3,452.0 kg/ha y el rendimiento de proteína, de 19.7 a 510.7 kg/ha para el primer y tercer corte, respectivamente.

TABLA 1

RESUMEN DE RESULTADOS DE CAMPO Y ANALISIS DE VARIANZA

Variable	Corte	Promedio	Mínimo	Máximo	DE	Fc	Ft (0.01)	
Altura, cm	1	10.6	8.6	13.6	1.8	306.2	6.51	++
	2	35.9	27.0	48.4	6.4			
	3	122.9	108.7	153.1	14.8			
Número de hojas	1	9.2	8.5	10.6	8.7	224.9	6.51	++
	2	18.9	17.4	21.5	15.1			
	3	30.8	27.4	36.8	28.2			
Area foliar, cm ²	1	23.02	14.41	34.42	6.4	49.1	6.51	++
	2	93.46	82.50	105.42	7.2			
	3	99.88	79.68	159.79	26.5			
Peso bruto, g	1	5.1	3.9	7.5	1.3	32.5	6.51	++
	2	90.6	69.5	126.8	20.2			
	3	283.3	215.4	548.9	122.8			
Peso neto, g	1	3.9	3.2	5.4	0.7	31.2	6.51	++
	2	40.4	33.7	50.1	5.3			
	3	68.8	44.9	130.0	28.4			
Materia verde/ parcela, g	1	362.8	272.0	581.2	105.1	52.4	6.51	++
	2	4114.1	2306.0	7689.0	1869.7			
	3	15291.9	11093.5	24149.0	4615.3			
Materia seca/ parcela, g	1	42.0	29.7	66.2	11.6	104.6	6.51	++
	2	429.5	249.0	776.5	181.5			
	3	2174.8	1652.9	2994.5	479.3			
Proteína/ parcela, g	1	12.4	8.9	20.2	3.7	28.9	6.51	++
	2	6530.4	3660.3	12204.7	2968.0			
Rendimiento en materia verde, kg/ha	1	575.9	431.8	922.5	166.9	52.4	6.51	++
	2	6530.4	3660.3	12204.7	2968.0			
	3	24272.8	17608.7	38331.8	7327.0			
Rendimiento en materia seca, kg/ha	1	66.6	47.1	105.1	18.4	104.6	6.51	++
	2	681.8	395.2	1232.5	288.1			
	3	3452.0	2623.7	4753.2	760.9			
Rendimiento en proteína, kg/ha	1	19.7	14.1	32.1	18.4	28.9	6.51	++
	2	154.3	95.3	276.1	66.8			
	3	510.7	327.9	957.8	213.5			

DE = Desviación estándar.

Fc = F calculada.

Ft = F. tabulada

++ = Significativa al 1% de probabilidad.

TABLA 2

RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO Y ANALISIS DE VARIANZA

Variable	Corte	Promedio	Mínimo	Máximo	DE	Fc	Ft (0.01)	
Materia seca, o/o	1	11.6	10.7	12.6	0.61	50.6	5.78	++
	2	10.6	10.0	11.2	0.49			
	3	14.5	12.4	16.2	1.15			
Humedad en fresco, o/o	1	88.4	87.3	89.3	0.64	49.8	5.78	++
	2	89.4	88.8	90.7	0.49			
	3	85.5	83.8	87.6	1.15			
Humedad residual o/o	1	4.5	3.9	5.1	0.40	14.8	5.78	++
	2	6.1	4.8	8.0	1.13			
	3	6.6	5.7	8.0	0.76			
Proteína (N x 6.25) o/o	1	29.5	28.3	30.6	1.00	102.0	5.78	++
	2	22.7	18.6	26.3	2.40			
	3	14.4	12.0	20.2	2.60			
Carbohi- dratos o/o	1	41.0	39.7	42.6	0.97	75.5	5.78	++
	2	44.3	40.9	48.5	2.27			
	3	55.3	47.8	58.0	3.44			
Extracto etéreo, o/o	1	4.6	3.6	5.4	0.55	0.4	5.78	NS
	2	4.4	3.6	4.7	0.36			
	3	4.4	3.7	5.2	0.52			
Fibra cruda, o/o	1	11.1	9.8	11.9	0.70	123.2	5.78	++
	2	14.3	13.2	14.9	0.58			
	3	17.0	15.5	18.1	0.93			
Cenizas o/o	1	20.4	19.6	21.1	0.50	27.2	5.78	++
	2	22.5	21.7	23.6	0.67			
	3	19.3	17.9	21.2	1.25			
Calcio, mg ^o /o	1	2356.1	2095.5	2666.7	192.44	2.8	5.78	NS
	2	2279.8	2186.2	2543.8	114.30			
	3	2173.5	1974.9	2338.9	147.33			
Fósforo mg ^o /o	1	759.1	663.7	896.9	82.64	27.3	5.78	++
	2	740.9	648.0	887.4	84.82			
	3	497.0	425.8	652.7	69.20			
Hierro, mg ^o /o	1	45.8	36.3	66.2	8.90	2.86	5.78	NS
	2	52.7	34.4	68.8	10.20			
	3	57.1	42.4	68.8	9.50			
Beta-car- carotenos mg ^o /o	1	33.7	32.5	35.6	1.02	38.19	5.78	++
	2	24.1	18.4	27.6	3.10			
	3	18.3	12.7	27.6	5.20			
Oxalatos o/o	1	4.6	3.8	7.9	1.30	0.07	5.78	NS
	2	4.6	3.3	6.7	0.90			
	3	4.4	3.8	4.9	0.40			

DE = Desviación estándar.

++ = Significativa 10/o de probabilidad.

Fc = F calculada.

NS = No significativa 10/o de probabilidad.

Ft = F tabulada.

TABLA 3

PROMEDIO DE RESULTADOS DE CAMPO Y PRUEBA DE TUKEY

Variable	Corte	Promedio		Comparador
Altura, cm	1	10.6	a	12.46
	2	35.9	b	
	3	122.9	c	
Número de hojas	1	9.2	a	2.67
	2	18.8	b	
	3	30.8	c	
Area foliar, cm ²	1	23.02	a	22.51
	2	93.46	b	
	3	99.88	b	
Peso bruto, g	1	5.1	a	92.50
	2	90.6	a	
	3	283.3	b	
Peso neto, g	1	3.9	a	21.56
	2	40.4	b	
	3	68.8	c	
Materia verde/parcela, g	1	362.8	a	3969.99
	2	4114.1	a	
	3	15291.9	b	
Materia seca/parcela, g	1	42.0	a	411.21
	2	429.5	a	
	3	2174.8	b	
Proteína/parcela, g	1	12.4	a	109.99
	2	97.2	a	
	3	321.8	b	
Rendimiento en materia verde, kg/ha	1	575.9	a	6301.80
	2	6530.4	a	
	3	24272.8	b	
Rendimiento en materia seca, kg/ha	1	66.6	a	652.52
	2	681.8	a	
	3	3452.0	b	
Rendimiento en proteína kg/ha	1	19.7	a	174.60
	2	154.3	a	
	3	510.7	b	

TABLA 4

PROMEDIO DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO Y PRUEBA DE TUKEY

Variable	Corte	Promedio		Comparador
Materia seca, 0/o	1	11.6	a	W = 1.02
	2	10.6	b	
	3	14.5	c	
Humedad en fresco, 0/o	1	88.4	a	W = 1.02
	2	89.4	b	
	3	85.5	c	
Humedad residual, 0/o	1	4.5	a	W = 1.03
	2	6.1	b	
	3	6.6	b	
Proteína (N x 6.25), 0/o	1	29.5	a	W = 2.68
	2	22.7	b	
	3	14.4	c	
Carbohidratos, 0/o	1	41.0	a	W = 3.08
	2	44.3	b	
	3	55.3	c	
Fibra cruda, 0/o	1	11.1	a	W = 0.95
	2	14.3	b	
	3	17.0	c	
Cenizas, 0/o	1	20.4	a	W = 1.09
	2	22.5	b	
	3	19.3	c	
Fósforo, mg 0/o	1	759.1	a	W = 99.88
	2	740.9	a	
	3	497.0	b	
Beta-caroteno, mg 0/o	1	33.7	a	W = 4.48
	2	24.1	b	
	3	18.3	c	

En este caso, cabe aclarar que el rendimiento en proteína acusa un incremento a pesar de que su concentración en la planta disminuye, debido a que el aumento en materia verde y materia seca es mayor del primer al tercer corte.

El hacer una comparación entre el rendimiento en materia verde, materia seca y proteína en kg/ha, en relación al porcentaje de proteína y porcentaje de fibra cruda, el corte a los 40 días después de la emergencia

TABLA 5

CRECIMIENTO DEL AMARANTO EN TRES ETAPAS DE DESARROLLO

Etapa días	Número días	Altura cm	Crecimiento cm	Crecimiento cm/día
0 - 25	25	10.6	10.6	0.42
26 - 40	15	35.9	25.3	1.69
41 - 60	20	122.9	87.0	4.35

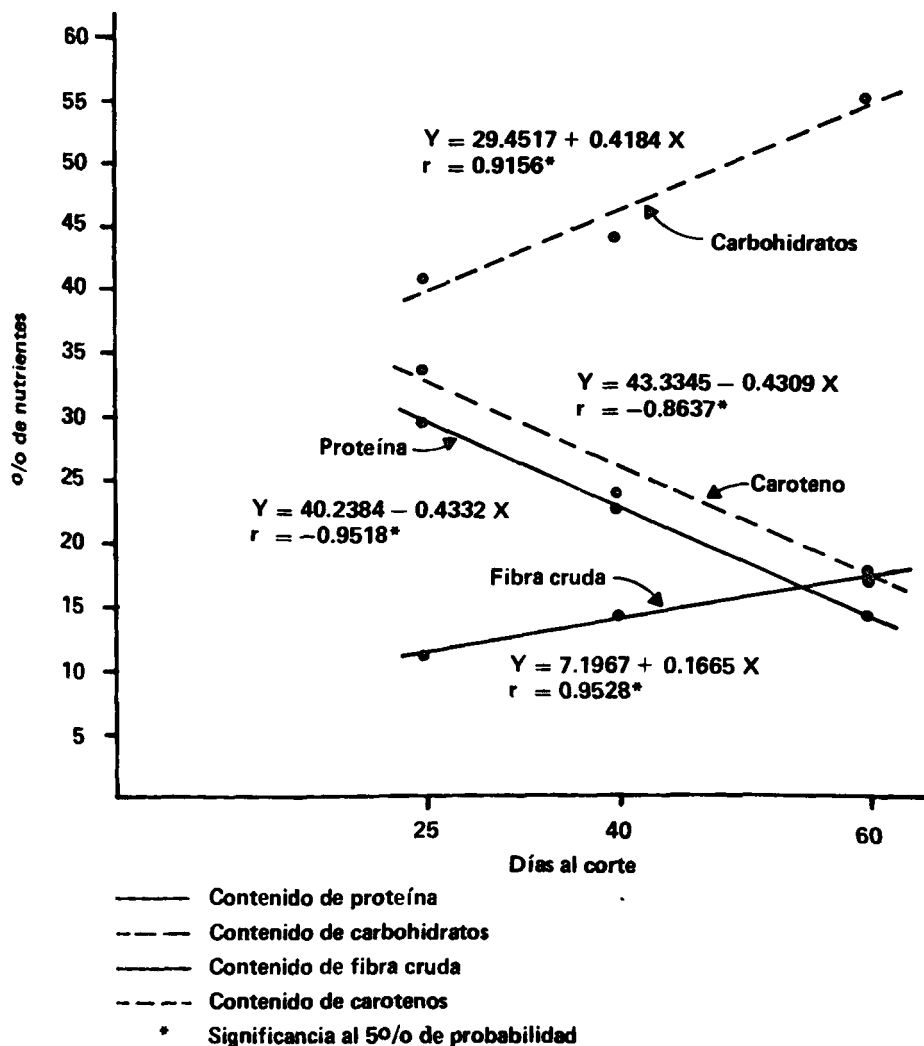


FIGURA 1

Relación entre el contenido de nutrientes con respecto a días al corte

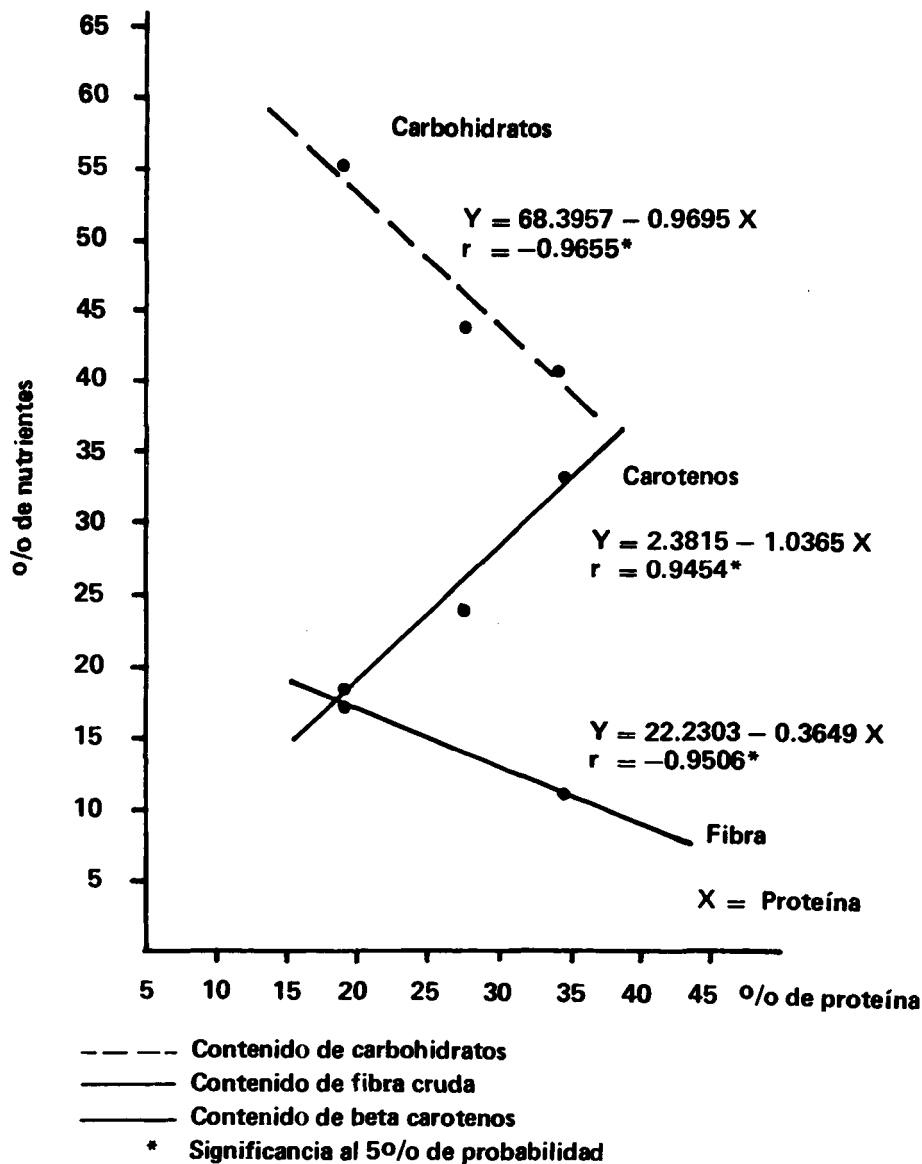


FIGURA 2

Relación entre el contenido de carbohidratos, fibra cruda y beta-carotenos, respecto al contenido de proteína

a pesar de no tener rendimientos globales mayores como el de 60 días, ofrece la ventaja de obtener un rendimiento adecuado de materia verde (6,530.4 kg/ha) y materia seca (681.0 kg/ha); el porcentaje de proteína

(22.70/o) es también adecuado, y el aumento de fibra cruda (14.30/o) no es tan elevado como el obtenido en el tercer corte (17.00/o). Las concentraciones de calcio (2,279.8 mg^o/o), fósforo (740.9 mg^o/o) y hierro (52.7 mg^o/o), son aceptables.

La relación entre el contenido de proteína con carbohidratos, fibra cruda y beta-carotenos, se aprecia en la Figura 2. Según los datos, los carbohidratos y la fibra cruda tienen una correlación inversa, mientras que los beta-carotenos tienen una correlación positiva con el contenido de proteína. Esto demuestra que el rendimiento en materia verde no debe ser el único parámetro para determinar la mejor época de corte, sino que también debe tenerse en cuenta la concentración de nutrientes esenciales que contengan las hojas durante el desarrollo de la planta.

En cuanto al contenido de oxalatos, no se observa ninguna tendencia a aumento o disminución de los mismos con respecto a la edad de la planta y se mantienen dentro de un promedio de 4.6 a 4.40/o para el primer corte y para el tercero, respectivamente. Estos niveles no pueden considerarse tóxicos si se estima que un consumo de 100 g de materia verde estaría aportando aproximadamente 0.5 g de oxalato, 400/o de lo cual se considera que es soluble y puede eliminarse con la cocción (17). Esta cantidad de oxalato ingerido no resultaría dañina para el humano, ya que no llega a cubrir la dosis letal, considerada como de 2 a 5 gramos de ácido oxálico (12).

SUMMARY

YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE BIOMASS OF AMARANTH (*Amaranthus hypochondriacus*, L.) AT THREE DIFFERENT PHYSIOLOGICAL STAGES

The genus *Amaranthus* comprises species which, consumed as vegetables, provide essential nutrients to man; they also have a high acceptability among the population. These two factors justify the need to increase their cultivation. Therefore, the purpose of this research was to establish the most adequate physiological state of maturity, to harvest the leaves for human consumption.

The field experiment utilized a randomized block design with three treatments and eight replications. These treatments consisted in harvesting the plants at 25, 40 and 60 days after emergence of the seedlings, samples which served to evaluate: plant height, number of leaves, leaf surface area, gross weight (leaves and stems), net weight (leaves), green matter and dry matter yield, as well as protein. The chemical composition of the harvested material was evaluated also in terms of moisture, protein, crude fiber, ether extract, ash, carbohydrate, calcium, phosphorus, iron, beta-carotene and oxalates.

The results obtained in the agronomic study were subjected to analysis of variance for the respective design, with significant differences found between treatments for all the variables studied. In its turn, the results of the chemical analysis were analyzed by a completely randomized design, with significant differences obtained for most of the variables studied, except for ether extract, calcium, iron and oxalates.

From the nutritional point of view, the first harvest was the most acceptable due to the chemical composition of the plant, in particular protein (29.50/o), beta-carotene (33.7 mg^o/o), calcium (2,356.1 mg^o/o), phosphorus (759.1 mg^o/o) and due to

its low crude fiber content, only 11.1 g^o/o. It did not occur so from the agronomic point of view, since during this stage, very low yields of green matter (575.9 kg/ha), dry matter (66.6 kg/ha) and protein (19.7 kg/ha) were obtained.

At the second harvest, besides obtaining adequate yields of green matter (6,530.4 kg/ha), dry matter (681.8 kg/ha) and protein 154.3 kg/ha, an acceptable composition in its protein content (22.7 g^o/o), beta-carotene (24.1 mg^o/o), calcium (2,279.8 mg^o/o), phosphorus (740.9 mg^o/o) and iron (52.7 mg^o/o) was also obtained. The crude fiber content, on the other hand, was not excessively increased (14.3 g^o/o), from which findings it was concluded that this is the best stage for harvesting, in comparison with the harvests carried out 25 and 60 days after emergence.

Finally, it was observed that harvesting at 60 days gave the highest yields in green matter (24,272.8 kg/ha), dry matter (3,452.0 kg/ha) and protein (510.7 kg/ha). Nevertheless, the quality of the material decreased considerably due to the low protein content (14.4 g^o/o) and the increment in crude fiber (17.0 g^o/o); therefore, the authors agreed that it is not convenient to wait 60 days to harvest the leaves.

The oxalate content—a toxicity factor—showed an average of 4.6 to 4.4 g^o/o for the first and third harvest, quantities which can be considered harmless for human consumption if one takes into account that part of it is destroyed during cooking.

BIBLIOGRAFIA

1. Abbott, J. A. & T. A. Campbell. Sensory evaluation of vegetable amaranth (*Amaranthus spp.*). *HortScience*, 17(3): 409-410, 1982.
2. Campbell, T. A. & J. A. Abbott. Field evaluation of vegetable amaranth (*Amaranthus spp.*). *HortScience*, 17(3): 407-409, 1982.
3. Campogorra, I. Amaranto, el alimento de los aztecas, maná de las zonas áridas. *Perspectivas*, UNESCO (París) No. 783: 1-5, 1982.
4. Downton, W. J. S. *Amaranthus edulis*: A high lysine grain amaranth. *World Crops*, 25(1): 20, 1973.
5. Huang, Pai-Chi. A study of the taxonomy of edible amaranth: An investigation of amaranth both of botanical and horticultural characteristics. En: *Proceedings of the Second Amaranth Conference*. Emmaus, PA, Rodale Press, Inc., 1980, p. 142-150.
6. Sauer, J. D. The history of grain *Amaranthus* and their use and cultivation around the world. En: *Proceedings of the First Amaranth Seminar*. Emmaus, PA, Rodale Press, Inc., 1977, p. 9-13.
7. Senft, J. P. Protein quality of amaranth grain. En: *Proceedings of the Second Amaranth Conference*. Emmaus, PA, Rodale Press, Inc., 1980, p. 43-47.
8. Sumar Kalinowsky, L. El pequeño gigante. En: *El Amaranto y Su Potencial*. Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición (Ed.) (Boletín No. 2), 1983, p. 1-3.
9. Sánchez Marroquín, A. *Potencialidad Agroindustrial del Amaranto*. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, 1980, 238 p.
10. Lees, P. Amaranto ¿el supercultivo del futuro? *Agricultura de las Américas (Estados Unidos)* No. 8: 16, 17, 32, 1983.
11. Grubben, G. J. H. Cultivation methods and growth analysis of vegetable amaranth with special reference to South-Benin. En: *Proceedings of the Second Amaranth Conference*. Emmaus, PA, Rodale Press Inc., 1980, p. 63-67.

12. Makus, D. J. Características y potencial del *Amaranthus tricolor* en la zona intermedia sur de los Estados Unidos. En: Sección bibliográfica sobre el amaranto de *El Amaranto y Su Potencial*. Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición (Ed.) (Boletín No. 3), 1983, p. 4.
13. Oke, O. L. Amaranth in Nigeria. En: **Proceedings of the Second Amaranth Conference**. Emmaus, PA, Rodale Press, Inc., 1980, p. 22-30.
14. Spillari F., M. M. Composición química de diferentes cultivares de hierba mora (*Solanum spp.*), chipilín (*Crotalaria longirostrata*) y amaranto (*Amaranthus spp.*). Trabajo supervisado Técnico Fitotecnista. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola, 1983, 41 p.
15. Oomen, H.A.P.C. & G. J. H. Grubben. **Tropical Leaf Vegetables in Human Nutrition**. 2nd. ed. Amsterdam, Koninklijk Instituut voor de Tropen, 1978, 140 p.
16. Devadas, R. P. & S. Saroja. Availability of iron and B-carotene from amaranth to children. En: **Proceedings of the Second Amaranth Conference**. Emmaus, PA, Rodale Press, Inc., 1980, p. 15-21.
17. Cheeke, P. R. & J. Bronson. Feeding trials with *Amaranthus* grain, forage and leaf protein concentrates. En: **Proceedings of the Second Amaranth Conference**. Emmaus, PA, Rodale Press, Inc. 1980, p. 5-11.
18. der Marderosian, A., et al. Nitrate and oxalate content of vegetable amaranth. En: **Proceedings of the Second Amaranth Conference**. Emmaus, PA, Rodale Press, Inc., 1980, p. 31-41.
19. Wu Leung, Woot Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina**. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la defensa Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, MD, EE. UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala, Guatemala. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1961.
20. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 11th ed. William Horwitz (Ed.), Washington, D. C., The Association, 1970, 1094 p.
21. Burrows, S. A colorimetric method for the determination of oxalate. **The Analyst**, 75: 80-84, 1950.

UTILIZACION DE HARINA DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes* H.B.K.) EN LA ELABORACION DE PAN

Mitchell Tracy¹

RESUMEN

En 1984 y 1985 se efectuó una serie de pruebas en Costa Rica, con miras a determinar la posibilidad de sustituir harina de trigo por harina de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en la panificación. Dicha sustitución se sometió a prueba en tres mezclas distintas, a saber: 90:10, 85:15 y 80:20, o sea el porcentaje de harina de trigo a porcentaje de harina de pejibaye, respectivamente. Se confeccionaron los panes, y las masas fueron analizadas en "Molinos de Costa Rica, S.A.", principal productor de harina del país. Los análisis químicos correspondientes se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad de Costa Rica.

Los resultados indican una relación inversa tanto entre el tiempo de desarrollo de la masa, como del mantenimiento de la fuerza de la misma, y el contenido de harina de pejibaye presente en la mezcla de harinas. Aparentemente, pues, los problemas de crecimiento de la masa no permiten la utilización de cantidades significativamente mayores de 10⁰/o de harina de pejibaye, en mezclas compuestas destinadas a la panificación.

Los análisis químicos demuestran el alto valor nutritivo de la fruta de pejibaye. Si bien es cierto que en las mezclas con mayor porcentaje de la misma el contenido de proteína disminuye, los niveles de vitamina A y de grasa aumentan. Este hecho corrobora que la utilización de harina de pejibaye en la elaboración de pan puede, en algunos sentidos, ser considerada como una forma de enriquecimiento nutricional.

A partir de los resultados y observaciones de las pruebas y sus análisis, y como conclusión final, parece ser que la mezcla de 90⁰/o de harina de trigo con 10⁰/o de harina de pejibaye fue el nivel óptimo de sustitución en los panes sometidos a prueba. Los efectos macroeconómicos potenciales en la economía costarricense de la producción y utilización de harina de pejibaye en panificación, son altamente favorables.

INTRODUCCION

Recientemente, el pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) ha captado interés como fuente alimenticia en los trópicos húmedos, debido a su alto valor nutritivo y a su productividad en los climas cálidos y lluviosos (1). En la actualidad, el pejibaye es ampliamente conocido en Costa Rica, y se

Manuscrito modificado, recibido: 13-6-86.

¹ La dirección actual del autor es: RR2, Box 117, Wyoming, Illinois, 61491, Estados Unidos de América.

consume casi en su totalidad en forma de "poca" - sancochado y pelado. Para incrementar el mercado de dicha fruta, es necesario estudiar varias alternativas para su uso, siendo una de ellas la utilización de la harina en la elaboración de pan.

Con el objetivo de determinar hasta qué punto sirve esta harina en la panificación, en 1984 y 1985 se llevó a cabo una serie de pruebas en "Molinos de Costa Rica, S.A.", principal productor de harina en el país.

MATERIAL Y METODOS

Se confeccionaron panes sustituyendo la harina de trigo por harina de pejibaye en tres mezclas diferentes, en base de pruebas informales y sugerencias de varios reconocidos investigadores de pejibaye. Dichas mezclas incluyeron las proporciones de 90^o/o de trigo con 10^o/o de pejibaye, 85^o/o de trigo y 15^o/o de pejibaye, y 80^o/o de trigo con 20^o/o de pejibaye. Paralelamente, se analizó el valor nutricional de cada una de estas pruebas en el Centro de Investigaciones de Productos Naturales (CIPRONA), Departamento de Química de la Universidad de Costa Rica, y se realizaron otros análisis para evaluar las características físicas de las masas en el laboratorio de "Molinos de Costa Rica". Estos últimos análisis se llevaron a cabo en dos muestras de la primera mezcla de 90^o/o-10^o/o, y dos muestras de 85^o/o-15^o/o de harina de trigo y de pejibaye, respectivamente.

En 1984 se trabajó con una muestra de harina de pejibaye sin exocarpo, de "primera clase", definiéndose ésta como harina elaborada con pejibaye cuyas características permiten comercializarlo bien como fruta fresca. Al momento, esta fruta se vende a un precio tan elevado que no es importante la búsqueda de mercados alternativos. Sin embargo, se sometió a prueba su harina, para examinarla. La muestra fue entregada con alto grado de humedad, lo que se corrigió sometiéndola a secado en el mismo laboratorio de "Molinos de Costa Rica" hasta dejarla con un grado de humedad aceptable (12^o/o de humedad). Luego, esta harina se mezcló con harina de trigo Spring, denominada harina Flores, en la proporción de 90^o/o de harina de trigo y 10^o/o de harina de pejibaye.

Ese mismo año, 1984, también se trabajó con dos muestras de harina de pejibaye, incluyendo el exocarpo, pero elaborada con fruta de calidad inferior. La utilización de esta clase de harina es importante, ya que ofrece mejores perspectivas, tanto industrial como económicamente en cuanto a su factibilidad, que el uso de harina elaborada con pejibaye de "primera clase". Una muestra se mezcló con harina Flores en proporciones de 80^o/o a 20^o/o, y la otra fue mezclada en la proporción de 85^o/o a 15^o/o.

En 1985 se trabajó con una muestra de harina de pejibaye obtenida de fruta de "menor calidad" y se incluyó el exocarpo para repetir los análisis practicados el año anterior, utilizando las proporciones de 90^o/o a 10^o/o y 85^o/o a 15^o/o. Así, se pudo comparar los resultados, los cuales son relevantes en cuanto a las posibilidades de usar la harina de pejibaye en panificación. Los panes se hicieron en la forma tradicional, para permitir comparaciones con pan corriente al máximo posible.

Para los análisis físicos realizados en "Molinos de Costa Rica", se utilizó

un equipo "Brabender" compuesto por una lavadora de gluten, un determinador de humedad, un farinógrafo y un extensógrafo. Con este equipo se midió una serie de características de la masa, tales como contenido de gluten y humedad, grado de absorción de agua, desarrollo, estabilidad, resistencia, decaimiento, energía, tenacidad y extensibilidad.

RESULTADOS

Las características sensoriales de los tres panes elaborados en 1984 se presentan en la Tabla 1. Se nota que el pan preparado con la mezcla de 90^o/o de harina de trigo y 10^o/o de harina de pejibaye, resultó semejante al pan corriente con 100^o/o de harina de trigo, acusando una pequeña diferencia en el color. La mezcla de 80^o/o de trigo y 20^o/o de pejibaye indudablemente contenía demasiado pejibaye, ya que se enfrentaron serios problemas en el crecimiento de la masa, y tenía, además, un sabor muy fuerte a la fruta. La última prueba, efectuada con una mezcla de 85^o/o de trigo y 15^o/o de pejibaye, tuvo resultados mixtos; de sabor y color agradables (similares al pan integral), el crecimiento fue normal en los bollitos de 100 gramos, pero los bollos más grandes no se desarrollaron ni crecieron suficientemente.

En la Tabla 2 se detallan los resultados de los análisis nutricionales de las mezclas. Al usar el trigo 100^o/o como punto de referencia, se notó que, según el mayor porcentaje de pejibaye, en las mezclas había una merma creciente en el contenido de proteína, aunque no muy significativa. Por otro lado, se observaron notorios incrementos en el contenido de vitamina A y de grasa. Johannessen (2) y Wu Leung y Flores (3) se dan cuenta de la superioridad del pejibaye con relación al trigo en su contenido de vitamina C, riboflavina y niacina, además de vitamina A y grasa. En la Tabla 3 se aprecia, asimismo, una comparación detallada en cuanto al valor nutricional del pejibaye, el trigo y el maíz. Con base en esa información, es factible concluir que la utilización de harina de pejibaye, aún en porcentajes limitados, en cierto sentido puede considerarse como una forma de enriquecimiento del pan, especialmente con referencia a vitamina A, que con más frecuencia es deficiente en la dieta de los pobladores de América tropical (4).

Los resultados de los análisis de las características físicas se dan a conocer en la Tabla 4. Como lo revelan los datos, hay un cambio notable en los resultados según aumenta el porcentaje de harina de pejibaye en la mezcla.

Así, se aprecia que la mezcla de 90^o/o de trigo con 10^o/o de pejibaye obtuvo valores mayores casi en todas las características analizadas, que la de 85^o/o de trigo y 15^o/o de pejibaye, y parece ser la mezcla más apta para la panificación de las pruebas realizadas. A continuación se incluye un resumen de los hallazgos más importantes.

1. *Gluten* (indica el porcentaje de proteína de trigo) — Se nota una disminución del contenido de gluten según aumenta el porcentaje de pejibaye en la mezcla. Como lo muestra la Tabla 2, también ocurre una reducción en el contenido de proteína total en las mezclas.

2. *Resistencia* (la suma del tiempo del desarrollo más estabilidad) — Este resultado es de suma importancia, pues señala el tiempo que la masa

TABLA 1
RESULTADOS SUPERFICIALES DE LAS PRUEBAS DE PANIFICACION*

Características	Número de prueba		
	1	2	3
Mezcla (^o /o harina de trigo) (^o /o harina de pejibaye)	90 ^o /o T – 10 ^o /o P	80 ^o /o T – 20 ^o /o P	85 ^o /o T – 15 ^o /o P
Clase de fruta	De primera y sin exocarpo	De segunda y con exocarpo	De segunda y con exocarpo
Sabor y olor	Bueno (Apenas se nota una pequeña diferencia con pan corriente)	No aceptable (Ligeramente amargo)	Bueno (La mejor de las tres mezclas según varios catadores)
Color	Amarillo	Pardo oscuro	Pardo claro, similar al pan integral
Presentación (volumen)	Normal	No aceptable	Parcial
Fecha de prueba	25-10-84	21-11-84	30-11-84

* Los datos presentados se basan en las pruebas efectuadas en "Molinos de Costa Rica, S. A."

TABLA 2

RESULTADOS DE LOS ANALISIS NUTRICIONALES DE LA HARINA DE TRIGO Y HARINA DE PEJIBAYE, SOLAS, Y DE LAS MEZCLAS*

Tipo de harina	Humedad o/o	Proteína o/o	Grasa o/o	Vitamina A UI**
100 ^o /o Pejibaye (de primera clase y sin exocarpo)	15.62	4.1	7.7	11
100 ^o /o Pejibaye (de menor calidad y con exocarpo)	11.74	3.7	8.2	2
100 ^o /o Trigo	12.9	12.2	1.2	2.3
90 ^o /o Trigo + 10 ^o /o Pejibaye	12.5	11.9	2.3	14.7
85 ^o /o Trigo + 15 ^o /o Pejibaye	7.85	11.7	2.5	3
80 ^o /o Trigo + 20 ^o /o Pejibaye	8.84	11.0	2.6	12

* Estos análisis fueron realizados por el Centro de Investigaciones para Productos Naturales (CIPRONA).

** Las variaciones en el contenido de vitamina A se pueden atribuir, entre otros factores, al hecho de que los resultados corresponden a muestras distintas.

mantiene su fuerza. Con base en ello, se sabe el tiempo que se debe destinar al momento del amasado en la confección del pan. Se nota una grave merma en el crecimiento del pan elaborado con las mezclas, el cual disminuye en crecimiento en relación directa al porcentaje de pejibaye presente en la masa. Por lo tanto, se observa que la utilización de esta harina de pejibaye en la panificación es estrictamente limitada.

3. *Decaimiento* (pérdida de fuerza, estado de ablandamiento de la masa) – Este se aprecia luego del tiempo de la resistencia. La curva imaginaria empieza a decaer, indicando que la masa ha pasado su tiempo de fuerza. En la Tabla 4 se observa más decaimiento a medida que el porcentaje de pejibaye se incrementa.

4. En relación con los resultados del *extensograma*, se observan cambios en cuanto a tenacidad, pero no hay variaciones significativas en lo que a extensibilidad se refiere.

DISCUSION

A partir de los resultados y observaciones de las pruebas y sus análisis,

TABLA 3

INFORMACION NUTRICIONAL SOBRE FRUTA FRESCA, POR 100 GRAMOS DE PORCION*
 PROMEDIOS DE VARIOS ANALISIS (5 muestras de maíz, 4 de pejibaye, y trigo — no se especifica)

	Humedad (%)	Proteína cruda (g)	Grasa (g)	Carbohidratos (g)	Fibra (g)	Ceniza (g)	Valor energético (calorías)	
Maíz amarillo	10.6	9.4	4.3	74.4	1.8	1.3	361.0	
Base seca (00/o de humedad)	—	10.5	4.8	83.2	2.0	1.4	403.6	
Harina de trigo duro (aprox. 720/o extractada)	12.0	11.8	1.2	74.5	0.4	0.5	365.0	
Base seca	—	13.4	1.4	84.6	0.5	0.6	414.6	
Pejibaye	50.5	2.6	4.4	41.7	1.2	0.8	196.0	
Base seca	—	5.3	8.9	84.2	2.0	1.6	395.9	
	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Actividad vitamina A (mcg)	Tiamina (vit. B ₁) (mg)	Riboflavina (vit. B ₂) (mg)	Niacina (mg)	Acido ascórbico (vit. C) (mg)
Maíz amarillo	9.0	290.6	2.5	70.0	0.43	0.10	1.9	Traza
Base seca	10.1	324.2	2.8	78.3	0.48	6.11	2.1	Traza
Harina de trigo	20.0	97.0	1.4	0	0.12	0.07	1.4	0
Base seca	22.7	110.2	1.6	0	0.14	0.08	1.6	0
Pejibaye	14.0	46.0	1.0	670.0	0.05	0.16	1.4	35.2
Base seca	28.3	92.9	2.1	1,353.4	0.11	0.32	2.8	70.7

* Datos tomados de: *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina (3).*

TABLA 4

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE PANES CON PEJIBAYE, EFECTUADOS EN EL LABORATORIO DE
"MOLINOS DE COSTA RICA, S. A."*

Panes	100°/o Trigo	90°/o Trigo + 10°/o Pejibaye (1a, sin exocarpo)	90°/o Trigo + 10°/o Pejibaye (2a, con exocarpo)	85°/o Trigo + 15°/o Pejibaye (2a, con exocarpo)	85°/o Trigo + 15°/o Pejibaye (2a, con exocarpo)
<i>Características</i>					
Fecha de ensayo	Control	25-10-84	10-10-1985	03-12-84	10-10-1985
Humedad, °/o	14.0	14.0	14.2	14.0	14.2
Gluten, °/o	40	37	36	35	34
Absorción, °/o	59-61	64.0	62.5	67.5	63.5
Desarrollo, min	1.5-4.0	4.0	1.0	3.0	0.5
Estabilidad, min	7.0-9.0	3.5	2.0	2.0	1.5
Resistencia, D & E	8.5-13.0	7.5	3.0	5.0	2.0
Decaimiento	50	70	70	110	100
Energía	118-125	100.6	118.2	90.7	83.2
Tenacidad	1,000	950	980	700	760
Extensibilidad, MM	90-105	95	115	90	90

* Los datos presentados se basan en los resultados reales de los análisis.

salta a la vista que no se puede utilizar la harina de pejibaye en porcentajes altos con propósitos de panificación. Es importante señalar que la harina de trigo tampoco permite mezclas con porcentajes elevados de otras clases de harinas (5-7). No obstante, al usar cantidades limitadas, la mezcla resulta en un producto con buena presentación, sabor y alto valor nutritivo.

En los resultados de los análisis de características físicas de las masas, se observan diferencias significativas entre las muestras de las mismas mezclas. Esto es una indicación de la variabilidad genética de la especie, pues algunos tipos de pejibaye son más aptos para panificación que otros. Hay una serie de factores que posiblemente sean causas de las variaciones. Entre ellos se incluye la calidad de la fruta fresca, el procesamiento y el control de calidad del mismo, la presencia del pericarpo en la harina de grado de secado, y el tiempo de almacenamiento de la harina. Para maximizar la factibilidad económica de utilizar harina de pejibaye en panificación, sería pues, necesario estudiar y seleccionar la clase de fruta y las mejores prácticas para su procesamiento y uso.

Los efectos macroeconómicos de utilizar tan sólo 100/o de harina de pejibaye en el pan serían potencialmente considerables y positivos. En el caso de Costa Rica, se anotan ciertos datos —que corresponden al año 1985— para darse cuenta de la magnitud de tales efectos. Ese país centroamericano espera importar 115,000 toneladas métricas de trigo en el citado año, de las cuales aproximadamente 810/o, o sea 93,150 toneladas métricas serán destinadas para uso en la panificación (8). Si se evitase 100/o de esas importaciones, Costa Rica podría mejorar su balanza de pagos en más de US\$1.8 millones. Ajeno a ello, la producción y el procesamiento de harina de esta fruta tropical para bastecer un mercado nuevo de esta magnitud, crearía nuevas fuentes de trabajo en el sector agroindustrial. En síntesis, los efectos potenciales de producir y utilizar la harina de pejibaye en la elaboración de pan, serían favorables para la economía costarricense.

CONCLUSIONES

Este estudio preliminar de la utilización de harina de pejibaye en la panificación no establece claramente la viabilidad del uso de esta fruta tropical. Se observa que la utilización de harinas elaboradas con varias clases de pejibaye, y las pocas muestras disponibles, limitan el valor del esfuerzo descrito en este artículo. Los limitados recursos no permitieron sustentar una investigación científicamente adecuada. No obstante, los resultados obtenidos pueden servir de base para el desarrollo de un estudio más formal a fin de complementarla. Como conclusiones finales de estas pruebas, podemos decir que la sustitución de harina de trigo por harina de pejibaye en el pan, hasta en un 100/o aproximadamente, se traduce en un producto de alta calidad. La utilización de harina elaborada del mesocarpo y exocarpo de fruta de “menor calidad”, parece ofrecer buenas perspectivas. Ello puede aseverarse sobre todo desde el punto de vista de los efectos macroeconómicos potenciales que podría tener, por lo que esta finalidad amerita contemplarse entre los posibles usos alternativos de la fruta de pejibaye.

del INCAP, ubicada a 1,500 m sobre el nivel del mar, en San Raymundo Sacatepéquez, Guatemala. La siembra se hizo en parcelas experimentales de 6 x 5 m (30 m²) a una distancia de 12 cm entre plantas y 80 cm entre surcos. Las variedades se sembraron en junio y se cosecharon en octubre de 1983, midiéndose su rendimiento. Para esto, las panojas de cada variedad se cosecharon a mano y se colocaron en una galera con corriente de aire para llevarlas todas a la misma humedad. Los rendimientos se expresan en base a la humedad que el grano contenía al separarlo de la panoja. Con las semillas así obtenidas (todas de color claro), se efectuaron tres tipos de determinaciones: física, química y biológica.

1. *Determinación Física*

En una balanza analítica (Mettler H20T) se pesaron 30 semilla de cada variedad de tres grupos de 10 semillas cada uno, obteniéndose el peso promedio por semilla para cada grupo. El largo y ancho de 10 semillas de cada variedad también se midió valiéndose de una lupa con aumento 8X y con escala de 0-15 mm.

2. *Determinación Química*

De cada variedad se extrajeron cuatro muestras de aproximadamente 25 g cada una, las cuales se molieron en forma independiente en un molino ciclón Neotec, almacenándose después a temperatura ambiente en frascos de vidrio hasta el momento de su análisis. A cada una de las muestras se les determinó:

- Humedad, según metodología descrita por la AOAC (7), para lo cual se pesó de 0.3 a 0.7 g de la muestra;
- Grasa, por el método de extracto etéreo (7) utilizando el aparato de micro-Soxhlet, pesando 0.1 g de muestra y mantenidas en reflujo durante 2 horas (8).
- Nitrógeno, por el método macro-Kjeldahl (7), expresando los resultados como proteína cruda (N x 6.25).

Se determinaron los aminoácidos metionina, cistina y leucina utilizando el método microbiológico descrito por la AOAC (7), empleando los microorganismos *Leuconostoc mesenteroides* y *Streptococcus faecalis* para la determinación de treonina. Ambos microorganismos fueron adquiridos del cepario del Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). La lisina se cuantificó utilizando el método electroforético descrito por Gómez-Brenes y Bressani (9).

3. *Determinación Biológica*

Las semillas de cada variedad se cocieron a presión atmosférica en agua hirviendo, utilizando tres litros de agua por kilo de semilla (relación 3:1) durante 10 min, con agitación constante. Luego fueron secadas con un secador de rodos a una presión de vapor de 70 psi, y a la velocidad de 3 rpm. Seguidamente se obtuvo la harina del material seco con ayuda de un molino de martillos Raymond.

A todas las harinas se les determinó nitrógeno y se prepararon dietas

ajustando a 90/o el nivel de proteína, agregándoseles 40/o de sales minerales (10), 10/o de aceite de hígado de bacalao, 50/o de aceite de semilla de algodón, almidón de maíz para ajustar 1000/o y 5 ml de una solución de vitaminas (11) por cada 100 g de dieta.

Estas dietas fueron ofrecidas *ad libitum* a ratas de la raza Wistar de 22 días de edad de la colonia animal del INCAP, cuyo peso inicial oscilaba entre 40 y 50 g, asignando ocho ratas a cada dieta (cuatro hembras y cuatro machos) para el ensayo de NPR (12). Se preparó una dieta control de caseína al mismo nivel de proteína, y otra libre de nitrógeno. Los animales fueron alojados en jaulas individuales de tela metálica, recolectándose datos de cambio de peso y consumo de alimento cada siete días durante 14 días. Las heces de los animales experimentales se recolectaron durante la segunda semana de iniciado el experimento, para determinación de digestibilidad, secándolas en horno a 60°C, limpiándolas con aire y posteriormente fueron molidas con un molino Wiley. Tanto a las dietas como a las heces recolectadas se les determinó el contenido de nitrógeno por el método Kjeldhal (7).

Análisis Estadístico

Todos los resultados que se obtuvo fueron sometidos a la prueba estadística de análisis de varianza y a la prueba de correlación de Pearson a un nivel de confiabilidad de 0.05 (13).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Caracterización de las Variedades de *Amaranthus caudatus*

Los resultados de rendimiento y de las determinaciones de peso, largo y ancho promedio, por semilla de las variedades de *A. caudatus*, se muestran en la Tabla 1. Según atestiguan los datos, el rendimiento varió de 5.1 a 11.5 kg por 30 m² con un promedio de 8.6 kg. Tal como se observa, el peso varió de 0.496 a 0.933 mg con un peso promedio (\bar{X}) de 0.748 ± 0.11 , mientras que el largo y el ancho oscilaron entre 1.11 y 1.37 mm ($\bar{X} = 1.23 \pm 0.12$) y entre 1.05 y 1.28 mm ($\bar{X} = 1.14 \pm 0.10$), respectivamente.

A partir de los resultados expuestos en la Tabla 1, se aprecia que las semillas de *A. caudatus* son sumamente pequeñas, lo que hace tarea bastante difícil la cosecha del grano. Uno de los componentes de rendimiento (kg/ha) es el peso del grano. Tanto éste como las dimensiones de la semilla acusaron una variabilidad relativamente amplia, lo que sugiere que estas características varietales podrían ser manipuladas por los genetistas de manera que se logre seleccionar según el mayor tamaño o peso del grano, sin afectar por ello la cantidad y calidad de la proteína de la semilla.

En la Tabla 2 se presentan los resultados promedio de proteína, grasa y humedad. La humedad osciló entre 10.55 y 12.86 g^o/o con un promedio de 11.81 ± 0.79 , y el contenido de proteína y grasa varió de 11.08 a 13.90 ($\bar{X} = 12.66 \pm 0.96$) y de 6.41 a 11.26 ($\bar{X} = 8.44 \pm 1.54$), respectivamente. Esta variabilidad también es de interés, sugiriendo que se podría seleccionar según estos dos nutrientes, proteína y energía, siempre

TABLA 1

CARACTERIZACION FISICA DE LAS VARIEDADES DE *Amaranthus caudatus*

Variedad	Identifi- cación	Rendimiento kg/30 m ²	Peso, mg		Largo, mm		Ancho, mm	
			\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE
1	CAC-44	5.1	0.815±	0.09	1.34 ±	0.13	1.19 ±	0.09
2	CAC-2082	5.9	0.661±	0.06	1.19 ±	0.14	1.12 ±	0.09
3	CAC-10-C	8.1	0.769±	0.05	1.28 ±	0.12	1.16 ±	0.08
4	CAC-13-B	7.5	0.713±	0.10	1.25 ±	0.08	1.10 ±	0.08
5	CAC-2055	8.8	0.659±	0.02	1.21 ±	0.11	1.13 ±	0.09
6	CAC-2050	7.2	0.877±	0.03	1.24 ±	0.08	1.18 ±	0.08
7	CAC-39-B	10.5	0.720±	1.07	1.25 ±	0.16	1.19 ±	0.14
8	CAC-38	6.6	0.933±	0.03	1.33 ±	0.09	1.27 ±	0.08
9	CAC-8-A	9.6	0.496±	0.05	1.18 ±	0.09	1.09 ±	0.10
10	CAC-38-C	11.5	0.874±	0.01	1.37 ±	0.07	1.25 ±	0.07
11	CAC-47	8.9	0.673±	0.04	1.23 ±	0.13	1.14±	0.11
12	CAC-2	9.4	0.697±	0.01	1.17 ±	0.08	1.12 ±	0.06
13	CAC-41-F	10.7	0.753±	0.08	1.19 ±	0.10	1.07 ±	0.08
14	CAC-2002	10.4	0.633±	0.04	1.23 ±	0.08	1.16 ±	0.07
15	CAC-48-A	8.6	0.749±	0.04	1.22 ±	0.09	1.12 ±	0.08
16	CAC-50	10.7	0.782±	0.03	1.25 ±	0.05	1.16 ±	0.05
17	CAC-57	8.9	0.775±	0.05	1.15 ±	0.13	1.05 ±	0.07
18	CAC-55-B	11.5	0.838±	0.03	1.21 ±	0.12	1.11 ±	0.10
19	CAC-11-C	7.7	0.712±	0.02	1.12 ±	0.09	1.05 ±	0.10
20	CAC-69	9.1	0.820±	0.03	1.36 ±	0.08	1.28 ±	0.10
21	CAC-43-B	7.3	0.851±	0.06	1.19 ±	0.13	1.08 ±	0.08
22	CAC-2081	8.0	0.679±	0.06	1.11 ±	0.07	1.07 ±	0.08
23	CAC-7	8.7	0.673±	0.02	1.22 ±	0.09	1.12 ±	0.08
24	CAC-6-C	9.0	0.768±	0.11	1.22 ±	0.09	1.12 ±	0.08
25	CAC-2074	6.3	0.778±	0.13	1.25 ±	0.11	1.15 ±	0.07
Promedio		8.6	0.748	0.11	1.23	0.12	1.14	0.10

\bar{x} = Promedio.

DE = Desviación estándar.

y cuando ni el rendimiento ni la calidad nutricional de la proteína fueren afectados.

Las determinaciones de aminoácidos (Tabla 3) muestran que la metionina oscila entre 119 y 107 mg/g N ($X = 168 \pm 29$); la treonina varía de 194 a 344 mg/g N ($X = 276 \pm 44$); los valores de cistina son de 57 a 102 mg/g N ($X = 74 \pm 12$); la leucina oscila entre 239 y 490 mg/g N ($X = 381 \pm 18$), y el contenido de lisina varía de 308 a 438 mg/g N ($X = 370 \pm 41$).

El análisis de varianza efectuado entre las 25 variedades de *A. caudatus* estableció que existe una diferencia significativa ($P < 0.05$) en todas las determinaciones efectuadas (peso, largo y ancho de las semillas y en los contenidos de humedad, proteína, grasa y para todos los aminoácidos

TABLA 2

HUMEDAD, PROTEÍNA Y GRASA DE LAS VARIEDADES DE *Amaranthus caudatus*

Variedad	Humedad, g ^o /o		Proteína, g ^o /o		Grasa, g ^o /o	
	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE
1	11.45	±0.64	11.08	± 0.33	6.41	± 0.45
2	11.76	± 0.87	11.20	± 0.94	7.71	± 0.16
3	10.55	±0.43	11.92	± 0.41	7.64	± 0.49
4	11.91	±0.66	12.94	± 0.37	8.01	± 0.48
5	11.58	±0.44	11.90	± 0.54	8.71	± 0.36
6	11.92	±0.61	12.72	± 0.48	8.13	± 0.50
7	11.37	±0.44	12.54	± 0.67	8.05	± 0.33
8	10.84	±1.23	13.90	± 0.65	8.75	± 0.53
9	10.74	±1.01	13.17	± 0.58	8.69	± 0.46
10	10.91	±0.78	13.37	± 0.73	7.65	± 0.56
11	12.18	±0.48	12.34	± 0.28	7.10	± 0.34
12	11.79	±0.36	13.24	± 0.67	7.68	± 0.37
13	11.83	±0.43	13.61	± 0.28	6.45	± 0.42
14	11.72	±0.54	13.66	± 0.45	8.60	± 0.57
15	12.01	±0.62	13.06	± 0.24	7.29	± 1.04
16	11.52	±0.68	12.44	± 0.29	6.74	± 1.27
17	12.14	±0.46	12.92	± 0.56	7.55	± 0.75
18	12.81	±0.54	12.77	± 0.60	7.17	± 0.37
19	11.99	±0.66	13.06	± 0.41	9.62	± 0.74
20	12.17	±0.25	12.46	± 0.51	9.61	± 0.16
21	12.60	±0.27	13.68	± 0.68	10.40	± 1.09
22	12.35	±0.26	13.85	± 0.52	9.25	± 0.65
23	12.86	±0.57	11.45	± 1.12	11.43	± 1.18
24	12.31	±0.55	11.97	± 0.23	11.26	± 0.64
25	12.02	±0.41	11.38	± 0.49	11.10	± 0.64
Promedio	11.81	0.79	12.66	0.96	8.44	1.54

\bar{x} = Promedio de cuatro repeticiones.

DE = Desviación estándar.

esenciales evaluados). Así pues, las variedades incluidas en este estudio son distintas entre sí, por lo que podrían clasificarse en grupos estadísticamente iguales por el contenido de cada uno de los componentes evaluados según la prueba estadística de Tukey, cuya clasificación se observa en la Tabla 4. Para la mayoría de los casos hay dos grupos, uno con alto contenido y el otro con bajo contenido del elemento en cuestión; sin embargo, en los casos de peso de la semilla y contenido de grasa, así como para metionina, treonina, cistina y leucina, las variedades se clasifican en tres grupos, o sea aquéllos con contenidos bajos, intermedios y altos.

TABLA 3

AMINOACIDOS ESENCIALES DE LAS VARIEDADES DE *Amaranthus caudatus*

No.	Metionina*		Treonina*		Cistina*		Leucina*		Lisina*	
	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE
1	189	± 16	264	± 19	76	± 9	408	± 29	318	± 17
2	207	± 11	249	± 25	76	± 17	356	± 30	333	± 48
3	197	± 8	255	± 18	102	± 11	358	± 36	408	± 29
4	185	± 5	234	± 9	84	± 6	316	± 52	390	± 42
5	189	± 14	253	± 24	88	± 5	338	± 23	421	± 30
6	189	± 7	253	± 17	78	± 4	316	± 32	398	± 28
7	205	± 14	276	± 18	96	± 5	282	± 38	402	± 17
8	145	± 13	234	± 10	75	± 15	239	± 13	376	± 17
9	143	± 16	202	± 18	57	± 9	338	± 57	379	± 19
10	147	± 8	194	± 18	79	± 9	335	± 34	308	± 9
11	167	± 7	245	± 19	77	± 10	375	± 4	350	± 27
12	198	± 19	323	± 22	64	± 4	490	± 52	365	± 40
13	187	± 9	290	± 8	66	± 5	480	± 9	390	± 12
14	188	± 2	310	± 28	63	± 9	457	± 16	382	± 26
15	197	± 20	344	± 24	71	± 4	377	± 40	438	± 21
16	155	± 6	269	± 39	69	± 2	340	± 7	392	± 39
17	152	± 15	305	± 20	69	± 5	327	± 23	342	± 30
18	161	± 12	392	± 39	70	± 3	438	± 25	331	± 22
19	170	± 14	307	± 16	72	± 6	402	± 23	361	± 21
20	195	± 9	296	± 14	79	± 3	397	± 32	375	± 26
21	140	± 8	276	± 17	64	± 5	454	± 38	379	± 34
22	126	± 6	259	± 16	64	± 2	424	± 19	355	± 18
23	134	± 17	338	± 51	76	± 6	409	± 33	366	± 53
24	119	± 7	303	± 18	70	± 8	383	± 8	330	± 31
25	124	± 8	336	± 23	78	± 3	404	± 15	366	± 41
Prome- dio**	168	± 29	276	± 44	74	± 12	381	± 18	370	± 41

* mg/g N.

** Promedio de 25 variedades.

 \bar{x} = Promedio.

DE = Desviación estándar.

Los resultados de los análisis químicos practicados demostraron que la especie de *A. caudatus* se encuentra entre los límites detectados en general para las especies de amaranto (5, 14).

Es un hecho conocido (6, 14) que la variación es una propiedad de todos los seres vivos y que en el caso de las plantas no hay dos que sean exactamente iguales. Esta variación depende de la interacción herencia y medio ambiente, teniendo este último factor una gran influencia en el contenido de nutrientes de los vegetales. Esta variabilidad es de gran significancia ya que permite seleccionar materiales con características deseables

TABLA 4

CLASIFICACION DE LAS VARIEDADES DE *A. caudatus* EN GRUPOS

Parámetro	Grupo	Varietades	Diferencia*	Promedio	Mínimo	Máximo
Ancho (mm)	1	1,2,3,4,5,6,7,9,11,12,13 14,15,16,17,18,19,21,22,23 24,25	0.14	1.12	1.05	1.19
	2	8,10,20		1.27	1.25	1.28
Largo (mm)	1	2,3,4,5,6,7,9,11,12,13,14,15 16,17,18,19,21,22,23,24,25	0.17	1.20	1.11	1.28
	2	1,8,10,20		1.35	1.33	1.37
Proteína (g ^o /o)	1	1,2,3,5,11,16,23,24,25	1.69	13.28	12.51	14.19
	2	4,5,6,7,8,9,10,12,13,14 15,17,18,19,20,21,22		15.06	14.44	15.81
Grasa (g ^o /o)	1	1,2,3,4,7,10,11,12,15,16 17,18	1.95	8.31	7.23	9.10
	2	5,6,8,9,14,19,20,22		10.09	9.23	10.94
	3	21,23,24,25		12.62	11.90	13.12
Metionina (mg/g N)	1	8,9,10,21,22,23,24,25	35.74	134.47	119.00	147.00
	2	11,16,17,18,19		160.90	152.00	170.00
	3	1,2,3,4,5,6,7,12,13,14 15,20		193.60	185.00	207.00
Treonina (mg/g N)	1	2,4,5,6,8,9,10,11	60.88	232.88	193.75	252.75
	2	1,3,7,13,16,17,18,20,21 22,24		281.18	254.75	305.00
	3	12,14,15,19,23,25		325.96	306.75	343.50
Cistina (mg/g N)	1	1,2,8,9,11,12,13,14,15,16 17,18,19,21,22,23,23	20.34	69.26	57.00	77.25
	2	6,10,20,25		78.50	77.50	79.25
	3	3,4,5,7		92.38	83.50	102.25
Leucina (mg/g N)	1	4,6,7,8	82.38	287.75	238.63	315.63
	2	2,3,5,9,10,11,15,16,17,19 20,24,25		364.24	326.50	408.00
	3	1,12,13,14,18,21,22,23		460.05	423.88	489.25
Lisina (mg/g N)	1	1,2,8,9,10,11,12,14,17,18 19,20,21,22,23,24,25	80.59	353.75	307.75	382.25
	2	3,4,5,6,7,13,15,16		404.34	389.50	438.00
Peso (mg)	1	2,5,9,11,14,22,23	0.19	0.64	0.49	0.68
	2	4,7,12,19		0.71	0.69	0.72
	3	1,3,6,8,10,13,15,16,17,18 20,21,24,25		0.81	0.74	0.93

* Diferencia que detecta la prueba de Tukey para determinar que dos variedades son distintas.

TABLA 6

**CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS ENTRE ALGUNOS PARAMETROS
EVALUADOS EN *Amaranthus caudatus***

Variables independiente-dependiente	r*	B**
Productividad-proteína	0.3880	0.2185
Metionina-cistina	0.3990	0.1470
Metionina-lisina	0.3850	0.4415
Treonina-leucina	0.5807	1.8609
Proteína-cistina	-0.5006	-5.3491
Grasa-metionina	-0.5862	-9.6980
Cistina-leucina	-0.4640	-5.8100

* r = Coeficiente de correlación de Pearson.

** B = Pendiente.

que el aminoácido lisina fue limitante para las variedades 1, 2 y 18.

En repetidas ocasiones se ha informado (1, 4, 14, 19, 20) que las especies de amaranto son ricas en los aminoácidos azufrados y lisina, y que son limitantes en el aminoácido leucina. Contrario a esto, en el caso de *A. caudatus* objeto del presente estudio, se demostró que unas variedades son ligeramente deficientes en aminoácidos azufrados y lisina; otras son ligeramente deficientes en treonina, y que de acuerdo al patrón de FAO/OMS, casi todas las variedades de *A. caudatus* son deficientes en el aminoácido leucina. Un aspecto interesante de mencionar es que de acuerdo al promedio para todas las variedades, resulta que ninguno de los aminoácidos esenciales es deficiente, a excepción de la leucina.

En cuanto al estudio biológico efectuado en las variedades, se encontró, como se aprecia en la Tabla 8, que el índice de razón proteínica neta (NPR) tiene un promedio de 3.54, y que la digestibilidad oscila entre 76 y 85% con un promedio de 80%.

El análisis de varianza demostró que no existe ninguna diferencia entre las variedades en lo que a NPR se refiere ($P < 0.05$) ni en contraste con el control de caseína empleado.

En lo referente a digestibilidad, el análisis de varianza detectó diferencias significativas entre variedades ($P < 0.05$), lográndose establecer dos grupos por la prueba de Tukey; el primero que incluye las variedades 1, 2, 4, 5, 10, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24 y 25 con una digestibilidad promedio de 79%, y el segundo grupo, que incluye las variedades 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 19, 21 y 23, con una digestibilidad promedio de 81%. Además, ambos grupos fueron estadísticamente diferentes del grupo control de caseína cuya digestibilidad fue de 93%.

TABLA 7

PUNTAJE* DE LAS VARIEDADES DE *Amaranthus caudatus*

Variedad	AAA**	Treonina	Leucina	Lisina
1	1.20	1.06	0.93	0.94
2	1.29	0.99	0.81	0.98
3	1.36	1.02	0.81	1.19
4	1.22	0.94	0.72	1.15
5	1.26	1.01	0.77	1.24
6	1.21	1.01	0.72	1.17
7	1.36	1.10	0.64	1.18
8	0.99	0.94	0.54	1.11
9	0.91	0.81	0.77	1.11
10	1.03	0.78	0.76	0.91
11	1.11	0.98	0.85	1.03
12	1.19	1.29	1.11	1.07
13	1.15	1.16	1.09	1.15
14	1.14	1.24	1.04	1.12
15	1.21	1.38	0.86	1.29
16	1.02	1.08	0.79	1.15
17	1.00	1.22	0.74	1.01
18	1.05	1.21	0.99	0.97
19	1.10	1.23	0.91	1.06
20	1.25	1.18	0.90	1.10
21	0.93	1.10	1.03	1.11
22	0.86	1.04	0.96	1.04
23	0.95	1.35	0.93	1.08
24	0.86	1.21	0.87	0.97
25	0.92	1.34	0.92	1.08
Promedio	1.10	1.10	0.87	1.09

* Puntaje: mg/g N del aminoácido entre mg/g N del aminoácido de la proteína de referencia de FAO 1973, en mg/g N = AAA 220; treonina: 250, leucina: 440, lisina: 340.

** Aminoácidos azufrados (cistina + metionina).

Los resultados del estudio biológico indican que todas las variedades de *A. caudatus* al ser administradas en forma cocida son de excelente calidad nutricional. No obstante, los bajos valores de digestibilidad señalan que hay algún factor antinutricional que impide la utilización total de la proteína del amaranto, factor que debe ser termoestable ya que las semillas fueron tratadas térmicamente durante 10 min y luego pasadas por un secador de rodos.

El presente estudio demostró la gran variabilidad que en todos los parámetros físicos y químicos evaluados existe entre las variedades de

TABLA 8

ESTUDIO BIOLÓGICO DE LAS VARIETADES DE AMARANTO

Variedad	NPR*	Digestibilidad verdadera (o/o)
1	3.79	80
2	3.76	80
3	3.64	81
4	3.53	80
5	3.58	80
6	3.45	81
7	3.28	82
8	3.55	81
9	3.42	81
10	3.45	80
11	3.54	81
12	3.39	81
13	3.65	80
14	3.72	81
15	3.43	80
16	3.71	80
17	3.41	82
18	3.47	76
19	3.60	85
20	3.87	77
21	3.46	81
22	3.53	79
23	3.50	81
24	3.33	79
25	3.47	79
Promedio	3.54	80
Control caseína	3.58	93

* NPR = Razón proteínica neta, promedio de 8 observaciones.

A. caudatus estudiadas. Esto es importante ya que demuestra la factibilidad de mejorar la especie a través de programas de fitomejoramiento, y aprovechar así el potencial nutricional que esta especie presenta.

SUMMARY

GENETIC VARIABILITY AND CORRELATIONS BETWEEN YIELD, GRAIN SIZE, CHEMICAL COMPOSITION AND PROTEIN QUALITY OF 25 VARIETIES OF AMARANTH (*Amaranthus caudatus*)

The purpose of the present research was to establish the variability in agronomic,

chemical and nutritional characteristics among 25 amaranth (*A. caudatus*) cultivars.

A large variability was found among cultivars in all the parameters evaluated. Average seed weight was 0.75 mg, and had an average size of 1.23 x 1.14 mm. The average moisture, protein and fat content was 11.81, 12.66 and 8.44%, respectively. The average values for methionine, threonine, cystine, leucine and lysine were: 168, 276, 74, 381 and 370 mg/g N, in the same order as presented.

It was possible to establish significant, positive correlations between yield-protein, methionine-cystine, methionine-lysine, and threonine-leucine, as well as significant negative correlations between protein-cystine, fat-methionine and cystine-leucine. Furthermore, it is not possible to select cultivars of higher yield on the basis of seed weight, since these two variables were negatively correlated, although not statistically significant.

Among all 25 cultivars studied, some were deficient in sulfur-containing amino acids, while based on the FAO/WHO essential amino acid pattern, all of them were deficient in leucine.

The average protein quality value expressed as NPR was 3.54 in thermally-processed samples, with no differences between cultivars. Nevertheless, protein digestibility values probably classified the samples in two groups with average values of 79 and 81%, respectively. The variability found can thus be used to select cultivars with higher yields and higher nutritional characteristics.

BIBLIOGRAFIA

1. Sánchez Marroquín, A. Dos cultivos olvidados, de importancia agroindustrial: El amaranto y la quinua. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **33**(1): 11-32, 1983.
2. El Amaranto y Su Potencial. (Boletín No. 1). Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1983.
3. Marx, J. L. Amaranth: A comeback for the food of the Aztecs? *Science*, **198**: 40, 1977.
4. Senft, J. P. Protein quality of amaranth grain. En: *Proceedings, 2nd Amaranth Conference*. Kutztown, Pa., 1979.
5. Sumar Kalinowski, L. El pequeño gigante. En: *El Amaranto y Su Potencial* (Boletín No. 2). Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, junio, 1983.
6. Devadas, R. P., V. Anuradha & U. Chandrasekhar. Seasonal variation in the nutrient content of *Amaranthus flavus*. *J. Nutr. Dietet.*, **6**: 305-307, 1969.
7. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., 1970.
8. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 7th ed. Washington, D. C., 1950, p. 346.
9. Gómez-Brenes, R. A. & R. Bressani. Método para la determinación de aminoácidos, aplicable a problemas de suplementación, fitomejoramiento y bioquímica nutricional. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **23**(4): 443-464, 1973.
10. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, **138**: 459-466, 1941.
11. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1957.
12. Bender, A. E. & B. H. Doell. Biological evaluation of proteins: A new aspect. *Brit. J. Nutr.*, **11**: 140-148, 1957.

13. Ott, L. **An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis.** Belmont, CA, Wadsworth Publishing Co., Inc., 1977.
14. Bourges, A. Perfil bromatológico del amaranto. En: **Memorias del Primer Seminario Nacional de Amaranto.** Vol. 1. México, 1984, p. 252-270.
15. Brauer, O. **Fitogenética Aplicada.** México, Limusa, 1969, p. 65-81.
16. Elías, L.G., G. Fukuda & R. Bressani. Correlation between chemical and biological parameters to evaluate the nutritional value of leguminous seeds. In: **XII International Congress of Nutrition, California, August 18-21, 1981.** (Abstract 368).
17. Bressani, R. Calidad proteínica de la semilla de amaranto cruda, y procesada. En: **El Amaranto y Su Potencial.** (Boletín No. 3). Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, septiembre, 1983.
18. Fukuda, G. **Significado de Algunos Indicadores Químicos y Biológicos de la Evaluación del Frijol (*Phaseolus spp.*).** Tesis (*Magister Scientifical* en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, CESNA/INCAP. Guatemala, 1978.
19. Becker, R., O. K. Grsoyeon & K. Lorenzo. Saccharides and starch of grain amaranth. En: **Proceedings, 2nd. Amaranth Conference.** Kutztown, PA, Rodale Press, 1979.
20. Sánchez Marroquín, A., S. Maya & J. L. Pérez. Agroindustrial potential of amaranth in Mexico. In: **Proceedings, 2nd. Amaranth Conference.** Kutztown, PA, Rodale Press, 1979, p. 95-104.

AMARANTO: UNA ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA LA ALIMENTACIÓN INFANTIL¹

Ana G. Imeri,² Luiz G. Elías³ y Ricardo Bressani⁴

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

RESUMEN

Se han considerado como características deseables para usar el grano de amaranto (*A. caudatus*) como un cereal para la alimentación infantil: su contenido relativamente alto de proteína y de aceite, y la calidad relativamente elevada de su proteína. Para tales propósitos se procesaron tres lotes de *A. caudatus*, sin lavado previo, lavado con agua, y lavado con una solución de bicarbonato de sodio, cocinándolos en una marmita de doble fondo con agua hirviendo, durante 10 min. Luego se pasaron por un secador de rodos, calentados con vapor a 70 psi y a 3 rpm. Se prepararon lotes procesados en forma similar, con saborizante de fresa. Las muestras así preparadas fueron analizadas para determinar almidón dañado, características del fluido a la concentración de 10⁰o, viscosidad por amilógrafo de Brabender, índices de absorción y retención de agua, granulometría, estabilidad de la suspensión y azúcares solubles. Además, se efectuó una evaluación organoléptica en suspensión con agua o leche endulzada con azúcar.

De acuerdo con los resultados, el lavado de la semilla incrementó la consistencia del producto y eliminó la ligera astringencia de las semillas. Este tratamiento aumentó también el índice de absorción y retención de agua, induciendo, a la vez, un incremento en los azúcares solubles y en el coeficiente de consistencia. Todas las muestras

Manuscrito modificado recibido: 10-10-86.

- 1 Este trabajo fue financiado con fondos de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos - BOSTID, con sede en Washington, D. C. (Programa INC-NUT-381/PN/85-85/CA).
- 2 Becaria del Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP.
- 3 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 4 Coordinador de Investigación y Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1215.

contenían 100% de almidón dañado y su comportamiento fue pseudo-plástico. La harina cruda dio una viscosidad de 500 UB, mientras que el amaranto procesado acusó un valor de 1,420 UB. La aceptabilidad de 20 panelistas en general fue alta. Esta fue buena para el producto con el agregado de saborizante de fresa y para el producto elaborado con semilla no lavada previo a su procesamiento, pero fue aún mejor sin saborizante al prepararse con la semilla lavada previo procesamiento. Estos resultados así como los informados anteriormente en relación al valor nutritivo; apoyan la hipótesis de que el grano de amaranto procesado puede ser un excelente alimento para el período del destete.

INTRODUCCION

Para la mayoría de los países en vías de desarrollo, los cereales constituyen su fuente principal de alimentos. Sin embargo, a pesar de que las dietas a base de cereales son adecuadas en calorías, tienen un bajo contenido de proteínas y no suplen los aminoácidos esenciales que el organismo necesita (1).

El grupo más vulnerable a la desnutrición lo constituye el de los niños de edad preescolar. La alimentación del niño menor de cinco años es de gran importancia, ya que en esta etapa tiene lugar su crecimiento y desarrollo máximos, estableciéndose, además, la base de su patrón dietético para el futuro. Por consiguiente, es fundamental satisfacer sus necesidades nutricionales y administrarles elementos nutricionales específicos en cantidad y calidad (2,3).

Los cereales para niños están elaborados para ser el primer alimento sólido que ingieran, y como tal, contribuyen a suministrar los nutrientes que el niño necesita durante los primeros meses de vida. Se ha popularizado el uso de productos comercializados para la alimentación infantil, pero muchos de ellos no llenan sus requisitos nutricionales (2, 3).

En la manufactura de cereales para niños, el valor nutricional debe ser objeto de consideración principal, sin olvidar que las características más importantes para un producto final aceptable, son las propiedades funcionales del mismo (4-6).

En consideración a lo expuesto, es vital identificar nuevas especies vegetales de alto valor nutritivo, que a través de su uso puedan contrarrestar en parte, el problema de la desnutrición infantil. El amaranto es una de estas especies que ofrece para el consumo, tanto sus hojas como su grano. Ya desde la época precolombina, las civilizaciones Azteca, Maya e Inca asociaban el maíz y el amaranto en la preparación de sus alimentos. Lamentablemente, en la actualidad el amaranto está siendo cultivado y sub-utilizado como un alimento menor en Sur y Centroamérica, así como en algunas regiones de Asia y Africa (7).

Uno de los aspectos más atractivos del grano de amaranto es que su contenido de proteína y grasa es mayor que el de los cereales convencionales y, a diferencia de éstos, su proteína es de buena calidad, no siendo suficiente en el aminoácido lisina, aunque sí en treonina y en menor grado en azufrados y leucina (8, 9). Los estudios biológicos al respecto han demostrado que con la aplicación de leves tratamientos hidrotérmicos, el valor nutricional del grano de amaranto se compara con el de la caseína. Tiene una NPR (razón proteínica neta) de 3.59, y una digestibilidad

promedio de 80^o/o, lo que para una proteína de origen vegetal es bastante aceptable (8-10).

El amaranto también es atractivo para ser utilizado como cereal destinado a los niños, por su mayor densidad calórica y calidad proteínica excepcional. Se estima que a través del procesamiento (como con secador de rodos) es posible convertirlo en un producto de apariencia similar al de la avena, de preparación instantánea y que no requiere cocción (11).

MATERIAL Y METODOS

La muestra utilizada para estos estudios fue una mezcla en partes iguales de 25 variedades de *A. caudatus*. La elaboración de un alimento precocido para ingerirse en el desayuno, consistió en tratar tres alcuotas de *A. caudatus* (10) de la siguiente forma: Las semillas de la primera alcuota no se sometieron a lavado, las de la segunda se lavaron con agua, y las de la tercera alcuota se lavaron primero con bicarbonato al 10^o/o y posteriormente con agua, con el propósito de limpiar el grano a fin de eliminar el material no deseable. El lavado se hizo con 1,000 g de grano y 3,000 ml de agua o solución de bicarbonato, dos veces y sin pasar de cinco minutos.

Cada una de estas alcuotas fue cocinada en marmita a una presión de vapor de 10 psi, con agua hirviendo durante 10 min, y con agitación constante. El nivel de sólidos fue ajustado a 15^o/o. Luego, el material se pasó por un secador de rodos, a una presión de vapor de 70 psi a 3 rpm. Estudios previos han demostrado que la calidad proteínica del amaranto mejora sustancialmente con este proceso (8, 9, 12).

Adicionalmente, otras alcuotas recibieron los mismos tratamientos y procesos ya descritos, con la variante de que se les incorporó un saborizante comercial líquido con sabor a fresa. Este fue agregado a cada fracción durante la etapa inicial de cocción con agua a la concentración de 0.3^o/o.

Por último, los productos obtenidos en el secador de rodos fueron homogenizados en un mezclador en V, Patterson-Kelly.

Al amaranto así procesado se le determinó:

1. Almidón dañado, utilizando el método descrito por Farrand (13);
2. Características del fluido, determinando su comportamiento a una concentración de 10^o/o en el viscosímetro de Brookfield, según el método de Heldman (14);
3. Viscosidad, con el amilógrafo Brabender, modelo OHG;
4. Índices de absorción y retención de agua, por el método descrito por Anderson (4);
5. Granulometría, de acuerdo al procedimiento de Henderson y Perry (15);
6. Estabilidad de la suspensión del producto, conforme lo establece la técnica descrita por Chauvin (16), y
7. Azúcares solubles por el método propuesto por Dubois, Gilles y Hamilton (17).

Tomando uno de los productos se hicieron pruebas en el laboratorio, con miras a ensayar medios líquidos para disolverlo: agua y leche, ambos

en frío y previamente calentados a 60°C. Además, se probaron varios niveles de azúcar (1 a 10 g^o/o) para endulzar el medio líquido antes de disolver el pseudo-cereal procesado. Asimismo, se sometieron a prueba varias concentraciones de productos procesados, para dar la consistencia lo más aproximada posible a un alimento tipo cereal para el desayuno de niños. Los niveles ensayados fueron 1, 5, 10, 15, 20 y 25^o/o de amaranto procesado.

Tres personas escogidas al azar degustaron las muestras y emitieron su opinión sobre cuál les gustaba más. Con esta información se procedió a tratar cada uno de los productos procesados de amaranto como sigue: el producto se agregó en una proporción de 10^o/o a leche endulzada con 7 g de azúcar/100 ml de leche, la cual fue entibiada a 60°C; la mezcla perfectamente homogeneizada se mantuvo en jarras Masson de 1.5 litros de capacidad, en baño de maría, a 60°C con agitación.

A cada una de las preparaciones se les asignó un número aleatorio de tres cifras. Las seis preparaciones (aproximadamente 60 ml de cada una en recipientes adecuados con cucharita individual y debidamente identificadas con el número asignado) fueron presentadas a 20 panelistas no entrenados, seleccionados al azar entre el personal del Instituto (10 hombres y 10 mujeres). Previamente se les había informado sobre los propósitos del experimento, tipo de alimento elaborado, comunicándoles que se trataba de un cereal para desayuno especialmente destinado a niños.

Los panelistas evaluaron las muestras con base en la técnica de la escala hedónica (18). El orden de presentación de las muestras a cada panelista fue completamente al azar.

La prueba se efectuó en un laboratorio de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, evitando en lo posible la comunicación entre panelistas.

A cada aspecto evaluado se le adjudicó un valor numérico, tal como se muestra en la Tabla 1, siguiendo el criterio de calificación de la escala hedónica.

Los resultados de la evaluación organoléptica fueron sometidos a la prueba estadística de análisis de varianza de medidas repetidas, y prueba de intervalos de confianza de comparaciones múltiples de Tukey (19).

RESULTADOS Y DISCUSION

Pruebas Funcionales

Los resultados de algunas pruebas funcionales a que se sujetaron los alimentos precocidos, elaborados a base de amaranto, se exponen en la Tabla 2.

Se encontró que el índice de absorción de agua para el alimento elaborado con semillas sin lavar era de 3.5, mientras que para los alimentos elaborados con semillas lavadas con agua y con bicarbonato eran de 4.4 y 4.2, respectivamente. En lo que atañe al porcentaje de retención de agua, los valores para estos alimentos son elevados, del orden de 1,800 a 1,840 ml^o/o. Según puede apreciarse, tanto el índice de absorción de agua como el porcentaje de agua retenida con el tratamiento de lavado de las semillas, acusaron una clara tendencia a incrementar, siendo estos

TABLA 1

ESCALA DE CALIFICACION UTILIZADA EN LA PRUEBA SENSORIAL

Parámetro	Criterio de evaluación máximo/mínimo	Puntaje máximo/mínimo
Aceptabilidad	Gusta extremadamente	9
	Desagrada extremadamente	1
Aroma	Muy agradable	9
	Muy desagradable	3
Consistencia	Muy viscosa	9
	Muy líquida	3
Astringencia	Muy astringente	9
	No tiene, no se siente	5
Dulzura	Excesivamente dulce	9
	No tiene, no se siente	5
Saborizante	Mucho saborizante	9
	No tiene, no se siente	6

índices iguales para los dos tratamientos de lavado (agua y bicarbonato).

Independientemente de que las semillas de amaranto fuesen lavadas o no antes de procesarlas, se observó que el porcentaje de almidón dañado, para todas ellas, fue de 100^o/o.

Los elevados índices de absorción y retención de agua y almidón dañado, indican que los alimentos elaborados a base de amaranto son altamente solubles. Lo expuesto se deduce, ya que como se ha informado en la literatura (16) correspondiente a la elaboración de alimentos solubles con la menor cantidad de largas cadenas de glucosa, es importante lograr mayor daño en el almidón, mayor absorción de agua y mayor volumen específico.

Se encontró que el volumen de sobrenadante, expresado en mililitros, después de dos horas de reposo de los productos fue de 0, hecho indicativo que los productos se suspenden totalmente. Esta dispersibilidad de 100 da como resultado buenas características de presentación en el momento de ser consumido.

Los azúcares solubles fueron de 0.13 g^o/o para el alimento cuyas semillas no se lavaron, de 0.20 g^o/o cuando las semillas se lavaron con agua, y de 0.19 g^o/o cuando se lavaron con bicarbonato. Al igual que en los índices anteriores, se observa el incremento que en los azúcares solubles produce el tratamiento de lavado que se les aplicó a las semillas.

Las características de flujo de una solución al 10^o/o de sólidos de los alimentos elaborados se pueden apreciar en la Tabla 3. Según se obser-

TABLA 2

PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALIMENTO TIPO CEREAL DE
DESAYUNO, PARA NIÑOS, A BASE DE *Amaranthus caudatus*

Tratamiento*	Índice de absorción de agua	Retención de agua ml o/o	Almidón dañado o/o	Estabilidad producto ml sobrenadante**	Azúcares solubles g/o***
1	3.5	1,800	100	0	0.13
2	4.4	1,840	100	0	0.20
3	4.2	1,840	100	0	0.19

* Tratamiento 1 = Semillas cocidas, sin lavado previo.

Tratamiento 2 = Semillas cocidas, lavadas previamente con agua.

Tratamiento 3 = Semillas cocidas, lavadas previamente con bicarbonato.

** Solución al 10^o/o. Datos después de 2 horas de reposo.

*** Azúcares solubles en harina molida sin tratamiento térmico = 0.03 g o/o.

va, los productos muestran coeficientes de consistencia de 0.91, 1.34 y 1.18 para los alimentos cuyas semillas no fueron lavadas, para las lavadas con agua, y con bicarbonato, respectivamente. El propósito que el lavado de las semillas persigue es incrementar la consistencia de los productos. Este resultado concuerda con la observación de los panelistas, quienes manifestaron que las muestras cuyas semillas habían sido objeto de tratamiento de lavado, tenían mayor consistencia.

En lo concerniente a la constante de pseudoplasticidad (n), se observó que todos los productos evaluados mostraron el comportamiento de un fluido pseudoplástico ($n < 1$) (Tabla 3).

Este tipo de fluido es aquél cuya viscosidad aparente disminuye cuando la proporción de tensión aumenta. La aplicación de mayor interés en este trabajo al obtener fluidos pseudoplásticos con " n " del orden de 0.415 a 0.575 radica en que por experiencias preliminares (16), se ha establecido que con constantes de pseudoplasticidad mayores de 0.60, se obtienen las características de flujo apropiadas para biberones. Las " n " establecidas para los productos evaluados son menores de 0.60 característica de flujo que es muy apropiada para el caso del producto en cuestión, ya que se desea obtener un producto más bien espeso.

La granulometría de los alimentos evaluados se aprecia en la Tabla 4. Se constató que el tamaño del gránulo era de 0.0391 cm para aquél cuyas semillas no fueron lavadas, y de 0.0711 cm para el alimento cuyas semillas se lavaron con agua; en cambio, para el alimento cuyas semillas se lavaron con bicarbonato, el tamaño del gránulo era de 0.0498 cm. Los índices de uniformidad indican que el tamaño de la partícula es bastante homogéneo, pudiendo clasificar al producto como grueso, ya que tiene un porcentaje más elevado de retención en los cedazos de mayor abertura. Por otra parte, los valores de módulo más fino, del orden de 5.27 a 6.18, señalan que la granulometría del producto es de 32 mesh (mallas).

TABLA 3

**CARACTERISTICAS DE FLUJO DEL ALIMENTO TIPO CEREAL DE
DESAYUNO, A BASE DE *Amaranthus caudatus***

Tratamiento*	Coeficiente de consistencia (m)	Constante de pseudoplasticidad (n)
1	0.91	0.575
2	1.34	0.422
3	1.18	0.415

- * Tratamiento 1 = Semillas cocidas sin lavado previo.
 Tratamiento 2 = Semillas cocidas, lavadas previamente con agua.
 Tratamiento 3 = Semillas cocidas, lavadas previamente con bicarbonato.

TABLA 4

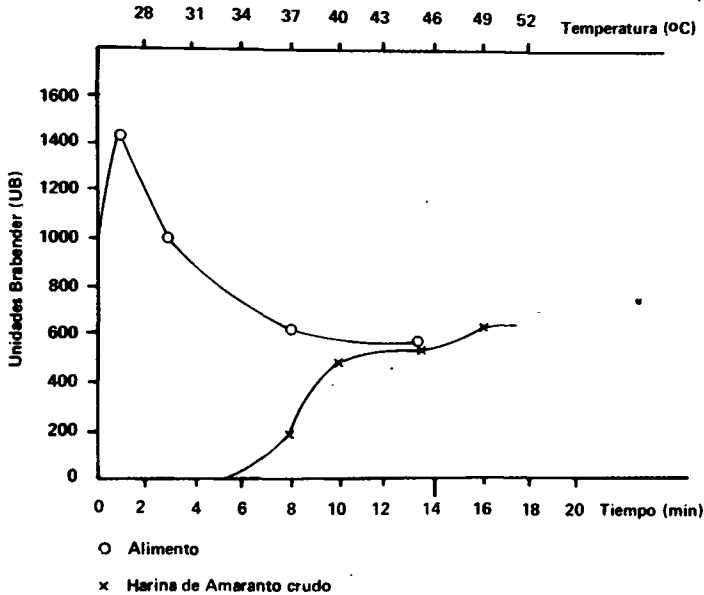
**GRANULOMETRIA DEL ALIMENTO TIPO CEREAL DE DESAYUNO,
A BASE DE *Amaranthus caudatus***

Tratamiento*	Módulo más fino (MF)	Indice de uniformidad	Tamaño del gránulo cm
1	5.27	7:2:1	0.0391
2	6.18	10:0:0	0.0711
3	5.98	10:0:0	0.0489

- * Tratamiento 1 = Semillas cocidas, sin lavado previo.
 Tratamiento 2 = Semillas cocidas, lavadas previamente con agua.
 Tratamiento 3 = Semillas cocidas, lavadas previamente con bicarbonato.

Se ha indicado (5, 16) que de la granulometría depende que el producto se suspenda en menor o mayor grado, y que con granulometrías de más de 70 mesh (mallas), el sedimento remanente al realizar las pruebas de los productos procesados será mínimo y el producto estará uniformemente suspendido. No obstante, con la granulometría experimentada, el producto no presenta ningún inconveniente para ser usado como producto instantáneo, ya que como se indicó antes, el producto se suspende en 100% y después de dos horas no se observa sedimentación.

En lo que respecta a las curvas amilográficas obtenidas con la harina de amaranto crudo y con el alimento procesado a base de amaranto (Figura 1), se obtuvo un valor de 600 Unidades Brabender (UB) para la primera, en el pico máximo de viscosidad a los 16 min (49°C); en cambio para el alimento procesado, se obtuvo un valor de pico máximo de viscosidad de 1,420 UB, pico que se obtuvo desde el inicio, es decir a los 2 min (27°C).



Incap 86-22

FIGURA 1

Curva amilográfica de harina de amaranto cruda, y del alimento a base de amaranto pasado por secador de rodos

Los datos de viscosidad indican el momento en el que el rompimiento de los gránulos de almidón es mayor. Ello repercute en un mayor grado de gelatinización y se traduce en propiedades deseables en el alimento, principalmente en lo referente a suspensión y consistencia.

El patrón mostrado para la harina de amaranto cruda es característico para *A. caudatus*, dado que como se ha apuntado, las curvas de viscosidad de Brabender, son características y diferentes para cada almidón. Comparado a los valores de viscosidad obtenidos para el trigo suave nacional del orden de 700-800 UB, y que alcanzan su pico máximo de viscosidad a los 68°C, la viscosidad de *A. caudatus* se asemeja bastante, aunque la temperatura a la que se alcanza el pico máximo de viscosidad es mucho menor (49°C). En un trabajo llevado a cabo por Becker, Grsoyeay y Lorenzo (20) en el que determinaron la temperatura de gelatinización de *A. hypochondriacus* y la compararon con la del trigo, dichos investigadores con-

cluyeron que el almidón de trigo con mayor tamaño del gránulo de almidón y mayor contenido de amilosa necesita una temperatura menor de gelatinización que el amaranto; sin embargo, los resultados obtenidos con *A. caudatus* no concuerdan con esos hallazgos.

Por otra parte, la curva amilográfica obtenida para el alimento procesado, indica claramente el grado de pregelatinización obtenido en el amaranto, y es lógico, puesto que el secador de rodos es el de utilización más común para producir almidón pregelatinizado (21).

El rápido incremento en viscosidad observado desde el inicio, puede explicarse por la existencia de un exudado de amilosa fuera del gránulo del almidón que ocurre con la gelatinización (5). Además, se ha observado (20) que cuando la concentración de almidón se incrementa al punto en que el agua libre entre los gránulos es relativamente menor, la viscosidad acusa un incremento a menor temperatura. La rápida elevación inicial en viscosidad se atribuye a la resistencia del gránulo hinchado a desplazarse.

Cabe recordar que el proceso de elaboración se realizó con rodos y con un contenido de humedad de 850/o; en la literatura (4) se han informado alzas considerables en la viscosidad cuando el nivel de humedad se incrementa de 35 a 700/o.

La curva de viscosidad obtenida en este trabajo para el alimento procesado muestra patrones un tanto distintos a otros productos. No obstante, en el caso del amaranto (7, 22) los almidones que lo constituyen son de tipo muy especial, diferentes a los almidones industriales, y en productos tales como "snacks", arepas, y atoles de amaranto, los valores de gelatinización no dan el pico plastificante, sino que alcanzan altas viscosidades, lo que es característico del almidón de esta leguminosa.

Estas son las peculiaridades de viscosidad observadas en el almidón de amaranto, por lo que se recomienda su uso para mejorar propiedades funcionales de diversos productos.

Pruebas de Aceptabilidad

La Tabla 5 contiene el resumen de los resultados de la evaluación organoléptica practicada al alimento de desayuno elaborado a base de amaranto de acuerdo a la escala de clasificación expuesta en la Tabla 1.

En general, la aceptabilidad fue catalogada como "gusta ligeramente" ($X = 6$). Además, se encontró que no hay mayor o menor preferencia significativa ($P < 0.05$) en cuanto al aditivo ni por ninguno de los tratamientos; sin embargo, sí hubo interacción significativa ($P < 0.05$) entre aditivo y tratamiento. Usando la prueba de Tukey se pudo establecer que las combinaciones de mayor preferencia fueron aquellas en las que no se agrega aditivo a las semillas que antes de someterse a cocción con agua, fueron lavadas con bicarbonato (Tratamiento 3). Además, cuando al alimento se le incorporó aditivo, fue más aceptable el Tratamiento 1, es decir, cuando las semillas no fueron lavadas previamente.

En la evaluación de la consistencia no se apreció diferencia significativa ($P < 0.05$) por la presencia de aditivo, pero sí fue significativo ($P < 0.05$) por el tratamiento. La consistencia del alimento cuyas semillas no se lavaron se catalogó como ligeramente viscosa ($X = 7$). En contraste, la consistencia de los otros dos tratamientos (semillas lavadas con agua y

TABLA 5

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL ALIMENTO
TIPO CEREAL DE DESAYUNO, PARA NIÑOS, A BASE DE AMARANTO*

Variable	Aditivo**	Tratamientos***		
		1	2	3
Aceptabilidad	Sin	6	6	7
	Con	7	6	5
Consistencia	Sin	7	8	8
	Con	7	8	8
Astringencia	Sin	6	5	5
	Con	5	6	6
Dulzura	Sin	6	6	6
	Con	7	7	7
Saborizante	Sin	7	7	7
	Con	8	8	8
Aroma	Sin	6	6	7
	Con	7	6	6

* Datos aproximados a mediana.

** Aditivo = Sin y con saborizante artificial de fresa.

*** Tratamiento 1 = Semillas cocidas sin lavado previo.

Tratamiento 2 = Semillas cocidas, lavadas previamente con agua.

Tratamiento 3 = Semillas cocidas, lavadas previamente con bicarbonato al 10⁰/o.

con bicarbonato) fue descrita como moderadamente viscosa. Se deduce así que el lavado de las semillas antes de la cocción hace que su viscosidad aumente significativamente.

Se determinó que las muestras no tienen astringencia o es apenas perceptible. No se encontró diferencia alguna en las muestras al considerar el aditivo y el tratamiento, pero la interacción de estos dos aspectos sí fue significativa ($P < 0.05$), por lo que la combinación de estos dos factores otorga al alimento ligera astringencia. Se estableció (prueba de Tukey) que las muestras que presentan ligera astringencia son: el Tratamiento 1 sin aditivo y los Tratamientos 2 y 3, ambos con aditivo.

En la Tabla 5 se puede apreciar que cuando el alimento no tiene aditivo acusa ligera astringencia cuando las semillas no fueron lavadas, y ésta tiende a disminuir cuando las semillas se lavan con agua y más aún cuando se lavan con bicarbonato. Por otra parte, al observar la tendencia en cuanto a astringencia de las muestras que contenían aditivo, se aprecia que el alimento cuyas semillas no se sometieron a lavado no presenta astringencia, pero sí se detecta cuando las semillas fueron lavadas con agua y todavía más cuando se lavaron con bicarbonato. Estos resultados indican que

las semillas de amaranto sí tienen astringencia *per se*, pero ésta es apenas perceptible y no desagradó a los panelistas. Además, la astringencia se elimina con el lavado de las semillas. La adición de saborizante a las semillas sin lavar elimina la ligera astringencia percibida, pero, ésta se acentúa con el lavado de las semillas, lo que parece indicar que el sabor del saborizante se acentúa cuando las semillas se lavan, ya sea con agua o con bicarbonato.

El sabor fue catalogado como "ligeramente dulce" ($X = 6$) para las muestras sin aditivo, y como "moderadamente dulce" ($X = 7$) para las que contenían aditivo, encontrándose un efecto significativo ($P < 0.05$) por aditivo. No sucedió así por tratamiento, lo que significa que el saborizante le confiere dulzura adicional a los productos que lo contienen.

Se encontró que el saborizante fue percibido por los panelistas independientemente del tratamiento, catalogando las muestras sin aditivo con un contenido de saborizante ligeramente perceptible ($X = 7$). Este resultado sugiere que los panelistas estaban influidos psicológicamente para detectar algún saborizante, o bien que las semillas de amaranto le confieren al alimento un sabor especial el cual pudo ser confundido por los panelistas como saborizante artificial. Por otra parte, la cantidad de saborizante empleado no pareció desagradar a los panelistas, quienes clasificaron las muestras como con un contenido de saborizante moderado ($X = 8$).

A partir de los resultados de la evaluación organoléptica se pudo establecer que el alimento con aditivo, elaborado con semillas que no fueron lavadas, y el alimento elaborado con semillas que fueron lavadas con bicarbonato y al cual no se le agregó saborizante, tuvieron más aceptación en lo referente a aroma, astringencia y aceptabilidad.

Es importante subrayar dos observaciones indicadas por algunos panelistas. La primera se refiere a que la presencia de cascarilla en el cereal les había molestado, por lo que este aspecto debe corregirse en el producto, ya que podría causar problemas a los niños que lo consuman. La segunda observación fue que el producto causó ligera alergia a algunas personas, por lo que la investigación de alérgenos en el amaranto debe ser objeto de futuros estudios.

El aroma de todas las muestras fue catalogado como ligeramente agradable ($X = 7$). No se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) por aditivo ni por tratamiento, pero sí una interacción significativa ($P < 0.05$) de aditivo por tratamiento, lo que significa que una combinación de estos dos parámetros es más aceptable en cuanto a aroma. Las combinaciones en las que el aroma es más aceptable o agradable es en el Tratamiento 3 sin aditivo, y en el Tratamiento 1, con aditivo, tal como se pudo establecer por la prueba de Tukey.

En vista de la buena aceptación que tuvo el alimento elaborado, tal y como lo demostrara la evaluación organoléptica, sumado a sus buenas características funcionales y excelente calidad proteínica, ya sea solo o con leche (11), se puede aseverar que el amaranto constituye una alternativa atractiva desde el punto de vista nutricional. Ajeno a ello, contribuiría a aliviar en parte, el problema de la desnutrición que afrontan grandes sectores de la población infantil de nuestros países.

SUMMARY

AMARANTH: A TECHNOLOGICAL ALTERNATIVE FOR CHILD FEEDING

The relative high protein and oil content of amaranth grain and its relative high-protein quality are desirable characteristics to use it as a weaning food. Such a product was prepared with *A. caudatus* grain. Batches were processed without previous treatment of the grain, washed with water or with a bicarbonate solution. Processing consisted of cooking at atmospheric pressure for 10 min before passing the partially cooked grain through a double drum-drier heated with steam at 70 psi, and at a velocity of 3 rpm. Batches were also processed with the addition of strawberry flavor. All samples were analyzed for damaged starch and fluid characteristics using a 10% concentration, viscosity (by the Brabender amylograph), water absorption and retention, particle size, stability of the suspension, and soluble sugars. The different samples were organoleptically evaluated for acceptability, consistency, astringency, sweetness flavor and aroma, with a 20-member panel. A product with water or with milk and sugar was also evaluated.

The results indicated that washing the grain prior to cooking increased the consistency of the product and eliminated the astringency of the grain. Washing also increased water absorption and retention, soluble sugars and the coefficient of consistency. All samples exhibited 100% damaged starch and had a pseudoplastic behavior. The raw grain flour gave a viscosity of 500 UB, while for the processed samples this value increased to 1,420 UB. In general, its acceptability on the part of the panelists was high. It was good for the product with strawberry flavor, but it was even better for the sample without flavor which had been previously washed. These results, as well as others reported on nutritive value, confirm the hypothesis regarding the use of processed whole grain amaranth as a weaning food.

BIBLIOGRAFIA

1. Milner, M. (Ed.). **Protein-Enriched Cereal Foods for World Needs**. Minnesota-American Association of Cereal Chemists, 1969.
2. Committee on Protein Malnutrition/Committee on Child Nutrition of the National Academy of Sciences-National Research Council. **Pre-School Child Malnutrition, Primary Deterrant to Human Progress**. Washington, D. C., Rodale Press, Inc. 1979, p. 58.
3. Whitehead, R. G. Food technology and the food problems of mothers and young children in the developing world. En: **Problems in Nutrition Research Today**. H. E. Aebi, G. B. Brubabher y M. R. Turner (Eds.). New York, Academic, Press, 1981.
4. Anderson, R. A., V. F. Pfeiter & E. Griffin, Jr. Gelatinization of corn grits by roll- and extrusion-cooking. **Cereal Sci. Today**, 14(1): 4-7, 11, 12, 1969.
5. Harper, J. M. **Extrusion of Foods**. Vol. II., Florida. CRC Press, Inc. 1981.
6. Hausen, L. P. The potential of rice yeast in aiding the hunger problems of young children. **Cereal Foods World**, 30: 182-185, 1985.
7. Sánchez-Marroquín, A. Perspectivas biotecnológicas del sistema amaranto. En: **Memoria del 1er Seminario Nacional de Amaranto**. Vol. I. México, 1984.
8. Imeri, A., R. Flores, L. G. Elías & R. Bressani. Efecto del procesamiento y de la suplementación con aminoácidos sobre la calidad proteínica del amaranto (*Amaranthus caudatus*). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 37(1): 160-173, 1987

9. Bressani, R., J. M. González & L. G. Elías. INCAP program on amaranth grain. Presentado en: **Third Amaranth Conference, Rodale Press Center, Kutztown, PA., Sept. 11-14, 1984.**
10. Imeri, A., J. M. González, R. Flores, L.G. Elías & R. Bressani. Variabilidad genética y correlaciones entre rendimiento, tamaño del grano, composición química y calidad de la proteína de 25 variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus*). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **37**(1): 132-146, 1987.
11. Bressani, R. & L. G. Elías. Development of 100% amaranth foods En: **Third Amaranth Conference, Rodale Press Center, Kutztown, PA., Sept. 11-14, 1984.**
12. Bressani, R. Efecto del procesamiento térmico seco sobre la calidad proteínica del grano de amaranto. En: **Primer Seminario Nacional del Amaranto, octubre 25-27, 1984, Chapingo, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984, p. 88-104.**
13. Farrand, E. A. Flour properties in relation to the modern bread process in the United Kingdom, with special reference to alpha-amylase and starch damage. **Cereal Chem.**, **41**: 98-110, 1964.
14. Heldman, D. R. **Food Process Engineering.** Connecticut, AVI Publishing Co., 1977.
15. Henderson, S. M. & R. L. Perry. **Agricultural Process Engineering.** 2nd. ed. Westport, Conn., AVI Publishing Co., Inc., 1976.
16. Chauvin, J. V. **Desarrollo Experimental de un Proceso Combinado de Extrusión e Hidrólisis Enzimática para la Elaboración de un Suplemento Alimenticio a Base de Arroz y Soya.** Tesis (*Magister Scientifcae*) Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/INCAP (Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Guatemala, Guatemala, C. A., 1981.
17. Dubois, M., K. A. Gilles & S. K. Hamilton. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Anal. Chem.**, **28**: 350-365, 1956.
18. Larmond, E. **Laboratory Method for Sensory Evaluation of Foods.** Canada, Research Branch, 1977.
19. Ott, L. **An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis.** Belmont, CA, Wadsworth Publishing Co., Inc., 1977.
20. Becker, R., O. K. Grsoyeon & D. Lorenzo. Saccharides and starch of grain amaranth. En: **Proc. 2nd Amaranth Conference.** Kutztown PA., Rodale Press, Inc., 1979, p. 58.
21. Powell, E. L. Production and use of pregelatinized starch. En: **Starch: Chemistry and Technology.** R. L. Whistler & E. F. Paschall (Eds.). Vol. II. New York, Academic Press, 1967.
22. Sánchez-Marroquín, A., S. Maya & J. L. Pérez. Agroindustrial potential of amaranth in Mexico. En: **Proc. 2nd Amaranth Conference.** Kutztown, PA., Rodale Press, Inc., 1979, p. 95-104.

EFFECTO DEL PROCESAMIENTO Y DE LA SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS SOBRE LA CALIDAD PROTEINICA DEL AMARANTO (*Amaranthus caudatus*)¹

Ana Imeri,² Rafael Flores,³ Luiz G. Elías⁴ y Ricardo Bressani⁵

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

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con el propósito de evaluar el efecto del procesamiento térmico en la calidad de la proteína del amaranto (*A. caudatus*). Asimismo, se trató de establecer el orden de las deficiencias de aminoácidos esenciales que, el puntaje químico sugiere, son limitantes de la calidad de la proteína.

Los granos de *A. caudatus* se sometieron a cocción en agua en el autoclave a 15 lb de presión por 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 minutos. Una vez cocidos, las muestras fueron deshidratadas con aire caliente a 60°C y convertidas en harinas. Estas muestras fueron analizadas para determinación de taninos, inhibidores de tripsina, hemaglutininas (con eritrocitos de vaca, de carnero y de humanos), almidón dañado, lisina disponible, calidad proteínica (por el método de NPR), y digestibilidad verdadera. Los resultados obtenidos indicaron que las harinas (de 0 a 60 min de cocción) no contenían inhibidores de tripsina y que el contenido mínimo de taninos, expresado como catequina, desaparecía después de 30 min de cocción. Las cantidades de estas sustancias antifisiológicas en el material crudo son tan pequeñas que, se considera, no constituyen factores que reduzcan la calidad del producto. Se obtuvo una respuesta positiva

Manuscrito modificado recibido: 29-8-86.

- 1 Este estudio se llevó a cabo con fondos provistos por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos — BOSTID, con sede en Washington, D.C. (Programa INC-NUT-381/PN/85-85/CA).
- 2 Becaria del Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/ INCAP.
- 3 Estadístico del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).
- 4 Científico, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 5 Coordinador de Investigación y Jefe de la citada División, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E-1214.

a hemaglutininas, más fuerte a extractos humanos, las que desaparecieron con respecto al tiempo de cocción, después de 10 min para los eritrocitos de vaca y de carnero, y después de 20 min para los de humanos. El tiempo de cocción incrementó el almidón dañado, lo que era de esperar, y se pudo notar un ligero aumento en lisina disponible, lo cual no se logró explicar satisfactoriamente. No hubo cambios importantes en cuanto a digestibilidad verdadera de la proteína en relación a tiempo de cocción. Una vez más los hallazgos demostraron un efecto positivo del tratamiento térmico en la calidad de la proteína, sugiriendo la presencia de sustancias de acción antifisiológica, o falta de biodisponibilidad de nutrientes en crudo. La calidad proteínica (NPR y digestibilidad) no se vio substancialmente alterada por mayores tiempos de cocción, por lo que se concluyó que un tiempo adecuado para el tipo de procesamiento utilizado en el estudio objeto de esta comunicación, es de 10 minutos.

Se uso una muestra de *A. caudatus* procesada de esta manera para los estudios de suplementación con treonina, metionina y leucina, individualmente, y junto con 8.0, 9.5 y 11.00% de proteína, respectivamente, en la dieta. Los resultados revelaron que los mayores valores de NPR se observan con 8.0 y 9.50% de proteína. No se detectaron efectos claros con la adición de los aminoácidos, pero sí una interacción entre la proteína de la dieta y los aminoácidos. Tampoco se observó ningún efecto con la adición de leucina, lo cual sugiere que no es limitante. Es posible que la treonina sea el aminoácido más limitante, pero los efectos fueron reducidos posiblemente por el nivel agregado a las dietas. Tampoco se constató efecto alguno sobre la digestibilidad de la proteína.

INTRODUCCION

El estudio del amaranto ha cobrado creciente importancia ya que es una especie subutilizada en la que tanto sus granos como sus hojas son fuentes de proteína de alta calidad (1-6). Sin embargo, a pesar de su excelente calidad química, las investigaciones realizadas concluyen que los aminoácidos de la proteína en la harina cruda de amaranto no se encuentran del todo disponibles, o bien que la harina cruda contiene sustancias que interfieren con la utilización biológica de sus nutrientes (7-13).

Son escasos los estudios que han tratado de identificar los posibles factores tóxicos de la planta de amaranto, y los resultados obtenidos son, algunas veces, contradictorios (7, 8, 10, 14).

Un aspecto muy importante en la evaluación de la calidad nutricional de especies vegetales lo constituye el efecto del procesamiento térmico. En general, los tratamientos térmicos severos afectan la calidad nutricional de la proteína (15-17), pero los calentamientos controlados incrementan el valor nutritivo. Ello se debe a la inactivación de factores antifisiológicos (16-19), o bien al incremento en la disponibilidad de aminoácidos (7, 10, 13, 20).

Las investigaciones emprendidas para evaluar el efecto del tratamiento térmico en el amaranto han determinado que las semillas no tratadas son de baja calidad comparada con los controles de caseína utilizados. No obstante, el valor nutritivo mejora notablemente con tratamientos térmicos controlados (7, 9, 10, 13, 21). Por el contrario, los tratamientos térmicos severos tal como el tostado de las semillas de amaranto, disminuye notoriamente su calidad (7, 9, 20).

Entre los factores importantes que determinan la calidad de la proteína pueden mencionarse su contenido, balance, y disponibilidad de aminoácidos esenciales. De acuerdo al puntaje químico, varios autores han señalado que el aminoácido limitante en la proteína de amaranto es la leucina (7, 8, 10), pero no se ha informado sobre estudios biológicos que sustenten esta aseveración. Algunos de los resultados referentes a este aspecto sugieren que, biológicamente, la treonina y no la leucina constituye el aminoácido esencial más limitante en la proteína de amaranto (9, 13). Sin embargo, este aspecto requiere de investigaciones más a fondo, ya que la adición de metionina al amaranto procesado se ha traducido en un mejoramiento en calidad (9, 13).

MATERIAL Y METODOS

En este estudio se procedió a mezclar en cantidades iguales semillas de 25 variedades de *A. caudatus*, las cuales fueron sembradas y cosechadas en la Finca Experimental del INCAP, ubicada en San Raymundo Sacatepéquez, Guatemala, a 1,500 m de altura sobre el nivel del mar. La variabilidad en rendimiento, en características físicas de los granos, composición química y calidad proteínica de estas 25 selecciones han sido ya informadas (22).

La cantidad total fue dividida en dos porciones. La primera se utilizó para evaluar el efecto del procesamiento térmico sobre la calidad proteínica, y determinación de algunos factores antinutricionales. Para estos propósitos se subdividió esta porción en siete muestras, cada una de las cuales fue sometida a cocción en agua hirviendo (relación 3:1) en marmitta, con una presión de vapor de 10 psi, durante 10, 20, 30, 40, 50 y 60 min, respectivamente. Después de la cocción cada muestra se secó en horno con aire a 60°C, y luego se molió en un molino de martillos Raymond. Una de las muestras no recibió ningún tratamiento térmico, y sólo fue molida en la forma ya indicada.

A las harinas así obtenidas se les determinó inhibidores de tripsina según el método de Kakade y Evans (23); hemaglutininas, según la metodología descrita por Jaffé y Brucher (18), ensayando la reacción con eritrocitos humanos tipo O positivo, de vaca y de carnero; taninos, expresados como catequinas, por el método propuesto por Price, Van Scowoc y Butler (24); almidón dañado, por el método descrito por Farand (25); proteína por el método macro Kjeldhal (26); y lisina disponible por el procedimiento descrito por Carpenter (15).

Con cada una de las siete muestras se prepararon dietas con un nivel de proteína de 9%, agregándole a cada una 4% de sales minerales (27), 1% de aceite de hígado de bacalao, 5% de aceite vegetal y almidón de maíz hasta completar 100%. Además, se les agregó 5 ml de una solución de vitaminas por cada 100 g de dieta (28).

Estas dietas fueron usadas para alimentar ratas recién destetadas (21 días de edad), raza Wistar, de la colonia animal del INCAP, cuyo peso oscilaba entre 40 y 50 g, asignando a cada dieta cuatro hembras y cuatro machos.

Se preparó una dieta control de caseína al mismo nivel de proteína, y otra dieta libre de nitrógeno. Los animales fueron alojados en jaulas

individuales de tela metálica, y se alimentaron *ad libitum*, recolectándose datos de cambio de peso y consumo de alimento cada siete días. Las heces de los animales experimentales se recolectaron durante la segunda semana de iniciado el experimento, luego se secaron en horno a 60°C, y después se limpiaron con aire y se molieron en un molino Wiley para su análisis de nitrógeno, el cual fue también determinado en las dietas.

La calidad proteínica se estableció por el índice de razón proteínica neta (NPR), el cual se define como la ganancia de peso del grupo experimental corregido por la pérdida de peso de otro grupo igual, pero alimentado con una dieta libre de nitrógeno, dividido por la ingesta proteínica (14). La digestibilidad verdadera de la proteína fue calculada con la fórmula $(N_i - (N_f - N_{fe})/N_i) 100$, donde N_i = nitrógeno ingerido, N_f = nitrógeno fecal y N_{fe} = nitrógeno fecal endógeno. El ensayo duró 14 días.

Con la segunda porción de amaranto, se procedió a evaluar el efecto del nivel proteínico y de la suplementación con aminoácidos en la calidad nutricional de la proteína de amaranto. Para estos propósitos, el grano se procesó en autoclave por 10 min a 15 lb de presión (131°C) y luego se deshidrató con aire a 60°C y se convirtió en harina como ya se indicó.

A la harina obtenida se le determinó el contenido de nitrógeno por medio del método de Kjeldahl. Posteriormente, el material se dividió en tres partes, cada una de las cuales se incorporó a dietas para ensayo con ratas, ajustando el nivel proteínico a 8, 9.5 y 11%, respectivamente. Para cada nivel proteínico se prepararon cinco dietas, las cuales fueron suplementadas con aminoácidos de la siguiente forma: a una se le agregó DL-treonina al 0.20%, a otra L-leucina al 0.20%, a la tercera DL-metionina al 0.20% y una cuarta dieta fue suplementada con 0.20% de cada uno de los siguientes aminoácidos: DL-treonina + L-leucina + DL-metionina. La última, o sea la quinta, no se suplementó, sirviendo como control.

A todas las dietas se les determinó nitrógeno por macro Kjeldahl, y finalmente fueron usadas para los ensayos biológicos de NPR y digestibilidad, según se describió.

Las pruebas estadísticas empleadas para el análisis de resultados fueron las siguientes: análisis de varianza, prueba de intervalos de confianza de comparaciones múltiples de Tukey, análisis de ecuaciones polinomiales, pruebas de contrastes ortogonales y prueba de regresión múltiple (12).

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto del Procesamiento Térmico, sobre la Calidad Proteínica y Contenido de Algunos Factores Antinutricionales

En la Tabla 1 se resumen los resultados de la evaluación biológica de amaranto, el cual fue sometido a cocción con agua durante diferentes tiempos, de 0 a 60 min.

Según se observa, la NPR obtenida para la muestra de amaranto crudo fue de 2.31, mientras que las NPR para las muestras tratadas térmicamente oscilan entre 3.19 y 3.59. En base al análisis de varianza pudo establecerse que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) en las NPR obtenidas para los diferentes tiempos de cocción ensayados.

TABLA 1

EFFECTO DEL PROCESAMIENTO TERMICO EN SEMILLAS DE
Amaranthus caudatus

Tiempo de cocción (min)	NPR*	Digestibilidad verdadera (o/o)	Algodón dañado (o/o)	Lisina disponible (g/g N)
0	2.31	82	0	0.38
10	3.59	79	31	0.39
20	3.38	81	48	0.34
30	3.28	80	54	0.40
40	3.19	81	56	0.36
50	3.30	79	56	0.44
60	3.44	79	100	0.42

* Razón proteínica neta.

La tendencia observada (Figura 1) se ajusta a un polinomial grado 3 que fue significativo, estableciéndose el siguiente modelo de regresión cúbica:

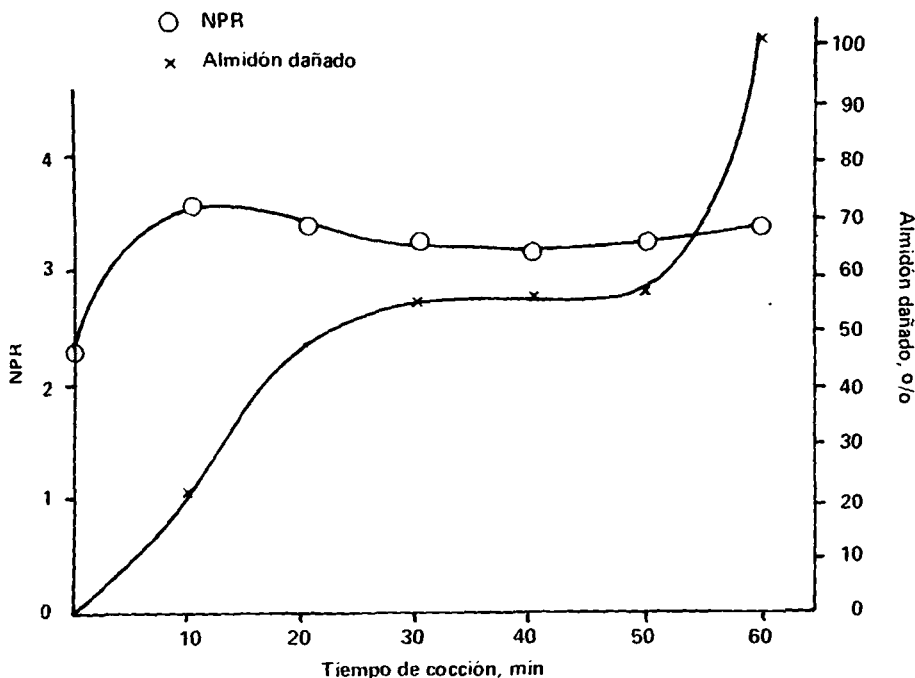
$$Y = 2.4206 + 0.1275X - 0.0045 X^2 + 0.0000444 X^3, \text{ con un coeficiente de determinación de } 43\text{o/o.}$$

El valor obtenido para la NPR de 2.31 de la harina cruda, es el mismo que el que Bressani (9, 20) obtuvo para *A. caudatus crudo*.

El significativo incremento en NPR del amaranto crudo a cocido, confirma una vez más la existencia de factores antinutricionales termolábiles presentes en el amaranto crudo. Estos son destruidos con tratamientos térmicos relativamente débiles y, al ser eliminados, mejoran notablemente su valor nutricional.

En cuanto a los resultados de digestibilidad proteínica verdadera, éstos se encuentran en un rango de 79 a 82o/o y se logró establecer que no existe ninguna tendencia en la respuesta obtenida con respecto a los diferentes tiempos de cocción sometidos a ensayo. El análisis de varianzas demostró que no hay diferencia significativa ($P < 0.05$) en las respuestas con respecto a los tiempos de cocción, por lo que las digestibilidades de las muestras con amaranto cocido son exactamente iguales a las de la muestra cruda. Más aún, en un estudio anterior, el *A. caudatus* fue cocido y deshidratado con rodos, habiéndose encontrado valores de digestibilidad proteínica verdadera que variaron de 76 a 82, con un promedio de 80o/o, que no difieren de los informados en el presente estudio (20, 21).

A partir de los datos de NPR y de la digestibilidad proteínica verdadera, se puede concluir que el procesamiento térmico favoreció la utilización de los nutrientes del grano de amaranto, destruyendo los factores antinutricionales y/o aumentando la biodisponibilidad de nutrientes sin afectar la digestibilidad de la proteína. En otro estudio (9, 13, 20, 21) tampoco



Incap 86-24

FIGURA 1

Efecto del procesamiento térmico en el índice biológico, NPR y almidón dañado de *Amaranthus caudatus*

se pudo demostrar una mejor digestibilidad de la materia seca ingerida, ni la digestibilidad de la energía.

En lo que al proceso empleado se refiere, es posible que éste no sea el más adecuado para mejorar la digestibilidad. Se ha podido observar (20) que la digestibilidad de las semillas de amaranto mejora cuando son reventadas aplicando calor seco, o bien en otras especies se ha logrado comprobar que la digestibilidad se mejora cuando se utiliza un proceso de cocción a 15 lb de presión, no sucediendo así cuando se utiliza cocción a presión atmosférica (29, 30).

Para el propósito de establecer criterios de tiempo de cocción óptimo, ninguno de los dos criterios empleados, NPR y digestibilidad, resultó ser adecuado. Sin embargo, en vista de que con el tiempo de cocción de 10 min se obtuvo una mejora considerable de la calidad nutricional del amaranto, y por el ahorro energético que representa cocer las semillas durante dicho tiempo, es que se puede recomendar 10 min de cocción como el adecuado en el caso de *A. caudatus*.

Biológicamente, sería de esperar que la respuesta hubiese sido máxima a un tiempo determinado de cocción y luego disminuyese gradualmente conforme el tiempo de aplicación de calor fuese mayor; sin embargo, para

el caso específico de *A. caudatus* esto no sucedió en esa forma. Como se había expresado anteriormente, el modelo de regresión es cúbico, lo que indica que al principio se observa un incremento en la calidad nutritiva, disminuyendo luego para incrementarse de nuevo posteriormente con el aumento en el tiempo de cocción (Figura 1). Al evaluar el almidón dañado en las harinas tratadas durante 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 min, se encontraron valores de 0, 31, 48, 54, 56, 56 y 100% de almidón dañado, respectivamente (Tabla 1).

Al observar la Figura 1 —en la que se encuentran las tendencias en NPR y almidón dañado con respecto al tiempo de cocción— pareciera ser que la mejora considerable de NPR a los 10 min de cocción se debiese a la inactivación de algún factor antinutricional termolábil. Es posible que la segunda mejora, observada a los 60 min, se deba al daño que el almidón sufre en este tiempo de cocción, el cual es de 100%. Es posible que la desintegración de los gránulos de almidón permita el ataque de las enzimas proteolíticas y aminolíticas e incremente la disponibilidad de nutrientes del amaranto.

En apoyo a estos hallazgos, se ha establecido que el mayor componente de las semillas de amaranto es el almidón, que constituye el 62% (4, 7, 8, 10, 31) del peso del grano.

Asimismo, se ha postulado que el almidón de *A. retroflexus* (4, 8, 10) tiene un efecto semejante y que las enzimas proteolíticas y aminolíticas fallan en disgregar el almidón; sin embargo, cuando los granos de amaranto se ebulen, se rompe el almidón e incrementa la disponibilidad de nutrientes. En la Tabla 1 se presentan también los resultados obtenidos en cuanto a lisina disponible. Según revelan los datos, se encontró un incremento lineal significativo ($P < 0.05$) al aumentar el tiempo de cocción. Es un hecho conocido que la lisina es muy afectada por el tratamiento térmico, disminuyendo conforme más severo sea éste. No obstante, la tendencia observada en el ensayo que comentamos, puede deberse a una mayor accesibilidad de la lisina a los reactivos químicos usados para determinar lisina disponible, en vista de que el mayor tiempo de cocción indujo un mayor desdoblamiento del almidón del grano.

El análisis de los factores antinutricionales de *A. caudatus* (Tabla 2) demostró que no hay inhibidores de tripsina en esta especie. Por otro lado, la concentración de taninos expresados como catequinas fue del orden de 0.09 a 0.15 g/o tanto para la harina cruda como para las cocidas de 10 a 30 min; después de 40 min de cocción, no se detecta su presencia. En cuanto a la determinación de hemaglutininas, se detectaron contra eritrocitos de vaca, de humanos y de carnero, siendo los mayores títulos encontrados de 4, 6 y 4, respectivamente, con la harina cruda. No se constataron hemaglutininas contra eritrocitos de vaca ni de carnero en las harinas cocidas durante 10 a 60 min, pero sí contra eritrocitos de humanos en las harinas cocidas durante 10 y 20 min; después de este tiempo la reacción fue negativa también contra este tipo de eritrocitos. Los resultados a que se alude indican que el *A. caudatus* contiene hemaglutininas que se destruyen con el calor, y que las hemaglutininas que reaccionan contra eritrocitos humanos se encuentran en mayor cantidad y son relativamente más resistentes a su destrucción por el calor.

Los valores de hemaglutininas determinados en *A. caudatus* son similares a los encontrados en *A. leucocarpus* (8). En la misma forma se

TABLA 2

FACTORES ANTINUTRICIONALES EN *A. caudatus* Y SU COMPORTAMIENTO CON EL TRATAMIENTO TERMICO

Tiempo de cocción (min)	Hemaglutininas*			Taninos** (g ^o /o)	Inhibidores de tripsina (UIT)
	Vaca	Humana	Carnero		
0	4	6	4	0.015	0
10	0	2	0	0.015	0
20	0	1	0	0.009	0
30	0	0	0	0.015	0
40	0	0	0	0.000	0
50	0	0	0	0.000	0
60	0	0	0	0.000	0

* Lecturas expresadas como título hemaglutinante representan la dilución de la muestra hasta la cual se ha producido aglutinación de los eritrocitos; el 0 debe interpretarse como reacción negativa (no hay aglutinación).

** Taninos expresados como catequinas.

detecta su presencia en crudo, pero no cuando las semillas se someten a procesos térmicos, ya que es un hecho conocido que las fitohemaglutininas se destruyen completamente después de 20 min en el autoclave (17, 19).

Algunas lectinas o fitohemaglutininas son proteínas extremadamente tóxicas para los animales, y en algunos casos (las lectinas) sólo constituyen uno de los factores que contribuyen al bajo valor nutricional de los alimentos (17, 19). A juzgar por los resultados obtenidos en *A. caudatus*, aparentemente las hemaglutininas constituyen el factor o uno de los factores responsables de la baja calidad nutricional de las harinas crudas. No obstante, todavía es difícil indicar cuál es el factor tóxico responsable del bajo valor nutritivo en crudo, y aunque parece existir cierta correlación entre el mejor valor nutricional y la destrucción de hemaglutininas, no necesariamente puede establecerse una relación causal.

En *A. leucocarpus* se ha informado la presencia de inhibidores de tripsina (8), pero en este trabajo con la especie de *A. caudatus* al igual que en las especies de amaranto trabajadas por Calderón *et al.* (32), no se encontró actividad antitriptica.

En lo referente al contenido de taninos expresados como equivalentes de catequina, se encontró que en *A. caudatus* ese contenido (0.015^o/o) es mucho menor que la informada para otras especies de amaranto (8) en las que se han determinado niveles de taninos de 0.043 a 0.116^o/o (equivalentes de catequina). A pesar de que los niveles detectados en este trabajo son significativamente inferiores a los niveles que causan problemas fisiológicos (17-19) sí podrían tener un efecto ligeramente perjudicial, dada la astringencia que le confieren a los alimentos que podrían desarrollarse a partir de amaranto (6, 8). En el estudio aquí descrito no se detectaron catequinas después de 30 min de cocción.

Por consiguiente, en el *A. caudatus* se pone de manifiesto el contenido tolerable de taninos en las semillas, al igual que lo notificado por algunos investigadores en estudios bromatológicos al respecto (7, 8, 10).

Efecto del Nivel Proteínico y Suplementación con Aminoácidos

Los resultados promedio de NPR para los diferentes niveles de proteína empleados (8, 9.5 y 11%) y de las dietas suplementadas con los aminoácidos se dan a conocer en la Tabla 3 y en la Figura 2.

TABLA 3

EFFECTO DEL NIVEL PROTENICO Y SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS EN EL INDICE DE RAZON PROTEINICA NETA (NPR)

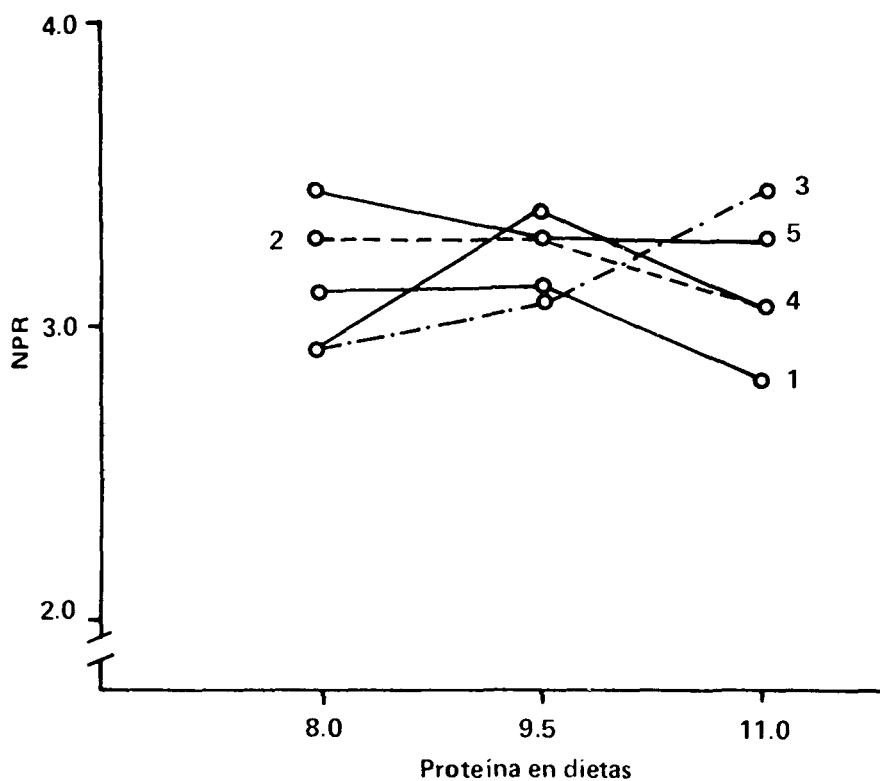
Proteína (%)	Dietas				
	1	2	3	4	5
8.0	3.11	3.29	2.92	2.91	3.45
9.5	3.16	3.27	3.08	3.38	3.30
11.0	2.82	3.03	3.45	3.15	3.28

- 1 = Dieta basal.
- 2 = Dieta basal + treonina (0.2%).
- 3 = Dieta basal + leucina (0.2%).
- 4 = Dieta basal + metionina (0.2%).
- 5 = Dieta basal + treonina + leucina + metionina (0.2% de c/u.).

El análisis de varianza de dos vías efectuado indicó que no hay diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en lo concerniente al nivel de proteína utilizado, ni con los aminoácidos suplementados (treonina, leucina y metionina). Sin embargo, la interacción entre proteína y aminoácido sí fue significativa ($P < 0.05$). En otros términos, aunque no tiene ningún efecto el elevar el nivel de proteína y el suplementar con los aminoácidos empleados, la combinación de un nivel de proteína con un aminoácido determinado provoca efectos adicionales.

Así, podemos establecer que se obtienen mejores valores de NPR cuando se suplementa con los tres aminoácidos a un nivel proteínico de 8% (NPR = 3.45), nivel en el que parece haber cierto efecto causado por la treonina. Al nivel proteínico de 9.5% la NPR es mayor (3.38) al suplementarse con metionina, y al de 11%, es mejor cuando se suplementa con leucina (NPR = 3.45).

Los resultados de la suplementación con aminoácidos son difíciles de interpretar. Se ha demostrado que la cantidad de proteína en la dieta desempeña un papel determinante en facilitar el establecimiento del aminoácido esencial que limita la calidad de la proteína. A niveles bajos de proteína en la dieta, la deficiencia del aminoácido más limitante se mag



- 1 = dieta basal con pool Amaranto
 2 = dieta basal + treonina (0.20/o)
 3 = dieta basal + leucina (0.20/o)
 4 = dieta basal + metionina (0.20/o)
 5 = dieta basal + treonina + leucina + metionina (0.20/o de c/u)

FIGURA 2

Incap 86-23

Efecto del nivel proteínico y suplementación con aminoácidos en el Índice de Razón Proteínica Neta (NPR)

nifica, pero si la cantidad adicionada es más de lo necesario, puede inducir la deficiencia del segundo limitante, y causar así imbalances. De acuerdo con lo expuesto, los resultados biológicos de este estudio no confirman que la leucina —que el cómputo químico señala como el aminoácido limitante— lo sea efectivamente, lo que viene a corroborar estudios anteriores (13). Por el contrario, parece ser que la treonina es el aminoácido limitante en primer término. Si su efecto no fue mayor es posible que ello se deba a que se adicionó en cantidades superiores a las requeridas. Al nivel de 80/o de proteína en la dieta, el agregado de metionina y

de leucina redujo la calidad, al comparar los respectivos valores de NPR con los del grupo control. Si esto no se hizo evidente con mayores niveles proteínicos, es porque con 11.00/o de proteína en la dieta, la proteína se estaba utilizando ineficientemente, ya que a este nivel la NPR fue menor que la obtenida a 8 y 9.50/o, respectivamente. Este aspecto de la calidad nutricional de la proteína de amaranto debe, por lo tanto, ser objeto de estudios futuros.

Los resultados de digestibilidad verdadera obtenidos al incrementar el nivel de proteína de 8 a 110/o y de suplementar con los aminoácidos leucina, treonina y metionina, se exponen en la Tabla 4. El análisis de varianza efectuado (ANOVA) demostró que la digestibilidad no se ve afectada por la suplementación con aminoácidos, pero sí lo es en forma significativa ($P < 0.05$) por el nivel de proteína en la dieta. El análisis de varianza efectuado, indicó que la digestibilidad de las dietas con un nivel de proteína de 8 y 9.50/o es igual ($X = 760/o$), pero ambas son significativamente distintas ($P < 0.05$) a las dietas cuyo contenido proteínico es de 110/o ($X = 780/o$). Este hecho indica que el nivel de proteína de 110/o mejora significativamente la digestibilidad de la proteína.

TABLA 4

EFFECTO DEL NIVEL PROTEINICO Y SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS EN LA DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE LA PROTEINA

Proteína (o/o)	Dietas				
	1	2	3	4	5
8.0	77	75	78	77	77
9.5	76	78	75	76	75
11.0	76	79	80	77	80

- 1 = Dieta basal.
- 2 = Dieta basal + treonina (0.20/o).
- 3 = Dieta basal + leucina (0.20/o).
- 4 = Dieta basal + metionina (0.20/o).
- 5 = Dieta basal + treonina + leucina + metionina (0.20/o de c/u.).

La investigación aquí expuesta y discutida, debe ser aplicada a las otras especies de grano de amaranto con el propósito de hacer la mejor y más práctica utilización de este recurso de gran potencial nutricional.

SUMMARY

EFFECT OF PROCESSING AND OF AMINO ACID SUPPLEMENTATION ON THE PROTEIN QUALITY OF AMARANTH (*Amaranthus caudatus*)

The present study was undertaken to evaluate the effect of thermic processing on

the protein quality of amaranth (*A. caudatus*). It was also intended to establish the order of essential amino acid deficiencies suggested by the chemical score as limiting protein quality.

The *A. caudatus* grain was cooked in water in the autoclave at 15 lb pressure during 0, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 min. Once cooked, the samples were dehydrated with hot air at 60°C and ground into flours. These were analyzed for: tannins, trypsin inhibitors, hemagglutinins (with cow, sheep, and human erythrocytes), damaged starch, available lysine, protein quality (by the NPR method), and true digestibility. Results indicated that the flours (0 to 60 min cooked) did not contain trypsin inhibitors and that their small tannin content, expressed as catechin, disappeared after 30 min of cooking. The quantities of these antiphysiological substances in the raw material are so small that they do not constitute a factor that may cause a decrease of the product's quality. A positive response was obtained for hemagglutinins, stronger with human erythrocytes, which disappeared with cow's and sheep's erythrocytes after 10 min of cooking and with human erythrocytes, after 20 min. As expected, cooking time increased the damaged starch and a slight increase was observed in available lysine, a finding which was impossible to explain satisfactorily. There were no important changes in true protein digestibility with respect to cooking time. Once again, results demonstrated the positive effect thermic treatment had on protein quality, suggesting the presence of antiphysiological active substances or a low nutrient bioavailability in raw samples. Longer cooking times did not alter substantially the protein quality (NPR and digestibility) and it was concluded that 10 min of cooking is an adequate time for the type of processing used.

A sample of processed *A. caudatus* was utilized for the supplementation studies carried out with threonine, methionine, leucine, individually, or with the three amino acids together at 8.0, 9.5 and 1.0% protein in the diet. According to the results obtained, higher NPR values were observed with 9.0 and 9.5% protein content in the diet. No clear effects were detected when the amino acids were added, but there was an interaction between protein in the diet and amino acids. No effect occurred when leucine was added, suggesting that it is not a limiting amino acid. Possibly, threonine is a more limiting amino acid, but the effects were not as high, probably due to the level added to the diets. No effect was observed on protein digestibility.

BIBLIOGRAFIA

1. Cheeke, P. R. & J. Bronson. Feeding trials with amaranthus grain, forage and leaf protein concentrates. En: Proc. 2nd. Amaranth Conference. Kutztown, PA, Rodale Press, Inc., 1979, p. 5-11.
2. El Amaranto y su Potencial. (Boletín No. 1). Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1983.
3. Marx, J. L. Amaranth: A comeback for the food of the Aztecs. Science, 198: 40, 1977.
4. Sánchez-Marroquín, A., S. Maya & J. L. Pérez. Agroindustrial potential of amaranth in Mexico. En: Proc. 2nd. Amaranth Conference. Kutztown, PA, Rodale Press, Inc., 1979, p. 95-104.
5. Sánchez-Marroquín, A. Dos cultivos olvidados, de importancia agroindustrial: El amaranto y la quinua. Arch. Latinoamer. Nutr., 33(1): 11-32, 1983.
6. Sánchez-Marroquín, A. Perspectivas biotecnológicas del sistema amaranto. En: Memoria del 1er. Seminario Nacional de Amarantho. Vol. I. México, 1984, p. 28-48.
7. Betschart, A. A., D. W. Irving, A. D. Shepherd & R. M. Saunders. *Amaranthus*

- cruentus*: Milling characteristics, distribution of nutrients within seed components, and the effects of temperature on nutritional quality. *J. Food Sci.*, 46(4): 1181-1187, 1981.
8. Bourges, A. Perfil bromatológico del amaranto. En: *Memoria del 1er. Seminario Nacional de Amaranto*. Vol. I. México, 1984, p. 252-270.
 9. Bressani, R. Calidad proteínica de la semilla de amaranto cruda procesada. En: *El Amaranto y su Potencial*. (Boletín No. 3). Guatemala, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1983.
 10. Carlsson, R. Quantity and quality of *Amaranthus* grain from plants in temperate, cold and hot, and subtropical climates. A review. En: *Proc. 2nd. Amaranth Conference*. Kutztown, PA, Rodale Press, Inc., 1979, p. 48-58.
 11. Tovar, L.R. & K. J. Carpenter. The effects of alkali-cooking of corn and supplementation with amaranth seed on its deficiencies in lysine and tryptophan. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 32(4): 961-972, 1982.
 12. Ott, L. *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis*. Belmont, CA, Wadsworth Publishing Co., Inc., 1977.
 13. Bressani, R., J. M. González & L. G. Elías. INCAP, Program on amaranth grain. En: *Third Amaranth Conference*. Kutztown, PA, Rodale Press Inc., 1984.
 14. Bender, A. E. & B. H. Doell. Biological evaluation of proteins: A new aspect. *Brit. J. Nutr.*, 11: 140-148, 1957.
 15. Carpenter, K. J. The estimation of available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*, 77: 604-610, 1960.
 16. Del Valle, F. R. Nutritional qualities of soya protein as affected by processing. *JAACS*, 58: 419-429, 1981.
 17. Liener, I. E. Effect of heat on plant proteins. En: *Processed Plant Protein Foodstuffs*. A. M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press, 1958, p. 79-129.
 18. Jaffé, W. G. & O. Brucher. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemaglutininas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22: 267-281, 1972.
 19. Liener, I. E. Toxic factors in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutr.*, 11: 281-298, 1962.
 20. Bressani, R. Efecto del procesamiento térmico o seco sobre la calidad proteínica del grano de amaranto. En: *Memoria del 1er. Seminario Nacional de Amaranto*. México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984, p. 88-104.
 21. Bressani, R. & L. G. Elías. Development of 100% amaranth foods. En: *Third Amaranth Conference*. Kutztown, PA, Rodale Press, Inc., 1984.
 22. Imeri, A., J. M. González, R. Flores, L. G. Elías & R. Bressani. Variabilidad genética y correlaciones entre rendimiento, tamaño del grano, composición química y calidad de la proteína de 25 variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 37(1): 132-146, 1987.
 23. Kakade, M. L. & R. J. Evans. Growth inhibition of rats fed raw navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.*, 90: 191-198, 1966.
 24. Price, M. L., S. Van Scowoc & L. G. Butler. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin and sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.*, 26(5): 1214-1218, 1978.
 25. Farrand, E. A. Flour propriety in relation to the modern bread process in the United Kingdom with special reference to alpha-amylase and starch damage. *Cereal Chem.*, 41: 98-110, 1964.
 26. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
 27. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.

28. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1953.
29. Bressani, R., L. G. Elías & M. R. Molina. Estudios sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **27**(2): 215-231, 1977.
30. Bressani, R. & L. G. Elías. The problem of legume protein digestibility. En: *Nutritional Standards and Methods of Evaluation for Food Legume Breeders*. L. W. Billingsly (Ed.). Ottawa, IDRC, 1977, p. 61-72.
31. Becker, R., O. K. Grsoyea & K. Lorenzo. Saccharides and starch of grain amaranth. En: *Proc. 2nd Amaranth Conference*. Kutztown, PA, Rodale Press, Inc., 1979, p. 58.
32. Calderón, A. M., E. Zenteno, M. Valencia & J. L. Ochoa. Uso potencial de la semilla de amaranto en la obtención de un reactivo biológico y su relación con el valor nutritivo de la harina. En: *Memoria del 1er. Seminario Nacional de Amaranto*. Vol. I. México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1984, p. 290-297.

EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE AMARANTO (PARTES VEGETATIVAS), EN SUSTITUCION DE HARINA DE ALFALFA PARA CONEJOS EN CRECIMIENTO¹

María Antonieta Alfaro,² Ramiro Ramírez,³ Aníbal Martínez³ y Ricardo Bressani⁴

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

RESUMEN

Las partes vegetativas del amaranto pueden ser un recurso muy útil para la alimentación de las especies animales debido a sus características químicas y al alto rendimiento que se obtiene cuando se cosecha de 45 a 60 días después de la siembra. Con el propósito de determinar el valor alimenticio del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) para conejos en crecimiento, se evaluaron seis dietas que contenían harina de hojas y tallos de amaranto deshidratado en niveles de 0, 15, 30, 45 y 60% en sustitución de harina de alfalfa. Ajeno a ello, se elaboró una dieta con hojas y tallos de amaranto cocido al vapor durante 5 min previo a su desecación y molido, y se agregó a un nivel de 60%. De acuerdo a los hallazgos, la harina de amaranto contenía 17.8% de proteína y 12.4% de fibra cruda en comparación con la harina de alfalfa, cuyo contenido proteínico era de 22.0%, y el de fibra cruda, de 23.3%. Los resultados indicaron que la harina de amaranto puede sustituir eficientemente a la harina de alfalfa hasta en un 15% del total de la dieta. No obstante, mayores niveles inducen retardo en el crecimiento y un cuadro patológico caracterizado por nefrosis intersticial y edema, más fácilmente observado al nivel de 60% en la dieta. Los resultados revelaron, asimismo, que un tratamiento con vapor mejora la calidad nutricional de la harina de la planta del amaranto.

Manuscrito modificado recibido: 25-8-87.

- 1 Este estudio se llevó a cabo con fondos de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América - BOSTID (Subvención No. INC-NUT-381/PN/85-85/CA).
- 2 Durante el período en que se desarrolló la presente investigación, hacía su práctica en el INCAP como estudiante tutorial de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, C.A.
- 3 Graduado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, C.A.
- 4 Coordinador de Investigación y Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.

Publicación INCAP E-1216.

INTRODUCCION

El valor nutricional del grano, del follaje, y del concentrado de proteína foliar del amaranto ha sido evaluado por Cheeke y Bronson (1). Estos autores encontraron que en lo referente a su contenido proteínico, el valor nutritivo del follaje de amaranto era muy similar al de la alfalfa, aunque contiene cantidades superiores de cenizas y hemicelulosa (1).

Se ha encontrado que las dietas que contienen la planta completa de *Amaranthus hypochondriacus*, grano o LPC (concentrado proteínico del follaje) ocasionan un crecimiento pobre cuando se suministran a ratas, hecho sugerente de que contienen algunos factores inhibidores que limitan su acción (1). Las fracciones del amaranto, ya sea la planta completa, las semillas o el LPC, parecen ser poco apetecibles a las ratas debido a su sabor terroso y desagradable (2).

Otros estudios, sin embargo, han demostrado que el valor nutricional de la harina del follaje de amaranto es similar al de la harina de alfalfa. Odwongo y Mugerwa (3), utilizando diferentes dietas, algunas de las cuales contenían hasta 40% de harina de amaranto, no encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso de terneros alimentados con estas dietas, o con dietas de harina de alfalfa. La ingestión de oxalatos contenidos en las dietas de amaranto no ocasionaron disminución del calcio sanguíneo en los terneros, debido posiblemente a la destrucción de parte de los oxalatos por los microorganismos del rumen, y a la disponibilidad de suficiente calcio en la dieta (3).

Odwongo y Mugerwa (3) concluyeron que la harina de amaranto es un buen sustituto de la harina de alfalfa, especialmente en los lugares en donde el crecimiento de la alfalfa es problemático.

Las hojas y tallos de amaranto cosechado a los 45 días de su siembra, pueden alcanzar rendimientos de 12,204 kg/ha con un contenido promedio de 22.7% de proteína, 14.3% de fibra cruda, 4.4% de extracto etéreo, 30.0% de carbohidratos, 22.5% de cenizas, 6.1% de humedad y 24.1 mg/100 g de beta-carotenos; a los 60 días, la cosecha muestra un descenso en el contenido de proteína hasta de 14.4%, y de beta-carotenos de 18.3 mg/100 g, mientras que el contenido de fibra cruda se eleva a 17.0%. La disminución en la calidad del material vegetativo del amaranto al cosecharlo a los 60 días se compensa con los rendimientos sumamente elevados que pueden obtenerse (hasta 38,331 kg/ha) constituyendo una alternativa para su utilización en la alimentación de animales (4).

Ensayos preliminares relacionados con la utilización del amaranto en raciones para conejos han proporcionado resultados alentadores, aunque todavía quedan algunas incógnitas por aclarar con respecto a la tolerancia de los animales y desarrollo de toxicidad en los mismos (5).

La necesidad de buscar nuevas fuentes de alimentos para el desarrollo de la cunicultura fue otro de los objetivos del presente estudio, ya que está demostrado que la alimentación es uno de los rubros más importantes en cuanto a costos de producción de esta actividad (6).

MATERIAL Y METODOS

El trabajo experimental se llevó a cabo en el Instituto de Nutrición de

Centro América y Panamá (INCAP), y para el efecto se utilizaron: 36 conejos de dos meses de edad (18 hembras y 18 machos), igual número tanto del tipo Nueva Zelandia como del tipo California, los que se alojaron en jaulas metabólicas individuales para estudios de crecimiento y digestibilidad. Para la preparación de la harina de hojas y tallos se utilizó *A. hypochondriacus*, cosechado entre los 45 y 60 días después de haber sido sembrado. El corte se hizo a una altura de 10 cm del suelo; luego se llevó al laboratorio para su deshidratación en un horno con aire a 60°C. Una vez deshidratado el amaranto, se molió en un molino de martillos mezclando todos los lotes antes de usarlos para la preparación de las dietas. Previo a la formulación de las raciones se analizaron los materiales a utilizar por su composición química proximal de acuerdo a los métodos de la AOAC (7). Los resultados se muestra en la Tabla 1.

Las raciones a base de harinas de hojas y tallos de amaranto crudo se elaboraron sustituyendo 0, 15, 30, 45 y 60% de la harina de alfalfa (dietas 1 a 5) por la de hojas y tallos de la planta bajo estudio. Además, se preparó una dieta con 60% (dieta 6) de amaranto escaldado por cinco minutos previo a su deshidratación y molienda (Tabla 2).

Las dietas se diseñaron para que fueran isocalóricas e isoproteínicas, así como para satisfacer los requerimientos de los conejos en crecimiento (8, 9). Una vez mezcladas, se transformaron en perdigones de 1.5 cm de largo por 0.5 de diámetro usando una peletizadora "California Pellet Mill", modelo de laboratorio.

Con fines de adaptación, los conejos se alojaron en jaulas individuales durante siete días antes de iniciar el experimento, suministrándoles la ración correspondiente en forma progresiva. El diseño utilizado fue el de bloques al azar con arreglo factorial 2 x 6, lo que resultó en un total de 12 tratamientos con tres repeticiones, constituyendo cada animal una unidad experimental.

Al inicio del experimento se registró el peso de los conejos. Luego fueron alimentados con la respectiva ración por el término de cinco semanas (35 días), durante los cuales se anotaron los siguientes datos:

1. Registro de peso semanal, hasta el día 35.
2. Consumo de alimento (pesando diariamente la ración suministrada y el alimento rechazado).
3. La digestibilidad aparente de materia seca y de nitrógeno se determinaron a los 15 días de comenzado el experimento, recolectando y pesando diariamente las heces de cada conejo durante un período de cinco días. Se tomó una muestra de las heces y del alimento para la determinación de materia seca y de nitrógeno. La digestibilidad aparente se calculó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Digestibilidad aparente} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

4. Ganancia de peso.
5. Índice de conversión alimenticia.
6. Peso de la carne en canal.
7. Rendimiento de la carne en canal.
8. Lesiones macroscópicas observadas al momento de sacrificar a los animales.

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA PREPARACION DE LAS DIETAS
(EXPRESADA EN BASE SECA)

Ingrediente	Humedad residual o/o	Proteína cruda o/o	Fibra cruda o/o	Extracto etéreo o/o	Cenizas o/o	Carbohidratos totales o/o	Kcal/g*
Harina de alfalfa	9.8	22.0	23.3	3.0	8.7	33.2	3.60
Harina de amaranto crudo	8.3	17.8	12.4	2.6	19.2	39.7	3.51
Harina de amaranto cocido	5.7	19.6	14.6	3.0	19.4	37.7	3.52
Harina de soya	11.5	47.0	3.8	1.6	6.0	30.1	4.41
Harina de algodón	11.4	50.4	6.7	0.6	6.5	24.4	4.35
Afrecho de trigo	12.6	18.8	9.0	4.2	5.2	49.8	4.35
Maíz	13.4	7.2	2.6	4.3	1.2	71.3	3.79

* Por cálculo.

TABLA 2

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Ingredientes	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Harina de alfalfa	60	45	30	15	—	—
Harina de amaranto crudo	—	15	30	45	60	—
Harina de amaranto cocido	—	—	—	—	—	60
Harina de soya	5	5	5	5	6	6
Harina de algodón	2	2	2	2	2	2
Afrecho de trigo	—	5.4	10.8	16.3	18.3	9.0
Maíz	28.5	23.1	17.7	12.2	9.2	18.5
Melaza	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Sal común	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cal	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Harina de hueso	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

9. Lesiones microscópicas en hígado, riñón y músculo.
 10. Total de proteínas séricas por el método de Biuret, y fraccionamiento de la proteína por electroforesis (10).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se logró determinar que el contenido calórico y proteínico era similar para las seis dietas evaluadas. Tal como se muestra en la Tabla 3, los coeficientes de digestibilidad aparente de materia seca y nitrógeno no acusaron una diferencia significativa ($P < 0.05$).

El análisis estadístico reveló diferencias significativas en el peso inicial de los conejos de acuerdo al sexo ($P < 0.05$), ya que las hembras presentaron un peso inicial promedio de 740.3 g, mientras que los machos pesaron en promedio 537.6 g. Sin embargo, no se constataron diferencias de significado estadístico en el peso inicial de las hembras o de los machos asignados a los diferentes tratamientos (Tabla 4).

El consumo de alimento fue estadísticamente diferente, tanto entre sexos (debido al mayor tamaño de las hembras) como entre tratamientos ($P < 0.05$). En las hembras el consumo de alimento varió de 1,861 a 3,823 g para el período de 35 días, lo que equivale a 53.2 y 109.2 g diarios. En los machos, el consumo de alimento fluctuó entre 1,615 y 3,370 g equivalentes a 46.2 y 93.6 g diarios. Tanto en las hembras como en los machos, el mayor consumo de alimento se obtuvo con los tratamientos que contenían 0 y 15% de harina de amaranto, los que aun cuando no fueron iguales entre sí (Tukey) ($P < 0.05$), indujeron ganancias de peso similares, y fueron superiores a los tratamientos restantes.

TABLA 3

CONTENIDO CALORICO, PROTEINICO Y DIGESTIBILIDAD APARENTE DE
MATERIA SECA Y NITROGENO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Kcal/g de alimento*	3.71	3.89	3.82	3.81	3.68	3.71
Proteína ^o /o (N x 6.25)	18.1	18.5	18.7	18.7	18.4	18.7
Digestibilidad aparente de materia seca ^o /o	70.4	69.5	69.7	68.1	71.4	69.1 ^{NS}
Digestibilidad aparente de nitrógeno ^o /o	73.8	71.0	71.8	72.8	74.9	67.1 ^{NS}

* Por cálculo.

NS = No significativo al 0.05 de probabilidad.

Según se aprecia en la Tabla 4, las ganancias ponderales diarias y el consumo de alimento fueron superiores con los tratamientos 1 y 2 (0 y 15^o/o de harina de amaranto, respectivamente), decreciendo conforme se aumentaba el nivel de sustitución. Los tratamientos 5 y 6, a pesar de ser similares en su contenido de amaranto, difirieron entre sí debido al efecto de la cocción. En ambos se observó un consumo de alimento bastante reducido durante los primeros 15 días del ensayo, lo que produjo pérdidas de peso e incluso la muerte de un conejo macho en cada uno de estos grupos. Luego, el consumo de alimento se estabilizó y aunque no llegó a niveles adecuados, los conejos asignados a estos tratamientos lograron obtener cierta ganancia de peso, el cual fue mayor para las hembras asignadas al tratamiento 6, con un efecto similar al obtenido en el tratamiento 3 (877 y 789 g, respectivamente).

Estos hallazgos indican que el amaranto cocido (dieta 6) tuvo mejor aceptación y se logró mayor ganancia ponderal que la obtenida con una dieta similar en porcentaje de sustitución, pero conteniendo amaranto crudo (dieta 5). Estas observaciones sugieren que el proceso de cocción puede mejorar la calidad nutricional del amaranto por destrucción de algunas sustancias relacionadas con la toxicidad, o baja palatabilidad como las saponinas, que se supone están presentes en el amaranto.

La eficiencia de conversión alimenticia varió de 3.22 a 3.73 con la dieta control y las dietas a base de harina de la planta del amaranto crudo. No se encontró ninguna diferencia de significado entre los sexos pero sí entre las dietas, correspondiendo la mejor eficiencia de conversión del alimento al tratamiento 2 como se observa en la Tabla 4. No obstante, llama la atención el índice de conversión de 2.77 para la dieta con 60^o/o de harina de la planta de amaranto cocida. El aumento ponderal fue un poco menor que el obtenido con la dieta que contenía 30^o/o del material

TABLA 4

EFECTO DE LOS NIVELES DE HARINA DE AMARANTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE CONEJOS EN CRECIMIENTO

Variable	Sexo	Tratamiento					
		1 (0o/o)'	2 (15 ^o /o)'	3 (30 ^o /o)'	4 (45 ^o /o)'	5 (60 ^o /o)'	6 (60 ^o /o)''
Peso inicial, g	Hembra	754.0	737.7	741.3	736.3	740.3	733.0
	Macho	525.7	543.0	529.7	552.7	536.0	537.7
	\bar{X}	639.8	640.4	635.5	644.5	638.2	635.4
Peso final, g	Hembra	1806.0	1767.0	1530.6	1315.0	1283.3	1610.3
	Macho	1544.0	1570.0	1342.7	1112.0	969.5	1142.0
	\bar{X}	1675.0	1668.5	1436.7	1213.5	1126.4	1376.2
Ganancia de peso, g	Hembra	1052.0	1029.3	789.3	578.7	543.0	877.3
	Macho	1018.3	1027.0	813.0	559.3	433.5	604.3
	\bar{X}	1035.2 ^a	1028.1 ^a	801.2 ^{ab}	569.0 ^{bc}	488.2 ^c	740.8 ^b
Ganancia diaria de peso, g	Hembra	30.0	29.4	22.5	16.5	15.5	25.1
	Macho	29.1	29.3	23.2	16.0	12.4	17.3
	\bar{X}	29.6 ^a	29.4 ^a	22.9 ^{ab}	16.3 ^{bc}	13.9 ^c	21.2 ^b
Consumo de alimento, g	Hembra	3823.0	3449.0	2782.0	2154.0	1861.0	2316.0
	Macho	3370.0	3164.0	2578.0	2095.0	1615.5	1750.5
	\bar{X}	3596.5 ^a	3306.5 ^b	2680.0 ^c	2124.5 ^d	1738.2 ^e	2033.3 ^d
Consumo diario de alimento, g	Hembra	109.2	98.5	79.5	61.5	53.1	66.2
	Macho	96.3	90.4	73.6	59.8	46.2	50.0
	\bar{X}	102.7 ^a	94.5 ^b	75.6 ^c	60.7 ^d	49.6 ^e	58.1 ^d

Variable	Sexo	Tratamiento					
		1 (0 ^o /o)'	2 (15 ^o /o)'	3 (30 ^o /o)'	4 (45 ^o /o)'	5 (60 ^o /o)'	6 (60 ^o /o)''
Índice de conversión alimenticia	Hembra	3.63	3.55	3.52	3.72	3.43	2.64
	Macho	3.31	3.10	3.17	3.75	3.72	2.89
	\bar{X}	3.47 ^{ab}	3.22 ^{ab}	3.35 ^{ab}	3.73 ^b	3.57 ^b	2.77 ^a
Peso de carne en canal, g	Hembra	916.7	852.0	725.3	562.3	540.7	697.7
	Macho	783.3	752.7	610.0	555.7	407.5	474.0
	\bar{X}	850.0	802.3	667.6	559.0	474.1	585.8
Rendimiento de carne en canal, %	Hembra	50.75	48.21	47.39	42.76	42.13	43.33
	Macho	50.73	47.94	45.43	48.97	42.03	41.50
	\bar{X}	50.74 ^a	48.07 ^{ab}	46.41 ^{ab}	46.37 ^{ab}	42.08 ^b	42.42 ^b

NOTA: Letras distintas dentro de tratamientos indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0.05$).

' = Nivel de harina de amaranto crudo.

'' = Nivel de harina de amaranto cocido.

en crudo. De la observación de los datos se deduce que el procesamiento térmico indujo una mayor eficiencia de utilización de la dieta ingerida. Este hallazgo tendrá que ser confirmado en investigaciones futuras.

Los rendimientos de carne en canal oscilaron entre 42.08 y 50.74%, siendo estadísticamente superior el tratamiento 1, según se observa en la Tabla 4. Estos rendimientos pueden considerarse bajos, aunque debe tenerse en cuenta que estos conejos no alcanzaron el peso recomendable para el sacrificio, por tratarse de animales en etapa de crecimiento.

La observación macroscópica de los órganos durante el sacrificio reveló la existencia de edema subcapsular del riñón y leve degeneración grasa en el hígado en los conejos alimentados con las dietas 4, 5 y 6. También acusaban edema abdominal los conejos que recibieron las dietas 3, 4, 5 y 6. En cambio, los conejos bajo las dietas 1 y 2 no presentaban ninguna lesión en los órganos.

Microscópicamente, el tejido renal se encontró afectado en los conejos que ingirieron las dietas 3, 4, 5, y 6, acusando necrosis intersticial; las células tubulares mostraban degeneración hidrópica; los túbulos renales y la cápsula de Bowman estaban dilatados, con presencia de edema, y se observaron algunos cilindros hialinos. En el riñón de un conejo sujeto a la dieta 3, se detectaron algunos cristales que causaron obstrucción del glomérulo. El riñón de los conejos alimentados con las dietas 1 y 2 se encontró normal.

La observación microscópica del tejido muscular reveló edema intersticial entre las fibras musculares, mientras que el tejido hepático presentó células con tumefacción turbia y degeneración grasa (dietas 3 a 6). Las lesiones celulares de hígado, riñón y músculo fueron más severas en los conejos alimentados con la dieta 5.

Los resultados del examen histológico son muy parecidos a los que Osweiler (11) obtuvo en cerdos alimentados con *Amaranthus retroflexus*, especialmente en cuanto a las lesiones que acusó el tejido renal. Aun cuando el contenido de oxalatos de *A. retroflexus* es mucho mayor que en el *A. hypochondriacus*, es posible que la alimentación con esta última variedad por períodos prolongados dé lugar a un cuadro de nefrosis en los conejos, muy parecido, si bien no tan severo, al observado por Osweiler en cerdos.

Los valores de proteína sérica fueron mayores para los conejos alimentados con las dietas 1 y 2 (7.0 y 6.5 g/100 cc de suero, respectivamente), mientras que en los conejos que recibieron la dieta 5 se encontraron los niveles más bajos (5.6 g/100 cc de suero), lo que demuestra que el estado nutricional de estos conejos estaba más afectado. Por otra parte, puede ser que la presencia de un síndrome nefrótico haya afectado las concentraciones de albúmina y globulina del suero, según se observa al comparar los valores normales con los valores obtenidos en los conejos empleados en este estudio (Tabla 5).

CONCLUSIONES

A partir de los hallazgos de que se ha informado, los autores llegan a las conclusiones siguientes.

1. La harina de las partes vegetativas del amaranto puede ser utilizada

TABLA 5

VALORES DE PROTEINAS SERICAS ENCONTRADOS EN CONEJOS
ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE AMARANTO
(Expresados en g/100 cc de suero)

Tratamiento	Proteína total	Albúmina	Globulina
1	7.0	3.85 (55.7)	3.10 (44.3)
2	6.52	3.90 (59.8)	2.62 (40.2)
3	5.97	3.75 (62.8)	2.22 (37.2)
4	6.0	3.70 (61.7)	2.30 (38.3)
5	5.6	3.47 (62.0)	2.12 (38.0)
6	6.0	3.67 (61.3)	2.32 (38.7)
Valores normales	6.3	(52.5)	(47.4)

Nota: entre paréntesis los valores de albúmina y globulina se expresan en porcentajes de la proteína total.

para sustituir a la harina de alfalfa hasta en un 15% en raciones para conejos. A ese porcentaje, tiene buenos resultados en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia sin que se produzcan signos de toxicidad.

- No se recomienda utilizar niveles mayores de 15% de harina de amaranto en la dieta ya que conforme el porcentaje de sustitución se incrementa, el consumo de alimento disminuye. Ello ocasiona retraso en el crecimiento y da lugar a que se presente un cuadro patológico caracterizado por nefrosis intersticial y edema, cuya gravedad es mayor cuando se utilizan dietas que contienen 60% de harina de amaranto crudo. El valor nutricional del amaranto puede mejorarse a través de la cocción, ya que una dieta que tenía 60% de harina de amaranto cocido rindió mejores resultados que una dieta con 60% de harina de amaranto crudo. No obstante, ambas ocasionaron mortalidad y lesión renal debido al alto porcentaje en que se suministraron. La utilización del amaranto cocido en alimentación animal no sería aconsejable, a causa de la dificultad y costos del procesamiento, pero este experimento sugiere que el componente tóxico puede ser eliminado a través de la cocción.

SUMMARY

EVALUATION OF DIFFERENT LEVELS OF AMARANTH FLOUR (VEGETATIVE PARTS) IN SUBSTITUTION OF ALFALFA MEAL FOR GROWING RABBITS

The vegetative part of the amaranth plant could be a useful resource for animal feeding due to its chemical characteristics and to the high yield obtained when harvested between 45 and 60 days after planting.

Six diets were evaluated in order to determine the feed efficiency of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) for growing rabbits. The diets contained dehydrated amaranth leaves and stalks in levels of 0, 15, 30, 45 and 60%, to replace equal amounts of alfalfa leaf meal. An additional diet containing 60% of steam-treated leaves and stalks of amaranth, for five minutes, prior to dehydration and milling, was also tested. The amaranth leaf meal contained 17.8% protein and 12.4% crude fiber as compared with the alfalfa leaf meal which contained 22.0% protein and 23.3% crude fiber. In terms of weight gain, feed intake, feed efficiency, carcass weight and serum proteins, the results indicated that amaranth leaf meal can efficiently replace alfalfa leaf meal up to 15% of the total weight of the diet. Higher levels, however, caused growth retardation and a pathological picture characterized by interstitial nephrosis and edema, more easily observed at a 60% level in the diet. Results also revealed that a steam treatment improves the nutritive quality of the amaranth meal.

BIBLIOGRAFIA

1. Cheeke, P. R. & J. Bronson. Feeding trials with *Amaranthus* grain, forage and leaf protein concentrates. En: *Proceedings of the 2nd. Amaranth Conference*. Emmaus, Rodale Press, 1979, p. 5-11.
2. Cheeke, P. R., R. Carlsson & G. O. Kohler. Nutritive value of leaf protein concentrates prepared from *Amaranthus* species. *Can. J. An. Sci.*, 61: 199-204, 1981.
3. Odwongo, W. O. & J. S. Mugerwa. Performance of calves on diets containing *Amaranthus* leaf meal. *An. Feed Sci. Technol.*, 5: 193-204, 1980.
4. Alfaro, V., M. A. Evaluación del Rendimiento y la Composición Química del Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus L.*) en Tres Diferentes Epocas de Corte. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1985, 48 p.
5. Harris, D. J., P. R. Cheeke & N. M. Patton. Effect of feeding *Amaranthus*, sunflower leaves, kentucky blue grass and alfalfa to rabbits. *J. Applied Rabbit Res.* 4: 48-50, 1981.
6. Banco de Guatemala. Desarrollo de la Cunicultura en Guatemala y sus Posibilidades de Industrialización. Informe Económico. Guatemala, Banco de Guatemala, julio-septiembre, 1973, p. 1-40.
7. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 1094 p.
8. Melby Jr., E. C. & N. H. Altman. *Handbook of Laboratory Animal Science*. Vol. III. Cleveland, Ohio, C.R.C. Press, 1974, p. 367-372.
9. National Academy of Sciences. *Necesidades Nutritivas del Conejo*. Argentina, Hemisferio Sur, 1974, p. 1-3.
10. Gras, J. Proteínas plasmáticas. En: *Fisicoquímica, Metabolismo, Fisiopatología y Clínica de las Proteínas Extracelulares*. 3a. ed., Barcelona, Jims, 1967, p. 65.

- 104-111, 239-289.
11. Osweiler, G. D. Production of perirenal edema in swine with *Amaranthus retroflexus*. *Am. J. Vet. Res.*, **30**(1): 557-566, 1969.

GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN
EN
SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL

LA HORA DEL RELEVO

José Aranda-Pastor

Como los lectores recordarán, esta Sección nació como consecuencia del “Coloquio sobre Sistemas de Vigilancia Epidemiológica Nutricional” que se celebró durante el IV Congreso Latinoamericano de Nutrición en Caracas, Venezuela, en noviembre de 1976. Apareció por primera vez en el volumen 28, No. 2 (junio de 1978) de *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Desde entonces, regular e ininterrumpidamente, ha tratado de mantener informados a los socios de la SLAN y a los lectores interesados, de los adelantos y experiencias en el área de la vigilancia alimentaria-nutricional alrededor del mundo, particularmente en Latino América y el Caribe, y si en algo ha estimulado su mejoría, nos sentimos complacidos.

La favorable acogida que en el transcurso de nueve años ha tenido esta Sección permanente sobre Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional (SVAN) y las expresiones de estímulo y reconocimiento recibidas durante todo este período, son elementos esenciales para tomar la decisión de continuarla. Otros colegas deberán aceptar la responsabilidad y hacerse cargo de la misma. Hoy día somos testigos de un renacer de los SVAN en distintos países, o quizás es que ahora está floreciendo lo que un grupo sembró hace ya años...

Sentimos verdadero orgullo profesional en haber sido parte de ese grupo pionero —un poco criticado en sus inicios— que trabajó y promovió los SVAN en Latino América y después regó sus inquietudes por otras latitudes. Ya hoy se habla, se escribe y se discute en foros de alto nivel científico sobre la vigilancia nutricional; ya se nos ha concedido la “mayoría de edad”.

Sin embargo, a todos nos llega la hora del relevo y el suscrito no es una excepción. Regresamos a Valencia, España, nuestra tierra natal, desde donde continuaremos a la disposición de los colegas y del movimiento SVAN. Hacemos votos muy sinceros para que los que nos sucedan al frente de esta Sección, no sólo la mantengan, sino la mejoren. Nuestro profundo agradecimiento para todos aquellos que apoyaron e hicieron factible nuestra labor, muy especialmente por el Editor General de *Archivos*, Dr. Ricardo Bressani, Editor Asistente, Dr. J. Edgar Braham (q.e.p.d.) y a la Jefe, Oficina Editorial y de Publicación, Sra. Amalia G. de Ramfrez.

A todos ellos y a nuestros lectores, muchas gracias y hasta siempre.

ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL EN COLOMBIA

En Colombia se vienen haciendo esfuerzos importantes con el fin de desarrollar un Sistema de Vigilancia Epidemiológica Alimentaria y Nutricional (SISVAN) para el país*. En la actualidad, se cuenta con la mayor parte de la infraestructura y recurso humano necesarios para la implementación del Sistema.

Esa implementación del SISVAN se ha iniciado en los Departamentos del Valle del Cauca, Cauca, Caldas, Antioquía y Atlántico. Se está procediendo ahora al entrenamiento de personal, con el fin de ir ampliando la cobertura e incorporar otros Departamentos en forma progresiva.

El SISVAN, en dicho país, tiene como propósito suministrar la información esencial que permita orientar eficazmente las acciones gubernamentales orientadas a combatir la desnutrición en tres aspectos fundamentales: la planificación a largo plazo, la administración y evaluación de programas, y la alarma temprana para evitar crisis de hambre.

Organización del Sistema

El Sistema está estructurado en base a tres niveles de organización en los cuales es imprescindible la coordinación y participación intersectorial.

En el nivel nacional un Comité Coordinador Central conformado por el Ministerio de Salud, el Ministerio de Agricultura, el Programa de Desarrollo Rural Integrado – Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (DRI-PAN) y el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Su función es esencialmente normativa a la vez que dirige, coordina, supervisa y asesora los demás niveles del Sistema.

La Unidad Central de Análisis, ubicada en la oficina de Planeación del Ministerio de Salud, por ser ésta la que cuenta con mayor infraestructura en la actualidad, está integrada por un grupo interdisciplinario de técnicos de las instituciones participantes asignados y orientados en su trabajo por el Comité Coordinador. Su responsabilidad es definir los registros de información, organizar el flujo de datos, adelantar su procesamiento, efectuar el análisis multisectorial, proceder a su interpretación, y presentar los resultados a través del Comité Coordinador a los niveles directivos de los Ministerios de Salud y Agricultura, DRI-PAN, ICBF y Departamento Nacional de Planeación.

El segundo nivel corresponde al nivel seccional o departamental y está formado por el Servicio Seccional de Salud, la Secretaría de Agricultura, el DRI-PAN y el ICBF. Con base en las normas y orientaciones del nivel central, se lleva a cabo la dirección, organización y supervisión del Sistema en cada división territorial; se aplican los mecanismos necesarios para garantizar el flujo de datos en forma oportuna y adecuada desde el nivel

* Arch. Latinoamer. Nutr., 34(1): 217-230, 1984.

regional; se realiza periódicamente un análisis integral de la situación con base en el comportamiento de los indicadores, y se ejecutan acciones para mejorar la situación nutricional existente o evitar su deterioro.

El tercer nivel es el regional, y corresponde a las actuales Unidades Regionales del Sistema Nacional de la Salud. Su función es la organización y supervisión del Sistema en el área de influencia; vigilar la calidad y cobertura de los datos que se recolectan en cada institución; llevar a cabo la verificación, tabulación y recopilación de los mismos; realizar un primer análisis multisectorial de la situación epidemiológica alimentaria y nutricional con el fin de detectar cambios notorios, y tomar las medidas a su alcance o solicitar intervención del nivel inmediatamente superior.

Estrategia

La implementación del SISVAN se está haciendo en forma escalonada y da cobertura a los niños menores de 5 años que atiende el Sistema Nacional de Salud, consolidándose primero el proceso en los Departamentos del Cauca y Valle del Cauca, donde actualmente funciona como componente de investigación de la Universidad del Valle. Se ha iniciado ya en los Departamentos de Caldas, Antioquía y Atlántico.

El ICBF, además de las funciones señaladas en cada uno de los niveles del Sistema, tiene a su cargo la vigilancia epidemiológica alimentaria y nutricional en la población de niños atendidos por esta Institución, adecuando las normas y procedimientos a la metodología del SISVAN.

Los Ministerios de Salud y Agricultura, el DRI-PAN y el ICBF tienen la responsabilidad de aplicar las medidas más convenientes, con el fin de garantizar la buena marcha del SISVAN.

RESEÑAS Y ACTUALIDADES

Taller Internacional sobre Vigilancia Nutricional celebrado en La Habana, Cuba, del 27 al 31 de mayo de 1986

Ante la necesidad sentida de perfeccionar el Sistema de Vigilancia Nutricional en Cuba, implementado en forma gradual entre 1977 y 1980, el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos cubano convocó este Taller Internacional, en el que participaron profesionales nacionales y extranjeros. El modelo de vigilancia nutricional que se ha llegado a establecer, adaptado a las condiciones de Cuba, tiene cobertura nacional, aunque el nivel de información y la extensión del mismo no es uniforme en todas las provincias del país.

Los *propósitos* del Taller fueron: intercambiar experiencias entre los diversos países del Continente; explorar nuevas posibilidades de acuerdo con las diversas condiciones de cada país o región; presentar el modelo de Sistema de Vigilancia Nutricional vigente en Cuba; y formular recomendaciones que contribuyan al perfeccionamiento de las vías y métodos en práctica en los países del Continente Americano.

La *organización* del evento se hizo en la forma siguiente: con la debida anticipación a la celebración del Taller, se envió un documento básico sobre la organización y logros del Sistema Nacional de Vigilancia Nutri-

cional en Cuba en el período 1977-1985. Se seleccionaron cuatro ponentes con experiencia en la materia, para exponer sus comentarios sobre el documento básico, en discusión plenaria. Se integraron tres comisiones cuyas deliberaciones versaron sobre indicadores del estado nutricional, y organización del Sistema, y vigilancia alimentaria (producción, disponibilidad y consumo de alimentos). Además, se llevaron a cabo sesiones para la presentación de temas libres y visitas de campo.

Las *conclusiones* del Taller reafirmaron el carácter multisectorial y multidisciplinario de la vigilancia, que ésta vaya seguida de acción y la existencia de restricciones: políticas (falta de definición y decisión) de integración y coordinación (intra e intersectoriales), de recursos humanos y económicos (personal capacitado y financiamiento), y técnicas (particularmente en el sistema de datos). Se reconoció la novedosa experiencia de Cuba en la evaluación de la dieta en los comedores de alimentación social y la evaluación de contaminantes químicos y biológicos de alimentos como parte del Sistema de Vigilancia.

Entre las *recomendaciones* merecen destacarse las que seguidamente se citan: fortalecer un subsistema de vigilancia alimentaria de contaminantes químicos y biológicos e incluir en el Sistema la información sobre el consumo de alimentos en el hogar; establecer un banco de datos multisectorial, e identificar los indicadores más relevantes que permitan detectar mejor los grupos en riesgo. Al respecto, se señaló que la experiencia en diversos países ha mostrado como de mayor utilidad los indicadores siguientes: el nivel educativo de la madre, el ingreso económico familiar y número de miembros de la familia, así como los indicadores antropométricos y bioquímicos (hierro, vitamina A y yodo). Los valores de referencia y los puntos críticos deberían ser establecidos. Asimismo, se recomendó, en el caso de Cuba, analizar la posibilidad de utilizar otros indicadores además de los propuestos por la OPS/OMS. En cuanto a la confiabilidad del dato primario y su procesamiento, la creación de centros centinela o de referencia fue apuntada. Se recomendó también reforzar la capacidad de análisis epidemiológico de los datos (intra e intersectorial), la difusión de su interpretación, y su utilización para la toma de decisiones y en la ejecución de programas de intervención (agricultura, industria alimentaria, comercio exterior, educación, salud y otros). Por último, las condiciones existentes en Cuba permiten considerar la conveniencia de incluir en el Sistema, vigilancia del estado de nutrición del escolar, del adolescente y del adulto.

Taller de Trabajo sobre Análisis, Planeamiento y Gestión de Actividades de Nutrición para Nutricionistas a Nivel de Distrito, Skaugumaasen Kurscenter, Asker, Noruega, del 19 al 30 de enero de 1987

Organizado por el Instituto de Investigaciones Nutricionales de la Escuela de Medicina, Universidad de Oslo, Noruega, y la Oficina Regional de la OMS para Europa, Copenhague, se llevó a cabo este Taller de Trabajo. Sus participantes fueron esencialmente nutricionistas que desempeñan sus labores como nutricionistas en salud pública a nivel regional o de distrito, y que tienen responsabilidad y participación activa en las labores del análisis, planeamiento y gerencia de actividades de nutrición. Para obtener

información completa sobre el Taller de Trabajo y sus conclusiones, se sugiere la conveniencia de dirigirse al Dr. Arne Oshaug, Institute for Nutrition Research, P.O. Box 1046, Blindern, N - 0316 Oslo 3, Norway.

FICHERO BIBLIOGRAFICO

- Bhargava, S.K., S. Ramji, A. Kumar, M. Mohan, J. Marwah & H.P.S. Sachdev. Mid-arm and chest circumferences at birth as predictors of low birth weight and neonatal mortality in the community. *Br. Med. J.*, 291 (4509): 1617-1619, 1985.
- Briend, A. & S. Zimicki. Validation of arm circumference as an indicator of risk of death in one to four-year-old children. *Nutr. Res.*, 6 (3): 249-261, 1986.
- Cumsille, F., C. Pereda, A. Legarreta, J. Margozzini, J. Mascaró, V. Botteselle & J. Rodríguez. Método para homogeneizar información sobre desnutrición en la niñez. *Bol. Of. Sanit. Panam.*, 99 (4): 355-361, 1985.
- Densen, S. & P. Gillies. Methodology in practice - measuring height and weight in school populations. *J. R. Soc. Health*, 106 (3): 82-84, 1986.
- Devadas, R.P. & P.P. Easwaran. Monitoring growth of children. *Indian J. Nutr. Diet.*, 23 (1): 1-6, 1986.
- Excler, J.L., L. Sann, Y. Lasne & J. Picard. Anthropometric assessment of nutritional status circumference and of skinfold thickness. *Early Hum. Dev.*, 11 (2): 169-178, 1985.
- Friedman, P.J. A prospective comparison of methods to identify lethal wasting malnutrition. *Nutr. Res.*, 6 (2): 139-146, 1986.
- Geissler, C.A. & D.S. Miller. Problems with the use of "weight for height" tables. *J. Nutr.*, 115 (12): 1546-1549, 1985.
- Griffiths, M. *Growth Monitoring*. Washington, D.C., World Federation of Public Health Associations, 1985.
- Haile, R.W., I.F. Hunt, J. Buckley, B.L. Browdy, N.J. Murphy & D. Alpers. Identifying a limited number of foods important in supplying selected dietary nutrients. *J. Am. Diet. Assoc.*, 86 (5): 611-616, 1986.
- Harries, A.D., L.A. Jones & R.H.V. Heatley. Precision of anthropometric measurements: The value of mid-arm circumference. *Clin. Nutr.*, 4/2: 77-80, 1985.
- Kneip, J.K., H.M. Fox & J.K. Fruehling. A weight-control program for bank employees. *J. Am. Diet. Assoc.*, 85 (11): 1489-1491, 1985.
- Martorell, R., J. Mason, K. Rasmussen, T.J. Ho & J.-P. Habicht. Child feeding practices: knowledge, research needs and policy implications. In: *Determinants of Young Child Feeding and their Implications for Nutritional Surveillance*. Ithaca, New York. Cornell University, Program in International Nutrition, Division of Nutritional Sciences, 1985, p. 1-72 (Cornell International Nutrition Monograph Series, 14).
- Moore, D.J., P.R. Durie, G.G. Forstner & P.B. Percharz. The assessment of nutritional status in children. *Nutr. Res.*, 5 (8): 797-799, 1986.
- Popkin, B.M. & M.E. Yamamoto. A comparison of anthropometric clas

- sifications for nutritional status determinations: A case study in the Philippines. *J. Trop. Pediatr.*, 31 (6): 311-319, 1985.
- PAHO/WHO Consultation Group of Nutritional Surveillance. Proposal for a data base on food and nutrition. *Food Nutr. Bull.*, 7 (2): 48-54, 1985.
- Rinke, W.J., J.K. Herzberger & F.J. Erdtmann. The Army weight control program: A comprehensive mandate approach to weight control. *J. Am. Diet. Assoc.*, 85 (11): 1429-1434, 1985.
- Shears, P. Nutrition studies of Ugandan refugees in Sudan and Rwanda. A report on surveys using the mid-upper arm circumference method. *Trop. Geogr. Med.*, 37 (4): 359-361, 1985.
- Sinha, D.P. Growth charts for the Caribbean. *Cajanus*, 3: 156-163, 1984.
- Solomons, N.W. Assessment of nutritional status: Functional indicators of pediatric nutriture. *Pediatr. Clin. North Am.*, 32 (2): 319-334, 1985.
- Sood, A.K. & U. Kapil. Anthropometry in detection of protein energy malnutrition. *Indian Ped.*, 21 (8): 635-639, 1984.
- Sovar, R., J. Perheentupa & E.M. Tolppanen. A novel format for a growth chart. *Acta Paediat. Scand.*, 73 (4): 527-529, 1984.
- Truswell, A.S. ABC of nutrition: Measuring nutrition. *Br. Med. J.*, 291 (6504): 1258-1262, 1985.
- Tulchinsky, T.H., C. Acker, K. El Malki, R.S. Scocolar & A. Reshef. Use of growth charts as a simple epidemiological monitoring system of nutritional status of children. *Bull. WHO*, 63 (6): 1137-1140, 1985.
- Van Esterik, P. Intra-family food distribution: Its relevance for maternal and child nutrition. In: *Determinants of Young Child Feeding and their Implications for Nutritional Surveillance*. Ithaca, New York, Cornell University, Program in International Nutrition, Division of Nutritional Sciences, 1985, p. 73-149 (Cornell International Nutrition Monograph Series, 14).
- Valverde, V., H. Delgado, R. Flores, R. Sibrián & M. Palmieri. The school as a data source for food and nutrition surveillance systems in Central America and Panama. *Food Nutr. Bull.*, 7 (4): 32-37, 1985.
- Vigilancia Alimentaria y Nutricional. *Bol. Of. Sanit. Panam.*, 99 (4): 418-422, 1985.

Ayude a mantener dinámico el grupo SVAN informándolo permanentemente sobre manuscritos que hayan salido a luz, proyectos en desarrollo, y eventos realizados o programados.

NUEVOS LIBROS

Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a los Animales. Pedro N. Acha y Boris Szyfres. 2a. ed. Washington, D.C., Organización Panamericana de la Salud, 1986, 989 p. (español, inglés y francés). ISBN 92 75 31503 5. Precio: EUAS\$ 20.00 (Publicación Científica No. 503).

Dos son los factores que motivaron a los autores a la actualización de este libro. Primero, la buena acogida que tuvo su primera edición, tanto en su versión española, como inglesa y francesa, desde que ésta salió a luz en 1977, y por otro lado, el hecho innegable que en el transcurso de esos nueve años se han producido con ritmo acelerado grandes progresos científicos en los conocimientos sobre las zoonosis y han emergido nuevas enfermedades de carácter zoonótico.

Era, pues, necesario su puesta al día, de modo que aún surva el propósito para el que fue creado: proporcionar una fuente actualizada de información a las profesiones médicas y conexas. Indudablemente, el libro en efecto, ha llenado un vacío que se hacía sentir, a juzgar por su amplio uso en las escuelas de salud pública, medicina, medicina veterinaria, organismos de salud pública y de salud mental.

Esta segunda edición se ha ampliado en forma considerable, y a las 148 enfermedades incluidas en la primera edición, además de que la mayor parte de los temas fueron prácticamente reescritos, se han adicionado 26 nuevas entidades nosológicas. Algunas de éstas son zoonosis emergentes, y otras se conocen desde hace mucho tiempo, pero hasta el presente era poco claro el nexa epidemiológico entre el hombre y otros animales.

El volumen comprende cinco partes fundamentales: I. Bacteriosis. II. Micosis. III. Clamidiosis y Rickettsiosis. IV. Virosis, y V. Zoonosis Parasitarias. Esta última parte, a su vez, contiene tres secciones: A- Protozoosis; B- Helminthiasis (trematodiasis, cestodiasis y actantocefaliasis y nematodiasis), y Sección C- Artrópodos.

El texto se acompaña de dos Anexos: I. "Zoonosis y enfermedades comunes al hombre y a los animales transmitidas por alimentos", y-II. "Significado técnico de los términos empleados en el texto". Ajeno a ello, está muy bien ilustrado con cuadros, figuras y mapas que corresponden a los temas bacteriosis, micosis, clamidiosis y rickettsiosis, virosis, zoonosis parasitarias (protozoosis), helmintiasis (trematodiasis, cestodiasis y acantocefaliasis y nematodiasis) y artrópodos, respectivamente.

A nuestro juicio, los autores han cumplido una ardua y excelente labor, cuyo resultado es este libro que toda biblioteca especializada debería tener en sus anaqueles como valiosa fuente de estudio y de consulta.

Los interesados pueden dirigir su solicitud a: Distribución y Ventas, Organización Panamericana de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA, o bien a BIREME, Centro Latinoamericano y del Caribe para Información en Ciencias de la Salud, Caixa Postal 20381 (04203, São Paulo, SP, Brasil), adjuntando su cheque por la suma estipulada de EUA \$20.00.

**Ricardo Bressani
Editor General**

NOTAS

INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOTECHNOLOGY AND FOOD INDUSTRY

Budapest, Hungary
5-9 October, 1987

The Commission Internationale des Industries Agricoles et Alimentaires and the Food Science Committee of the Hungarian Academy of Sciences are organizing the above-mentioned Symposium which promises to be widely attended. The official languages will be French and English, respectively, with simultaneous translation.

The main topics of discussion will be the following: 1. Biomass as the most important substrate of biotechnology. The production of primary, secondary and tertiary biomass, its model under various conditions. — 2. Cellulose, lignocellulose degradation: possibilities, technics, economy. — 3. Biogas (considering conditions of the temperate zone as well). — 4. Compost production (maintaining nutrient capacity of soil). — 5. Practical potentials of alcohol (mainly fuel alcohol) production (technics, economy, etc.) with special view to points 1 and 2. — 6. Potentials of SCP-production (also on petrochemical raw materials): technics, economy. — 7. Food microorganisms and new trends in biotechnology (genetic engineering, protoplast fusion, etc.). This topic will cover yeasts, dairy microorganisms, acidification, biotechnology on fats, starter cultures and edible mushrooms. — 8. The physiology of food microorganisms. — 9. Enzymes in food industry. — 10. Immobilized enzymes, microorganisms in food industry. — 11. New sweeteners (with special regard to diabetics), aroma, and other food and feed additives and its biotechnology. — 12. New plant proteins for food and feed industry. — 13. Amino acids, vitamins and other biologically important substances for food and feed application. — 14. Special fermented foods/beverages. — 15. Food hygiene, health and governmental aspects of the food biotechnology. — 16. The economical competition between new biotechnological products and classical ones. — 17. Which firms will be the leading ones in biotechnology, food, chemical, oil and pharmaceutical industries? What will be the effects on the relationships and the drawing closer of these industries?

Persons interested in learning details on this Symposium are requested to address Prof. U. Hollo, Central Research Institute for Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, at Puzstaszeri ut 59-67, H-1025, Budapest, Hungary.

**VIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE NUTRICIONISTAS
Y DIETISTAS****Santiago, Chile****13 a 16 de octubre de 1987**

Este importante Congreso está siendo organizado por el Colegio de Nutricionistas de Chile A. G., y la Confederación Latinoamericana de Nutricionistas-Dietistas (CONFELANYD).

Sus objetivos principales son: a) Actualizar conocimientos en Alimentación, Nutrición y Ciencias Afines. b) Analizar críticamente la formación y rol actual del Nutricionista-Dietista y sus proyecciones futuras en las distintas áreas de su quehacer profesional en América Latina. c) Analizar la evolución de los campos de acción del Profesional Nutricionista-Dietista latinoamericano en materia de atención primaria de la salud; vigilancia alimentario-nutricional; educación alimentaria y nutricional; alimentación institucional; industria de alimentos; clínica de adultos y pediátrica, e investigación.

Para alcanzar los objetivos citados, el Programa Científico del Congreso incluirá Conferencias, Grupos de Trabajo, Mesas Redondas y Comunicaciones Libres.

Las áreas temáticas para la presentación de trabajos libres son: Requerimientos y recomendaciones nutricionales; nutrición clínica; nutrición y salud pública, alimentación institucional, y tecnología de alimentos.

De conformidad con el programa trazado para el evento, las áreas temáticas de los Grupos de Trabajo son cuatro: 1) Nutrición en Atención Primaria de Salud — que incluye participación del nutricionista en atención primaria; vigilancia alimentario-nutricional; educación alimentario-nutricional, y gestión de programas alimentarios. 2) Perspectivas de la Alimentación Institucional — cubre la situación actual de los Servicios de Alimentación Institucional; participación técnica y administrativa del nutricionista en los Servicios mencionados; uso de la computación en la alimentación institucional, y necesidades de formación del nutricionista en este campo. 3) Proyecciones de la Dietoterapia en la Medicina Actual (abarca úlcera gastroduodenal y gastrectomía; insuficiencia hepática; asistencia nutricional intensiva; insuficiencia renal; regímenes de diagnóstico y dietoterapia en oncología) y, por último, 4) Formación Curricular y Educación Continuada de Nutricionistas en América Latina. Se hará un análisis de los programas vigentes; programas de especialización y licenciatura, y programa de entrenamiento en servicio, respectivamente.

Mayor información podrá obtenerse del Comité Organizador del Congreso, en Teatinos No. 251, Depto. 1010, Clasificador 137 Correo Central, Santiago, Chile.

RADIONUCLIDES IN THE FOOD CHAIN**Laxenburg Conference Center****Laxenburg, Austria****November 2-5, 1987**

As announced previously, this Conference will bring together scientists, industrial

managers and policymakers from the East and West to discuss the various factors involved in the analysis and management of radionuclides in the food chain. The scientific and policy perspectives to be discussed at this meeting will undoubtedly contribute to the worldwide harmonization of exposure standards for radionuclides in food.

Sponsored by the International Life Sciences Institute (ILSI), in association with the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), its cosponsors are: American Academy of Arts and Sciences (AAAS); Commission of the European Communities (CEC); International Committee for Radiological Protection (ICRP); International Radiation Protection Association (IRPA), and Committee for Systems Analysis, Presidium of the Academy of Sciences of the USSR.

The Scientific Program will be developed in the course of eight sessions, as follows:

- Session I: **Opening.**
- Session II: *Fundamental Information*
- Nature of radioactivity and radiation; Biological effects of ionizing radiation; Sources of radioactive contamination: man-made and naturally occurring; International recommendations on radiation protection.
- Session III: *Fundamental Information — Environmental Pathways Critical to Man*
- Airborne contamination; Waterborne contamination; Soilborne contamination; Migration of radionuclides through food chains.
- Session IV: *Consequences of Radionuclide Release to Health, Safety and the Environment*
- Experience at Windscale; Experience at Three-Mile Island; Experience at Chernobyl; Food chain contamination from testing nuclear devices.
- Session V: *Effects of Radionuclides in Food and Water Supplies*
- Long-term effects; Genetic effects; Evaluation Procedures.
- Session VI: *Risk Management of Food and Water Supplies*
- Methodology of procedures for surveillance of the food chain: three perspectives; Research needs in environmental (other than food) surveillance procedures; Risk assessment on health and safety of radionuclide contamination of food and water supplies; Identification and quantification of critical factors; Use of mathematical models in risk assessment and risk management.

Session VII: *Development of Guidelines for Safety Evaluation of Food and Water After Nuclear Accidents*

Procedures in Eastern Europe; Procedures in North America; Procedures in Western Europe; General guidelines.

Session VIII: *Regulatory and Control Programs*

North America; A European Socialist Country (Hungary); Commission of the European Communities (CEC); Perception of risk by the public; Closing Remarks.

The official language of the meeting will be English. The Laxenburg Conference Center has translation facilities, but any individual or group wishing translation must provide a translator and the Conference organizers must be notified by October 1st, 1987.

For further information, kindly contact:

Ms. Lili C. Merritt
International Life Sciences Institute (ILSI)
1126 Sixteenth Street, N. W.
Washington, D. C. 20036
U. S. A.
Telephone: (202) 659-0074

CALL FOR PAPERS

Journal of Food Composition and Analysis

The *Journal of Food Composition and Analysis* is a new peer reviewed, scientific journal covering all scientific aspects of the data on chemical composition of human foods, with particular emphasis on analytical methods for obtaining that data, actual data on composition of foods; and studies on the manipulation, statistics, storage, distribution, and use of food composition data. The journal is sponsored by the International Network of Food Data Systems (INFOODS), a United Nations University Project. It will be published by Academic Press. Publication in 1987 is anticipated.

The Editors are actively seeking high-quality manuscripts in the area of food composition and analysis. Authors are encouraged to submit manuscripts for publication to the Editorial Office at this time. Please submit manuscripts and requests for additional information to:

Dr. Kent K. Stewart
Editor
Journal of Food Composition and Analysis
Department of Biochemistry and Nutrition
Blacksburg, Virginia 24061 Polytechnic Institute and State University
U. S. A.

March, 1987



TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 36

TRIMESTRE ABRIL-JUNIO 1986

NUMERO 2

Jefe Servicio Editorial: MICHAEL SNARSKIS

Asistente Editorial: FLOR ARAYA S.

CONTENIDO

	Página
<i>Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada (en español).</i> J. Avendaño, R. Borel, G. Cubillos	137
<i>Fluctuación estacional de poblaciones de nematodos en dos cafetales en Panamá (en español).</i> J. Pinochet, D. Cordero, A. Berrocal	149
<i>Efecto de tratamientos pre-condicionamiento sobre el enraizamiento de los brotes del café (en inglés).</i> K. Purushotham, U.V. Sulladmath, S. Vishveshwara	157
<i>Aplicación de N, P y K a diferentes poblaciones de plantas de cebolla (en español).</i> B. Añez, R. E. Tavira D.	163
<i>Características de suelos afectados por la sal en la región semiárida del noreste de Brasil (en inglés).</i> M.A. Coelho, F.F. Ferreyra H.	171
<i>El estado reproductivo en cuatro fincas de ganado Jersey valorado mediante niveles de progesterona en leche (en español).</i> O. Robert, R.T. Taylor	179
<i>Técnicas del cultivo de tejidos aplicados a cultivos nativos de América: micropropagación de oca (Oxalis tuberosa Moll.), un tubérculo andino (en inglés).</i> S.J. Ochatt, A.A. Ciai, O.H. Caso	187
<i>Residuos de plaguicidas organoclorados en tejido adiposo humano de agricultores de Costa Rica (en español).</i> M. Barquero, A. Constenla	191
<i>Clasificación de enraizamiento y respuestas en cultivo de algunos híbridos de cacao (en inglés).</i> O.A. Odegarbo, N. O. Adedipe	197
<i>Establecimiento del cultivo del sorgo Sorghum bicolor (L.) Moench (en español).</i> R.K. Maiti, H. González R., C.O. Alanis, M.A. Rivera	205
<i>Crecimiento in vitro y almacenaje de dos subespecies de Clavibacter xyli (en inglés).</i> M.I. Plata, M.J. Davis, S.G. Puelppke	215
<i>Análisis de los riesgos de sequía, granizada y helada para la agricultura del altiplano boliviano (en español).</i> J.P. Lhomme, O.E. Rojas	219
<i>Efecto del espaciamiento entre surcos y entre plantas de girasol (Helianthus annuus L.) II. Cultivar del ciclo largo (en español).</i> A. Vega, O.R. Quaino	225
<i>Multiplicación de caña de azúcar por medio de cultura apical (en inglés).</i> T.S. G. Lee	231
<i>Influencias del sistema de almacenamiento y de la época de plantación sobre la productividad de tubérculos de papa (Solanum tuberosum L.) simiente (en español).</i> A. R. Escande, D.O. Cádiz, J.C. Rodríguez	237
<i>Comunicaciones</i>	245
<i>El barrenador de los brotes de pino (en español).</i> L.B. Ford	245
<i>El taladrador de terminalia en Costa Rica (en español).</i> L.B. Ford	248
<i>Métodos y técnicas utilizados en la investigación del tepezcuinte (Agouti paca sinn Cuniculus paca) (en español).</i> Y. Matamoros, B. Pashov	251
<i>Relación entre la edad de los árboles de cacao (Theobroma cacao L.) y el contenido de nutrientes del suelo (en inglés).</i> S.O. Ojenyi	255
<i>Bacterias nitrificantes y oxidantes de amonio en suelos chilenos (en inglés).</i> L. Longeri, M. Moroni	259
<i>Reseñas de libros</i>	148, 170, 190, 214, 224, 244
<i>Notas y comentarios</i>	162, 186, 236

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

ENTIDADES PATROCINANTES

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

Asociación Americana de Soya (Oficina para América del Sur Caracas, Venezuela)

Compañía Distribuidora Guatemalteca Shell (Guatemala, Guatemala)

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

Fundación Polar (Caracas, Venezuela)

Gerber Products Company (GERBER) (Freemont, Michigan, USA)

F. Hoffman — La Roche & Co. (PRODUCTOS ROCHE) (Basilea, Suiza)

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

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

Instituto Nacional de Nutrición (INN) (Caracas, Venezuela)

Wyeth International Limited (Philadelphia, Pa., EUA)

Monsanto Guatemala, Inc. (Guatemala, Guatemala)

INFORMACION PARA LOS AUTORES

A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. *Los Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. *Los Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los trabajos de *Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de nuestras poblaciones.
4. *Las Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las diversas contribuciones deben ser originales, a máquina, a doble espacio y en triplicado.
2. Los trabajos serán remitidos al Editor General de la Revista después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.
3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés, según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio del Editor General, ocupen desproporcionado espacio.

C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

1. *Título*

La primera página del manuscrito debe contener el título completo del trabajo en

mayúsculas, nombre completo y apellido del autor, institución de origen con letras iniciales mayúsculas y el resto en minúscula. (En la página siguiente debe indicarse el cargo que cada autor desempeña, identificándolos debidamente).

2. *Resumen en el idioma original del artículo*

Este debe ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones,

3. *Introducción*

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas,

4. *Material y Métodos*

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substanciales del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de uso general.

5. *Resultados*

Estos se presentarán en lo posible en *Tablas y/o Gráficas* que serán respaldadas por cálculos estadísticos, evitando la repetición de datos y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados. Si hubiera subdivisiones ellas se encabezarán con un subtítulo.

a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías de papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.

b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto original. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.

c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.

d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.

e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.

f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados,

incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.

g) En cada columna se indicará claramente la medida usada, por ej., mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión % sino, por ej. g/100 g ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.

h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráficas.

6. *Discusión*

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de RESULTADOS Y DISCUSION. Lo expresado en los incisos a) a h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

8. *Agradecimiento* (si lo hubiere)

9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la Sección *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J. M. Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. *Arch. Venez. Nutr.*, 5:39-50, 1954.

b) De libros:

Gómez, P., F. Silvio & R. Gámora. *Los Aminoácidos en Alimentos*. Caracas, Ed. Futura, 1972, p. 30.

c) De libros sin autor individual:

Asociacion of Official Agriculturas Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 30

d) De un artículo o capítulo de un autor (es) consignado en un libro publicado por casa editora:

Hoskins, W. G. & M. Charles. Macaroni production. En: *The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. S. A. Matz (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1959, p. 274-320.

e) De citas de compendios:

Krebs, H.A. & K. Henseleit. Urea formation in animal body. *Z. Physiol. Chem.*, 210:33-66, 1932. (Original no consultado; compendiado en *Chem. Abst.*, 26:5624, 1923).

10. Notas al pie de la página

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos, consecutivos colocados como post-fijo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

11. Abreviaturas y siglas

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de las del idioma original del artículo, por ej., DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. Nomenclaturas

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán 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

A partir del primer número de la Revista para 1986 (Volumen 36), las separatas o sobretiros de los trabajos serán provistos libres de cargo, siempre que los autores cubran debidamente el costo de la publicación en sus respectivos artículos. Dichas separatas se proporcionarán al primer autor en un total de 25.

E. CARGO POR PAGINA

La revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US \$12.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).



SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

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

Dr. Sergio Valiente — Presidente
Dr. Jaime Ariza — Vicepresidente
Srta. Betty Avila — Secretaria
Dr. Eduardo Atalah — Tesorero
Dr. Alfredo Lam-Sánchez — Presidente saliente — Vocal
Dr. Cecilio Morón — Vocal
Dr. Héctor Bourges — Vocal
Dr. Luis Fajardo — Vocal
Dr. José Dutra de Oliveira — Vocal
Dra. Wilma Freire — Vocal
Dr. Sunney D. Alexis — Vocal
Dr. Jean-Pierre Habicht — Vocal
(Consejo Directivo 1986-1988)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1988

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

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

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

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL — PERIODO 1986-1988

Dr. Héctor Araya	Lic. Luis García
Dra. Julia Araya	Lic. Carolina de Godínez
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Werner G. Jaffé
Lic. Adriana Blanco	Dr. Franco M. Lajolo
Dr. José Belizán	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Lic. Concha M. de Bosque	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. Héctor Bourges	Dr. Leonardo Mata
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Josefina Morales
Dr. José Félix Chávez	Dra. Nelly Pak
Dra. Rebeca Carlota De Angelis	Dra. Martha Pabón de Rozo
Dr. Hernán Delgado	Dr. Nelson de Souza
Dr. J. E. Dutra de Oliveira	Dr. Sergio Valiente
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Emilio Vargas
Ing. Arnoldo García	Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXVII

ENERO, 1987

No. 1

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	5
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Evaluation of a program to overcome vitamin A and iron deficiencies in areas of poverty in Minas Gerais, Brazil. — <i>Rocival L. Araujo, M. Beatriz D. G. Araujo, Rosangela D. P. Machado, A. A. Braga, Brigitte V. Leite and J. R. Oliveira.</i>	9
Perfil hematológico y absorción del hierro de dietas que consume la población de estrato socioeconómico bajo de dos Estados de Venezuela. — <i>Marlene Fossi, Hernán Méndez-Castellano, Werner G. Jaffé, Carlos Martínez-Torres, Irene Lects, Peter Taylor y Miguel Layrisse.</i>	23
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
Efeito da formulação de duas dietas de ratos, tendo farelo de trigo como fonte de fibra dietaria, sobre alguns parametros bioquimicos e nutricionais. — <i>Célia da Fátima Barbosa e Lieselotte Jokl.</i>	36
Efecto de la lactosa en la evaluación del valor nutritivo de la caseína: — <i>R. P. Elia, D. Burman y María Elena Sambucetti.</i>	47
ESTUDIOS DIETETICOS	
Comparación de tres métodos para evaluar el contenido de energía y nutrientes de dietas. — <i>Carmen A. Dárdano.</i>	55
ECONOMIA Y NUTRICION	
Evolución de salarios y precios de los alimentos y combustibles domésticos en la ciudad de La Paz (1975-1985). — <i>Joseph Laure.</i>	66
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Extração, caracterização parcial e aspectos nutricionais das proteínas do feijão Carioca 80 (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). — <i>Admar Costa de Oliveira, Haiko Enok Sawazaki e Maria Antonia Martins Galeazzi.</i>	88
Effect of the boiling and decanting method of Khesari (<i>Lathyrus sativus</i>) detoxification, on changes in selected nutrients. — <i>Krishna Jha.</i>	101
Rendimiento y composición química de las partes vegetativas del amaranto (<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) en diferentes etapas fisiológicas. — <i>María Antonieta Alfaro, Aníbal Martínez, Ramiro Martínez y Ricardo Bressani.</i>	108
Utilización de harina de peñibaye (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.) en la elaboración de pan. — <i>Mitchell Tracy.</i> . . .	122
Variabilidad genética, y correlaciones entre rendimiento, tamaño del grano, composición química y calidad de la proteína de 25 variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>). — <i>Ana Imeri, Jorge Mario González, Rafael Flores, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani.</i>	132
Amaranto: Una alternativa tecnológica para la alimentación infantil. — <i>Ana G. Imeri, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani.</i>	147
Efecto del procesamiento y de la suplementación con aminoácidos sobre la calidad proteínica del amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>). — <i>Ana Imeri, Rafael Flores, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani.</i>	160
NUTRICION ANIMAL	
Evaluación de diferentes niveles de harina de amaranto (partes vegetativas), en sustitución de harina de alfalfa para conejos en crecimiento. — <i>María Antonieta Alfaro, Ramiro Ramírez, Aníbal Martínez y Ricardo Bressani.</i>	174
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL	186
NUEVOS LIBROS	193
NOTAS	195
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA, Volumen 36, No. 2, 1986.	199
INFORMACION PARA LOS AUTORES.	201