

ALAN

Volumen 42. N° 3. Septiembre 1.992

A R C H I V O S

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

L A T I N O A M E R I C A N O S

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N



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

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

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Apartado 62.778. Chacao
Avenida Francisco de Miranda
Caracas 1060. Venezuela, S.A.
Fax: (58-2) 284.85.43

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

Arch Latinoamer Nutr

ALAN-VE ISSN 0004-0622

Depósito Legal: pp 76-0150

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.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 42

SEPTIEMBRE 1992

Nº3

Contenido

	Páginas
EDITORIAL	231
ARTICULOS GENERALES	
Quinoa (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>), an important Andean food crop. Jenny Ruales and Baboo M. Nair.....	232
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Nutritional status of institutionalized elderly in South Florida. Emilio Mantero - Atienza, Richard S. Beach, Maria G. Sotomayor, George Christakis and Marianna K. Baum	242
Alteraciones de las fracciones lipídicas en el suero de niños desnutridos con y sin infección clínica. Hipertrigliceridemia Paradójica en Desnutrición. Irvith Carvajal, Inés Malavé, Carmen Correa, Celia Castillo, Mireya Pérez, Stanco Hammar y German Camejo.	250
Infant feeding practices among low-income Mexican urban women: A four month follow-up. Rafael Pérez - Escamilla, Rosario Roman Pérez, Luis A. Mejia, and Kathryn G. Dewey,	259
Ciencias de Alimentos	
Harina de granos de <i>Canavalia ensiformis L (DC)</i> cruda, almacenada en medio alcalino, autoclavada o extruída, en dietas para cerdos en crecimiento. Risso, José F. y Juan J. Montilla	268
Relación entre algunas características físicas de variedades de sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>) y su capacidad de reventado. Ricardo Bressani y Edgar Tuna	275
Cambios nutricionales inducidos por la germinación de leguminosas de consumo habitual en Chile. Lavinia Camacho, Cecilia Sierra, Rolando Campos R., Ernesto Guzmán C. y Dita Marcus W.	283
Composición química de once variedades de sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>) antes y después del reventado del grano. Edgar Tuna y Ricardo Bressani.	291

	Páginas
Biological utilization of naturally fermented pearl millet flour (<i>Pennisetum typhoideum</i>). Neelam Khetarpaul and B. M. Chauhan.	301
Propiedades nutricionales e sensoriais do feijão macáçar verde. (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>).	
I. Efeito do processo de enlatamento	
Giselda Macena Lira, Nonete Barbosa Guerra e Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa.	309
Propiedades nutricionales e sensoriais do feijão macáçar verde. (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>).	
II. Efeito do armazenamento	
Giselda Macena Lira, Nonete Barbosa Guerra e Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa.	316
Fenómeno de endurecimiento y ablandamiento del frijol: alternativas tecnológicas. Palma-Tirado, M.L., Reyes-Moreno, C., Cárabez-Trejo, A., Montes-Rivera, R. y Paredes-López, O.	322
Desarrollo de un alimento energético para deportistas. Emma Wittig de Penna, Asunción Infante, Alfonso Suárez, Luis López, Raúl Santana, Hugo Torti.	331
Evaluación funcional de un suplemento energético nutricional en deportistas. Wittig, Emma, Infante, Asunción, Suárez, Alfonso, López, Luis, Santana, Raúl y Osorio, Jorge.	345
Fungal protein enrichment of residual liquor from a sugar cane waste Tania L. M. Stamford and R. de Camargo.	351
La Declaración de Barcelona. "Los Derechos Alimentarios del Hombre"	360
NUEVOS LIBROS	362
ENTIDADES PATROCINANTES	363
INFORMACION PARA LOS AUTORES	364

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 42

SEPTEMBER 1992

Nº3

Contents

	Pages
EDITORIAL	231
GENERAL ARTICLES	
Quinoa (<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>), an important Andean food crop. Jenny Ruales and Baboo M. Nair.	232
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Nutritional status of institutionalized elderly in South Florida. Emilio Mantero - Atienza, Richard S. Beach, Maria G. Sotomayor, George Christakis and Marianna K. Baum	242
Alterations of serum lipid fraction in undernourished children with or without clinical overt infection. Paradoxical hypertriglyceridemia in malnutrition. Irvith Caryajal, Inés Malavé, Carmen Correa, Celia Castillo, Mireya Pérez, Stanco Hammar and German Camejo.	250
Infant feeding practices among low-income Mexican urban women: A four month follow-up. Rafael Pérez-Escamilla, Rosario Roman Pérez, Luis A. Mejia, and Kathryn G. Dewey.	259
Food Science	
Grain meal of raw, stored in alkaline medium, autoclavated and extruded <i>Canavalia ensiformis. L (DC)</i> in diets for growing pigs. Risso José F. and Juan J. Montilla.	268
Relationship among some physical characteristics of shorgum (<i>Shorgum vulgare</i>) varieties and their popping capacity. Ricardo Bressani and Edgar Tuna	275
Nutritional changes caused by germination of staple Chilean legumes. Lavinia Camacho, Cecilia Sierra, Rolando Campos R., Ernesto Guzmán C. and Dita Marcus W.	283
Chemical composition of eleven sorghum varieties before and after the popping process. Edgar Tuna and Ricardo Bressani.	291

Biological utilization of naturally fermented pearl millet flour (<i>Pennisetum typhoideum</i>). Neelam Khetarpaul and B. M. Chauhan.	301
Nutritional and sensory properties of canned cowpea (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>) I. Effect of processing of canning. Giselda Macena Lira, Nonete Barbosa Guerra e Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa.	309
Nutritional and sensory properties of canned cowpea (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>) II. Effect of storage. Giselda Macena Lira, Nonete Barbosa Guerra e Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa.	316
Hardening and softening in common bean: technological alternatives. Palma-Tirado, M.L., Reyes-Moreno, C., Cárabez-Trejo, A., Montes-Rivera, R. and Paredes-López, O.	322
Development of an energetic food for sportmen. Emma Wittig de Penna; Asunción Infante; Alfonso Suárez; Luis López; Raúl Santana and Hugo Torti.	331
Functional evaluation of an energetic food supplement for sportmen. Wittig, Emma; Infante, Asunción; Suárez, Alfonso; López, Luis; Santana, Raúl and Osorio, Jorge.	345
Fungal protein enrichment of residual liquor from a sugar cane waste. Tania L. M. Stamford and R. de Camargo.	351
The Declaration of Barcelona. "Los Derechos Alimentarios del Hombre"	360
NEW BOOKS	362
SPONSORING AGENCIES	363
INSTRUCTIONS TO AUTHORS	364

Editorial

El Número 4 del Volúmen 22 de "Archivos Latinoamericanos de Nutrición" año 1972, publica en su Sección Notas, la Resolución dictada por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social de Venezuela, sobre Productos Alimenticios de Base Vegetal para Uso Infantil. En esta Resolución aparecida en la Gaceta Oficial de Venezuela N° 29.802, del 12/05/72, se establecían los perfiles de calidad nutricional de estos productos, entre ellos un mínimo de 16% de proteínas y niveles mínimos de vitaminas y minerales. Hoy 20 años después, "Archivos Latinoamericanos de Nutrición" se complace en hacer tema de este Editorial para beneficio de la nutrición dentro del ámbito latinoamericano, el acuerdo entre el sector oficial y la industria privada para el enriquecimiento con vitaminas y hierro, de la harina de maíz precocida destinada al consumo humano en Venezuela.

La disponibilidad de este producto de importancia estratégica para el país, básicamente utilizado en la elaboración de la popular arepa¹, es de unos 100 g por persona/día, de acuerdo con datos de los últimos años provenientes de las Hojas de Balance de Alimentos, cifra ésta respaldada por Encuestas de Consumo de fecha reciente. Esta circunstancia afortunada aunada al hecho de que la harina de maíz precocida es elaborada íntegramente en el país y altos niveles de desnutrición especialmente entre los sectores de bajos ingresos, los cuales son sus principales consumidores, llevó al Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela a tomar acción frontal y decidida a los efectos de disponer de un producto enriquecido y así al menos, disminuir tales niveles.

Luego de casi un año de experiencias y de conversaciones con la industria, se promulga el Decreto 2.492 de fecha 20/08/92, mediante el cual se crea la Comisión para el Enriquecimiento Nutricional de los Alimentos, encargada de llevar a la práctica la aplicación del programa y de estudiar luego el añadido de nutrientes a la harina y a otros productos derivados del trigo, al igual que a otros alimentos. El Artículo 6 del citado Decreto ilustra la fórmula presentada por el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela a partir de la cual y de común acuerdo con la industria productora, se llegó al siguiente consenso para el enriquecimiento de la harina de maíz precocida, expresado por Kg de producto: tiamina: 3,1 mg; riboflavina: 2,5 mg; niacina: 51 mg; vitamina A 9.000 U.I. y hierro: 50 mg (como fumarato ferroso), aceptándose como límites máximos y mínimos, un 20% sobre los valores indicados.

Dentro del contexto de lo que aquí se ha expuesto y a los fines de haber alcanzado la meta propuesta, es justo reconocer la tesonera labor desempeñada por el Dr. Miguel Osío Sandoval, Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela y el respaldo técnico con el cual se contó en todo momento, de los Dres. Miguel Layrisse, José María Bengoa, Werner Jaffé, Eleazar Lara Pantín y Hernán Méndez Castellano. El papel del sector privado como receptor de esta iniciativa, merece igualmente destacarse.

El mismo Decreto 2.492 en su Artículo 4 establece que a partir del 20 de Febrero de 1993, toda la harina de maíz precocida destinada al consumo humano en Venezuela, debe estar enriquecida de acuerdo con los niveles ya mencionados. Esperamos que el haber alcanzado esta meta resulte en una mejora de la nutrición de nuestros individuos. Que así sea.

1. Pan de forma redonda hecho de harina de maíz degerminado, agua y sal; cocido sobre budare o al horno.

Dr. José Félix Chávez Pérez
Editor Asociado

Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) an important Andean food crop

Jenny Ruales ^{1,2} and Baboo M. Nair ¹

INTRODUCTION

Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) is one of the indigenous foodcrops of the Andean region of Latin American. Archeological evidence (1,2,3) shows that the chenopods were cultivated on the Andean Mountains 2.000 to 4.000 years ago. They have also been used in Europe as grain, and some species are still grown in some areas of north-west India. The seeds of *Chenopodium album* were used as food by the inhabitants of Russia, the Denmark, Greece and the Northern parts of Italy (4).

Unlike potatoes and maize, quinoa was ignored by the Spanish conquistadores and this rejection continued until recently. It was only in 1965, some research to improve different varieties and their cultivation methods in Perú and Bolivia was initiated (5).



Fig. 1

Geographical distribution of quinoa in Latin America

Production of Quinoa in Ecuador, where it is cultivated between 600 to 4.000 m above the sea level, has increased during the eighties. In 1986 the National Research Institute of Agronomy (INIAP) distributed two cultivars (cv. Cochasqui and cv Imbaya) to the farmers as a parts of the National quinoa development program. Debittered quinoa seeds for human consumption are now exported from Ecuador.

Growing conditions

Quinoa grows well at altitudes of 2.000 to 4.000 meters above sea level, from 5 °N to 30 °S. In central Chile it is cultivated at sea level, between 36 °S and 40 °S. It is resistant to frost and able to develop well and vigorously in places where the annual rain fall is between 200 and 400 mm (4-6). The yield of quinoa can vary between 450 Kg/Ha and 5.000 Kg/Ha depending on the variety and growing conditions. It matures in 5 to 6 months producing an abundance of white or pink seeds. One kilogram of quinoa contains about 300.000 seeds (4).

Clasification

Quinoa belongs to the phanerogams, centrospermae and to the genus *Chenopodium* which has a world-wide distribution and comprises of above 250 species. Among its relative the following are the most common ones: *C. Album L.* (Lamb's- quarters or pigweed); *C. ambrosioides L.* (American wormseed); *C. Bonus Henricus L.* (Good-King Henry); *C. Botrys L.* (Jerusalem oak or ambrosia); and *C. capitatum (L) Asch.* (Strawberry blite) (4,7). Tapia and co-workers, (8) classified quinoa in the following ecotypes.

- Valley ecotype (Blanca de Junin, Rosada de Junin, Amarilla de Maranganí, Dulce de Quitopamba and Dulce de Lazo): These types are grown in Andean valleys between 2.000 m and 4.000 meters above sea level. The plants are generally branched and are 2 to 3 meters tall. The growth period is about 7 months.

1 Dept. of Applied Nutrition and Food Chemistry Chemical Centre.
University of Lund Box 124 S-221 00 Lund, Sweden.

2 Instituto de Investigaciones Tecnológicas Escuela Politécnica Nacional
Box 17 1 2759 Quito, Ecuador.

QUINOA (*CHENOPODIUM QUINOA* WILLD), AN IMPORTANT ANDEAN FOOD CROP

- Altiplano ecotype (Cheweca, Kancolla and Blanca de Juli): This type of quinoa grows well around Lake Titicaca at about 4.000 meters above sea level. The quinoa plants are 1 to 1.8 meters tall and have very few branches. The growth period varies from 4 to 7 months.

- Salar ecotype: This is grown at an altitude of 4.000 m in salty soils of pH 8.0. The seeds are black, with a very high content of saponins. The variety Real is the most important in this ecotype.

- Sea Level ecotype: Mainly Chilean varieties. They grow at latitudes around 40 °S. In Cambridge, England this variety grew about 2 m tall. The seeds were small, yellow and with a high content of saponin.

- Subtropical ecotype: This ecotype is found in the subtropical area (Yungas region) of Bolivia. The plant produced very small, yellow-orange grains.

Morphology of the quinoa plant.

Quinoa is a gynomonocious plant. Its height may vary from 0,7 to 3,0 m, depending on the variety and the environment.

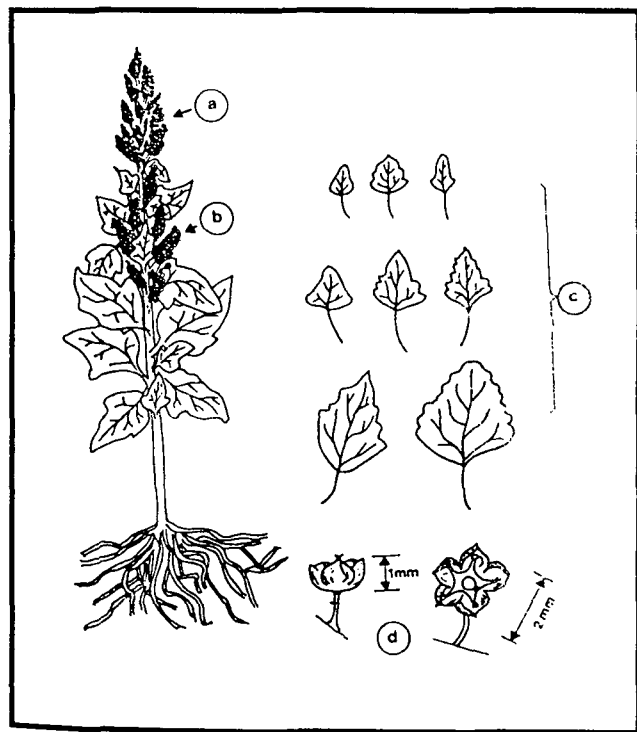


Fig. 2

Quinoa plant. a. terminal inflorescence; b. Axillary inflorescence; c. variation in leaf shape: top, apical and basal leaves; d. Flowers.

Adapted from Risi and Galwey, (4) and Simmonds (9)

The germination of the quinoa seeds starts a few hours after being exposed to moisture. First, the radicle grows to form a tap root from which the secondary and tertiary roots develop. The root depth is related to the plant height and it can reach a depth of 30 cm.

The stem is cylindrical, becoming angular due to the leaves and branches. The leaves are alternate on four sides. The number of branches and the height depend on the variety and the sowing density. The cortex of the stem is tough, but the medulla is soft when the plants are young, and dry and spongy when the plants are mature. The colour of the stem depends on the variety. It may change at maturity to pale yellow or to red in some varieties. The red colour of the stem is due to the betacyanins (9-11).

The leaves are borne on long and narrow petioles which are channeled on their upper side. The lamina has three main veins, which originate from the petiole. The leaves on young plants are green, but as the plant matures, they become yellow or red (11).

The flowers are clearly differentiated on the plant. The panicle emerges on the upper part, and does not have branches. The compact panicle has secondary axes and short petioles. The principal axis of the inflorescence is round in cross section like the stem, and has two parallel channels on each surface. The flowers form groups along the principal axis or the secondary axes (9,11).

Quinoa flowers are incomplete as they have no petals. Quinoa has female and hermaphrodite flowers (12). The hermaphrodite flowers are located at the distal end of a group and the female flowers at the proximal end (11).

Morphology of the quinoa seeds

The fruit of the quinoa is an achene, covered by a perigonium, which is easily removed by rubbing when dry. The pericarp is the outer layer in the form of alveolar cells. On the outer layers, some saponins with bitter taste are present. The bitterness can be removed by dry polishing, by washing with water, or by a combination of both. The remaining bitterness after processing was found to be correlated with remnants of the pericarp, confirming that some saponins are also located in the pericarp (13-16).

The pericarp is transparent, white, orange, red, brown, gray or sometimes black. The next layer is called

episperm, which can be white, transparent, brown or black. The embryo is about 60 percent of the volume of the episperm, and the endosperm about 40 percent of it. The high proportion of embryo is the reason for the proportionately high protein content of quinoa, in comparison with cereals. Quinoa seeds may be cylindrical, conical or ellipsoidal in shape. The seeds vary in size from 1.5 to 3.0 mm, and contain varying concentrations of saponins.

The colour of the seeds is the result of the colour of the pericarp (outer layer). Gandarillas (17), reported that the ancestral colour of the quinoa seed was black.

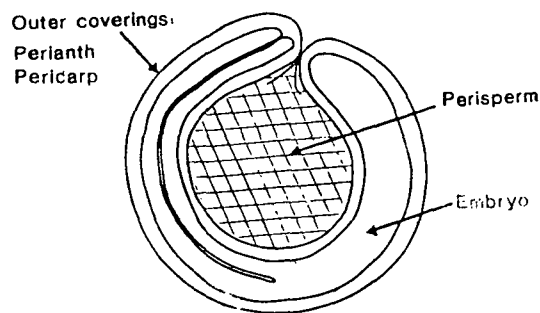


Fig. 3
Quinoa seed

When fruits fall off the quinoa plant, the seeds are often still enclosed in the perianth. The cells of this layer are easily removed by scrubbing and washing with water. A correlation was found between the bitterness remaining after the process and the presence of remnants of the pericarp. In some varieties, seeds has a purple colour, characteristic of betacyaninis. Examination of the surface exposed on cutting the quinoa seed perpendicular to the plane of the cotyledons showed the embryo and starchy perisperm covered by the pericarp and seed coat layers. Beneath the pericarp there are two layers of seed coat. One is about 20 μm thick, and contains polygonal starch granules and other electron dense bodies (15). Cabrera (16) reported a second layer of seed coat. The cells in this layer are located perpendicular to the longitudinal axis of the seed with spaces between the cells.

The mature embryo is dicotyledonous. It differs from the cereal grains in that it surrounds the perisperm. Electron microscopic studies revealed a complex structure containing lipid bodies, protein bodies, nucleus and other organelles, which are necessary for the germination process (14-16).

The perisperm contains the nutrient reserves for the developing embryo. It is situated at the centre of the seed. The presence of starch granules in the perisperm has also been reported (15).

Chemical composition of quinoa seeds

Table 1 shows the average of the chemical composition of 20 ecuadorian quinoa cultivars (18). The protein, fat and ash contents in quinoa seeds are higher than those found in wheat, barley, maize and rice.

The whole grain of quinoa contains very little cell wall material or lignin as compared to corn, wheat, or barley grains (19).

Starch and other carbohydrates

The starch content range from 57.5 to 65.2 % of dry matter. It depends on the variety and the method of analysis (20-22). The starch granules are polygonal units. They have a size distribution of 0.6 to 8.0 μm , for pure quinoa starch (21). Several authors (15,16) reported the presence of starch granules in the perisperm. Wolf et al. , (20) indicated that the starch from *Chenopodium quinoa* could be coloured blue with iodine-potassium iodine solution and that one gram of starch could absorb 45 mg of iodine.

Observation of starch granules under the electron transmission microscope show two groups of starch granules based on the size in the perisperm: one group of granules with a diameter of 0.5 μm in size; and a second group of granules with a diameter of 1.3 μm (15). Starch granules appear as simple separate units and also as part of spherical or oblong aggregates. Protein matrix was found to surround single starch units and the aggregates. The presence of protein and the way how it is modified the availability of quinoa starch to α - amylose. The starch aggregates comprise of 14,000 compact granules, and are between 18 to 20 μm in size (15).

An investigation carried out by Atwell et al., (21), showed that the X-ray diffraction pattern of native cereal starches was also found in quinoa starch. Furthermore, DSC analysis indicated an onset temperature of gelatinization of 50 $^{\circ}\text{C}$ and ΔH of 0.4 cal/g starch. These data are similar to those reported by Wootton and Bamunuarachchi for wheat starch, (23).

Atwell et al., (21) also studied the loss of birefringence of quinoa starch by polarized light microscopy. At

QUINOA (*Chenopodium quinoa Willd*), AN IMPORTANT ANDEAN FOOD CROP

TABLE 1
Chemical composition of quinoa seeds of 20 ecuadorian cultivars
(g/100 g dry matter)

	RANGE	MEAN
Protein	15.80 - 19.31	16.46
Ash	2.50 - 3.83	3.45
Fat	7.30 - 9.11	8.52
Crude fibre	5.97 - 7.27	5.60

64 °C quinoa starch lost birefringence. Quinoa starch amylogram studies indicated that the swelling of the granules occurred at the same time as the gelatinization measured as loss of birefringence.

Wolf et al., (20) reported that quinoa starch gelatinized over a lower temperature range than wheat starch. The two non-waxy *Chenopodium* starches studied yielded no gel on standing. Similar characteristics have also been observed in other small granule starches as in rice.

Further, quinoa starch showed higher values of viscosity than wheat starch in the amylogram curves. Atwell et al., (21) also reported no loss of viscosity when the temperature was held at 95 °C for 30 minutes. During cooling, the curves indicated increased viscosity. Further analysis of quinoa starch indicated that it consists to 11% of amylose. This is low in relation to the amylose content of other cereals. Studies of debranched quinoa starch found that it had a similar structure to the amylopectin from wheat, rice, oats and maize. The mean chain length (CL) of quinoa amylopectin was reported to be 27 compared with 26 for rye amylopectin (21). Quinoa starch granules do not have concentric rings as are usually observed in cereal starch grains. This suggests that there is a special arrangement of amylose and amylopectin molecules within the quinoa starch granules.

Varriano-Marston & DeFrancisco (15) reported that during germination there is no widespread amyolytic action on quinoa starch granules. The electron microscop-

ic observation of the seeds after 24 hours of germination showed no evidence of significant change in the structure of the perisperm. However, some starch granules of the hilum showed to be affected by the amyolytic action. This has been interpreted as starch being protected from enzyme hydrolysis by its polygonal structure, its small size and aggregated nature of the starch granules. Lorenz and Nyanzi (24) reported high α - amylase activity in quinoa seeds, when they were polished to reduce their saponin content. They also reported the presence of high activity for total amylase, cellulase and hemicellulase.

The published literature contains only little information on the content of other carbohydrates. De Bruin (22) reports the content of total carbohydrate in quinoa to be between 67 and 74% of the dry matter. Out of this the monosaccharides and the disaccharides constitute about 2% and 2.3%, respectively of the dry matter. The crude fibre content was 2.5 to 3.9% and pentosans 2.9 to 3.6%.

Protein and amino acids

The protein content in quinoa seeds ranges from 12 to 20% (19,22,25). The major proportion of the protein is located in the embryo, which surrounds the quinoa perisperm. In the perisperm a protein matrix surrounds starch granules and joins them to each other (15).

Transmission electron micrographs of the cells of the cotyledons showed protein bodies, lipids, the nucleus and organelles, forming a complex structure. However, in the

TABLE 2
Amino acid content of quinoa seeds and some other foods
(mg amino acid/g N)

Amino Acid	Quinoa a	Wheat b	Oats c	Rice d	Milk e
Cystine	175	100	170	76	48
Methionine	156	90	100	160	170
Aspartic acid	431	250	520	550	500
Threonine	269	160	210	200	260
Serine	238	300	340	340	360
Glutamic acid	638	1950	1320	950	1330
Proline	188	670	330	270	630
Glycine	419	210	340	280	125
Alanine	256	190	310	360	230
Valine	313	280	370	410	450
Isoleucine	325	240	250	270	390
Leucine	413	430	450	510	630
Tyrosine	106	135	190	230	240
Phenylalanine	281	300	330	320	320
Lysine	394	140	260	230	730
Histidine	200	135	140	150	185
Tryptophan	48	65	82	80	82
Arginine	406	220	400	480	220

a. Cardozo et al., (27); Mahoney et al., (19); Telleria et al., (28); White et al., (6); Gross et al., (25). b. Wheat flour; c. Oats flour; d. Rice flour; e. Standard milk, 3% fat. (Statens Livsmedelsverk, (29).

perisperm protein bodies were not observed. The protein matrix of some protein bodies is granular. Table 2 shows the amino acid composition of quinoa seeds and of some food items.

The protein of *Chenopodium quinoa Willd* contains a relatively high amount of lysine and sulfur-containing amino acids, in contrast to cereal proteins which are deficient in the amino acids (4,6,19). Analysis of the seeds from different quinoa varieties indicated that the Sajama variety contains less methionine than other varieties. The Blanca variety contains less lysine. Methionine and tryptophan were the limiting essential amino acids. No correlation was found between the amount of saponins and the proteins (30).

White et al., (6) evaluated the protein quality of qui-

noa. In the first experiment, six young rats were fed on diets of whole quinoa (free of saponin) for 50 days. The diets were supplemented only with vitamins A and D. The results showed that the protein of quinoa was of high quality, supplying the rats with sufficient amino acids to increase their weight by 258 g and to reach an average weight of 334 g. In another experiment, the nutritional quality of the protein was compared to that of skim milk powder. The experiment was carried out with 30 rats 35 days old. They were divided into six groups of five rats each.

Food and water was given ad libitum. After 54 days the rats which had received 6% quinoa protein in their diet gained significantly more weight than the other group fed with 6% milk protein. However, the same

QUINOA (*Chenopodium quinoa Willd*), AN IMPORTANT ANDEAN FOOD CROP

experiment showed that supplementing the quinoa with a small amount of milk protein did not produce an improvement in the amount of weight gained by the rats.

Mahoney and co-workers, (19) evaluated the quality of the quinoa protein of the Sajama variety. The experiments were carried out in terms of the response of rats and also of the amino acid composition. The protein efficiency ratio (PER) and the nitrogen efficiency for growth (NEG) and weight gain were improved by 29%, 40% and 100%, respectively, by cooking the quinoa. Blends of 20% quinoa and 80% wheat flour improved the NEG by 43%, the weight gain by 11% and the PER by 72% above the values for a diet of wheat flour alone. The NEG, weight gain, amino acid composition and PER showed no difference between cooked and uncooked quinoa.

Cardozo and Baterman (27) studied the quality of the protein of quinoa on pigs by comparing a quinoa diet with one containing palm oil cake and another containing defatted milk powder. A lower increase in the growth of the pigs, fed on quinoa was reported. The weights gained on the three diets were 31.1, 37.3 and 57.1 Kg, respectively.

The slightly lower weight gain found in chicks fed on a diet of raw quinoa for 30 days, compared with chicks fed on washed and cooked quinoa and maize, was not significant (4). However, Cardozo and Baterman (27) reported harmful effects in chicks when they were fed washed quinoa grain. These observations were corroborated by Cardozo and Dávalos (31), who found vitamin A and D deficiency symptoms in these chicks.

Some pathological effects on internal organs of chicks when they were fed with unwashed quinoa, due to the haemolytic action of the saponins, have been reported by Risi and Galwey (4). In a study on chickens raised on quinoa and cañihua for 56 days, the mortality rate due to altitude sickness ("mal de altura") decreased, among those on this diet, in contrast to those fed with commercial feed.

The protein quality of quinoa has also been investigated by studying the growth and egg-laying capacity of quail (*Coturnix japonica*). The results showed that the diets fulfilled their daily requirement for growth. Ho-

wever fewer eggs were produced by quails fed on quinoa diets (15% protein) than by quails fed on diets recommended for chickens by the National Research Council. When the quinoa diets contained less protein (5%, 10% protein) the egg production was even lower. When diets of calves were supplemented with quinoa, a greater weight gain in calves was noted in comparison with the diets supplemented with equivalent amounts of wheat or vicia beans (26).

López de Romaña and co-workers, (32) made a study in Peru with eight children aged between 4 and 29 months, who were recovering from malnutrition. They were put on six different diets, five based on potatoes and wheat products (noodles) and the sixth based on quinoa and oats. The results showed satisfactory acceptability and tolerance of all the diets including that containing quinoa. The intake of calories and protein was found to be enough for all children except for one. Mean apparent absorption of nitrogen from the quinoa-oats diet was 67% which was significantly lower in comparison with other diets.

López de Romaña et al., (33) reported results of experiments in which diets based on whole quinoa seeds and quinoa flour were compared with a casein diet, on six children between 10 to 18 months, who were recovering from malnutrition. Results showed that the digestibility of quinoa seeds was the limited factor in the protein and energy utilization, and that milling improved the digestibility significantly. Based on these results the authors confirmed that the protein quality of processed quinoa seeds could be adequate for feeding children.

Romero et al., (26) reported an increase in the nutritional value of quinoa products, as well as in its acceptability, in samples free of saponins and also in cooked quinoa samples.

Fat

Quinoa contains between 5.8 and 9.5 % fat. De Bruin (22) studied the oil from four varieties. The composition of fatty acids is reported as follow: oleic acid 48%, linoleic acid 50.7%, linolenic acid 0.8%, and saturated fatty acid 0.4%. The fat content and the fatty acid composition of a sample of quinoa grown in Ecuador is given in Table 3.

TABLE 3
Composition of fatty acid in raw quinoa and washed quinoa ^a
(g/100 g fat)

Fatty Acid		Raw Quinoa	Washed Quinoa
Myristic acid	C14	0.1	0.1
Palmitic acid	C16	9.7	9.9
Palmitoleic acid	C16:1C	0.2	0.2
Stearic acid	18	0.6	0.6
Oleic acid	C18:1C	24.8	24.5
Linoleic acid	18:2 C	52.3	52.3
Linolenic acid	18:3 C	3.9	3.8
Arachidic acid	20	0.4	0.4
	C 20:1 C	1.4	1.4
	20:2 C	0.2	0.1
Behenic acid	22	0.5	0.6
	C 22:1w9	1.4	1.5
	C 24	0.2	0.2
	C 24:1	2.4	2.6

^a Ruales and Nair (34). Data to be published

Vitamins and minerals

The vitamin content of quinoa has been analysed by Cardozo et al., (27); De Bruin, (22); Mahoney et al., (19); White, (6). The results are presented in Table 4.

It is common practice to wash quinoa seeds before

consumption in order to remove the bitter taste due to saponins. by washing, the outer layers are removed. High contents of K and Cl and smaller amounts of Mg, Al, Si, P, S and Ca are found in the perianth, which is removed by washing (4).

TABLE 4
Content of vitamins and minerals in quinoa seeds
(mg/100 g dry matter)^a

	Range
Vitamins	
Vitamin A	0.12 - 0.53
Vitamin E	4.60 - 5.90
Thiamin	0.05 - 0.60
Riboflavin	0.20 - 0.46
Niacin	0.16 - 1.60
Ascorbic acid	0.00 - 8.50
Minerals	
Calcium	46.0 - 340.0
Phosphorus	145.0 - 570.0
Iron	1.3 - 32.0
Magnesium	170.0 - 230.0
Potassium	840.0 - 1145.0
Copper	0.6 - 1.2
Manganese	1.2 - 5.1
Zinc	2.1 - 6.1

^a. White et al., (6); Cardozo et al., (27); De Bruin (22); Mahoney et al., (19).

QUINOA (*Chenopodium quinoa Willd*), AN IMPORTANT ANDEAN FOOD CROP

ANTINUTRIENTS

Haemagglutinins and trypsin inhibitors

Romero (26) could not find any haemagglutinin in eight quinoa varieties. Studies on trypsin inhibitor carried out on quinoa seeds showed no physiological effect due to trypsin inhibitors. The amount of trypsin inhibitor per unit of sample (1.36 - 5.04 TIU/ml sample) were lower than those found in legumes (soya 24.5 TIU/ml). Moreover, the trypsin inhibitor present in quinoa is easily inactivated by heat treatment before consumption.

Saponins

Saponins consist of one to six hexose or pentose units joined to the sapogenin aglycone. The saponins contain steroidal aglycone or triterpenoid aglycone. Large number of them are characterized by their bitter taste. They are able to produce stable foam in aqueous solutions, lower plasma cholesterol levels and haemolyse red blood cells (35-37).

Quinoa saponins are triterpene glucosides, located on the pericarp of the seeds. They are soluble in methanol and in water. Meyer et al., (38) isolated and characterized Quinoside A, one of the bitter and toxic saponins of the quinoa seeds. Mizui et al., (39) isolated six saponins from quinoa bran and elucidated their structures as 28-0- β -glucopyranosyl esters of hederagenin 3-0- β -glucopyranosyl-(1- \rightarrow 3) - α - arabinopyranoside and 3-0- β - glucopyranosyl - (1- \rightarrow 3) - β - galactopyranoside, and 28-0- β -glucopyranosyl esters of phytocagenic acid 3-0- α -arabinopyranoside, 3-0- β -glucopyranosyl-(1- \rightarrow 3) - α -arabinopyranoside, 3-0- β -glucopyranosyl-(1- \rightarrow 3)- β -galactopyranoside.

Saponins are toxic for cold-blooded animals. Saponins were used as fish poison by the people of South America, and the fish killed in this way are edible. In humans it is poisonous when administered intravenously, due to the haemolytic activity, but non-toxic when taken orally. Saponins are not absorbed by the intestinal system, but they can affect the absorption of some nutrients in the gut (35-37). Southon et al., (40) reported that iron absorption was inhibited in rats when they were fed on a saponin rich diet.

Saponins, because of their bitter taste, they have to be removed from the quinoa seeds by washing, dried polishing or by cooking before consumption. Various research work has been done in order to develop methods to

remove saponins from large quantities of quinoa seeds. Molina, (41) develop a method by which saponins were removed by washing with water and high turbulence. Torres and Minaya (13) designed and constructed a machine able to polish quinoa seeds and in this way remove the saponins. Rigdout et al. , (42) reported results of the saponin content after seeds were treated by different process. The saponin content in seeds washed with water, only 20 percent of the original content of saponins remained in the seeds.

Uses of quinoa and quinoa products

Quinoa and its products have been used for thousands of years in different kinds of foods by the natives of the Andean region of Latin America. The whole grains and flour made out of it, were used for making bread, biscuits and porridge. Fermented products with quinoa alone or in various combinations with other cereals were also in use (43-46). In Chile, Bolivia, Peru, and Ecuador, the whole seeds are used in soups, broths and potages, roasted and ground in many kinds of desserts with milk or with honey. It is also eaten mixed with sugar and warm water, milk of fruit juice, sometimes with chicha and wine.

The tender stems and leaves are used as green vegetables, in salads, soups and stews. Quinoa leaves have been studied as a source of leaf protein for animal consumption and as human food (47-48).

In Bolivia 5 % of quinoa flour is added to commercial wheat flour (43) used for baking. In Peru, bread (10 % quinoa), noodles and other pasta products with up to 40 % and biscuits with 60 % quinoa flour, were produced (45, 49). A beverage has also been developed by Benvenuto et al. , (45). In France a patent on a process for making quinoa milk was sanctioned by Giacometti et al. , (50). Vela et al. , (46) in Colombia, studied the use of quinoa seeds in foods and presented data on the chemical composition of the seeds, the sensory evaluation of various food prepared with quinoa, the production and uses of pre-cooked flours, and the sensory qualities of arepas and pastas, incorporating pre-cooked quinoa flour to a level of 15 % (43).

Romero et al. , (51), showed that a Wenger x-5 extruder can be used for production of quinoa products with high nutritional quality and acceptability on an industrial scale.

Robalino and Peñaloza (52) prepared tempeh for human consumption using quinoa after solid fermentation with *Risopus oligosporus*.

The alkaline ash from the stems of quinoa, called "Iliptu", is used for chewing with coca leaves by the Indians from Altiplano (4).

REFERENCES

1. Tapia, M. E. Historia y distribución geográfica. In: Quinoa y Cañiwa. Cultivos Andinos, Serie Libros y Materiales Educativos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bogotá, Colombia. Nº 49, 11 - 15. 1979
2. Tapia, M. E. La quinoa y cañiwa. Cultivos de los sistemas agrícolas andinos. Mesa Redonda Internacional. Procesamiento de la Quinoa. La Paz, Bolivia 15 Agosto, 1983, 1-6. 1983
3. Wilson, H.D. QUINUA: Significant past Questionable future. The Herbarist. Vol 49, 115, 120. 1983
4. Risi, J. and Galwey, N.W. The Chenopodium Grains of the Andes In: Inca crops for Modern Agriculture. Adv. Applied Biology, Vol. 10, 145-216. 1984
5. Weber, E. J. The Inca's ancient answer to food shortage. Nature, UK, 272 (5653), 486. 1978
6. White, D. L. , Alvistur, E. , Dias, C. , White, H. and Collazos, C. Nutrient content and protein quality of quinoa and canihua, Edible Seed Products of the Andes Mountains. Agric and Food Tech. Vol. 3, Nº 6, June. 1955.
7. Wilson, H. D. Chenopodium quinoa Willd. : Variation and Relationships in Southern South America. National Geographic Society. Research Report., 711-721. 1978
8. Tapia M.E., Mujica, S.A. and Canahua, A. Origen distribución geográfica y sistemas de productos en quinoa. In: Primera Reunión sobre Genética y Fitomejoramiento de la Quinoa. Universidad Nacional Técnica del Atiplano, Instituto Bolivariano de Tecnología Agropecuaria. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Centro de Investigación Internacional para el Desarrollo, Puno, Peru., pp. A1 - A8. 1980
9. Simonds, N.W. The Grain Chenopods of the Tropical American Highlands. Economic Botany. 19, 223 - 235. 1965
10. Mabry, T.J., Taylor, A. and Turner, B.L. The betacyanins and their distribution. Phyto chemistry. 2, 61 - 64. 1963
11. Gandarillas, H. Botánica. In: Quinoa Kañiwa. Cultivos Andinos. Serie Libros y Materiales Educativos Nº 49, 20 - 44. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bogotá, Colombia. 1979
12. Rea, J. Biología floral de la Quinoa. Turrialba, 19, 91-96. 1969
13. Torres, H.A. and Minaya, I. Escanificadora de Quinoa. Diseño y Construcción. Publ. Misc Nº 243. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Lima, Peru. 1980
14. Villacorta, L, and Talavara, V. Anatomía del grano de quinoa. (*Chenopodium quinoa Willd*). Anales Científicos. UNA. XIV, 1-4. 1976
15. Varriano-Marston, E. and DeFrancisco, A. Ultrastructure of Quinoa Fruit (*Chenopodium quinoa Willd*). Food Microstructure. Vol. 3, 165-173. 1984
16. Cabrera, L., J.A. Estudio de la estructura de la semilla quinoa mediante microscopia electrónica de barrido. Tecnología, 31-48. 1984
17. Gandarillas, H. Razas de Quinoa. Boletín Nº 34. Instituto Bolivariano de Cultivos Andinos. División de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Agricultura, La Paz, Bolivia. 1968
18. Rubio, A. and Espin, S. Caracterización química nutritiva de 20 líneas de quinoas nacionales. In: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito, Ecuador. From 30 th May to 2 nd June, 1988. Quito, Ecuador. 15-19. 1988
19. Mahoney, A.W., López, J.G. and Hendricks, D.G. An evaluation of the protein quality of quinoa. J. Agric. Food Chem. 23 (2), 190-193. 1975
20. Wolf, M.J. , Mac Masters, M.M. and Rist, C.E. Some characteristics of the starches of three south American seeds used for food. Cereal Chem. 27, 219 - 222. 1950
21. Arwell, W. A., Patrick, B. M., Johnson, L. A. and Glass, R. W. < Characterization of quinoa starch. Cereal Chem. 60 (1), 9-11. 1983
22. De Bruin. Investigation of the food value of Quinoa and Chañihua Seed. J. Food Sci. 26, 872-876. 1964
23. Wootton, M. and Bamunuarachchi, A. Application of differential scanning calorimetry to starch gelatinization II. Effect of heating rate and moisture. Stärke 31:262. 1979
24. Lorenz, Z. and Nyanzi, F. Enzyme activities in quinoa (*Chenopodium quinoa*). International J. of Food Science and Technology, 24, 543-551. 1989
25. Gross, R. , Koch, F. Malaga, I. de Miranda, A.F., Schoeneberger, H. and Trugo, L. C. Chemical composition and protein quality of some local Andean food sources. Food Chem. 34, 25-34. 1989
26. Romero, J.A. Evaluación de las características físicas, químicas y biológicas de ocho variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa, Willd*). M. S. Thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 1981
27. Cardozo, A. and Bateman, J.V. La Quinoa en la alimentación animal. Turrialba, 11, 72-77. 1961

28. Telleria, M. L. Sgarbieri, V. C. and Amaya, F. J. Evaluación Química y Biológica de la Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). Influencia de la extracción de las Saponinas por tratamiento térmico. Arch. Latinoamer Nutr. Vol 28, (3), 254-263. 1978
29. Statens Livsmedelsverk. Livsmedelstabeller. Energi och Näringsämnen. pp. 228, 236, 249, 251. 1986
30. Alvarez, M., Pavón, J. and von Rutte, S. Genética. In Quinoa: hacia su cultivo comercial. Ch. Wahli (ed). Latinreco S.A., Casilla 17 110 - 6053, Quito. 33 - 58. 1990
31. Cardozo, A. and Dávalos, R. Las vitaminas A, D3 y los efectos depresores en la quinua. J. Argon., 2, 1 - 6. 1976
32. López de Romaña, G., Creed, H. M. and Graham, G. G. Alimentos comunes peruanos. Tolerancia y Digestibilidad en infantes desnutridos. Arch. Latinoamer. de Nutr. 28(4), 419-433. 1978
33. López Romaña, G., Graham, G. G., Rojas, M. and MacLean, W. C. Jr. Digestibilidad y calidad proteica de la quinua: Estudio comparativo, en niños, entre semilla y harina de quinua. Arch. Latinoamer. de Nutr. 31(3), 485-497. 1981
34. Ruales, J. and Nair, B. Data to be published.
35. Proce, K.R., Johnson, I. T. and Fenwick, G.R. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedingstuffs. CRC Critical Review in Food Science and Nutrition. 26(1), 27-135. 1987
36. Oakenfull, D.G. Saponins in food. A review. Food Chem. 6, 19-40. 1981
37. Birk, Y. and Peri, I. Saponin. In: Toxic Const. Plant Foods., I.E. Liener, Ed. Academic Press, New York, 2nd ed., 161-182. 1980
38. Meyer, B.N. Heinstejn, P.F., Burnouf-Radosevich, M., Delfel, N. E. and McLaughlin, J. L. Bioactivity - Directed Isolation and Characterization of Quinoside A: One of the Toxic / Bitter. Principles of Quinoa seeds (*Chenopodium quinoa Willd.*). J. Agric. Food Chem. 38, 205-208. 1990
39. Mizui, F., Kasai, R., Ohtanic, K. and Tanaka, O. Saponin from brans of quinoa, *Chenopodium quinoa, Willd.* I. Chem. Pharm. Bull. 36(4), 1415-1418. 1988
40. Southon, S.; Wright, A. J. A.; Price, K. R.; Fairweather-Tait, S. J. and Fenwick, G. R. The effect of three types of saponin on iron and zinc absorption from a single meal in the rat. British J. Nutrition, 59, 389 -396. 1988
41. Molina, A., V. Desarrollo de un método de lavado por agitación y turbulencia de grano de quinua. Ingeniero Agrónomo Thesis, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú. 1972
42. Ridout, C.L., Price, K.R., DuPont, M.S., Parker, M.L. and Fenwick, G. R. Quinoa Saponins - Analysis and preliminary investigations into the effects of reduction by processing. J. Sci. Food Agric., 54, 165 - 176. 1991
43. Bean, M. M. and Fellers, D. A. Composite flour breads in Bolivia: Technical aspects. Developments in Food Sciences, 5B, 859-864. 1984
44. Benvenuto, R.D., Hurtado, P.H. and Herrera, R.J. Elaboración de una bebida proteica a base de quinoa. In: Mesa Redonda Internacional. Procesamiento de la Quinoa. Memoria. IBTA and FAO. La Paz, Bolivia, 1-5 August., 39-59. 1983
45. Robalino, C. S. N. Evaluación agronómica y comportamiento farinológico de 5 ecotipos de Quinoa. (*Chenopodium quinoa Willd*) en la fabricación de gallitas. Ingeniero Agrónomo Thesis, Universidad Central, Quito, Ecuador. 1982
46. Vela, N.P. and Cabrera, L. J. A. Utilization of quinoa seed in human nutrition. Tecnologia. 25 (147), 7 - 27. 1984
47. Carlsson, R. and Hanczakowski, P. The nutritive value of mixtures of white leaf protein and food proteins. J. Sci. Food Agric. 36 (10), 946-950. 1985
48. Lundborg, T. Fractionation of leaf protein by differential centrifugation and gel filtration (sedimentation pattern, *Amaranthus Caudatus*, *Brassica oleracea*, *Chenopodium quinoa*, *Dactylis glomerata*, *Helianthus annuus*, *Lolium perenne*, *Vicia sativa*). In: Physiologia Plantarum (Denmark). 58 (1), 175-185. 1980
49. Nieto, C. Proyectos: Promoción del cultivo de quinua y otros cultivos andinos en el Ecuador. Informe anual. INIAP (1982-1983), 60. 1983
50. Giacometti, S., Soquet, E. and Tareb, M. Lait de quinoa, Patent nr 2 628 298. Institut national de la propriété industrielle, Paris. 1989
51. Romero, A., Bacigalupo, A. and Bressani, R. Efecto de la extrusión sobre las características funcionales y la calidad proteica de la Quinoa (*Chenopodium quinoa, Willd*). Arch. Latinoamer. Nutr., 35 (1), 148 -162. 1985
52. Robalino, D. and Peñaloza, W. El uso de la quinua en la elaboración de Tempeh. In: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito, Ecuador. 30 May to 2 June, 1988, 20-24. 1988

Nutritional status of institutionalized elderly in South Florida

Emilio Mantero - Atienza ¹, Richard S. Beach ², María G. Sotomayor ³, George Christakis ⁴, Marianna K. Baum ⁵

University of Miami, School of Medicine. Department of Epidemiology and Public Health. Nutrition Division

SUMMARY. To assess the nutritional status of an elderly nursing home population of South Florida, forty - seven persons with ages ranging from 65 to 96 years were studied. Complete clinical examination and anthropometric measures were performed, along with blood cell count, biochemical blood parameters and assessment of water-soluble vitamins levels. The most common clinical findings were edentulous (67 %), general pallor (44 %), hyperpigmentation (33 %), dry skin (26 %) and arcus corneitis (26 %). Thirty-five percent of the studied population had cholesterol levels greater than 220 mg/dl. Triglyceride levels were also significantly elevated in a considerable subset of our subjects, with 30% having levels above threshold value of 150 mg/dl. Small proportions of subjects showed low levels of albumin (6%), total protein (28%), ascorbic acid (2 %), and thiamin (9 %). Forty-five percent of males were pyridoxine deficient, while 63 % of the females presented such deficiency. This study underscores the need to define, with greater precision, the nutritional status of aged populations as well as improve our inadequate standards associated with the "normal" aging process. Nutritional intervention -only possible when appropriate standards are defined- can potentially serve not only to prevent the occurrence of significant morbidity and mortality, but can also be employed to enhance quality of life in the elderly individuals.

RESUMEN. Estado nutricional de personas de edad avanzada residentes en hogares de cuidado en el Sur del Estado de Florida. A los fines de conocer el estado nutricional de personas de edad avanzada, se estudiaron 47 personas residentes en un ancianato en el Sur del Estado de Florida, de edades comprendidas entre 65 y 96 años. Se realizó un examen clínico completo y se tomaron medidas antropométricas al igual que parámetros bioquímicos de la sangre y se estudiaron los niveles de vitaminas hidrosolubles. Los hallazgos clínicos más comunes fueron edentulous (67 %), palidez general (44 %), hiperpigmentación (33 %), piel seca (26 %) y arcus corneitis (26 %). Un 35 % de la población estudiada tenía niveles de colesterol mayores de 220 mg/dl. Las concentraciones de triglicéridos fueron también significativamente elevadas en un considerable segmento de los sujetos, con 30 % de ellos que presentaban valores sobre 150 mg/dl. Una pequeña proporción mostró niveles bajos de albúmina (6 %), proteína total (28 %), ácido ascórbico (2 %) y tiamina (9 %). Se encontró deficiencia de piridoxina en un 45 % de los hombres y un 63 % de las mujeres. Este estudio puntualiza la necesidad de definir con mayor precisión, el estado nutricional de la población de edad avanzada, al igual que mejorar nuestros inadecuados estándares asociados con el proceso "normal" de envejecimiento. La intervención nutricional -posible solo cuando se dispone de estándares definidos- puede servir potencialmente, no solo para prevenir la ocurrencia de una morbilidad y mortalidad significativa, sino también ser utilizada para mejorar la calidad de la vida de los ancianos.

- 1 Assistant Professor, Department of Epidemiology and Public Health, University of Miami School of Medicine, Miami, Florida 33101
- 2 Assistant Professor, Department of Epidemiology and Public Health, University of Miami School of Medicine, Miami, Florida 33101
- 3 PostDoctoral Associate, Department of Epidemiology and Public Health, University of Miami School of Medicine, Miami, Florida 33101
- 4 Professor, Department of Epidemiology and Public Health, University of Miami School of Medicine, Miami, Florida 33101
- 5 Associate Professor, Department of Epidemiology and Public Health, University of Miami School of Medicine, Miami, Florida 33101
- 6 Send all reprint requests to: E. Mantero - Atienza, M.D., Department of Epidemiology and Public Health, P.O. Box 016960 (R-669), Miami, Florida 33101

INTRODUCTION

Health care professionals have become more aware that with an elevation in population size and improved health care, there is a rise in the number and proportion of elderly persons. The U.S. has estimated a steady growth in the number of elderly from 25.5 million in 1980 to 64.3 million in 2030 (1). That is to say, from 11.3 percent

of the total population to 21.1 percent. In Florida, in 1980, 17.3 percent of the total population was elderly, which was the highest proportion for any state (1). Consequently, health care expenditures for the elderly are expected to increase in proportion with the size and longevity of the population.

Nutrition has been underestimated as a modulating factor of the normal aging process. Nutritional factors have been shown to significantly impact upon indicators of life's quality e.g., response to infectious challenge and intellectual function. The elderly population is particularly vulnerable and at high risk for development of malnutrition since aging is accompanied by a broad range of physiological and psychological changes such as impaired physical activity, altered food selection, limited social support and depression.

Surveys of institutionalized, or free-living elderly (2) have indicated the necessity for better characterization of the needs of the elderly and emphasize the importance of nutrition in the prognosis of disease. Conversely, nutritional intervention may provide a useful device for improving the quality of life in elderly individuals.

The present study was undertaken to assess the nutritional status of a nursing home population in Miami, Florida, by examining selected anthropometric, clinical, hematological and biochemical parameters.

MATERIALS AND METHODS

Subjects: All forty-seven elderly residents of a nursing home, 36 females (76.6 %) and 11 males (23.4%), whose ages ranged between 65-96 years participated in the study. Participants were ambulatory, totally independent, middle class, and largely caucasian (1 black female). No particular ethnic selection practices were followed. Meal planning was provided by a dietician and all meals were available within the institution.

Subjects were informed of the risks and benefits of the study, in accordance with the requirements of the Human Subjects Committee of the University of Miami and were asked to sign a consent form prior to clinic visit.

Anthropometric Measurements: The following anthropometric measures were performed: Standing

height was measured once, to the nearest 0.1 cm., without shoes, using a standard vertical weight rule and height was recorded in centimeters (cm); weight/height (W/H), body mass index (BMI) (weight/height²), and ponderal index (PI) (weight/height³) were also computed. Weight was measured in light clothing, without shoes, using a calibrated balance arm scale (Healthometer). One reading was made to the nearest 100 grams. Calibration of the scale with a standard weight was performed prior to measurements. Subcutaneous triceps skinfold was measured using calibrated Lange-type skinfold calipers having a pressure of 10 g/mm². The calipers were calibrated prior to testing. Two measurements of the triceps skinfolds were made, and measured to the nearest 0.5 mm on the back of the unclothed pendant right arm at a level midway between the tip of the acromion and the tip of the olecranon. The distance from the acromion to the olecranon of the right arm was recorded to the nearest 0.5 cm by means of a tape measure. Midarm circumference was measured on the standing patient and when the arm was in 90° angle flexion. Midpoint between acromion and olecranon was established, and the midarm circumference was subsequently measured with the subject's arm relaxed and hanging loosely at his or her side; it was recorded in centimeters.

Hematological Analyses: Venipuncture was performed on fasting subjects. Blood samples were drawn from the antecubital vein of seated subjects, using sterile plastic syringe and 19-gauge needles. Routine blood chemistry (SMAC-26) (Technicon AU5000) and complete blood cell count were analyzed by a commercial laboratory.

Vitamin Level Analyses: Vitamin C determinations were determined utilizing the method of Kutnink et al. (3). Values below 0.2 mg/dl were considered deficient. Thiamin status was measured as reported by Stevens et al. (4) utilizing a functional test of nutritional adequacy of vitamin B₁. An activity coefficient (AC) greater than 1.2 was considered a deficient thiamin status. Nutritional assays that employ enzymatic methodologies produce an activity coefficient that reflects, in an inverse fashion nutritional status with regard to that specific nutrient. Thus, elevated AC is indicative of a nutrient deficiency. Pyridoxine status was also measured by a functional test as described by Chaney et al. (5). An activity coefficient (AC), greater than 1.8 was considered a deficient pyri-

NUTRITIONAL STATUS OF INSTITUTIONALIZED ELDERLY IN SOUTH FLORIDA

doxine status. All of the analyses were performed at the Clinical Nutritional Laboratory at the University of Miami, Department of Epidemiology and Public Health.

Statistical Analysis: Descriptive statistics, including distributional parameters (e.g., means and standard deviations) of individual measures, and Pearson correlation coefficients were computed. In addition, comparisons of sample parameters with available normal values were evaluated employing an independent t-test procedure. Nominal alpha level (0.05, two-tailed) was considered for the analyses using the Bonferroni corrections (6).

RESULTS

Anthropometric Measurements:

Significant statistical differences were observed among females and male groups in height ($p < 0.02$), triceps skinfold thickness ($p < 0.006$) and in the calculated weight/height ratio ($p < 0.05$). Moreover, highly significant correlations were noted between body weight and skinfold thickness in all individuals studied, but particularly among women ($p < 0.006$). The proportions of individuals which would be considered to be obese varied depending upon the criteria applied. When employing triceps skinfold thickness, as the most appropriate index, 9.0 % of the males (TST > 18.6 mm) and 8.5 % of the females (TST > 25.1 mm) were found to be obese. In contrast, when utilizing the Body Mass Index as an index (BMI > 27), 19 % of the subjects were found to be obese (15 % female). While the proportion of obese individuals varied

with the criteria utilized, there were good correlations between the various indices in predicting obese individuals. TST was highly correlated with both BMI and PI in males as well as females ($r=0.712$, $p<0.003$) ($r=0.666$, $p<0.007$).

Clinical Findings:

The most common findings among study subjects were edentulous (67 %), general pallor (44 %), hyper-pigmentation (33 %), cracked/dry skin (26 %) and arcus corneitis (26 %). Clinical findings frequently observed in males were edentulousness (82 %) general pallor (73 %), conjunctival pallor (73 %), and xerosis (36 %). Hyper-pigmentation and arcus corneitis were the two findings which showed a particular pattern of female predominance (Table 2).

Hematological Findings:

Results of the hematological indices monitored are shown in Table 3. There was an apparent difference in the proportion of subjects with low mean hemoglobin levels between males (36 % of subjects) and females (24 % of subjects), but when corrected for age, the differences were no longer significant. Twenty-eight percent of females and 50 % of males had low hematocrit levels. Similar proportions of the population were deficient in total red cell count (28 % of females and 57 % of males). Fourteen percent of subjects exhibited a low white blood cell count (WBC). While the mean corpuscular volume (MCV) for all subjects was 88.4 ± 6.7 , no individuals had MCV values above the normal range and 4 % had MCV values below the normal limit. In contrast to the signi-

TABLE 1
ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

	MALES (n=11)	FEMALES (n=36)	TOTAL (n=47)
Age (years)	76.0 \pm 14.2	81.6 \pm 7.9	80.0 \pm 10.3
Height (cm)	174.3 \pm 7.0**	159.5 \pm 9.1	162.9 \pm 10.6
Weight (Kg)	69.9 \pm 17.4	57.3 \pm 16.3	61.5 \pm 17.4
Weight/Height	42.5 \pm 8.3*	35.8 \pm 11.0	37.3 \pm 10.3
BMI (Kg/m ²)	24.1 \pm 4.9	22.5 \pm 6.8	22.9 \pm 6.1
PI (Kg/m ³)	13.7 \pm 3.0	14.1 \pm 4.2	14.1 \pm 3.8
TST (mm)	10.4 \pm 5.6***	16.9 \pm 6.7	14.9 \pm 1.0
MAC (cm)	26.0 \pm 4.0	26.2 \pm 5.4	26.3 \pm 5.0

Mean \pm SD*

- * Significant difference at $p < 0.05$
 ** Significant difference at $p < 0.02$
 *** Significant difference at $p < 0.006$
 BMI: Body Mass Index
 TST: Triceps Skinfold Thickness

PI: Ponderal Index
 MAC: Mid Arm Circumference

TABLE 2
CLINICAL FINDINGS OF NUTRITIONAL SIGNIFICANCE

SYMPTOM	MALES (n=11)	FEMALES (n=36)	TOTAL (n=47)
General Pallor	73*	32	44
Edema	27	21	23
Easily Pluckable Hair	9	11	10
Cracked/Dry Skin	27	25	2
Hyperkeratosis	9	4	5
Pellagrous Dermatitis	18	39	33
Atrophic Nails	0	4	2
Conjunctival Pallor	73	18	33
Conjunctivitis	0	11	8
Arcus Corneitis	27	36	26
Cataracts	0	0	7
Dacrocystis	18	0	5
Xerosis	36	18	23
Edentulous	82	61	67
Partial Dental Plates	0	7	5
Pyorrhoea	0	7	5
Smooth Tongue	0	7	5
Atrophic Papillae	18	11	13
Glossitis	18	4	8

* Values express percentage of subjects with positive clinical findings.

ficant number of individuals who demonstrated evidence of anemia, no subjects were found to have significantly low levels of serum iron (2.7% of females). There was an apparent difference in iron levels between males (96.3 ± 33.2 mg/dl) and females (85.7 ± 24.5 mg/dl), however, when adjusted for differences in age, no such sex-based significance was apparent.

Biochemical Determinations:

Albumin levels, considered to reflect overall protein status, were less than 3.5 g/dl in 6% of the subjects (in 9% of males and 5.5% of females). Total protein was less than 6.5 g/dl in 28% of the subjects, with no notable differences in either marker of protein status. Mean plasma cholesterol level for the total study group was 214.3 ± 51.8 mg/dl (Mean \pm SD); without significant differences between males and females (Table 3). Thirty-five per-cent of the total population had cholesterol levels greater than 220 mg/dl, considered to represent the threshold for increased risk of atherosclerotic heart disease. Triglyceride levels were also found to be significantly elevated in a considerable subset of our subjects, with a mean plasma

level of 167.3 ± 175.6 mg/dl (Mean \pm SD), with 30% having triglyceride levels above the threshold value of 150 mg/dl (Table 3). A high degree of correlation between cholesterol and triglyceride levels was demonstrated in the study subjects ($r=0.455$, $p<0.001$).

Water-soluble vitamins status are shown in Table 4. Plasma ascorbic acid mean values for the total group were 1.05 ± 0.42 mg/dl. Only 2% of subjects had low plasma ascorbate levels (normal >0.2 mg/dl); and an additional 4% could be considered to be at moderate risk for developing ascorbic acid deficiency (plasma values between 0.2 and 0.39 mg/dl). A greater proportion of individuals at risk for ascorbic acid deficiency was shown in the males, with 18% being at moderate or high risk for developing deficiency compared with 3% of female subjects. Thiamin levels (AC) in red blood cells were low in 9% of males and 8% of females, with a mean value of 1.06 ± 0.11 for all subjects. Pyridoxine (AC) mean values in red blood cells for the total group were 1.92 ± 0.50 ; with no significant sex differences. Whereas only 45% of the males were assessed to be pyridoxine deficient

NUTRITIONAL STATUS OF INSTITUTIONALIZED ELDERLY IN SOUTH FLORIDA

TABLE 3
HEMATOLOGICAL INDICES

	MALES (n=11)	FEMALES (n=36)	TOTAL (n=47)
Hemoglobin (g/dl)	12.4 ± 1.9 (36)*	13.3 ± 1.5 (24)	12.9 ± 1.6 (26)
Hematocrit	37.6 ± 5.5 (5.5)	38.9 ± 4.4 (28)	38.6 ± 4.7 (33)
RBC (X10 ⁶)	4.28 ± 0.80 (57)	4.42 ± 0.48 (28)	4.39 ± 0.59 (38)
WBC (X10 ⁶)	6.46 ± 1.78 (7)	6.54 ± 2.16 (17)	6.52 ± 2.03 (14)
MCV (μ ³)	88.6 ± 6.7 (7)	88.3 ± 5.1 (3)	88.4 ± 5.5 (4)
MCH (μg)	29.4 ± 2.9 (14)	29.5 ± 2.0 (9)	29.5 ± 2.3 (10)
MCHC (%)	33.2 ± 2.2 (21)	33.2 ± 1.1 (6)	33.4 ± 1.5 (5)
Serum Iron (μg/dl)	96.3 ± 33.2 (0)	85.7 ± 24.5 (2.7)	88.9 ± 29.0 (2)
Total Protein (g/dl)	6.7 ± 0.34 (0)	6.7 ± 0.34 (11)	6.6 ± 0.46 (28)
Cholesterol (mg/dl)	201.3 ± 58.0 (33)**	219.8 ± 48.8 (44)	214.3 ± 51.8 (35)
Triglyceride (mg/dl)	208.6 ± 299.0 (20)	149.1 ± 84.9 (30)	167.3 ± 175.6 (30)

Mean ± SD

* Percentage of abnormal values

** Percentage above the acceptable level

(AC=1.8), a full 63% of the females surveyed documented that deficiency. Only 18% of study subjects reported using vitamins supplementation on a regular basis.

DISCUSSION

Our findings corroborate and extend earlier studies regarding the nutritional status of the elderly (7, 8).

An assessment of nutritional risk involves evaluation of a number of parameters simultaneously. The use of multiple measurements and indices is most likely the best way of utilizing anthropometry to monitor nutritional status at the present time as has been demonstrated in the present study. Limitations in the interpretation of anthropometric data are largely due to variations in the different norms and standards developed (7, 8). When using the criteria of

TABLE 4
WATER - SOLUBLE VITAMIN STATUS

	Ascorbic Acid (mg/dl)	Pyridoxine (AC)	Thiamin (AC)
Males (N)	0.96 ± 0.47 (9)** (11)	1.85 ± 0.33 (45) (11)	1.06 ± 0.10 (9) (11)
Females (N)	1.08 ± 0.38* (0) (36)	1.94 ± 0.54 (63) (35)	1.07 ± 0.11 (8) (35)
Total	1.05 ± 0.42 (2) (47)	1.92 ± 0.50 (59) (46)	1.06 ± 0.11 (9) (46)

Mean ± SD

* Significant difference at p < 0.05

** Percentage below acceptable levels

the Ten state survey to assess the prevalence of obesity (9), we found that 8.5% of the women and 9% of the men were obese. According to that survey, 24% of the females and 9% of the men were found to be obese. While the prevalence of obesity was significantly greater than that found in this study, our percentage of obese women was similar to those obtained in another survey among elderly females (10). The extreme variability of those standards used to assess anthropometry is demonstrated by the fact that when viewed in a different manner e.g. using body mass index to assess prevalence of obesity, 19% of our participants were classified as obese. These data describe the current problems with the standardized anthropometric methodology most frequently used in the elderly. Most studies indicate assessing nutritional status via triceps skinfold thickness (TST) and midarm circumference (MAC). Efforts continue to define new means of assessing anthropometric status, e.g., measurement of girth of the hips and waist, with the consequent use of waist to hip circumference ratio (11).

Clinical signs of nutritional status are similarly fraught with many difficulties, particularly when applied to the elderly. While these signs are suggestive of nutritional deficiencies, they may also be related to other non-nutritional disease processes. These clinical parameters are most likely useful if complemented with anthropometric and biochemical measurements; and when determining prevalence of nutritional deficiencies in large scale populations, rather than monitoring nutritional status in a specific individual due to their late occurrence in nutritional deprivation, and their relative insensitivity to marginal degrees of deficiency.

Hematological changes have been used widely in nutritional assessment, since hematopoieses and granulocytopoieses are influenced by nutritional parameters. However, altered hematological profiles may be also related to a variety of non-nutritional causes. Considerable confusion exists regarding the influence of senescence upon the hematopoietic process. Our data have shown an incidence of anemia in 28% females, and 50% males. Nevertheless, the major concern at present is to determine the proportion of subjects who developed anemia due to nutritional causes. While some studies have found nearly 20% incidence or iron deficiency associated with anemia (12), other surveys among the elderly indicate a similar percentage of low serum iron levels to the presently sur-

veyed population (13). The precise incidence of iron deficiency anemia can be expected to vary considerably with such factors as socioeconomic status and institutionalization. In addition, iron uptake from the gut has been noted to be much more variable in the elderly; utilization of that iron which is absorbed and retained for functions such as hematopoieses may also be far less efficient than in younger adults (14). Mean corpuscular volume (MCV) is frequently elevated in subjects with folate and vitamin B₁₂ deficiency, indicating impaired hematopoieses accompanied by megaloblastosis. Recent studies have suggested that megaloblastosis occurs relatively late in the course of such vitamin deficiency, and screening methods with higher sensitivity must be employed (15). It is important to note, that individuals deficient in one nutrient are frequently at risk for deficiency of other essential nutrients.

While total serum protein and serum albumin levels may adequately reflect overall nutritional status, there are many difficulties regarding the standardization and significance of such findings. Previous studies have indicated that serum albumin may decline as a result of the normal aging process (16), reflecting probably a decreased ability to synthesize serum albumin or, an increased renal or gastro-intestinal losses secondary to decrease functional ability of these systems. Our findings reveal that 6% of the elderly exhibit significantly low serum albumin values; this is consistent with previous studies and in proportion with the individuals from the studied population that are under-nourished. These results do not appear to be dependent upon renal losses as patients with significant renal disease were precluded from the present investigation.

Elevated serum cholesterol and triglycerides are frequent problems in the elderly patient. Up to one half of elderly men and women surveyed have a significantly elevated level of either cholesterol or triglycerides. It is not clear which component results from changes associated with the normal aging process. Using an upper normal limit of 220 mg/dl, approximately 40% of our subjects had significantly elevated levels of serum cholesterol, and 30% had triglycerides levels greater than 150 mg/dl. In 16 general, women tend to have higher levels of cholesterol and triglycerides (17), which may be indicative of greater incidence of obesity among elderly women. Clinical ma-

NUTRITIONAL STATUS OF INSTITUTIONALIZED ELDERLY IN SOUTH FLORIDA

agement is difficult in the elderly patient with elevated lipid parameters, but with normal or low body weight and may carry higher risk of progressive coronary heart disease, if lipid levels remain elevated. Our knowledge regarding lipid metabolism in the elderly is limited at this time, and more information is necessary to improve clinical judgement among this population.

The percentage of individuals with thiamin deficiency in our study, correlates with the findings of other studies of the elderly population (18). Some investigators have reported twice this incidence among specific elderly subpopulations (19). Thiamin deficiency is generally reflective of inadequate dietary intake, and is one of the nutritional deficiencies that is associated with impaired cognitive function in the elderly (20). This may be of particular importance since this deficiency is known to cause behavioral and neurological complications. And a moderate thiamin deficiency may have a significant impact upon various physiological and psychological functions.

A deficiency in pyridoxine levels was observed in approximately 60% of our subjects. Other studies have found a similar but higher incidence, with up to 75% having evidence of pyridoxine deficiency by serum measurements (18,21). Pyridoxine is also involved in various neurological functions, and its deficiency may cause important psychoneurological dysfunction in elderly individuals. In addition, pyridoxine supplementation has been shown to increase responsiveness of lymphocytes in elderly subjects, thereby ameliorating some of the aspects of immune senescence (22).

The possible role of vitamin C as a free radical quencher and an attenuator of the aging process has brought considerable interest. Ascorbic acid deficiencies are related to physiologic abnormalities of the cardiac tissue and various areas of the brain in the elderly (23). In accord with previous studies of vitamin C status in the elderly (18,24), objective evidence of ascorbic acid deficiency, was limited in the studied population. It is likely that ascorbic acid will continue to be one of the most widely consumed dietary supplements despite the absence of supporting evidence of retarding the aging process; therefore, ascorbic acid deficiency will most likely remain relatively uncommon (25).

The present findings indicate the need to define adequate standards associated with the "normal" aging

process and the importance of describing the nutritional status of the elderly population. Only in this way we will be able to identify accurately the individuals at increased risk for nutritional deficiencies and thereby select those for therapeutic supplementation. In this fashion, nutritional intervention can be used as an important clinical tool not only to prevent the occurrence of morbidity and mortality, but also, to enhance the quality of life of the elderly.

REFERENCES

1. The aging population in the twenty-first century, Washington, D.C. D.M. Gilford, Ed., 1988.
2. Vir S.C.; Love A.G.: Nutrition evaluation of B group of vitamins in institutionalized aged. *Internat. J. Vit Nutr. Res.*, 47:211-218, 1977.
3. Kutnink M.; Skala J.; Sauberlich H.: Simultaneous determination of ascorbic acid, isoascorbic acid (erythorbic acid) and uric acid in human plasma by high-performance liquid chromatography with amperometric detection. *J. Liq. Chromatog.*, 8:31-45, 1985.
4. Stevens C.; Sauberlich H.; Long J.: Automation in analytical chemistry. *Mediad Inc: New York*, 1968.
5. Chaney M.; Sabry Z.; Beaton G.: Erythrocyte glutamic pyruvic transaminase activity in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 16: 337, 1965.
6. Shott S.: Hypothesis testing. In: *Statistics for Health Professionals*. Philadelphia, P. A, W. B. Saunders Co., 1990, p 128-129.
7. Chumlea W.; Roche A.; Steinbaugh M.: Anthropometric approaches to the nutritional assessment of the elderly. In: *Nutrition, aging and the elderly*. Munro and Danford Ed., New York, Plenum Press, 1989, p. 335-358.
8. Fanelli M.: The ABC of nutrition assessment in older adults. *J. Nutr. for the Elderly*, 6:33-40, 1987.
9. Ten-State Nutrition Survey 1968-1970. III. *Clin.; Anthropol. and Dental*. U.S. Department of Health, Education and Welfare Publication. DHEW Pub. No (HSM) Centers for Disease Control, 72-8132, 1972.
10. Burr M.; Phillips K.: Anthropometric norms in the elderly. *Brit. J. Nutr.*, 51:165-169, 1984.
11. Roe D.: Nutritional assessment of the elderly. *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, 48:85-113, 1986.
12. Gershoff S.; Brusis D.; Vito H.; Huber A.: Studies of the elderly in Boston: The effect of iron fortification on moderately anemic people. *Am. J. Clin. Nutr.*, 30:226-234, 1977.
13. Bailey L.; Wagner P.; Christakis G.: Folic acid and iron status and hematological findings in predominantly black elderly persons from urban low-income households. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32:2346-2353, 1979.

14. Marx J.J.M.: Normal iron absorption and decreased red cell iron uptake in the aged. *Blood*, 1979, 53:204-211.
15. Herbert V.: Nutrition science as a continually unfolding story: The folate and vitamin B₁₂ paradigm. *Am J. Clin. Nutr.*, 46:387-402, 1987.
16. National Center For Health Statistics, First Health and Nutrition Examination Survey, U.S. 1971-1972 (DHEW Publication HRA -74-1219-1) Health Administration, Washington, D.C., U.S. Gov. Print. Off. 1984.
17. Nicholson J., Gartside P.S., Siegel M., et al.: Lipid and lipoprotein distributions in octo- and nonagenarians. *Metabolism*, 28:51-55, 1979.
18. Drinka P.J.; Goodwin J.S.: Prevalence and consequences of vitamin deficiency in the nursing home: A critical review. *JAGS*, 39:1008-1017, 1991.
19. Harrill J.; Cervonen N.: Vitamin status of older women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 30:431-440, 1977.
20. Goodwin J.S.; Garry P.J.: Relationship between nutritional status and cognitive functioning in a healthy elderly population. *JAMA*, 249:2917-2921, 1983.
21. Guillard J.; Bereksi-Reguig B.; Lequeu B.: Evaluation of pyridoxine intake and pyridoxine status among aged institutionalized people. *Internat J. Vit. Nutr. Res.*, 54:185-193, 1984.
22. Talbott M.C.; Lorraine M.S.; Miller T.: Pyridoxine supplementation: effect on lymphocyte responses in elderly persons. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46:659-664, 1987.
23. Schaus R.: The ascorbic acid content of human pituitary, cerebral cortex, heart and skeletal muscle and its relation to age. *Am. J. Clin. Nutr.*, 5:39-41, 1957.
24. Garry P.; Goodwin J.; Hunt W.; Gilbert B.: Nutritional status in a healthy elderly population: vitamin C. *Am J. Clin. Nutr.*, 332-339, 1982.
25. Read M.H.; Graney A.S.: Food supplement usage by the elderly. *J. Am. Diet Assoc.*, 80:250-253, 1982.

Alteraciones de las fracciones lipídicas en el suero de niños desnutridos con y sin infección clínica. Hipertigliceridemia Paradójica en Desnutrición.

*Irvith Carvajal^a, Inés Malavé^a, Carmen Correa^b, Celia Castillo^b
Mireya Pérez^b, Stanco Hammar^c y German Camejo^a.*

RESUMEN. Se estudiaron los niveles séricos de triglicéridos totales, colesterol total y lipoproteínas de alta, baja y muy baja densidad, en 86 niños con diferentes grados de desnutrición y con presencia o ausencia de manifestaciones clínicas de infección y en controles eutróficos de edad, raza y estado socioeconómico comparables. Las fracciones lipídicas se evaluaron mediante pruebas colorimétricas y método de electroforesis con elución de lipoproteínas seguida de evaluación colorimétrica del contenido de colesterol. Se encontró un aumento significativo de los triglicéridos totales y de las lipoproteínas de muy baja densidad a medida que se incrementaba el déficit nutricional y en los casos con manifestaciones clínicas de infección; por el contrario y como se esperaba, se observó una disminución en los niveles de colesterol total y de lipoproteínas de alta y baja densidad, la cual fué más marcada a medida que se acentuaba el déficit nutricional, pero sin encontrarse asociación con los procesos infecciosos. Los aumentos observados en los triglicéridos y lipoproteínas de muy baja densidad no estaban determinados por la suplementación nutricional, apoyando la hipótesis sobre la existencia de un defecto en el catabolismo de estas fracciones lipídicas, el cual podría estar determinado por disminución de la actividad de la LPL.

INTRODUCCION

Estudios sobre lípidos totales y fraccionados en niños desnutridos, han mostrado una reducción del colesterol total (Col -T) en suero, lo cual constituye uno de los cambios bioquímicos característicos de la desnutrición. Más recientemente, se ha demostrado que en la desnu-

SUMMARY. Alterations of serum lipid fractions in undernourished children with or without clinical overt infection. **Paradoxical Hypertriglyceridemia in Malnutrition.** We have studied the levels of total triglycerides, total cholesterol and high, low and very low density lipoproteins, in serum from undernourished children and from eutrophic controls matched by age, race and socioeconomic condition with the undernourished group. Malnourished children were classified according to the severity of the nutritional deficiency and according to the presence or absence of associated overt infections. Serum lipids fractions were evaluated by colorimetric procedures and by electrophoretic isolation and elution of the desired lipoprotein followed by colorimetric evaluation of the cholesterol content. Increased levels of total triglycerides and very low density lipoproteins were observed in the undernourished group. The rise in the levels of total triglycerides and very low density lipoproteins was more marked in children with moderate and severe undernutrition as well as in undernourished with associated overt infection. In contrast, as expected, serum levels of total cholesterol, high density and low density lipoproteins were significantly diminished in undernourished children. The depression in the amount of total cholesterol, high density and low density lipoproteins was more marked in the severe forms of undernutrition. Increased levels of total triglycerides and very low density lipoprotein could be determined by a defect in the clearance of these lipid fractions due to depressed activity of lipoprotein lipase.

trición en sus formas de kwashiorkor, marasmo y marasmo-kwashiorkor, existe una disminución en los niveles de colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL-Col) (1).

En el kwashiorkor no tratado, se ha reportado que los lípidos séricos totales, fosfolípidos y colesterol son usualmente bajos con aumento del índice de colesterol libre a esterificado (2,3). Por el contrario, los ácidos

^a Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)

^b Hospital de Niños "J.M. de Los Ríos" y

^c Hospital de Sabana de Mendoza (MSAS), Venezuela.

grasos libres séricos están elevados, lo que podría explicar el desarrollo del hígado graso que se observa frecuentemente en esta condición (4,5). Estudios sobre los niveles séricos de triglicéridos (TG), demostraron que si bien pueden encontrarse valores normales, aproximadamente un tercio de los niños con kwashiorkor presentan altos niveles de TG (6,7).

La lipasa de lipoproteínas (LPL) influye marcadamente sobre la concentración de los lípidos circulantes en la sangre. Esta enzima participa en la hidrólisis de los TG transportados por las lipoproteínas séricas y su actividad puede modificar tanto el transporte de TG como su distribución tisular (8). A este respecto Agbedana y col., han demostrado que la actividad lipolítica post-heparina (PHLA), la cual incluye LPL de origen tisular tanto hepático como extrahepático (principalmente del endotelio vascular) liberadas por acción de la heparina, se encuentra significativamente disminuída en niños con kwashiorkor (9).

La utilización adecuada de las reservas energéticas es muy importante en los estados de infección que se acompañan de aumento del metabolismo y del gasto energético. En la desnutrición primaria existe un bajo aporte de nutrientes en la dieta, el cual no cubre los requerimientos proteico-energéticos esenciales. Por otro lado, el déficit nutricional favorece un aumento en la susceptibilidad a la infección, por lo que, niños con desnutrición proteica y/o calórica presentan frecuentemente infecciones asociadas las cuales agravan la evolución del cuadro de desnutrición (10). En vista de lo anterior, con el objeto de aclarar las alteraciones del metabolismo lipídico en niños con desnutrición primaria, en especial las que pudieran relacionarse con la acentuación del cuadro de desnutrición producido por la infección, en este trabajo se evaluaron las fracciones lipídicas séricas en niños con diferentes grados de desnutrición y con presencia o ausencia de manifestaciones clínicas de infección. Las fracciones lipídicas evaluadas fueron: triglicéridos totales (TG - T), colesterol total (Col - T), lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL - Col), lipoproteínas de baja densidad (LDL - Col) y lipoproteínas de alta densidad (HDL - Col).

MATERIALES Y METODOS

I. Selección de los sujetos del estudio. Se evaluaron niños con edades comprendidas entre 6 meses y 6 años de edad, que presentaban desnutrición primaria leve, mo-

derada y/o severa, con o sin manifestaciones clínicas de infección asociada (DCIC y DSIC, respectivamente). La muestra de niños controles o eutróficos estuvo comprendida por niños de la misma edad, y condición socioeconómica que los desnutridos con los que se compararon. La ubicación del estrato socioeconómico se realizó mediante la clasificación de Graffar modificada por Méndez-Castellano y col. (11). Los niños desnutridos provinieron de las admisiones realizadas en el Hospital Municipal "JM de Los Rios", Caracas, (Dto. Federal), Hospital Central de Valera (Edo. Trujillo), Hospital de Sabana de Mendoza (Edo. Trujillo), de las áreas rurales del Edo. Trujillo (casos domiciliarios).

Los niños controles provinieron del Barrio Los Erasos, Caracas, (Dtto. Federal) y de las zonas rurales del Edo. Trujillo.

II. Evaluación del estado nutricional. Esta se efectuó considerando aspectos clínicos, antropométricos y bioquímicos. Para el diagnóstico clínico se consideraba: a) panículo adiposo escaso, la presencia de palidez cutáneo mucosa, edema, dermatosis, cambios en el cabello, hepatomegalia y anemia, b) la historia nutricional, c) exámenes de laboratorio (proteínas totales, albúmina, glicemia, y creatinina) y d) estudios radiológicos.

Para la evaluación antropométrica del déficit nutricional se consideraron los siguientes índices: peso/edad, peso/talla y talla/edad. La intensidad de dicho déficit se determinó con el indicador peso/edad en los menores de dos (2) años y el indicador peso/talla en los mayores de 2 años. La ubicación de estas variables se realizó en los gráficos correspondientes a las tablas de World Health Organization (WHO), adaptadas para Venezuela por el Instituto Nacional de Nutrición. La estimación se realizó de acuerdo a las normas consideradas en el Servicio de Nutrición, Crecimiento y Desarrollo del Hospital de Niños "J.M. de Los Rios": LEVE: desde \leq Percentil 3 hasta $>$ - 3DS. MODERADO: desde \leq - 3DS hasta $>$ - 4DS. GRAVE: desde \leq - 4DS.

Los datos antropométricos: Perímetro Cefálico (PC) y Circunferencia del Brazo Izquierdo (CBI), complementaron la estimación de la intensidad del déficit, utilizando las tablas de la Fundación de Crecimiento y Desarrollo (Fundacredesa) Caracas, Venezuela (13).

ALTERACIONES DE LAS FRACCIONES LIPIDICAS EN EL SUERO DE NIÑOS

Los signos y síntomas clínicos y los datos paraclínicos, en especial los indicadores de respuesta de fase aguda, leucocitosis y elevados índices de sedimentación eritrocítica, como componentes que se encuentran en forma marcadamente consistente en la respuesta de fase aguda ante un proceso infeccioso (12), junto con otros resultados de laboratorio y estudios radiológicos, permitieron valorar el estado infeccioso que acompañaba el déficit nutricional en los desnutridos con infección clínica (DCIC). Esta información nos fué suministrada por el personal médico a cargo y las historias clínicas de los pacientes. Se observó una mayor prevalencia de infecciones gastrointestinales (gastroenteritis, enteritis aguda, parasitosis, disentería, amebiasis, sepsis enteral), y en segundo lugar de infecciones respiratorias (neumonía, laringotraqueobronquitis) y dérmicas (piodermatitis, escabiosis, micosis).

El soporte nutricional que recibían los pacientes desnutridos hospitalizados respondía a las orientaciones generales establecidas por el Servicio de Nutrición Crecimiento y Desarrollo del Hospital de Niños "J. M. de Los Ríos": individualización del paciente y tratamiento del proceso infeccioso agudo. Durante esta fase aguda de la infección, los pacientes eran rehidratados con solución salina más glucosa al 5% y luego se les suplementaba por vía oral con dieta hipocalórica e hipoproteíca que se incrementa progresivamente de acuerdo a la evolución del paciente, hasta llegar a una dieta hipercalórica y normoproteica, conjuntamente con un suministro de micronutrientes.

III. Obtención de las muestras y determinación de las fracciones lipídicas. Se obtuvieron muestras de sangre venosa periférica de los niños desnutridos y eutróficos en ayunas, a partir de las cuales se separó el suero. Las muestras fueron tomadas tan pronto como fué posible una vez ocurrido el ingreso hospitalario, para evitar el efecto de la rehabilitación nutricional, habiéndose cumplido cuidadosamente un ayuno de hasta 8 horas para los lactantes y un período de mayor duración (10-12 horas) para los preescolares, tal y como se requiere para las determinaciones lipídicas en suero.

Los TG - T se determinaron de acuerdo al método colorimétrico de Biggs y col (14). El Col - T fué evaluado utilizando el método colorimétrico de Bowman y col (15). La cuantificación de las lipoproteínas se realizó por

electroforesis en gel de agarosa, seguida de elución de cada fracción lipídica y medición fotométrica del colesterol unido a la lipoproteínas, de acuerdo a la metodología descrita por Camejo y col (16). En esta técnica el Coeficiente de Variación (CV) intraensayo fué de 5,5 % y el CV interensayo fué de 9,5 %.

IV) Analisis estadísticos de los resultados. Se utilizó la prueba de t de Student y el coeficiente de Correlación de Spearman (r) (17). Con la finalidad de hacer comparativos los tamaños entre las muestras analizadas a través de la prueba de t de Student, se utilizó la tabla de números aleatorios.

RESULTADOS

Trigliceridos totales

El grupo de niños desnutridos estudiados mostró una medida de TG - T significativamente mayor a la observada en el grupo de niños eutróficos (Tabla 1). El valor sérico promedio de los TG - T se encontro más aumentado en la medida en que se incrementaba el deficit nutricional, teniendo por consiguiente, el grupo con desnutrición grave la mayor medida para esta fracción lipídica, la cual fue significativamente diferente a la del grupo control (Tabla 1).

Al considerar la presencia o ausencia de infección asociada al deficit nutricional, se encontró un aumento también significativo en los valores séricos de TG - T en los DCIC en comparación con los DSIC, aunque en ambos grupos los niveles de TG-T ean significativamente mayores a los del grupo eutrófico (Tabla 2).

Como la mayor parte de los casos de DCIC correspondían a niños hospitalizados, a fin de clasificar si los altos niveles de TG - T estaba asociados al comienzo de la recuperación nutricional durante la hospitalización, se efectuó un analisis cuidadoso de las diferencias en los niveles de TG - T entre los niños desnutridos hospitalizados y los casos domiciliarios de desnutrición. De esta forma pudimos observar que el promedio de los valores de TG-T era ligeramente mayor a los casos hospitalizados que en los casos domiciliarios de desnutrición ($X \pm DS$: 132,61 mg/100 ml \pm 56,81) de TG - T para los desnutridos hospitalizados vs 109,48 mg/100 ml \pm 33,94 de TG - T para desnutridos domiciliarios; $p < 0.05$).

TABLA 1
VALORES SERICOS DE TG-T Y COL-T EN NIÑOS CON DIFERENTES GRADOS DE
DESNUTRICION EN COMPARACION CON NIÑOS EUTROFICOS

CONDICION NUTRICIONAL	TG-T [mg/100ml] X ± SD [RANGO]	P < *	COL-T [mg/100ml] X ± SD [RANGO]	P < *
DESNUTRIDOS				
a. Leves [N = 35]	103 ± 32 [51 - 174]	a vs b 0.05 a vs c 0.001	126 ± 33 [62 - 210]	a vs b 0.001 a vs c 0.001
b. Moderados [N = 22]	121 ± 30 [68 - 129]	b vs c 0.05 b vs e 0.001	102 ± 17 [71 - 137]	a vs c NS a vs e 0.001
c. Graves [N = 29]	155 ± 64 [75 - 329]	c vs e 0.001	103 ± 26 [54 - 179]	c vs e 0.001
d. Totales [N = 86]	125 ± 50 [51 - 329]	d vs e 0.001	112 ± 30 [54 - 210]	d vs e 0.05
CONTROLES				
e. Eutróficos [N = 43]	67 ± 17 [25 - 98]		145 ± 32 [87 - 200]	

P : probabilidad

* : La significancia estadística fue evaluada mediante la prueba de t de Student

TABLA 2
VALORES SERICOS DE TG-T Y COL-T EN NIÑOS DESNUTRIDOS CON O SIN INFECCION CLINICA
MANIFIESTA (DCIC Y DSIC, RESPECTIVAMENTE), COMPARADOS CON NIÑOS EUTROFICOS.

CONDICION NUTRICIONAL E INFECCION ASOCIADA	TG-T [mg/100ml] X ± SD [RANGO]	P < *	COL-T [mg/100ml] X ± SD [RANGO]	P < *
DESNUTRIDOS				
a. DCIC [N = 43]	139 ± 60 [51 - 329]	a vs b 0.01 a vs c 0.001	111 ± 28 [64 - 210]	a vs b NS a vs c 0.001
b. DSIC [N = 43]	110 ± 27 [54 - 174]	b vs c 0.001	111 ± 31 [54 - 172]	b vs c 0.001
CONTROLES				
e. Eutróficos [N = 43]	67 ± 17 [25 - 98]		147 ± 32 [87 - 200]	

P : probabilidad

* : La significancia estadística fue evaluada mediante la prueba de t de Student

ALTERACIONES DE LAS FRACCIONES LIPIDICAS EN EL SUERO DE NIÑOS DESNUTRIDOS

TABLA 3
VALORES SERICOS DE VLDL - COL, LDL - COL Y HDL - COL (mg/100ml) EN NIÑOS CON DIFERENTES GRADOS DE DESNUTRICION, COMPARADOS CON NIÑOS EUTROFICOS

CONDICION NUTRICIONAL	VLDL - COL MEDIA ± SD [RANGO]	P < *	LDL - COL MEDIA ± SD [RANGO]	P < *	HDL - COL MEDIA ± SD [RANGO]	P < *
DESNUTRIDOS						
a. Leves [N = 35]	22 ± 1 [12 - 42]	a vs b 0.05 a vs c 0.001 a vs e 0.01	80 ± 27 [31 - 138]	a vs b 0.001 a vs c 0.01 a vs e 0.05	33 ± 8 [16 - 48]	a vs b 0.01 a vs c 0.001 a vs e 0.001
b. Moderados [N = 22]	28 ± 12 [16 - 68]	b vs c NS b vs e 0.001	49 ± 14 [30 - 79]	b vs c 0.001 b vs e 0.001	27 ± 7 [17 - 39]	b vs c 0.01 b vs e 0.001
c. Graves [N = 29]	34 ± 14 [15 - 71]	c vs e 0.001	53 ± 19 [30 - 138]	c vs e 0.001	21 ± 4 [16 - 35]	c vs e 0.001
d. Totales [N = 86]	28 ± 6 [12 - 71]	d vs e 0.001	62 ± 26 [31 - 138]	d vs e 0.01	27 ± 6 [16 - 48]	d vs e 0.001
CONTROLES						
e. Eutróficos [N = 43]	15 ± 3 [7 - 21]		87 ± 25 [33 - 120]		41 ± 4 [35 - 92]	

P : probabilidad

* :La significancia estadística fue evaluada mediante la prueba de t de Student

Sin embargo, tanto en el grupo de desnutridos hospitalizados como en el grupo de casos domiciliarios de desnutrición los valores de TG - T séricos estaban significativamente aumentados con respecto al grupo control (p < 0.001 respectivamente).

Colesterol total

Como se esperaba, los valores séricos de Col - T, fueron significativamente menores en el grupo de niños desnutridos con respecto al grupo control, y esta disminución resultó ser progresiva en la medida en que aumentaba el déficit nutricional. Por consiguiente, los grupos de niños con desnutrición moderada y grave presentan los menores promedios en los niveles de Col-T, los cuales fueron significativamente diferentes a los observados en el grupo con desnutrición leve y en el grupo control (Tabla 1).

Cuando los desnutridos se clasificaron en infectados y no infectados, no se observaron diferencias significativas en los niveles de Col-T entre los grupos de niños DCIC y el grupo de niños DSIC y los valores séricos

de Col-T para ambos grupos fueron significativamente menores a los del grupo eutrófico (Tabla 2).

Lipoproteínas de muy baja densidad

Las VLDL-Col mostraron una distribución análoga a los TG-T, encontrándose que el promedio de los niveles de VLDL-Col fué significativamente mayor en los desnutridos que en los controles (Tabla 3). Al considerar los diferentes grados de déficit nutricional, se observó que los valores séricos, de esta lipoproteína aumentaban a medida que se incrementaba el déficit nutricional. De esta manera, el grupo de niños con desnutrición grave mostró los más altos valores de VLDL-Col, aunque los desnutridos leves y moderados también mostraban niveles de VLDL-Col significativamente mayores que los del grupo control (Tabla 3).

Similarmente a lo encontrado para la fracción lipídica de TG-T, se observó un aumento de las VLDL-Col tanto en el grupo de DCIC como en los DSIC, presentando ambos grupos diferencias significativas con respecto al grupo control (Tabla 4). Sin embargo, cabe destacar que el valor promedio de VLDL-Col fue significativamente mayor en los niños DCIC que en los DSIC (Tabla 4).

TABLA 4

VALORES SERICOS DE VLDL - COL, LDL - COL Y HDL - COL (mg/100ml) EN NIÑOS DESNUTRIDOS CON Y SIN INFECCION CLINICA MANIFIESTA (DCIC Y DSIC, RESPECTIVAMENTE) COMPARADOS CON NIÑOS EUTROFICOS

CONDICION NUTRICIONAL E INFECCION ASOCIADA	VLDL - COL X ± SD [RANGO]	P < *	LDL - COL X ± SD [RANGO]	P < *	HDL - COL X ± SD [RANGO]	P < *
DESNUTRIDOS						
a. DCIC [N = 43]	31 ± 14 [12 - 71]	a vs b 0.01 a vs c 0.001	58 ± 27 [30 - 138]	a vs b NS a vs c 0.001	26 ± 9 [17 - 48]	a vs b NS a vs c 0.001
b. DSIC [N = 43]	24 ± 8 [12 - 42]	b vs c 0.01	64 ± 23 [32 - 117]	b vs c 0.001	29 ± 8 [16 - 45]	b vs c 0.001
CONTROLES						
e. Eutróficos [N = 43]	15 ± 3 [7 - 21]		87 ± 24 [33 - 120]		41 ± 4 [35 - 52]	

P :probabilidad

* : La significancia estadística se obtuvo mediante la prueba de t de Student

Lipoproteínas de baja densidad

Los niños desnutridos presentaron los más bajos valores de LDL-Col, de manera análoga a lo observado para la fracción de Col-T ya descrita. El grupo de niños desnutridos tuvo una media de LDL-Col significativamente menor a la del grupo control, y se encontró que el incremento del déficit nutricional se acompañaba con una disminución más acentuada de los valores de esta lipoproteína (Tabla 3). Por consiguiente, el grupo con déficit nutricional grave, presentó el valor más bajo de LDL-Col (Tabla 3). El nivel sérico promedio de LDL-Col en el grupo de niños DCIC fue menor, aunque no significativamente diferente, que la medida de la misma lipoproteína para el grupo de niños DSIC (Tabla 4). A su vez, ambos grupos presentaron valores de LDL-Col significativamente menores a los observados en los niños eutróficos (Tabla 4).

Lipoproteínas de alta densidad (mg/100 ml) (HDL - Col)

Los valores séricos de HDL-Col mostraron una disminución significativa en el grupo de niños desnutridos con respecto a los niños eutróficos, correspondiendo los valores más bajos de esta variable a los casos de mayor déficit nutricional (Tabla 3). La presencia de infección clínica manifiesta asociada al cuadro de desnutrición no tuvo efecto aparente sobre los valores de esta lipoproteína, pero se encontraron diferencias significativas con

respecto a los controles tanto en los DCIC como en los DSIC (Tabla 4).

DISCUSION

Los resultados de este estudio mostraron una disminución de los niveles de Col-T, LDL-Col y HDL-Col, junto con un aumento en los niveles de TG-T y VLDL-Col en los niños desnutridos. La disminución del Col-T, LDL-Col y HDL-Col fué más macada en los grupos con déficit nutricional más severo, pero estas fracciones lipídicas no presentaron cambios significativos de acuerdo a la presencia o ausencia de infección. El incremento de TG-T y VLDL-Col fué más acentuado en los caso con mayor déficit nutricional y con infección asociada.

El aumento de los niveles de TG-T y VLDL-Col coincide con los resultados de un trabajo previo que mostró aumento de estas fracciones lipídicas en 28 % de los niños con kwashiorkor (6). En el mismo estudio se reportó una disminución de la PHLA, la cual fué significativamente menor en los niños malnutridos que en los controles.

Se ha reportado que la suplementación alimenticia en niños desnutridos origina la liberación de lípidos hepáticos en la circulación, determinando una hipertrigliceride-

ALTERACIONES DE LAS FRACCIONES LIPIDICAS EN EL SUERO DE NIÑOS DESNUTRIDOS

demia pronunciada dentro de 2 - 10 días del comienzo de la misma seguida de un retorno a los niveles normales al alcanzar la total recuperación nutricional (7, 18). En el presente estudio, las muestras de los desnutridos hospitalizados fueron obtenidas lo más cercanas al ingreso y antes de comenzar la rehabilitación dietaria. Por tanto, el aumento marcado de TG-T en los casos hospitalizados estaría asociado a la presencia de infección clínica manifiesta. Podemos concluir, que en los casos de malnutrición, particularmente en los niños severamente desnutridos y con infección asociada, existe un defecto en el catabolismo de las VLDL el cual podría estar determinado por disminución de la LPL.

El aumento en los niveles de TG-T que hemos observado en este estudio, especialmente en niños desnutridos infectados, podría depender de la depresión de la actividad lipolítica post-heparina observada en la malnutrición (6, 9), la cual determinaría acumulación sérica de lipoproteínas ricas en TG.

Los estudios de Col-T en desnutridos reportan bajas concentraciones de esta fracción que se incrementan luego de suministrar dietas altas en calorías (3). Por lo tanto, los resultados del presente estudio coinciden con los bajos niveles de Col-T observados previamente en niños desnutridos recién admitidos al medio hospitalario (2, 3). La fracción de HDL-Col, se ha encontrado reducida en todos los niños desnutridos siendo el valor medio de HDL-Col menor en el kwashiorkor que en el marasmo o marasmo - kwashiorkor (1). Se ha postulado que los cambios en los valores de HDL-Col observados en niños con malnutrición proteico-calórica, podrían deberse a efectos combinados de nutrición inadecuada e infecciones como malaria, sarampión y bronquitis (1). Es posible que los bajos niveles séricos de HDL-Col en los niños desnutridos dependan de una disminución en la disponibilidad de apoproteínas esenciales para su producción por déficit de síntesis proteica así como de depresión de la LPL, la cual interferiría en la reconversión de VLDL a LDL y HDL.

El aumento de la susceptibilidad a la infección en los niños desnutridos ha sido ampliamente reportado (10) y a su vez los procesos infecciosos se asocian con alteraciones en el metabolismo lipídico (19, 20, 21, 24). A este respecto, se ha descrito que en los estadios finales de la infección por *Trypanosoma brucei* en conejos, los animales suelen presentar lipemia elevada, con altos nive-

les de TG séricos asociados con una deficiencia sistémica de LPL (19). En casos humanos de malaria aguda se han reportado disminuciones severas de las HDL y LDL, e incrementos moderados de las concentraciones plasmáticas de TG durante el curso de la infección (20). La infección de hamsters golden con *Ancylostoma ceylanicum*, induce una hiperlipidemia severa, particularmente hipertrigliceridemia y aumentos de las VLDL, en forma proporcional con el grado de la infección (21). A su vez, en estudios de sepsis, se ha observado un incremento de TG y disminución de los niveles de colesterol esterificado (22). Estudios más recientes sobre la influencia de la infección sobre los lípidos circulantes, revelan una disminución de las actividades lipolíticas, especialmente de la LPL, en tejido adiposo y músculo cardíaco (23). Tales disminuciones podrían favorecer una remoción defectiva de los lípidos séricos por inhibición de la LPL y por tanto del ingreso de ácidos grasos en los adipocitos, así como un déficit en la síntesis "de novo" de ácidos grasos en los adipocitos determinado por disminución de la síntesis de las enzimas acetil - CoA - carboxilasa y la sintetasa de ácidos grasos (24, 25, 26), todo lo cual contribuye a la depleción de grasas del tejido adiposo que podría acompañarse por acumulación de lípidos en el hígado (4, 5, 27).

El factor de necrosis tumoral α /caquexina, es una citoquina producida por macrófagos, estimulados por bacterias y sus productos, en especial la endotoxina de las bacterias gram negativas, pero también por otros agentes invasivos (26, 28). Se ha observado que el TNF inhibe la síntesis y la actividad de la LPL en adipocitos in vitro e in vivo y la expresión de otras enzimas mediadoras del anabolismo lipídico como la acetil - CoA - Carboxilasa y la sintetasa de ácidos grasos y aumenta el catabolismo proteico (24, 25, 26). La IL - 1 tiene también un efecto inhibitorio de LPL, aunque este no es tan marcado como el del TNF α (29). El efecto catabólico mediado por el TNF α sobre los tejidos almacenadores de energía podría contribuir a acelerar la pérdida de peso y la progresión a la caquexia (30, 31) en los niños desnutridos con infección asociada. En efecto, en un estudio paralelo hemos encontrado valores séricos elevados de TNF α , en niños con déficit nutricional, especialmente en aquellos con infección asociada, correlacionándose positivamente estos valores con los de TG - T y VLDL - Col.

El aumento de los niveles de TG-T y VLDL-Col en los niños desnutridos que no habían recibido suplementación nutricional, indica que puede existir un defecto de

la actividad de enzimas lipogénicas debido a la interacción de dos eventos: disminución de su producción por depresión de síntesis proteica determinada por una ungesta deficiente de macronutrientes, y un incremento de la producción de mediadores como el TNF α /caquexina, capaces de inhibir la expresión de dichas enzimas lipogénicas que participan en el almacenamiento de lípidos y en la reconversión de las fracciones lipídicas. En tal caso, este incremento de la citoquina mencionada sería debido a la activación de las células responsables de su producción por agentes infecciosos.

AGRADECIMIENTO

A las Lic. Flor López e Ivonne Machín, por su valiosa asesoría técnica y a la Comisionaduría de Salud del Edo. Trujillo por colaborar con la provisión de Transporte.

REFERENCIAS

1. Oladunni - Taylor G., E. Agbedana & A. Jhonson. High-density- lipoprotein - cholesterol in protein-energy malnutrition. *Br. J.Nutr.*, 47 : 489 - 492, 1982.
2. Kotwall M. & S. Grover. Study of lipoprotein and serum protein profile in protein calorie malnutrition. *Indian J. Pathol. Microbiol.* 22(3) : 273 - 278, 1979.
3. Sheldel H. & J. Hansen. Studies on fat metabolism in kwashiorkor. I.Total serum colessterol. *Metab. Clin. Exp.*, 7 : 731 737, 1958.
4. Fletcher K. Observations on the origin of liver fat in infantile malnutrition. *Am. J.Cli. Nutr.*, 19 : 170 - 174, 1966.
5. Truswell A., J. Hansen, C.Watson & P. Wannenburg. Relation of serum lipids and lipoproteins to fatty liver in kwashiorkor. *Am. J. Clin. Nutr.*, 22(5) : 568 - 576, 1969.
6. Agbedana E., A. Jhonson & G. Oladunni - Taylor. Selective deficiency of hepatic triglyceride lipase and hypertryglyceridemia in kwashiorkor. *Br. J. Nutr.*, 42 : 351 - 356, 1979.
7. Oladunni - Taylor G. Serum triglycerides and fatty acids in kwashiorkor. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 24 : 1212 -1215, 1971.
8. Mayers, P. A. Transporte y almacenamiento de lípidos. En: *Bioquímica de Harper*. R. K. Murray, D. K. Granner, P. A. Mayes y V.W. Rodwell (ed.) Edi. El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F. 1988 p. 224 - 238
9. Agbedana E., A. Jhonson & G. Oladunni - Taylor. Studies on hepatic and extrahepatic lipoprotein lipases in protein - caloric malnutrition. *Am. J. Cli. Nutr.*, 32 : 292 - 196, 1979.
10. Scrimshaw N., C. Taylor & J. Gordon. Interaction of nutrition and infection. Geneva (World Health Organization: Monograph series, No 57). 1968.
11. FUNDACREDESA. Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela. Proyecto Venezuela. Manual de Procedimientos. Caracas, 1978.
12. Dinarello, Ch. A. The acute phase response. En *Cecil Textbook of Medicine*. Wyngaarden J. B. and Smith LL. H. (ed.) W. B. Saunders Co. Philadelphia, 1988, p. 1527-1529.
13. Méndez Castellano H., López Blanco M., Landaeta Jiménez M., González Tineo A. e I. Pereira. Estudio Transversal de Caracas. *Arch. Venez. Peric. Ped.* 49 (3 y 4) : 111-155. 1986.
14. Biggs M., J. Eikson & W. Moorrehead. A manual colorimetric assay of triglycerides in total serum. *Clin. Chem.*, 21: 437 - 441, 1975.
15. Bowman R. & R. Wolf. A rapid and specific ultramicromethod for total serum cholesterol. *Cli.Chem.*, 8:302-309,1962.
16. Camejo G., M. Cortez, C. López & B. Mosquera. Photometric measurement of lipoprotein -cholesterol after agarose electroforesis: comparison with single- spin ultracentrifugal analysis. *Cli. Chem. Acta*, 11 : 239 - 245, 1981.
17. Scheffler W. Bioestadística. Massachusetts, E U A, Fondo Educativo Interamericano SA, 1981, p. 267 - 258.
18. Jaya - Rao K. & K. Prasad. Serum triglycerides and nonesterified fatty acids in kwashiorkor. *Am. J. Clin. Nut.*, 19 : 205 - 209, 1966.
19. Rouzez C. & A. Cerami. Hypertriglyceridemia associated with *Trypanosoma brucei brucei* infection in rabbit: role of defective triglyceride removal. *Mol. Biochem. Parasitol.*, 2: 3138, 1980.
20. Nilson - E I. & P. Nilsson - E. Changes in plasma lipoproteins in acute malaria. *J. Inter. Med.* 227(3):151-55, 1990.
21. Mukerjee S., R. Chander, B. Tekwani, S. Gupta, J. Katiyar, O. Shukla & N. Kapoor. Molecular basis of hyperlipidemia in golden hamsters during experimental infection with *Ancylostoma ceylanicum (Nematoda:Strongylidae)*. *Int. J. Parasitol.*, 20 (2) : 217 - 23, 1990.
22. Meraihi Z., O. Lutz, J. Sheftel, A. Frey & A. Bach. Gram positive bacterial sepsis in rat and tissue lipolytic activity on commercial parenteral fat emulsions. *Infection* 18(2) : 109 - 12, 1990.
23. Kawakami M. & A. Cerami. Studies of endotoxin-induced decrease in lipoprotein lipase activity. *J. Exp.-Med.*, 154 : 631 - 639, 1981.
24. Beutler B. & A. Cerami. The biology of cachectin /TNF α a primary mediator of the host response. *Ann. Rev. Immunol.*, 7: 625 - 655, 1989.
25. Semb H., J. Peterson, J. Tavernier & T. Olivecrona. Multiple effects of tumor necrosis factor in lipoprotein lipase in vivo. *J. Biol. Chem.*, 262(17) : 8390 - 8394, 1987.
26. Cerami A., K. Tracey, S. Lowry & B. Beutler. A pluripotent hormone released during the host response to invasion. *Recent. Progr.Horm.Res.*, 43 : 99-113, 1987.

ALTERACIONES DE LAS FRACCIONES LIPIDICAS EN EL SUERO DE NIÑOS DESNUTRIDOS

27. Golden M. The effects of malnutrition in the metabolism of children. *Trans. Roy. Trop. Med.Hyg.* 82 : 3-7, 1988.
28. Kunkel S., D. Remick, R. Strieter & J. Larrick. Mechanisms that regulate the production and effects of tumor necrosis factor. *Crit.Rev.Immunol.* 9(2):93-134, 1989.
29. Lee J. & J.Vilcek. Biology of disease. Tumor necrosis factor and Interleukin - 1 : cytokines with multiple overlapping biological activities. *Lab. Invest.* 36 (3) : 234 - 247, 1987.
30. Plata - Salamán C., Y.Oomura & Y. Kai. Tumor necrosis factor and interleukin - 1 : suppression of food intake by direct action in the central nervous system. *Brain Res.*, 448: 106-114, 1988.
31. Price S., R.Olivecrona & P. Pekala. Regulation of lipoprotein lipase synthesis by recombinant tumor necrosis factor - the primary regulatory role of the hormone in 3T3-L1 adipocytes. *Arch. Biochem. Biophys.*, 257:738-744, 1987.

Infant feeding practices among low-income Mexican urban women: a four month follow-up.

Rafael Perez - Escamilla ¹, Rósaario Roman Perez ², Luis A. Mejía ²,
and Kathryn G. Dewey ¹

SUMMARY. We studied the infant feeding practices of 61 healthy women who delivered vaginally and without complications in two public hospitals in the city of Hermosillo, Sonora, Mexico. During the hospital stay, 51% of the women were planning full breastfeeding (full-BF), 43% partial breastfeeding (partial-BF) and 6% exclusive formula feeding (FF). At 2 weeks and 4 months post-partum (pp) the predominant feeding modes were partial-BF (59%) and FF (61%) respectively. The parameters that were positively associated with any breastfeeding at 4 months pp were: social support, previous breastfeeding experience and neonatal feeding mode. The infant feeding policies in both hospitals were not conducive for breastfeeding. The majority of infants were already receiving solid foods and juices by 3 months pp.

RESUMEN. Prácticas de alimentación infantil en madres de bajo nivel socioeconómico de México: Un seguimiento de cuatro meses. Estudiamos las prácticas de alimentación de 61 madres sanas que tuvieron un parto natural y sin complicaciones en dos hospitales públicos en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Durante la estancia en el hospital el 51% de las madres planeaban alimentar exclusivamente con pecho, el 43% alimentar en forma mixta con pecho y fórmula y el 6% únicamente con fórmula. A las 2 semanas y 4 meses post-parto (pp) los métodos predominantes de alimentación fueron mixto (59%) y fórmula exclusiva (61%) respectivamente. Los parámetros que se asociaron positivamente con la alimentación con leche materna a los 4 meses pp fueron: apoyo social, experiencia previa con alimentación al pecho y método de alimentación infantil durante la etapa neonatal. Las políticas de alimentación infantil en los dos hospitales no eran conducentes al amamantamiento. La mayoría de los infantes ya habían sido ablactados a los 3 meses pp con alimentos sólidos y jugos.

INTRODUCTION

Recent trends suggest that by the year 2000, 80 % of the population in Latin America will be living in urban areas (1, 2). The early introduction of supplementary bottles accompanied by short breastfeeding durations is a common event in urban areas of Mexico (3-20) and other developing countries (21-23). This is of public health concern due to the well documented immunological and nutritional properties of breast milk (24,25) and the protective effect of breastfeeding with regard to child spacing (26,27) and childhood morbidity and mortality among disadvantaged groups in the developing world (28).

Most previous studies have been cross-sectional or retrospective. With cross-sectional data it is difficult to establish temporal relationships; with retrospective data there is the potential problem of memory recall bias. Therefore, it is important to conduct longitudinal studies of infant feeding patterns in order to identify factors associated with the early introduction of formula and the early termination of breastfeeding in urban areas of the developing world.

This exploratory study forms part of a project which had as its objective the design and implementation of a maternity ward-based breastfeeding promotion program targeted to low-income women from Hermosillo (capital of the State of Sonora, Northwest Mexico).

We reported earlier (29) the infant feeding patterns during the neonatal period in the same population. The

(1) Nutrition Department. UC Davis. Davis California, 95616.
(2) Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Hermosillo, Sonora, Mexico.

objective of this paper is to document in a prospective fashion infant feeding patterns during the first 4 months of life and to identify factors that are associated with the early termination of breastfeeding in the city of Hermosillo.

METHODOLOGY

Study design

Eighty two women of low socio-economic status who were residents of Hermosillo and delivered vaginally and without complications a healthy, term infant (>37 weeks of gestation, birth weight >2500 g, apgar score >7) were contacted in two public maternity hospitals. After obtaining their consent, the women were interviewed using a standardized interview first during the hospital stay and later in their homes at 16.2 ± 3.2 and 129.0 ± 18.0 days pp.

Hospitals

In hospital A the newborns remained in a nursery room and were not brought to their mothers throughout the stay in the hospital. In hospital B infants were brought to their mothers approximately 4 hrs after delivery and remained together thereafter. In both hospitals the infants were routinely supplemented with formula even if the mother intended to breastfeed. In hospitals A a nurse supplemented the infant whereas in hospital B the mother was responsible for this task. The hospital stay averaged 1.9 days in hospital A and 1.6 days in hospital B. At discharge, women who delivered in hospital A were given a card containing the birth characteristics of the newborn. On the back, there were handwritten instructions for the preparation of a specific brand of infant formula. In both hospitals, a large number of women received a free can of powdered-milk-based infant formula at hospital discharge and very low percentage reported receiving breastfeeding information or advice from hospital staff either before or after delivery. It is important to underscore that even though the infants roomed with their mothers in hospital B they were routinely supplemented with formula.

(Table 1)

Subjects

Women were of low socio-economic status and a large percentage were not married. Family income and mother's educational level were lower among women from hospital A. Mean birth weight compared favorably with figures reported for higher socio-economic groups in both

developed and developing countries (30). Most of the women were breastfed as children. A large percentage believed breastfeeding to be the ideal feeding method for infants. The majority of women received prenatal care and 15% had a tubal ligation after delivery. The maternal employment rate was 13-17% at 4 months pp. The use of oral contraceptive pills at 4 months pp was high (30%). (Table 2).

Infant weight and length at 4 months pp matched closely the 50th percentile of the NCHS reference standards (31). In hospital A a similar proportion of males and females were delivered whereas in hospital B males were slightly overrepresented.

The maternal food frequency indicates a relatively varied diet. Women tended to consume foods from the 3 Mexican food groups (ie. fruits and vegetables, breads and cereals and foods with high protein content). As expected the food items that were consumed most frequently were beans and tortillas. (Table 3).

Interviews

The pre-tested interviews included open-ended and fixed alternative questions regarding hospital and maternal infant feeding practices, breastfeeding support, social support and socio-economic status. The 4 month interview also included maternal and infant food frequency questionnaires. Interviews were conducted by 4 trained female local field assistants with college education. The research staff met with the interviewers on a daily basis. When an answer to a question was missing or incoherent, the assistants were instructed to contact the subject again in order to obtain or clarify the missing information. Birth weight and length were obtained from hospital records. At 4 months pp infant nude weight was measured using a beam balance (Detecto Scales Inc., NY) to the nearest 5g graduations. Infant height was measured with a locally built portable wood infantometer to the nearest 1 mm. The infantometer contained a fixed head support and a slide foot support. Maternal triceps skinfold was measured at 2 weeks and 4 months pp using a skinfold caliper (Large) with an accuracy of 1 mm. Maternal weight, without shoes, was measured at 4 months pp using a portable floor scale (Health o Meter) to the nearest 500 g. Maternal height, without shoes, was measured to the nearest mm using a metallic measuring tape and a 90 degree wood angle.

INFANT FEEDING PRACTICES AMONG LOW-INCOME MEXICAN URBAN WOMEN: A FOUR MONTH FOLLOW-UP

TABLE 1
POLICIES RELATED TO INFANT FEEDING IN THE HOSPITALS

	Hospital A (n = 31)	Hospital B (n = 30)
Hospital stay (days pp)	1.9 ± 0.2	1.6 ± 0.8
Nursery	yes	no
Person in charge of formula feeding	nurse	mother
Pre/postnatal BF information	8/31 (26%)	5/30 (17%)
Free can of formula	8/23 (35%)*	19/24 (79%)
Formula prescription	yes	no

(*) $p < .05$

Attrition

Twenty one women were lost to follow-up during the 4 month study, indicating an attrition rate of 26%. Prior to the 2-week interview, one woman refused to participate in the hospital, one was a house maid who could not be reached for interview and four could not be located at the reported address. The remaining 12 women moved from the city and could not be located for the 4 month follow-up interview.

Statistical analyses

The statistical analyses were based on the 61 dyads who completed the study. Student's t-test and chi square tests (32) were used to compare hospitals and to examine factors associated with use of formula at 4 months pp.

Multiple logistic regression (33) was used to assess the independent effect of constructs that were found to be significantly associated with lactation performance in the

TABLE 2
SUBJECT'S CHARACTERISTICS¹

	Hospital A	Hospital B
Age (Y)	24.4 ± 5.3 (n = 30)	24.7 ± 4.9 (n = 30)
Parity (# live births)	2.9 ± 1.6 (n = 31)	2.7 ± 1.8 (n = 20)
Mat schooling (yrs)	5.8 ± 3.0 (n = 27)*	8.0 ± 2.8 (n = 23)
Married (%)	15/29 (52%)	19/30 (63%)
Employed at 4 m (%)	4/31 (13%)	5/30 (17%)
Salary (% min wage)	104.9 ± 69.8 (n = 31)	217.7 ± 246.5 (n = 29)
TV (%)	17/30 (57%)*	21/26 (81%)
Sewerage (%)	13/30 (43%)	16/26 (73%)
Refrigerator (%)	17/30 (57%)	19/26 (73%)
Mother BF as child (%)	31/31 (100%)	27/29 (93)
Prenatal care (%)	25/30 (83%)	26/30 (87%)
Prenatal visits (#)	6.8 ± 3.7 (n = 26)	7.2 ± 3.8 (n = 27)
Tubal ligation (%) ²	4/31 (13%)	6/29 (21%)
% horm contracep 4 mo	11/31 (35%)	7/30 (23%)
Maternal height (m)	1.57 ± 0.06 (n = 31)	1.57 ± 0.05 (n = 30)
Maternal wt 4 mo (Kg)	63.2 ± 10.3 (n = 31)	61.6 ± 12.8 (n = 30)
Infant birth wt (Kg)	3.37 ± 0.54 (n = 31)	3.31 ± 0.42 (n = 30)
Inf length 4 mo (cm)	63.2 ± 2.8 (n = 31)	64.1 ± 0.42 (n = 30)
Infant sex (% F)	16/31 (52%)	13/30 (43%)

(1) * $p \leq .05$ (T - test or χ^2)

(2) in the hospital following delivery

TABLE 3
MATERNAL FOOD FREQUENCY AT 4 MONTHS PP.

	Consumers n	Consumers %	Times/week
Beef	54	88	2.4
Chicken	48	79	1.6
Beans	60	98	15.4
Milk	52	85	8.5
Cheese	53	87	4.9
Bread	40	65	5.0
Tortillas	51	84	13.9
Fruits	53	86	6.7
Vegetables	59	97	7.8

bivariate analyses. Results of the multivariate analyses are expressed as odds ratios and their respective 95% confidence intervals (95%CI).

Definitions

Exclusive breastfeeding (EBF) is used to describe infants who were fed breast-milk as the only source of milk and did not receive herbal teas and/or water during the week preceding the interview. Full breastfeeding (full-BF) is defined as the use of breast milk as the sole source of milk for the infant in the 7 days prior to the interviews. Infants were considered partially breastfed (partial-BF) if they received breast-milk and another type of milk in the 7 day period prior to the interviews. Formula fed infants (FF) were those who received infant formula as the only source of milk in the 7 day period prior to the interviews. Breastfeeding (BF) designates any breast feeding (partial-BF or full-BF).

RESULTS

The infant feeding patterns are presented with both hospital groups combined since we did not find significant differences between maternity wards (Figure 1). Even though the majority of women felt that full-BF was the ideal infant feeding method, only half of them planned to follow this method. The incidence of full-BF dropped from 23% at 2 weeks pp to 16% at 4 months pp. Partial-BF was felt to be the ideal feeding mode by 25%, but 43% were planning to follow this method. Partial-BF decreased from 59% at 2 weeks pp to 23% at 4 months pp. Exclusive formula-feeding was considered ideal by only 2% of the women. However, FF was planned by 7% and the incidence increased from 18% at 2 weeks pp to 61% at 4 months pp.

The directionality of feeding mode changes indicates that 67% of the women who were partially-BF at 2 weeks pp were FF at 4 months pp. By contrast, only 14% of the women who were full-BF at 2 weeks pp switched to partial-BF at 4 months pp (Table 4). All of the women who were FF at 2 weeks pp were practicing the same feeding mode at 4 months pp.

Partial-BF infants tended to receive the breast less frequently than full-BF infants. FF infants tended to receive the bottle more frequently than partial-BF infants at 4 months pp. However, these differences were not statistically significant ($p > .05$). (Table 5).

The most common reason for the use of formula at 4 months pp were "insufficient milk" followed by "baby rejected breast" and "baby was not full" (Table 6). The factors positively associated with by breastfeeding at 4 months pp fell within the following constructs: social support, previous breastfeeding experience and neonatal lactation performance (ie. during the neonatal period) (Table 7).

The factors that were included in the multivariate analyses were partner's breastfeeding support and the feeding method with the previous child during the first trimester of life. Only one factor from each construct was included in order to avoid multicollinearity. The factors were selected based on their public health relevance. Neonatal lactation performance was not represented in this analysis since this parameter is also significantly associated with social support and previous infant feeding experience in this population (29) and behaved as an intervening variable "masking" the effect of these two constructs on lactation performance at 4 mo pp. The

INFANT FEEDING PRACTICES AMONG LOW-INCOME MEXICAN URBAN WOMEN: A FOUR MONTH FOLLOW-UP

FIGURE 1
INFANT FEEDING PATTERNS ACROSS TIME

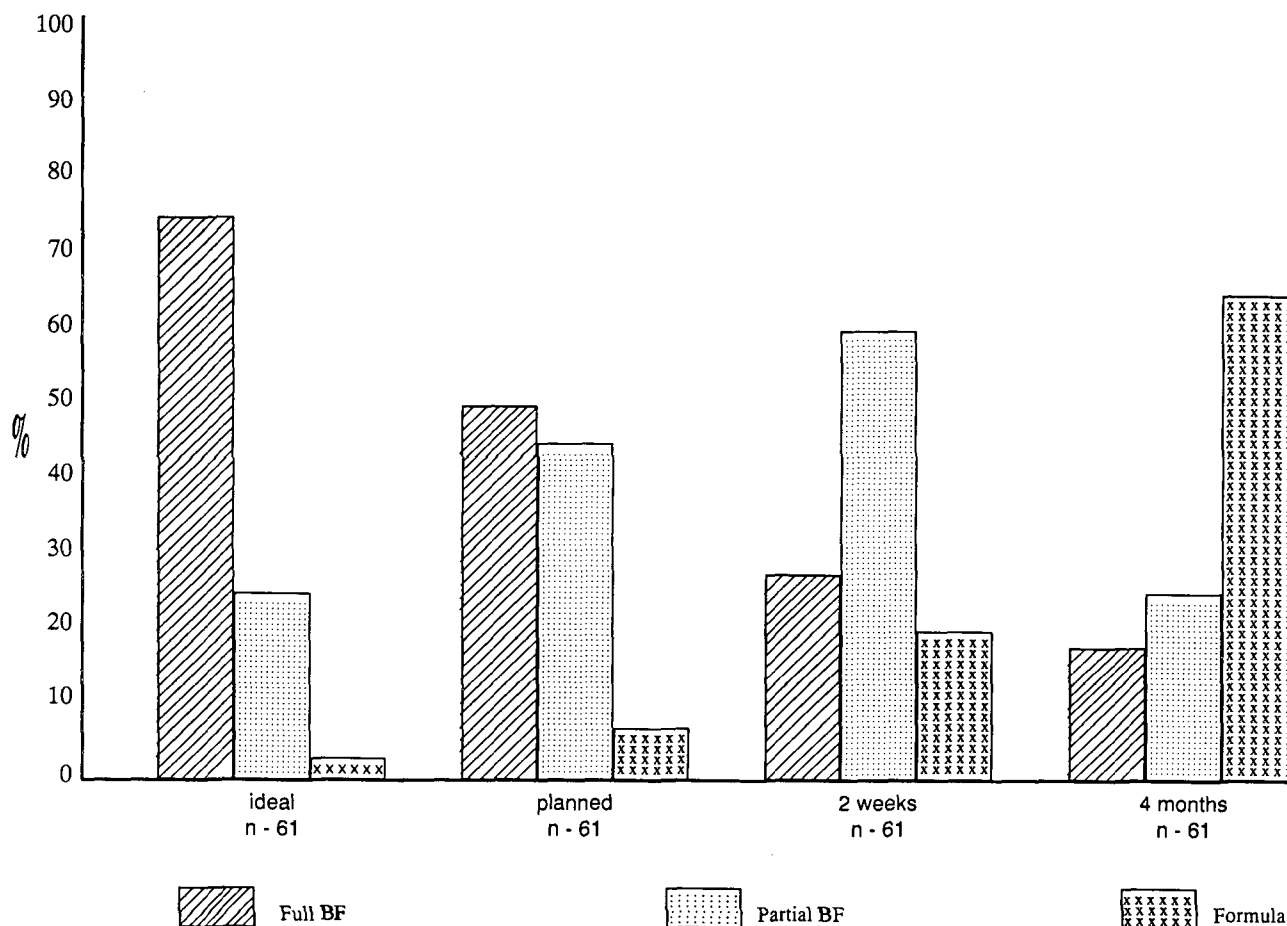


TABLE 4
DIRECTIONALITY OF CHANGES IN INFANT FEEDING PRACTICES FROM 2 WEEKS TO 4 MONTHS pp.¹

2 wk ----->	4 mo	n	%
PBF ----->	FF	24/36	67
PBF ----->	FBF	5/36	8
PBF ----->	PBF	7/36	12
FBF ----->	FF	2/14	14
FBF ----->	PBF	7/14	50
FBF ----->	FBF	5/14	36

(1) PBF: partial-BF; FBF: full-BF; FF: fórmula feeding

TABLE 5
BREAST AND FORMULA FEEDING FREQUENCY AT 4 MONTHS pp.

Feeding mode	n	. BF freq/24 h	FF freq/24 h
Full-BF	13	11.0 ± 2.3	na
Partial-BF	36	8.6 ± 3.8	5.3 ± 3.0
Formula	11	na	8.3 ± 1.5

(na) not applicable

results indicated that both social support and previous infant feeding experience were independently and significantly ($p \leq .05$) associated with lactation performance at 4 mo pp. Women with partners that approved their breastfeeding decision were 6.2 times more likely (95%

CI:2.8-13.6, $n=42$) to breastfeed at 4 mo than women who did not received this support. Mothers who had fully breastfed their previous child during the first trimester of life were 6.1 times more likely (95%CI:2.4-14.1, $n=42$) to breastfeed at 4 mo than mothers who had not practiced this feeding mode with their previous child.

TABLE 6
REASONS FOR GIVING FORMULA AT 4 MONTHS pp.

	n	%
Insufficient milk	17	34
Baby rejected breast	11	22
Baby not full	5	10
Maternal illness	4	8
To complement breast milk	3	6
Medical advice	3	6
Accustom infant	3	6
Infant illness	3	6
Hospital prescription	1	2
Other	3	6

The factors not associated with any breastfeeding included: prenatal care, hospital in which the infant was born, maternal mood after delivery, use of pacifier, support with housework, infant and child care, maternal employment, use of hormonal contraceptives, and maternal anthropometric variables (triceps skinfold, weight and height) at 4 months pp, socio-economic status and level of education.

The majority of infants were given solid foods and fluids such as juices by 3 mo pp (Table 8). One third of the infants who were receiving "infant formula" at 4 months pp were in reality receiving powdered whole cow's milk (Table 9).

DISCUSSION

The subject's characteristics suggest that the sample was predominantly low-income women. The infant anthropometric indicators at birth and at 4 months pp were comparable to the 50th percentile of the NCHS reference standards. This suggests the absence of pronounced growth deficits during the first 4 months of life in the present population and agrees with reports from other areas in the developing world (34).

By 4 months pp 60% of the women had already stopped breastfeeding their infants. Many of them practiced partial-BF before switching to FF. This confirms the low breastfeeding rates that have been found in Hermosillo (15-19), Sonora (20) and other urban areas of Mexico (3-14) and the developing world (21-23). The most common reason for the use of formula was insufficient milk, in agreement with previous reports from Hermosillo (15-16, 19), and other urban areas of Mexico (4,6-10,12-13) and the developing world (21, 35-37).

TABLE 7
FACTORS ASSOCIATED WITH BREASTFEEDING
AT 4 MONTHS pp.

	n	χ^2	p ¹	+/- ^a
Support systems				
Husband's BF support at 2wk	61	7.0	**	+
Mother's BF support at 2wk	59	3.8	*	+
Friend's BF support at 2wk	59	5.3	*	+
Being married	59	4.1	*	+
Previous infant feeding				
Exclusive BF previous child	45	7.8	**	+
Formula feeding previous child	46	6.3	**	-
Neonatal lactation performance				
Insufficient milk report/2wk	61	7.4	**	-
BF frequency at 2wk	52	7.5	*	+
Total BF (vs full BF) 2wk	52	5.8	*	+
Partial BF (vs full BF) 2wk	50	11.1	***	-
Exclusive FF (vs partial BF) 2wk	47	4.9	*	-

(1) * p ≤ .05; ** p ≤ .001; *** p ≤ .001

(a) direction of association

The majority of the women who were partial-BF at 2 weeks pp had stopped completely breastfeeding their infants by 4 months pp. This suggests that the early introduction of formula might be a risk factor for the early termination of breastfeeding.

Socio-cultural factors such as social support, previous infant feeding experience and feeding style during the neonatal period were related to lactation performance. By contrast, biological factors such as maternal nutritional status, age and parity were not related to the infant feeding decision. These results are in agreement with the hypotheses proposed by Tully and Dewey (37) and Allen and Pelto (38). The results from the multivariate analyses indicated that the partner's breastfeeding support and the previous infant feeding experience were significant independent predictors of lactation performance. This suggests that messages targeted to the women's partner should be included in breastfeeding promotion campaigns. Also, primiparous women might be more receptive to breastfeeding interventions since they had not developed infant feeding habits that might be detrimental for lactation success.

The lack of association between socio-economic status indicators and lactation performance was surprising since recent data from a representative Mexican health and fertility survey conducted in 1987 (39) reported that maternal education was inversely associated with breastfeeding duration. It is possible that we did not have

INFANT FEEDING PRACTICES AMONG LOW-INCOME MEXICAN URBAN WOMEN: A FOUR MONTH FOLLOW-UP

TABLE 8
INFANT FOOD FREQUENCY AT 4 MONTHS pp.

Food item	n	%	Times/wk	Age of introduction days pp \pm sd
Water	37	61	14.7	2.0 \pm 3.2
Water w/sugar	30	49	13.9	9.3 \pm 19.6
Herbal tea	21	64	5.9	1.1 \pm 0.3
Atole	27	44	8.4	74.4 \pm 46.6
Juice	37	61	4.3	70.4 \pm 46.6
Bean soup	20	33	1.0	85.7 \pm 24.1
Other soups	34	56	4.0	86.4 \pm 24.2
Cow's milk	1	2	1.0	90.0 \pm 0.0
Fruits	50	82	5.7	85.1 \pm 26.5
Strained fruits	36	59	4.6	79.6 \pm 19.7
Vegetables	46	75	5.8	83.9 \pm 23.6
Strained vegetables	9	15	4.2	76.9 \pm 14.9
Meat	26	43	2.4	86.3 \pm 19.7
Strained meat	9	15	4.2	78.2 \pm 17.8
Beans	7	11	3.4	97.1 \pm 12.5
Egg	23	38	3.9	88.4 \pm 17.1
Cereal	30	49	14.5	83.7 \pm 28.7
Bread	4	6	2.8	90.0 \pm 42.4
Cookies	16	26	5.3	80.6 \pm 33.6

enough variability in socio-economic status in this population to detect its relationship to lactation success.

The finding that the majority of women received prenatal care and that the large majority of births take place in hospitals in Mexico (40) suggest that the health sector could play an active role in the promotion of breastfeeding in this population. The large majority of women did not receive breastfeeding advice prenatally or perinatally. Furthermore, similar infant feeding policies as those found in both study hospitals have been labelled as not-conducive for breastfeeding in Hermosillo (15, 19), other areas of Mexico (3-4, 8, 12, 14) and abroad (42-49). This might also explain the lack of difference in lactation performance between women who delivered in the rooming in or the nursery hospital.

Contrary to Mexican (50) and international (51, 52) recommendations, the majority of infants were receiving solid foods and fluids such as juices by 3 months pp. This finding is similar to what has been observed in Hermosillo (15, 17, 18), the state of Sonora (20) and other areas in Mexico (3, 6, 8, 10, 12). The long term effect of

TABLE 9
MILK TYPES CONSUMED BY INFANTS REPORTEDLY RECEIVING "FORMULA" AT 4 MONTHS pp.

Milk type	n	%
Infant formula	27/51	52
Powdered whole cow's milk (NIDO)	18/51	35
Other	6/51	12

this practice on infant health deserves further consideration.

Although women did not report giving whole cow's milk to their infants, one third of the children who were receiving "formula" were actually receiving powdered whole cow's milk. Due to the health risks associated with feeding cow's milk to infants under 6 months (53) this practice should be discouraged.

ACKNOWLEDGMENTS

We wish to express our appreciation to all the families who participated in the study and to the staff mem-

bers and directors of the Hospital General del Estado de Sonora and Hospital Materno Infantil. We gratefully acknowledge the assistance of Reyna Dávalos Navarro, Josefina Krimpe, Consuelo Ramirez, Alba R. Ochoa and Teresita de Jesús Ortega in conducting the surveys. Logistic support from the Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo (CIAD) in Hermosillo was essential for the successful completion of this project. The support from Dr. Carlos E. Peña, director of CIAD, is gratefully acknowledged. We are very thankful for the economic assistance provided by the Mexican Council for Science and Technology (CONACYT) and the University of California at Davis.

REFERENCES

1. Uauy, R., Chateaufneuf, R. and Valiente S., Food and nutrition problems in urbanized Latin America: Misdirected development. In P. L. White and N. Selvey, eds. *Malnutrition: Determinants and consequences*. Alan R. Liss, NY pp: 29-43, 1984.
2. Solomons, N. W. and Gross, R., Urban nutrition in the tropics: a call for increased attention to metropolitan population in the developing world. *Food and Nutrition Bulletin* (9) 2: 43-44, 1987.
3. Valdespino Gomez, J. L., Gomez Dantes, H., Garnica, M. E., Lam, N., Herrera, M. C., Encuesta Nacional de Salud 1986: Patrones de lactancia y ablactación en México. *Salud Pública en México* 31 (6): 725-734, 1989.
4. Avila, H., Arroyo, P., García, D., Huerta, F., Díaz, R. and Casanueva, E., Factors determining the suspension of breastfeeding in a urban population group. *Bull Pan Am Health Organ* 14 (3): 286-292, 1980.
5. Pérez Rosiles, L. and Márquez Barradas, M. L., Indicadores psicológicos de la lactancia materna. *Psicología y Salud* (a publication from the Universidad Veracruzana in Jalapa, Veracruz, México) 2 (2): 32-37, 1989.
6. Vega Franco, L., Toca, T. and Torres Muñoz, F., Alimentación al seno de las clases populares en la ciudad de México. *Salud Pública de México Epoca* 5 (19) 2:227-232, 1977.
7. Ruiz, F. J. and Cravioto, A., Factores que afectan la duración de la lactancia al seno materno en una cohorte de madres urbanas seguidas longitudinalmente. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México* 6 (11): 705-708, 1989.
8. Santos-Torres, I., Vásquez - Garibay, E. and Nápoles-Rodríguez, F., Hábitos de lactancia materna en colonias marginadas de Guadalajara. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México* 47(5): 318-323, 1990.
9. Ysunza O., A., El abandono de la lactancia materna en México. I. Tendencias recientes. *La Revista de Investigación Clínica de México* 38 (suplem): 41-46, 1986.
10. Mariscal Abascal, C., Sori M., J., Rey L., Bautista O., O. and Fiscal T., M. Estudio sobre la lactancia materna en una área suburbana. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México* 34 (4): 777-786, 1977.
11. Flores-Viladroza, L., Brito-Durán, E., Avila-Rosas, H., Casanueva, E., Dorantes, E., Dorantes-Muñoz, C., Fernández Morales, B., Karchmer, S., Gordillo-Fernández, J., Riojo-Paredes, C. and Cruz-Rodríguez, I. Exploración de factores que pueden modificar el establecimiento y la duración de la lactancia. *Perinatología y Reproducción Humana* (published by the Instituto Nacional de Perinatología in México City) (2) 1: 16-24, 1988.
12. Cerqueira, M.T., Hábitos de lactancia en México, *Cuadernos de Nutrición (México)* 10 (1) : 33-38, 1987.
13. Cerqueira, M.T., Effects of urbanization and Acculturation on Food Habits: Studies in México. In P.L. White and N. Selvey, eds. *Malnutrition: Determinants and consequences*. Alan R. Liss, NY pp: 189-196, 1984.
14. Vega Franco, L., Transcendencia biológica de la alimentación al seno (letter to the editor), *Boletín Médico del Hospital Infantil de México* 46 (11) : 743-744, 1989.
15. Saucedo Tamayo, M. S., Efectos de la lactancia y ablactación sobre el crecimiento físico en infantes de un año de edad que acuden a consulta externa al Hospital Infantil del Estado de Sonora. B.S. Thesis. Nursing school, Universidad Autónoma de Chihuahua, 1989.
16. Román-Pérez, R., García, R.E., Ochoa, A. and Ramírez, C. Factores psicosociales involucrados en la alimentación al seno materno. *Memorias del segundo coloquio regional de análisis de la conducta*. Ciudad Obregón, Sonora, 1987.
17. Valencia J., M.E., Jardinez M., R., Higuera C., I., Lozano T., J., Wong G., P. and Noriega Díaz, G. E., Estudio nutricional en centros urbanos marginados de Sonora. Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores del Noroeste A. C. (internal report). Hermosillo, Sonora, México, 1981.
18. Campbell, C. E., and Latham, M. C. Infant feeding and morbidity among poor migrant squatters in Hermosillo, Sonora, México. *Nutrition Research* 8:969-979, 1988.
19. Borbón Arredondo, C., Felix Fernández, C., Noriega Velásquez, I.A. and Gil Gonzáles, M. E. Estudio sobre la lactancia materna en el hospital infantil del estado de Sonora. *Hospital Infantil del estado de Sonora* (internal report). Hermosillo, Sonora, 1987.
20. Secretaria de Salud, Encuesta Nacional de Salud: Sonora. Secretaria de Salud, subsecretaria de servicios de salud, Dirección General de Epidemiología. México, 1988.
21. World Health Organization, Contemporary patterns of breastfeeding: report on the WHO collaborative study on breastfeeding. Geneva, 1981.
22. Data from the demographic and health surveys (DHS) pre-

INFANT FEEDING PRACTICES AMONG LOW-INCOME MEXICAN URBAN WOMEN: A FOUR MONTH FOLLOW-UP

- sented by Anderson, M. A., Nature and magnitude of the problem of suboptimal breastfeeding. July 30 - August 1, 1990. Florence, Italy.
23. World Health Organization, the prevalence and duration of breastfeeding: Updated information 1980-1989. WHO Wkly Epidem Rec 42:321-324 and 331-335, 1989.
 24. Neville, M.C. and Neifert, M.R. eds, Lactation: physiology, nutrition and breastfeeding. Plenum Press, NY, 1984.
 25. Perse, P., Van Aerde, J. and Clandinin, M. T., Nutritional value of human milk. Progress in food and nutrition science 12:421-447, 1988.
 26. Short, R.V., Breast feeding, Scientific American 250 (4):35-41, 1984.
 27. Huffman, L.S., Promotion of breastfeeding: Can it really decrease fertility. Clearinghouse on infant feeding and maternal nutrition. Washington DC, 1986.
 28. Jason, J. M. et al., Mortality and infectious disease associated with infant-feeding practices in developing countries. Pediatrics 74(4) : 702-727, 1984.
 29. Perez-Escamilla, R., Mejia, L.A. and Dewey, K.G., An exploratory study of neonatal feeding patterns and reports of insufficient milk among low-income urban Mexican mothers. Ecology of Food and Nutrition (in press), 1991.
 30. Rooth G., Low birth weight revised. Lancet 1:639, 1980.
 31. National Center for Health Statistics - Center for Disease Control growth curves for children, birth - 8 years, USA, DHEW Pub. No. (PHS) 78-1650, Washington D.D., 1974.
 32. Statistical package for the social sciences (SPSSX), 1983.
 33. SAS Institute: SAS / STAT User's Guide, versión 6.03, NC, USA, 1988.
 34. Lopez de Romaña, G., Brown, K.H., Black, R.E. and Kanashiro, H. C., Longitudinal studies of infectious diseases and physical growth of infants in Huascar, an underprivileged periurban community in Lima, Peru. American J. of Epidemiology 129 (4):769-784, 1989.
 35. Gussler, J. and Briesemeister, L., The insufficient milk syndrome: A biocultural explanation. Medical Anthropology 4 (2):145-174, 1980.
 36. Greiner, T., Van Esterik, P. and Latham, M.C., The insufficient milk syndrome: An alternative explanation. Medical Anthropology 5(2):233-247, 1981.
 37. Tully, J. and Dewey, K. G., Private fears, global loss: A cross cultural study of the insufficient milk syndrome. Medical Anthropology (summer) : 225-243, 1985.
 38. Allen, L. H. and Pelto, G. H., Research on determinants of breastfeeding duration: Suggestions for biocultural studies. Medical Anthropology (9)2:97-105, 1985.
 39. ENFES (Encuesta Nacional sobre Fecundidad y Salud: México, 1987), Dirección General de Planificación Familiar, Secretaría de Salud, Mexico; Institute for Resource Development / Macro Systems, Inc., Columbia, Maryland, USA, 1989.
 40. UNICEF, The State of the world's children, Geneva, 1990.
 41. Ysunza, O.A., The decline of breastfeeding in Mexico: An example of medical academic deformation. In Jelliffe D. B. and Jelliffe E. F. P. eds Advances in international maternal and child health. Vol 4. Clarendon Press, Oxford, 1984.
 42. Labbok, M. and Mc. Donald, M. eds. Proceedings of the interagency workshop on health care practices related to breast feeding. International J. of Gynecology and Obstetrics 31 (supl 1) : 1-191, 1990.
 43. Jelliffe D.B. and Jelliffe E.F.P. eds. Programmes to promote breastfeeding, Oxford medical publications, UK, 1988.
 44. Winikoff, B. et al., Overcoming obstacles to breastfeeding in a large municipal hospital: Applications of lessons learned. Pediatrics 80(3):423-433, 1987.
 45. Winikoff, B. et al., Dynamics of infant feeding: mothers, professionals and the institutional context in a large urban hospital. Pediatrics 77(3):357-365, 1986.
 46. Delgado, H. et al., Sinopsis del seminario sobre promoción de la lactancia natural en Centro América, Panamá y la República Dominicana. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 35(1):33-47, 1985.
 47. Helsing, E. and Kjaernes, U., A silent revolution-changes in maternity ward routines with regard to infant feeding in Norway 1973-1982. Acta Paediatr Scand (74):332-337, 1985.
 48. Bergevin, Y. et al., Do infant formula samples shorten the duration of breastfeeding? Lancet 1:1148-1151, 1983.
 49. Winikoff, B. and Baer, E.C., The obstetrician's opportunity: translating 'breast is best' from theory to practice. Am J Obstet. Gynecol 138:105-115, 1980.
 50. Vega-Franco, L., Temas cotidianos sobre alimentación y nutrición en la infancia. Méndez Cervantes. México, 1983.
 51. American Academy of Pediatrics, Pediatric nutrition handbook, USA, 1985.
 52. Cameron, M. and Hofvander, Y. Manual on feeding infants and young children, Oxford medical publications, USA, 1983.
 53. Committee on nutrition. American Academy of Pediatrics, The use of whole cow's milk in infancy. Pediatrics (72) : 253, 1983.

Harina de granos de *Canavalia ensiformis* L (DC) cruda, almacenada en medio alcalino, autoclavada o extruída, en dietas para cerdos en crecimiento

Risso, José F. * y Juan J. Montilla **

RESUMEN. Se realizaron 4 experimentos de alimentación utilizando cerdos en crecimiento, con peso promedio de 14,2 Kg. En cada experimento se sustituyeron partes iguales de harina de maíz y soya por harina de canavalia cruda o procesada mediante almacenamiento en medio alcalino, autoclave o extrusión. En los 3 primeros experimentos los niveles de sustitución de canavalia cruda (CC), almacenada en medio alcalino (CAMA) o autoclavada (CA) fueron: 0, 5, 10 y 15%. En el cuarto, los niveles de inclusión de canavalia extruída fueron 0, 7,5, y 15%. Tanto la canavalia cruda como la extruída redujeron drásticamente el crecimiento de los cerdos. El autoclavado de la harina de canavalia (121° C/15 psi/90min) mejoró substancialmente la respuesta animal, aun cuando el crecimiento de todos los niveles de sustitución fue inferior al observado para la ración basal.

El almacenamiento de los granos en medio alcalino, permitió un mejor comportamiento productivo de los animales, no observándose diferencias ($p < 0.01$) para incremento de peso con el testigo, al nivel de sustitución del 5%. La respuesta de los cerdos a la toxicidad de la canavalia se manifestó en primer término, por una drástica reducción del consumo voluntario de alimentos. En general, los resultados indican que ninguno de los métodos de procesamiento resultó efectivo para eliminar o minimizar los efectos tóxicos de la canavalia cruda sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento.

SUMMARY. Grain meal of raw, stored in alkaline medium, autoclaved and extruded *Canavalia ensiformis*, in diets for growing pigs. There were made four nutrition experiments using porks in growing process, with an approximate weight of 14,2 Kilograms. In each experiment, it was made a substitution in equals parts of corn flour and soy flour for raw Canavalia flour or processed through alkaline storage, autoclaved or extrusion.

In the first three experiments, the substitution level of raw Canavalia (RC), stored in alkaline environment (CAMA) or autoclave (CA) were: 0, 5, 10 and 15%. In the fourth one, the including levels of Canavalia Extruída were: 0, 7,5 and 15%. The raw Canavalia as the Extruída drastically reduced the pork's growth. The Canavalia flour autoclaved (121° C/15 psi/90 min) substantially improved the animal answers, even though the growth in all the substitution levels were lower than the one observed in the original portion.

The storage of the beans in alkaline environment, made possible better productive behavior in the animals, and it didn't observe differences ($p < 0.01$) to increase the witness weight, at the substitution level or 5%. The pork's answer to the Canavalia toxin was manifested in the first term, by a drastic reduction in the voluntary consumption of foods. As a whole, the results indicated that none of the methods used were effective to eliminate or to minimize the toxic effects in the raw Canavalia over the productive behavior of growing porks.

INTRODUCCION

Canavalia ensiformis L (DC), es una leguminosa de grano que tiene alta resistencia al déficit hídrico edáfico y gran potencial productivo en el trópico (1). La composición química de sus granos, según varios autores (2, 3, 4, 5, 6,) sugiere un buen valor nutritivo para cerdos. Contiene un nivel proteico cercano al 30% de la m.s. del grano, y su perfil de aminoácidos es similar al de otras leguminosas tales como soya y maní, aunque con niveles de lisina y metionina ligeramente inferiores a la soya (2). El contenido de energía biodisponible para cerdos no ha sido

determinado; sin embargo, León et al (7) encontraron valores de energía metabolizable verdadera en gallos de 2200 y 2750 Kcal. /Kg. de m.s. de harina de granos de canavalia cruda y extruída respectivamente.

Asociados a la fracción nitrogenada del grano se han identificados diversos factores tóxicos que podrían limitar la utilización de altas proporciones del mismo en raciones para monogástricos. Entre éstos destaca la presencia de una lectina denominada *Concanavalina A* (Con A) por Summer and Howel, (8); aminoácidos no formadores de proteínas tales como *canavanina* y *canalina* (9) y la *canatoxina* (10). La *Con A*, es una hemaglutinina, y su efecto tóxico ha sido relacionado, al menos parcialmente, con su capacidad para aglutinar células (11). En el tubo digestivo la *Con A* podría causar

* Universidad Rómulo Gallegos. El Castreño, San Juan de los Morros
Estado Guárico Venezuela

** Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias.
Maracay, Estado Aragua. Venezuela.

daños a la mucosa e interferir con la absorción de nutrientes, al tiempo que facilitaría la invasión masiva de microorganismos que normalmente no pueden atravesar la barrera mucosal y ocasionar trastornos adicionales al animal (12).

Canavanina y canalina son dos aminoácidos libres, no constituyentes normales de las proteínas. Canavanina aparentemente constituye una importante reserva de nitrógeno para la plántula y su concentración alcanza 3-5 % del peso seco de la semilla (13). Este aminoácido es un homólogo estructural de arginina actuando como su antagonista en muchas reacciones relacionadas con el metabolismo de ésta última en microorganismos (14). Canalina tiene una estructura química homóloga de ornitina, y la hidrólisis enzimática de canavanina en los tejidos de la planta da origen a canalina y urea (15) Rahiala et al (16) y Rahiala (17), han demostrado que este aminoácido es un potente inhibidor, in vitro, de fosfato de piridoxal, pero éste efecto no ha sido confirmado in vivo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el valor nutricional de la harina de granos de *Canavalia ensiformis* cruda, almacenada en medio alcalino, autoclavada o extruida en raciones para cerdos en crecimiento.

MATERIALES Y METODOS

Se condujeron 4 experimentos utilizando cerdos mestizos en crecimiento provenientes de granjas comerciales cuyos pesos promedios fueron 10,7; 20,6; 10,8 y 14,9 Kg/cerdo respectivamente. El agua y el alimento se ofrecieron ad libitum y se evaluó el incremento de peso y el índice de conversión. En todos los casos se utilizó un diseño completamente aleatorio. En el primer experimento se evaluaron 4 raciones conteniendo 0, 5, 10 o 15% de harina de granos de canavalia cruda en sustitución de partes iguales de harina de maíz y de soya, manteniendo las raciones aproximadamente isoproteicas e isocalóricas (Tabla 1). Cada ración fue asignada a tres grupos de 2 cerdos cada uno: 1 macho castrado y una hembra. Los animales se pesaron al inicio de la prueba y luego a los 7 y 14 días. El día 11 se seleccionó al azar un animal perteneciente a la dieta con 15% de harina de canavalia cruda el cual se sacrificó en un intento por observar posibles daños al tracto gastrointestinal y otros órganos.

En el segundo ensayo se utilizaron 16 cerdos asignados a 4 raciones correspondientes a 4 niveles de harina de

granos de canavalia almacenada en medio alcalino. El tratamiento de los granos se hizo mezclando granos de canavalia y de agua (1:1) adicionándose luego 3% de urea y 2% de NH_4OH en relación al contenido de materia seca del grano. Este material se introdujo en bolsas plásticas y éstas a su vez en recipientes herméticamente cerrados por 12 días. Posteriormente los granos fueron secados y molidos. El pH medio fue de 8,03. La formulación de las raciones y el manejo general de los animales fue similar al experimento anterior. Los animales se pesaron al inicio del ensayo y luego cada 7 días durante las primeras 2 semanas. Después se pesaron biseccionalmente hasta las 12 semanas que duró el experimento.

En el ensayo tres se usaron 16 cerdos a objeto de evaluar el efecto de incluir cuatro niveles de (0, 5, 10 y 15%) de harina de granos de canavalia autoclavados en la ración (Tabla 1). Las condiciones de autoclavado fueron: 121° C y 15 libras por pulgada cuadrada de presión (p.s.i.) durante 90 min.

En el cuarto ensayo se usaron 9 cerdos distribuidos en tres raciones con 0, 7, 5 y 15% de harina de granos de canavalia extruidos. Las condiciones de extrusión fueron: humedad 30%; temperatura de los 3 últimos cabezales 85, 110 y 140° C respectivamente; velocidad del tornillo 300 r.p.m. El producto extruido contenía 2,7% de canavanina y un título hemaglutinante de +3 mientras que en el grano crudo el contenido de estos compuestos fue de 3,5% y +8 respectivamente. El material extruido se molió incorporándose en las raciones substituyendo partes iguales de maíz molido y harina de soya (Tabla 2). Los animales se mantuvieron 2 días en pre-ensayo y 7 días en experimentación.

RESULTADOS

Tanto la canavalia cruda como la extruida afectaron drásticamente el crecimiento de los cerdos (Tablas 3 y 4). En los cerdos que consumieron la ración con canavalia cruda se observó: decaimiento general, anorexia, nerviosismo, rechinar de los dientes, exudado marrón rojizo alrededor de los ojos y convulsiones. En los cerdos que recibieron la ración con canavalia extruida se observó: exudado marrón rojizo alrededor de los ojos, nerviosismo, pelo áspero y erizado.

HARINA DE GRANOS DE (*Canavalia ensiformis* L) (DC) CRUDA, ALMACENADA

TABLA 1
COMPOSICION DE LAS RACIONES CON 0, 5, 10 y 15% DE HARINA DE CANAVALLIA CRUDA,
ENSILADA O AUTOCLAVADA.

Ingredientes (%)	Basal %	Nivel de Canavalia (%)		
		5	10	15
Harina de canavalia*	0.0	5.0	10.0	15.0
Harina de maíz	66.3	63.8	61.3	58.8
Afrechillo de trigo	6.0	6.0	6.0	6.0
Harina de carne y hueso	6.0	6.0	6.0	6.0
Fosfato dicalcico	1.5	1.5	1.5	1.5
Carbonato de calcio	1.0	1.0	1.0	1.0
Harina de pescado	6.0	6.0	6.0	6.0
Harina de soya	12.0	9.5	7.0	4.5
Sal común	0.5	0.5	0.5	0.5
DL-metionina	0.2	0.2	0.2	0.2
Lisina	0.1	0.1	0.1	0.1
Vitaminas y minerales**	0.4	0.4	0.4	0.4
Totales	100.0	100.0	100.0	100.0

* Se refiere a la harina de granos crudos, autoclavados o ensilados de Canavalia

** Provee por Kg de dieta: Vitamina A 12.000 U.I.; D₃ 4.000 U.I.; E 5.000; K 0.004 g.; B₁₂ 0.016 mg.; B₂ 0.01 g.; Niacina 0.05 g.; D-Pantotenato Cálcico 0.002 g.; Colina 0.2 g.; Hierro 0.12 g.; Cobre 0.02 g.; Manganeso 0.06 g.; Cobalto 0.002 g.; Zinc 0.1 g.; Iodo 0.004 g

DISCUSION

El tratamiento en autoclave de harina de canavalia, mejoró substancialmente la respuesta animal, aun cuando la tasa de crecimiento fue muy inferior a la obtenida con la ración basal (Tabla 3). No se observaron diferencias para ganancia de peso ni para índice de conversión entre los niveles 5, 10 y 15% de substitución. En general se observó una tendencia hacia un mayor deterioro de los parámetros productivos, con el incremento del nivel de canavalia autoclavada en la ración. Cuando los cerdos recibieron Canavalia almacenada en medio alcalino, no se observaron diferencias significativas ($p < 0.01$) con la ración basal para incremento de peso, al nivel de substitución del 5% (Tabla 3). Para índice de conversión, solo la ración conteniendo 15% de canavalia almacenada fue estadísticamente inferior ($p < 0.01$). No se observaron síntomas de toxicidad en los animales, excepto la reducción del crecimiento ya señalada para los mayores niveles de substitución.

La incorporación de harina de granos de canavalia cruda en la ración, resulto en una drástica reducción del consumo. Este efecto, aunque más intenso en el caso de los cerdos, ha sido reportado también en aves (12; 18; 7; 19) y en rumiantes (20). La explicación de esta potente acción depresora del consumo cuando los animales ingieren canavalia permanece sin aclarar. La harina de canavalia cruda es capaz de ocasionar fuertes daños a la mucosa intestinal (11). Se sabe que la regulación del consumo voluntario de alimentos puede funcionar como una especie de válvula de seguridad (21). Por ejemplo la sensación de saciedad por replección del tubo digestivo evita la sobrecarga del mismo. El daño a la mucosa digestiva por efecto de los factores tóxicos de canavalia pudiera funcionar de manera similar, evitándose así, peores efectos nocivos al suspenderse el consumo. Por otra parte se ha demostrado que un imbalance de aminoácidos en la dieta está asociado con reducciones del con-

TABLA 2
COMPOSICION DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES CON CANAVALLIA EXTRUIDA

Ingredientes (%)	Basal	7,5 %	15 %
Maíz molido	69,86	66,11	63,36
Harina de soya	25,63	21,88	18,13
Fosfato dicalcico	2,50	2,50	2,50
Piedra caliza molida	1,01	1,01	1,01
Sal común	0,50	0,50	0,50
Vitamina - Minerales*	0,50	0,50	0,50
Canavalia extruida	0,00	7,50	15,00
Totales	100,00	100,00	100,00

* Provee por Kg de dieta: Vitamina A 30.000 U.I.; Vitamina D₃ 6.000 U.I.; Vitamina E 30 U.I. o mg; Vitamina K₃ 6 mg.; Vitamina B₂ 18 mg.; Vitamina B₆ 9 mg.; Vitamina B₁₂ 54mcg.; Niacina 90 mg.; D-Pant. de calcio 45 mg.; Acido fólico 3 mg; Cloruro de colina 1.200 mg.; vehículo idóneo. c,s,p: Aceite vegetal refinado 1.00%
Nota: La etiqueta no da los aportes de minerales.

sumo voluntario de alimentos, las cuales están mediadas por distorsiones en el perfil plasmático de aminoácidos (22) Estudios recientes conducidos por Michelangeli et al (23) indican que la adición de 2% de sulfato de canavanina en raciones para pollitos de engorde, resultó en aumentos significativos de este aminoácido en plasma, y en una reducción plasmática en el orden del 50% del nivel de lisina, y en menor grado de arginina; concomitantemente se observó reducción del consumo de alimentos en menos de 4 horas. Es posible que eventos similares puedan estar ocurriendo en los cerdos alimentados con harina de canavalia. Por otra parte, León (24) señala que la Concanavalina A constituye el agente principal responsable del efecto, a corto plazo, sobre el consumo el cual es neutralizado, temporalmente, con la adición de manosa a las dietas conteniendo Concanavalina A. Así mismo se ha observado que la melaza ejerce un efecto fuertemente mejorador del consumo cuando se incorpora a dietas con 30% de canavalia autoclavada, en aves (Castillo, comunicación personal). Resultados similares observó Risse (datos sin publicar), en una prueba corta de 6 días utilizando cerdos en crecimiento.

La mejor respuesta observada cuando los cerdos consumieron canavalia almacenada, reflejaría una destoxificación mas efectiva por el ensilaje. Sin embargo, se requiere investigar diferentes condiciones de almacenamiento y autoclavado y efectuar las pruebas biológicas necesarias para llegar a conclusiones precisas. La Conca-

navalina A es termolábil, siendo afectada tanto por bajas como por altas temperaturas. La reducción térmica de 20 o 37, a 0 o 4 grados centígrados, produce marcado daño a la habilidad de la Con A, para precipitar dextrano y para aglutinar eritrocitos humanos (26). Por otro lado temperaturas por encima de 50 grados centígrados, producen desnaturalización de la Con A. Sin embargo, los resultados de este trabajo indican que el tratamiento en autoclave de la harina cruda de canavalia, bajo las condiciones en que se realizó, no destruye completamente los factores antinutricionales presentes en el grano. Montilla et al, (27) reportan una reducción en la concentración, tanto de Con A. como de canavanina de alrededor a un 50% por efecto del autoclavado a 121 grados centígrados durante 90 min. Por otra parte, condiciones más drásticas de tratamiento pueden dañar la calidad de la proteína. Así, D'Mello et al, (18) refieren una destrucción total de la cistina por efecto del autoclavado a 121 grados centígrados durante 1/2 hora.

Con relación al almacenamiento alcalino, el valor proteico de la canavalia podría mejorarse como consecuencia de la introducción en el medio de sustancias nitrogenadas como la urea y el hidróxido de amonio, pero esto no fue cuantificado. Respecto al efecto de este tratamiento sobre los factores tóxicos, los resultados de la Tabla 5, de un experimento donde se utilizó cantidades crecientes de urea en el medio, revelan que con un 5% b.s., el título hemaglutinante se reduce a cero, y la con-

HARINA DE GRANOS DE (*Canavalia ensiformis* L) (DC) CRUDA, ALMACENADA

TABLE 3
 EFECTO DE VARIOS NIVELES DE CANAVALIA CRUDA (Exp. 1), ALMACENADA EN UN MEDIO ALCALINO (Exp. 2) O AUTOCLAVADA (Exp. 3) SOBRE EL INCREMENTO DE PESO (I.P.) E INDICE DE CONVERSION (I.C)* DE CERDOS EN CRECIMIENTO**

Nivel de canavalia %	Canavalia cruda		Canavalia autoclavada		Canavalia almacenada	
	I.P (g/cerdo/d)	I.C	I.P	I.C	I.P	I.C
0	249	2,66	414 a	2,52 a	715 a	3,31 a
5	-6	-	132 b	3,48 b	678 a	2,94 a
10	-76	-	123 b	3,20 b	494 b	3,09 a
15	-120	-	93 b	3,73 b	213 b	5,22 b

* Indice de conversión: Kg alimento consumido/incremento de peso.

** Letras distintas en una misma columna denotan diferencias altamente significativas ($p < 0,01$)

TABLE 4
 EFECTO DE INCLUIR 3 NIVELES (0, 7,5 Y 15%) DE HARINA DE GRANOS DE CANAVALIA EXTRUIDA EN RACIONES PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

Canavalia extruída * (%)	Incremento de peso (g/cerdo/d.)
0,0	546
7,5	-222
15,0	-223

* El proceso de extrusión se realizó de acuerdo a las siguientes condiciones: Humedad: 28-30%. Temperaturas de las últimas cámaras: 85,110, 140 grados centígrados. Velocidad del tornillo 300 r.p.m. Características del extrusor: marca Wenger, modelo x-5, tipo laboratorio, capacidad 10 Kg/hora.

centración de canavalina disminuye en más del 90%. Además, el nivel más adecuado de urea para disminuir la

concentración de canavanina parece ser el de 2,5; pero para el título hemaglutinante es el de 5% (b.s.)

TABLA 5
 CONTENIDO DE CANAVANINA Y ACTIVIDAD HEMAGLUTINANTE EN HARINAS DE *CANAVALLIA ENSIFORMIS* TRATADAS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE UREA

Tratamiento (% urea b.s.)	% de canavanina	Título hemaglutinante
0,0	1,95	5,25 *
2,5	0,12	3,25
5,0	0,21	0
7,5	0,43	0
10,0	0,54	0,5

* Los valores mostrados son promedios de 4 repeticiones, tanto para el título hemaglutinante como para el porcentaje de canavanina

REFERENCIAS

- National Academy of Science. Tropical Legumes: resources for the future. pp. 54 - 55. 1979
- FAO. Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre proteínas. FAO. Estudios sobre nutrición numero 24. Roma. 1970.
- Marcon D. Efecto del calentamiento sobre la toxicidad y valor nutritivo de las harinas de semilla de rabo ratón (*Glyricidia sepium*), haba de burro (*Canavalia ensiformis*) y soya (*Glicine max*). Facultad de Agronomía, I.C.V. (mimeografiado) 19 p. 1975.
- Reyes H. y C. Orta. El haba de burro (*Canavalia ensiformis*) una alternativa para la producción agrícola del país. IX Jornadas Agronómicas. Maracay. Venezuela. (Resúmenes). 1977
- Addison, R. B. The effect of fertilizing, spacemnt and date of planting on the yield of jack bean (*Canavalia ensiformis*). The Rhodesian Agricultural Journal 54 : 521-532. 1957.
- Mora M.; A. Escobar R. Parra y O. de Parra. Comportamiento granero de *Canavalia ensiformis* en Rio Negro (Venezuela) Facultad de Agronomía U.C.V. Informe Anual. Instituto de Producción Animal. pp. 29 -30. 1980
- León A.; M. Picard; J. J. Montilla; R. E. Vargas; y R. Parra. Determinación de la energía metabolizable aparente y verdadera de granos de *Canavalia ensiformis* crudos y extruídos. Informe Anual. Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. U.C.V. Maracay. p. 43. 1987
- Summer J. B. and S. F. Howel. The identification of hemaglutinine of jack bean with Concanavaline A. J. Bacteriology (32) 227. 1936.
- Hegarty M. P. and P. J. Peterson. Free amino acids, amines and ureides. In: Chemistry and Biochemistry of Herbage (G. W. Buttler and R. W. Bayley eds.) Academic Press, London - New York. 1973
- Carlini, C. and I. Guimaraes. Isolation and characterization of a toxic protein from *Canavalia ensiformis* (jack bean) seeds distinct from Concanavalin A. Toxicon 19:667-675. 1981
- Jaffé W. Factores tóxicos en leguminosas: su importancia práctica. En: Aspectos nutricionales de la caraota y otras semillas alimenticias para los animales y el hombre (W. G. Jaffé ed.) Arch. Lat. Nutr. Caracas. Venezuela. 1973
- Fowden, L. Non protein nitrogen compounds toxicity and antagonistic action in relation to amino acid and protein synthesis. In: Plant Proteins (G. Norton ed.) pp 109 - 115 Butterworths. London - Boston. 1976
- Bell, E. A. Phytochemical Ecology (J. B. Harborne ed.) 163-177. Academic Press. New York. 1972
- Rosenthal C. A. and E. A. Bell. Naturally occurring toxic non protein amino acids. In: Hervibores, their interaction with secondary plant metabolites (G. Rosenthal and D. H. Janzen eds.) pp 351-385 Academic Press New York. 1979
- Rosenthal G.A. Investigations of canavanine biochemistry in the jack bean plant (*Canavalia ensiformis*) II: Canavanine, biosynthesis in the developing plant. Plant Physiology 50: 328-331. 1972
- Rahíala E. L.; J. M. Kevomaki; A. Rahia and C. R. Rahia. Inhibition of pyridoxal enzymes by L - canaline. Biochem. Biophys. Acta. 227: 337-343. 1971
- Rahíala L. Characterization of enzyme pyridoxal phosphate complex. Acta Chemica Scandinavica. 27:3861-3867. 1973
- D'mello, F.; T. Acamovic and A. Graham. Nutritive value of jack bean (*Canavalia ensiformis*) for young chicks. Trop. Agric. (Trinidad) 62 : 145 - 150. 1985
- Michelangeli, Coromoto. Efecto de varios tratamientos sobre los factores antinutricionales de *Canavalia ensiformis* incluida en dietas para pollos en crecimiento. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. 124 pp. 1984

HARINA DE GRANOS DE (*Canavalia ensiformis* L) (DC) CRUDA, ALMACENADA

20. Mora M. *Canavalia ensiformis*: Uso en Rumiantes. Universidad Central de Venezuela, Post Grado en Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Tesis de M. Sc. 169 pp. 1983
21. Hafez E. S. E. y A. Dyer. Desarrollo y Nutrición Animal. Acibia, Zaragoza. 472 p. 1972
22. Harper A.E. Dietary protein and aminoacids in food intake regulation. Chap. 11. In: The chemical sense and nutrition (M. R. Kare and O. Male eds.) pp. 55 -167. Baltimore, The John Hopkins Press.1967
23. Michelangeli C.; A. Diaz; J. J. Montilla and R. E. Vargas. Effects of raw jack bean (*Canavalia ensiformis*) and canavanine sulfate on performance, plasma aminoacid pattern and arginase activity in growing chicks. Poultry Science. (Abstract) 68-96. 1969
24. León Alicia. Rol de la Concanavalina A en la regulación del consumo de alimentos a corto plazo en aves. Facultad de Agronomía U C V. (mimeografiado 3 pp.).1990
25. Doyle, R. J.; E. P. Pittz; and E. E. Woodside. Carbohydrate protein complex formation. Some factors affecting the interaction of D-glucosa and polysacharides with Concanavalin A. Carbohydrate Res.8 : 89 - 100.1968
26. Gordon, J. A. and M. D. Marquart. Factors affecting hemagglutination by Concanavalin A. and soybean hemagglutinin. Bioch. Byophys. Acta. 332 : 136 - 144.1974
27. Montilla J. J.; J. A. Campos; J. M. Rodríguez y L. Coello. Efecto del remojo y del autoclavado en granos de *Canavalia ensiformis* (mimeografiado). 11 p. 1988

Relación entre algunas características físicas de variedades de sorgo (*Sorghum vulgare*) y su capacidad de reventado

Ricardo Bressani¹ y Edgar Tuna²

RESUMEN. El presente estudio tuvo como propósito establecer si existe una relación entre las características físicas del grano de sorgo y la capacidad de reventado. Se estudiaron 11 variedades nacionales de sorgo y se caracterizaron por color, grosor del pericarpio, presencia de testa, color del endospermo, peso de 100 gramos y número de granos en 40 gramos, densidad y textura. Antes de someter las muestras al proceso de reventado se estandarizó el método de expansión con respecto a la carga experimental del grano, lo que permitió seleccionar cargas de 62 g. Asimismo, se estudió el efecto de la humedad a través de tiempo de remojo, y se logró establecer que 45 minutos daba la mejor expansión. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en las características físicas entre las 11 variedades, así como en el cambio de volumen, granos reventados y porcentaje de granos reventados que fluctuó entre 7.42 y 89.29%. Se encontró que el volumen inicial del grano estaba correlacionado negativamente con el volumen final, el cambio en volumen y el porcentaje de granos reventados. El volumen inicial presentó una correlación significativamente positiva con el cambio en volumen y por ciento de granos reventados, no así con los granos no reventados que dio una correlación negativa. Las variables de expansión estaban correlacionadas significativamente con el número de granos en 40 gramos, con la textura del endospermo y la densidad del grano. Se concluyó que aunque la estructura física del grano juega un papel en su expansión, otros factores como la composición química podrían también ser importantes.

INTRODUCCION

En varias regiones de América Central, particularmente en las zonas agrícolas con poca precipitación pluvial, se cultiva el sorgo blanco. Este cereal lo utiliza el agricultor para extender el maíz en la preparación de la tortilla (1-3), sin embargo, le dan otros usos como harina en la panificación o como grano reventado en la preparación de lo que se conoce como "alboroto". Esta preparación se hace con el grano de sorgo reventado al cual se le mezcla miel o sirope de azúcar, con lo cual se logra unir

SUMMARY. Relationship among some physical characteristics of sorghum (*Sorghum vulgare*) varieties and their popping capacity. The purpose of this study was to attempt to establish a possible relationship between the physical characteristics of grain sorghum and its capacity to expand. Eleven national varieties of sorghum were studied and were characterized for color, weight of 100 grains, number of grains in 40 grams, grain density and texture. Before subjecting the samples to the popping process, the method was standardized with respect to the experimental load. These tests helped to select a 62-gram load. Likewise, the effect of grain moisture content was studied. Results indicated that a soaking time of 45 minutes gave the best percent expansion. Highly statistical significant differences were found in the physical characteristics among the eleven sorghum varieties, as was also the case with respect to change in volume, popped grains and percentage of popped grains, which varied between 7.42 to 89.29%. The initial volume of the grain was negatively associated to the percentage of expanded grains. The initial grain volume was significantly negatively related to the nonpopped grain. The final volume significantly correlated with the number of grain in 40 grams, with endosperm texture and grain density. Even though physical structure is important in grain expansion, other factors like chemical composition may also be of significance.

los granos y darle forma al producto. Frecuentemente se le agregan pequeñas cantidades de maní, semillas de ayote (*Cucurbita*) o ajonjolí, lo cual lo hace más atractivo y agradable al paladar. Asimismo, la adición de estos productos al sorgo aumenta su valor nutritivo.

A pesar de que en Guatemala se han realizado estudios sobre la composición química y valor nutritivo del sorgo (4) no hay estudios que establezcan si de hecho existe algún parámetro físico en el grano que esté asociado a su grado de expansión.

El presente trabajo tuvo por objeto estudiar las diferencias en capacidad de reventado de 11 variedades de sorgo y asociarlas con varias características físicas del grano.

1 Coordinador de la Investigación en Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP

2 Estudiante de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Este estudio fue parte del trabajo de tesis previo a optar a una Licenciatura.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se llevó a cabo con 11 selecciones de sorgo blanco también conocido como maicillo blanco, producidas en la zona oriental de Guatemala y proporcionadas al INCAP por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Se recibieron 10 Kg de cada variedad, los cuales fueron almacenadas a 4°C hasta el momento en que se inició el estudio.

Análisis físicos

En el grano se determinaron las siguientes características: color del grano, grosor del pericarpio, presencia o ausencia de testa, color del endospermo, textura del endospermo, peso de 100 granos, número de granos en 40 gramos y densidad del grano (g/ml). Para estos análisis se siguieron las metodologías descritas en Sorghum Quality Laboratory Manual for use in West Africa (5).

La textura del endospermo se evaluó del corte longitudinal del grano en dos partes iguales y simétricas. El corte muestra una parte vítrea y la otra harinosa. Cuando la parte vítrea forma entre 80 a 100% del total, se le denomina textura vítrea y de 0 a 20% textura harinosa, de acuerdo a figuras de grano de sorgo previamente estandarizadas. La densidad del grano se midió por el desplazamiento de un volumen de 96% etanol por 20 gramos de grana.

Desarrollo del método de expansión

Para llevar a cabo el proceso de reventado se utilizó un reventador de uso doméstico marca Kenmore, el cual genera aire caliente a 225 °C con un flujo de aire de 1.08 m³/min. De esta manera el grano que se ha reventado es acarreado por la corriente de aire y así se evita el sobrecalentamiento.

El equipo recomienda reventar el maíz en lotes de 150 g, sin embargo, siendo el sorgo un grano mucho más pequeño que el maíz, fue necesario establecer la eficiencia del equipo para procesar el peso de sorgo equivalente al volumen del 150 g de maíz. Para este fin se estudió el efecto sobre el reventado de 20, 41, 62 y 83 gramos de una mezcla de peso igual de las 11 variedades de sorgo, equivalentes a 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0 del volumen de 150 g de maíz, repitiendo cada carga cuatro veces.

Para el proceso propiamente dicho, se conectó el

equipo precalentándolo durante 90 segundos antes de verter el sorgo a la cámara de aire caliente. Se tomaron lecturas del volumen inicial y final por medio de un cilindro calibrado en ml. Además se tomó el tiempo del inicio y de la finalización del reventado. La muestra fue luego vertida sobre una malla con aberturas de 4 mm para separar los granos no reventados de los reventados. Este procedimiento fue repetido cuatro veces con cada peso de grano.

Efecto del aumento de la humedad sobre el reventado.

Se sometieron a deshidratación lotes de sorgo con aire a 60 °C hasta alcanzar un peso constante. Este grano se sumergió en agua usando una relación de tres partes agua por una de grano. Luego se tomaron muestras del grano humedecido a los 15, 30 y 45 minutos después de inmersión. Al grano se le eliminó el exceso de humedad que quedó adherido en la superficie utilizando un papel secante. A cada muestra se le dejó dos horas en reposo a temperatura ambiente, con el fin de que el agua absorbida se distribuyera uniformemente dentro del grano y se procedió a reventar tomando lecturas de peso, tiempo de inicio de reventado, tiempo de finalización de reventado, volumen inicial, volumen final y número de granos no reventados.

Evaluación de la capacidad de reventado de los 11 cultivos de maicillo

Una vez establecida la carga óptima para el reventador se procedió a evaluar la capacidad de reventado de los 11 cultivares de maicillo usados en este estudio. Para este fin se procedió como ya se describió anteriormente.

Análisis de la información

Para el análisis de la información se contó con el Centro de Cómputo de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP y se utilizó el paquete estadístico SAS para hacer el análisis de varianza, prueba de Tukey y correlaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características físicas

Los resultados de la caracterización física de los materiales se presentan en la Tabla 1. De las 11 muestras, las variedades 1, 6 y 10 presentaron granos blancos, mientras que las variedades 5 y 7 presentaron granos bicolorados de blanco y rojo, y el resto fue de varieda-

RELACION ENTRE ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS DE VARIEDADES DE SORGO

des amarillas. Las variedades 1, 2, 5, 7, 8 y 11 mostraron tener pericarpios de un grosor medio, mientras que las demás presentaron pericarpios más bien delgados. De todas las variedades, únicamente la 5 y la 7 presentaron testa fuertemente pigmentada de color café-rojizo. El color del endospermo de estas dos variedades fue gris, mientras que las otras variedades presentaron endospermo de color amarillo.

La variedad que presentó el mayor peso fue la número 11 con 4.59 g por 100 g y la que presentó el menor fue la variedad 10 con 2.42 g. Las diferencias fueron estadísticamente significativas entre todas las variedades y de acuerdo a la prueba de Tukey, la variedad 11 fue la de mayor peso Diferencia Mínima Significativa (DMS=0.0849).

Con respecto al número de granos en 40 gramos, la variedad 1 presentó el menor número de granos, con 865 y la que presentó el mayor número fue la 10 con 1.647 granos. Estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre variedades teniendo el mayor contenido de granos la 10 según la prueba de Tukey (DMS=31.381). Asimismo, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades estudiadas, con respecto a densidad (g/ml). Según la prueba de Tukey la más densa fue la 2 con 1.43 g/ml y la menos densa la 5 con 1.25 g/ml. Estadísticamente también se encontró que existen diferencias altamente significativas

entre variedades, con respecto a la textura del endospermo. La prueba de Tukey demostró resultados similares para las variedades 3 y 2 con 20%, de textura dura o vítreo (DMS=0).

Optimización de la carga para reventado

Los datos para la optimización de la carga para reventado se presentan en la Tabla 2.

En el análisis de varianza del porcentaje de reventado, la prueba 2 (62.64 g) resultó en el segundo mejor grado de reventado y lo mismo sucedió con la misma prueba para el cambio de volumen, aunque estadísticamente fue igual al del peso mayor (83.56 g).

Por otro lado, la correlación entre peso y porcentaje de reventado indicó que a menor peso, mayor fue el porcentaje de los granos reventados. Así se seleccionó la carga de 63.64 g aproximadamente como la más práctica para reventado, ya que la carga mayor (83.56 g) no proporcionaba el mejor porcentaje de grano reventado y en la 3 (41.78 g) y la 4 (20.27 g) aunque se incrementaba el porcentaje de granos reventados, la cantidad de grano reventado al final de cada repetición era muy poca.

Efecto de la humedad sobre el reventado

Los datos sobre el efecto de la humedad en el grano se presentan en la Tabla 3. Los datos consignados en dicha Tabla indican que a medida que iba aumentando el

TABLA 1
CARACTERISTICAS FISICAS

Variedad	Color del grano	Grosor del pericarpio	Testa	Color del endospermo	Peso de 100 granos g	Nº de granos en 40 gramos	Densidad g/ml	Textura del endospermo
1	Blanco	Mediano	no	Amarillo	2.61 ± 0.02 ^{H**}	1529.5 ± 14.85C	1.33 ± 0.00 ^B	60.0 ± 0.00A
2	Amarillo	Mediano	no	Amarillo	2.88 ± 0.04 ^{EF}	1397.0 ± 9.89E	1.43 ± 0.00 ^A	70.0 ± 0.00A
3	Amarillo	Delgado	no	Amarillo	2.81 ± 0.01 ^{FG}	1431.5 ± 4.95D	1.43 ± 0.00 ^B	70.0 ± 0.00A
4	Amarillo	Delgado	no	Amarillo	3.04 ± 0.01 ^D	1318.0 ± 7.07F	1.33 ± 0.00 ^B	50.0 ± 0.00C
5	Blanco/Rojo	Mediano	sí	Gris	3.94 ± 0.01 ^E	1010.5 ± 4.95H	1.25 ± 0.00 ^C	30.0 ± 0.00E
6	Blanco	Delgado	no	Amarillo	2.95 ± 0.01 ^E	1342.5 ± 9.19F	1.33 ± 0.00 ^B	40.0 ± 0.00D
7	Blanco/Rojo	Mediano	sí	Gris	2.54 ± 0.01 ^H	1577.5 ± 6.36B	1.33 ± 0.00 ^B	20.0 ± 0.00F
8	Amarillo	Mediano	sí	Gris	3.35 ± 0.03 ^C	1207.5 ± 7.78G	1.33 ± 0.00 ^B	40.0 ± 0.00D
9	Amarillo	Delgado	no	Amarillo	2.74 ± 0.02 ^G	1459.9 ± 7.78D	1.33 ± 0.00 ^B	50.0 ± 0.00C
10	Blanco	Delgado	no	Amarillo	2.42 ± 0.01 ^I	1647.0 ± 2.83A	1.33 ± 0.00 ^B	60.0 ± 0.00B
11	Amarillo	Mediano	no	Amarillo	4.59 ± 0.03 ^A	869.0 ± 4.24I	1.33 ± 0.00 ^B	50.0 ± 0.00C

* Media ± Desviación estándar.

** Letra mayúscula - Prueba de Tukey.

TABLA 2
OPTIMIZACION DE LA CARGA PARA REVENTAR

Prueba de carga	Peso g	Vol. inicial ml	Vol. final ml	Cambio vol. ml	Tiempo inic. reventado	Tiempo exposición	No. granos no reventados	% granos reventados
1	83.556 ± 0.005*	98.000 ± 0.00	855.0 ± 83.96	760.00 ± 82.26	56.25 ± 2.50	84.63 ± 8.9	968.25 ± 385.0	71.88 ± 11.20
2	62.640 ± 0.009	72.125 ± 71.82	792.5 ± 71.82	720.38 ± 72.78	42.50 ± 2.89	88.11 ± 9.3	339.75 ± 118.2	86.84 ± 4.58
3	41.781 ± 0.006	49.750 ± 0.50	522.5 ± 27.54	472.75 ± 27.87	43.00 ± 4.00	76.81 ± 5.8	331.50 ± 81.8	80.76 ± 4.75
4	20.272 ± 0.007	23.750 ± 0.50	322.5 ± 22.17	298.75 ± 22.59	24.75 ± 0.50	34.25 ± 5.1	46.00 ± 15.1	94.49 ± 1.81

* Media y desviación estándar de cuatro repeticiones/carga

TABLA 3
EFECTO DE HUMEDAD SOBRE REVENTADO

Tiempo de remojo min	Volumen inicial ml	Cambio de volumen ml	Tiempo de inicio de reventado	Tiempo de exposición, seg	No. de granos reventados	% de granos reventados
15	60.00 ± 11.31*	36.0 ± 5.66	42.50 ± 3.50	41.25 ± 0.35	0	0
30	64.67 ± 9.24	73.67 ± 14.80	43.33 ± 2.89	44.70 ± 6.46	0	0
45	74.00 ± 0.00	399.33 ± 56.90	55.33 ± 0.58	64.33 ± 8.08	849.0 ± 338.8	67.14 ± 13.11

* Media de tres repeticiones ± desviación estándar.

RELACION ENTRE ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS DE VARIEDADES DE SORGO

TABLA 4
PRUEBAS DE REVENTADO

Variedad	Volumen inicial, ml	Volumen final, ml	Cambio de volumen, ml	Tiempo de inicio de seg	Tiempo de exposición, seg	Granos no reventados	% granos
1	74.28 ± 0.756C*	344.29 ± 9.76F	270.00 ± 9.93F	51.00 ± 4.28	58.43 ± 6.82BC	558.573 ± 48.72C	76.54 ± 2.05C
2	72.28 ± 0.756D	460.00 ± 17.32D	387.71 ± 17.34	49.86 ± 1.68CDE	64.071 ± 5.35B	814.71 ± 83.17B	62.95 ± 3.78E
3	74.00 ± 0.00C	525.71 ± 32.07C	451.71 ± 32.07C	50.00 ± 4.08ACD	56.46 ± 13.10BC	527.86 ± 70.58C	76.46 ± 3.21C
4	72.00 ± 0.00D	415.71 ± 12.72E	343.71 ± 12.72E	46.86 ± 1.95DE	48.071 ± 8.77C	520.00 ± 48.52C	74.71 ± 2.36C
5	78.00 ± 0.00A	117.43 ± 2.51H	39.43 ± 2.51H	46.14 ± 1.86E	63.29 ± 7.27B	1471.43 ± 30.99A	7.42 ± 1.96F
6	74.00 ± 0.00A	304.29 ± 5.35	230.20 ± 5.35G	55.00 ± 4.08A	53.06 ± 11.42BC	860.00 ± 52.03B	59.31 ± 2.46E
7	76.00 ± 0.00B	390.00 ± 6.45E	314.00 ± 6.45E	50.29 ± 2.14ABCD	52.44 ± 5.09BC	767.14 ± 61.36B	68.89 ± 2.49D
8	74.00 ± 0.00C	460.71 ± 8.38D	386.71 ± 8.38D	53.14 ± 1.86AB	44.66 ± 2.75C	477.86 ± 67.39C	74.63 ± 3.57C
9	74.00 ± 0.00C	652.86 ± 7.56B	578.86 ± 7.56B	44.86 ± 0.38E	57.13 ± 3.26BC	279.57 ± 28.25D	89.29 ± 4.71A
10	72.25 ± 1.2D	792.50 ± 71.82A	720.50 ± 72.76A	42.50 ± 2.89E	87.62 ± 8.34A	339.75 ± 118.24D	86.84 ± 4.58AB
11	77.14 ± 1.07A	508.57 ± 17.73C	431.43 ± 17.65C	44.86 ± 1.57E	47.03 ± 7.26C	232.43 ± 12.42D	82.92 ± 0.91B

* Media ± desviación estándar y letras mayúsculas Prueba de Tukey.

TABLA 5
MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DE LA PRUEBA DE REVENTADO

	Volumen final	Cambio en volumen	Tiempo de inicio	Tiempo de exposición	Granos no reventados	% de granos reventados
Volumen inicial	0.482 ± 0.0001**	-0.491 ± 0.0001**	-0.138 ± 0.242	-0.160 ± 0.174	0.381 ± 0.0008**	-0.499 ± 0.0001**
Volumen final	0.999 ± 0.0001**	-0.337 ± 0.003*	0.190 ± 0.106*	-0.826 ± 0.0001**	0.823 ± 0.0001**
Cambio de volumen	0.333 ± 0.004*	0.191 ± 0.100	-0.826 ± 0.0001**	0.824 ± 0.0001**
Tiempo de inicio	-0.256 ± 0.028*	0.189 ± 0.108	-0.067 ± 0.570
Tiempo de exposición	0.155 ± 0.187	-0.119 ± 0.311
Granos no reventados	0.155 ± 0.187	-0.962 ± 0.001*

* Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia

TABLA 6
 MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DE LA PRUEBA DE REVENTADO
 Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL GRANO DE MAICILLO CRUDO

	Textura endospermo	Peso de 100 g	Granos en 40 g	Densidad del grano, g/ml
Volumen inicial	-0.600 ± 0.052 ¹	0.668 ± 0.025*	-0.620 ± 0.042*	-0.628 ± 0.039*
Volumen final	0.496 ± 0.121	-0.354 ± 0.285	0.434 ± 0.182	0.384 ± 0.204
Cambio de volumen	0.500 ± 0.118	-0.360 ± 0.277	0.438 ± 0.171	0.388 ± 0.238
Tiempo inicio de reventado	-0.156 ± 0.647	-0.185 ± 0.587	0.085 ± 0.804	0.207 ± 0.541
Tiempo de exposición	0.338 ± 0.309	-0.412 ± 0.208	0.478 ± 0.137	0.441 ± 0.905
Granos no reventados	-0.430 ± 0.188	0.140 ± 0.681	-0.211 ± 0.534	-0.343 ± 0.301
Granos reventados (%)	0.041 ± 0.175	-0.358 ± 0.279	0.921 ± 0.197	0.476 ± 0.138

¹ Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia.

* Significancia estadística.

RELACION ENTRE ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS DE VARIEDADES DE SORGO

tiempo de remojo, el valor de cambio de volumen fue aumentando hasta un máximo de 399.33 ml, con un tiempo de remojo del grano de 45 minutos. Lo mismo sucedió con el tiempo del inicio de reventado y el tiempo de exposición al calor seco, hasta que terminó de reventar el grano. En la muestra que estuvo durante 45 minutos en remojo, tanto el inicio de reventado como el tiempo de exposición, fueron mayores que para las muestras con tiempos de remojo de 15 y 30 minutos. Estos dos factores tienen importancia económica ya que se necesitará un mayor tiempo para el proceso, incrementándose los costos del mismo. Por el contrario, el cambio de volumen es altamente significativo, lo que incrementa la eficiencia del proceso, ya que como claramente se observa, el porcentaje de granos reventados se incrementó de 9% hasta valores de 67.14% y a incrementos de volumen que van desde 36 hasta 399.33 ml.

El efecto de la influencia de la humedad sobre el grado de reventado del maicillo ya había sido evaluado por Huelsen y Bemis (6) para maíz, en donde se obtuvieron resultados similares a los del presente estudio. Parece ser también que el tiempo de remojo del grano necesita ser más prolongado con el objeto de que la humedad penetre más adentro del grano, ya que con un remojo de poco tiempo (15 min.), la humedad no penetra al grano y esto hace que el grano no reviente o reviente muy pobremente, no pudiéndose generar la suficiente presión de vapor dentro del grano. Hosney y col. (7) indicaron que el pericarpio del maíz actúa como un recipiente de presión, permitiendo que el agua interna se sobrecaliente, siendo esto la fuerza que expande el grano para romper el pericarpio. Esta prueba indicó que la humedad en el grano es uno de los factores que pueden ser controlados, lo que favorece su reventado.

Pruebas de reventado entre variedades de maicillo

Los resultados de la prueba de reventado repetida 7 veces por variedad se presentan en la Tabla 4, en la cual también se presenta el resultado de la prueba de Tukey.

Volumen inicial (ml): Existen diferencias altamente significativas ($p > 0.001$) de volumen antes de reventar, entre las diferentes variedades, utilizando el mismo peso de carga óptimo para todas las pruebas. Según la prueba de Tukey el mayor volumen inicial lo tienen las variedades 5 y 11 con valores de 78 y 77.14 ml y el menor lo tienen las variedades 2, 4 y 10 con valores que oscilan entre 72.29 y 72 ml.

Volumen final (ml): Existen diferencias altamente significativas ($P > 0.001$) de volumen final entre variedades, después del proceso de reventado. La prueba de Tukey mostró a la variedad 10 como la de mayor volumen final (792.5 ml) y la variedad 5 presentó el valor menor (117.43 ml).

Cambio de volumen (ml): Existen diferencias altamente significativas ($P > 0.002$) entre variedades, en cuanto al cambio de volumen ocurrido antes y después del reventado. Según la prueba de Tukey el mayor valor es el de la variedad 10, con un cambio de 720.5 ml y el menor la variedad 5 con 39.43 ml.

Tiempo de inicio del reventado (segundos): Existen diferencias altamente significativas ($P > 0.001$) entre variedades en cuanto al tiempo de inicio de reventado. Según la prueba de Tukey las selecciones 4, 5, 6, 10 y 11 comenzaron a reventar primero con tiempos que estuvieron entre 46.85 y 42.50 segundos y las variedades 1, 6, 7 y 8 fueron las que se tomaron mayor tiempo para empezar a reventar, con los valores entre 55.0 y 50.29 segundos.

Tiempo de exposición (segundos): Existen diferencias altamente significativas ($P > 0.001$) entre variedades en cuanto al tiempo necesario de exposición desde que se inicia el reventado hasta el final del proceso. Según la prueba de Tukey, la variedad que necesitó mayor tiempo de exposición al proceso para terminar de reventar fue la 10, con 87.63 segundos y las que necesitaron un menor tiempo fueron las variedades 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 11 con tiempos que variaron desde 58.43 a 44.65 segundos.

Número de granos no reventados: Estadísticamente existen diferencias altamente significativas ($P > 0.001$) entre variedades en cuanto al número de granos no reventados. Según la prueba de Tukey las variedades con el mejor porcentaje de reventado fueron la 9 y la 10 con 89.29 y 86.84% y la que dió el menor reventado fue la 5, con 7.42%.

Correlación entre las variables de prueba de reventado y características físicas del grano

Las correlaciones entre las variables de la prueba de reventado se indican en la Tabla 5. Existe una correlación negativa entre el volumen inicial del grano y el volumen final reventado, o sea que a mayor cantidad de grano al inicio del proceso, habrá menor cantidad de grano reven-

tado, y lo mismo sucede al comparar el volumen inicial con el cambio en volumen. También a mayor volumen inicial habrá mayor cantidad de granos no reventados y por consiguiente bajará el porcentaje de granos reventados.

El aumento del tiempo de inicio de reventado del grano en la máquina disminuye en forma significativamente el cambio en volumen, y por lo tanto, el volumen final de la carga después del proceso.

El tiempo de exposición de la carga hasta que termina de reventar está en función del tiempo del inicio de reventado, esto quiere decir que a un tiempo mayor del inicio de reventado, se reducirá el tiempo de exposición.

Con el incremento en el número de granos no reventados, disminuirá el cambio en volumen y por lo tanto el volumen final. Un volumen final mayor dará un mayor porcentaje de granos reventados.

El volumen inicial del grano en crudo aumentará con el incremento de peso de 100 gramos y disminuirá con el incremento del número de granos en 40 gramos y con el aumento de la densidad en gramos por ml (Tabla 6).

La muestra 10 presentó el menor peso de 100 granos (2.42 g) y esto parece ser que estuvo íntimamente relacionado con el tiempo máximo de exposición para reventar que necesitó cualquier muestra, que en el caso de la misma muestra 10, fue de 87.63 segundos. Esto se debe a que el grano pesa poco y el flujo de aire caliente que emite la máquina hace que los granos sean impulsados hacia arriba más de lo necesario, y se pierda la energía calórica antes de que este calor caliente el grano y haga que se genere la suficiente presión de vapor dentro de él antes que se reviente adecuadamente.

Una observación muy importante en este estudio fue el hecho que la muestra 5 de color blanco y rojo, con un grosor del pericarpio mediano, con testa y únicamente 30% de la textura del endospermo vítreo, se vio que obtuvo el menor porcentaje de granos reventados (7.42%) (Tablas 1 y 4) y también otra muestra con testa, pericarpio de mediano grosor y un bajo porcentaje vítreo en su endospermo (20%) tuvo uno de los valores más bajos de porcentaje de granos reventados. De esta manera se puede observar que una de las características negativas cuando se revienta el sorgo es un bajo porcentaje vítreo en el grano, así como la presencia de testa y un pericarpio de

mediano grosor. Aunque se necesita una evaluación más detallada, se deduce que el porcentaje de granos reventado está influido por la textura del endospermo y la densidad del grano.

Estos datos sugieren que además de las características físicas, existen otras propiedades del grano, como su composición química, que juegan un papel importante en el grado de reventado del grano. Probablemente, la interacción entre las características físicas y químicas en la presencia de cierta cantidad de agua en el grano son las responsables de la eficiencia de expansión del mismo.

REFERENCIAS

1. Bressani, R. El sorgo en alimentación humana. En: Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigaciones de Sorgo. Guatemala, Comisión Latinoamericana de Investigaciones de Sorgo, 1985, p 1-37.
2. Serna-Saldivar, S. O., D. A. Knobe, L. W. Rooney, T. D. Tanksley, Jr. & A. M. Sproule. Nutritional value of sorghum and maize tortillas. *J. Cereal Sci.*, 7:83-94, 1988.
3. Gómez, M. H. H., C. M. McDonough, L. W. Rooney & R. D. Waniska. Changes in corn and sorghum during nixtamalization and tortilla baking. *J. Food Sci.*, 54:330-336, 1989.
4. Bressani, R. & B. J. Rios. The chemical and essential amino acid composition of twenty-five selections of grain sorghum. *Cereal Chem.*, 39:50-58, 1962.
5. McLaughlin Shull, J., M. Oumarou, A. W. Kirleis & J. W. Clark. Sorghum Quality Laboratory Manual for Use in West Africa. West Lafayette, Indiana, Purdue Research Foundation, 1987.
6. Huelsen, W. A. & W. P. Bemis. Temperature of popper in relation to volumetric expansion of popcorn. *Food Technol.*, 8:394-397, 1954.
7. Hosney, R. C., K. Zeleznak & A. Abdelrahman. Mechanism of popcorn popping. *J. Cereal Sci.*, 1:43-52, 1983.

Cambios nutricionales inducidos por la germinación de leguminosas de consumo habitual en Chile

Lavinia Camacho, Cecilia Sierra, Rolando Campos R., Ernesto Guzmán C. y Dita Marcus W.

Unidad de Agroindustrias, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA),
Universidad de Chile. Casilla 138-11, Santiago, Chile.

RESUMEN. Se estudiaron los cambios inducidos por la germinación en los contenidos de fitatos, oligosacáridos, proteína cruda aminoácido y riboflavina de frejol negro y blanco, lenteja, garbanzo y arveja. Para ello, las semillas se germinaron en oscuridad a 25° C y 85 %RH durante 72 horas, habiéndose remojado previamente por 12 horas en una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm., evaluándose la capacidad germinativa mediante mediciones del largo del hipocotilo y epicotilo y porcentaje de semillas germinadas. Luego se molieron y secaron por liofilización para los análisis químicos. El proceso de germinación provocó un aumento significativo en el contenido de proteína cruda y una reducción también significativa de los niveles de fitatos. Estos cambios se atribuyeron a un aumento de la actividad de proteasas y de la enzima fitasa. En efecto, esta última estaría produciendo la solubilización de los fitatos, liberando proteína soluble y minerales. Se produjo también una reducción significativa de los oligosacáridos de la flatulencia, la que también se explicó por un aumento en la concentración de la enzima-galactosidasa. Se encontró que las semillas germinadas presentaron un contenido superior de la mayoría de los aminoácidos, aunque este cambio fue variable. Las semillas germinadas presentaron mayores contenidos de riboflavina que las mismas sin germinar. Finalmente, la germinación redujo los contenidos de cenizas y materia grasa. Los hallazgos reportados se determinaron en todas las legumbres estudiadas, aunque ambos cultivares de frejol mostraron una mayor respuesta a los cambios bioquímicos investigados.

INTRODUCCION

Las estadísticas de FAO (1) muestran a Chile como uno de los países de América Latina con mayor disponibilidad de leguminosas por habitante, estimándose un consumo anual entre 8 a 13 kg per cápita. Este último es más importante en la población rural de menores ingre-

SUMMARY. Nutritional changes caused by germination of staple Chilean legumes. The changes promoted by germination on phytates, oligosaccharides, crude protein, aminoacids and riboflavin contents of black and white cultivars of beans, lentils, chickpeas and peas, were studied. Seeds germination was carried out in darkness at 25° C and 85 % RH during 72 hours, previously soaked overnight in a solution of sodium hypochlorite at a concentration of 50 ppm. Germination capacity was assessed by determining hypocotyl and epicotyl lengths and percent of sprouted seed. The seeds were milled and freeze-dried for the chemical analysis. Germination promoted a significant increase in crude protein content and reduction also significant in phytates levels. These changes were attributed to an increase of proteases and phytase activities. In fact, this enzyme would make a solubilization of phytates and would release soluble protein and minerals. A significant reduction of flatulence oligosaccharides took place, which was also explained by an increase of alfa-galactosidase concentration. Sprouted seeds showed a higher content of almost all aminoacid than crude legumes, although this change was variable. Significant increase of riboflavin was also found. Finally, germination decreased ashes and fat contents. These findings were determined in all legumes, although both cultivars of beans showed a higher response to the biochemical changes.

... sos, la cual dependiendo de la especie participa con el 32% al 68% de la producción nacional (2), dedicando en promedio el 35% de la cosecha para el autoconsumo familiar.

A pesar de la significativa contribución de las leguminosas a la ingesta calórica-proteica de los sectores de bajos recursos, estas presentan una variedad de factores antinutricionales que causan respuestas fisiológicas y nutricionales adversas en el hombre y animales (3). Algunos antinutrientes no son alterados por los procedimientos culinarios e industriales tradicionales; este es el caso de los fitatos y oligosacáridos que permanecen en el grano luego de la preparación (4, 5).

Lavinia Camacho N.: Ingeniero Agrónomo M.S., Jefe Unidad Agroindustrias.

Cecilia Sierra A.: Ingeniero Agrónomo, Unidad de Agroindustrias.

Rolando Campos R.: Químico Farmacéutico, Unidad de Bioquímica Farmacológica.

Ernesto Guzman C.: Químico Farmacéutico, Unidad de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Dita Marcus W.: Bioquímica, Unidad de Agroindustrias, INTA, Universidad de Chile.

El ácido fítico (mioinositol hexafosfato) representa el 54% al 80% del fósforo total en las leguminosas (6). Al pH natural de estos alimentos, el ácido fítico forma complejos insolubles con iones di- y trivalentes y con las proteínas, reduciendo significativamente la biodisponibilidad de ellas y de los minerales esenciales para la nutrición (7,8). La enzima fitasa capaz de hidrolizar estos compuestos se encuentra en muy bajas concentraciones en el grano maduro; asimismo el organismo humano carece de esta enzima (9).

Junto al almidón, los oligosacáridos de la familia de la rafinosa constituyen la principal fuente de carbohidratos en las leguminosas. Estos últimos son galactósidos alfa 1-6 responsables de los trastornos gastrointestinales producidos luego del consumo de estos alimentos. En este caso, la enzima alfa-galactosidasa responsable de la hidrólisis de estos azúcares también es limitante (10,11).

Diversos autores han postulado que durante la germinación de las semillas aumenta la concentración de la mayoría de las enzimas que actúan sobre compuestos almacenados y los transforman en energía y en nutrientes esenciales para el desarrollo de la nueva plántula (5). Hsu et al (12) y Eskin y Wiebe (4) reportaron un incremento significativo de la enzima fitasa con la consiguiente liberación de fósforo inorgánico e inositol. Por su parte, Aman (13) y Labaneiah y Luh (14) encontraron cambios importantes en el contenido de estaquiosa y rafinosa durante la germinación de frejoles y chícharo, lo que se atribuyó a un aumento en la concentración de la enzima alfa-galactosidasa.

Chen y Thacker (15) y El-Hag et al (16) también reportaron aumentos en las reservas de nitrógeno proteico y específicamente de algunos aminoácidos por efecto de la germinación de leguminosas. Cambios en los contenidos de vitaminas como ácido ascórbico y riboflavina también son descritos en la literatura (17).

En este trabajo se estudiaron los cambios ocurridos en los contenidos de fitatos, oligosacáridos, aminoácidos y vitaminas por efecto de la germinación de la leguminosa de consumo tradicional en Chile.

MATERIALES Y METODOS

Materias Primas

Se utilizaron semillas de frejol negro (*Phaseolus vulgaris* var. Orfeo), frejol blanco (*Phaseolus vulgaris* var.

Tórtola), lenteja (*Lens esculenta* var. Centinela), garbanzo (*Cicer arietinum* var. California), arveja (*Pisum sativum* var. Botánica), cosecha 1990, todas procedentes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago.

Proceso de Germinación

Los ensayos de germinación a nivel de laboratorio se llevaron a cabo en placas Petri recubiertas con gasa estéril humedecida con una solución de 50 ppm de hipoclorito de sodio, en donde se depositaron los granos de leguminosas previamente remojados durante 12 hr en una solución similar. La germinación se realizó durante 72 hr en una cámara oscura a una temperatura de 25° C y humedad relativa promedio de 80 %. Para los análisis químicos, los granos se germinaron en bandejas de malla plástica de 40 x 30 cm recubiertas con tela porosa esterilizada y mantenidas a las mismas condiciones ambientales del laboratorio. Durante el proceso de germinación, los granos se asperjaron diariamente con la solución de hipoclorito de sodio.

Evaluación de la germinación

La capacidad de germinación de las leguminosas se determinó mediante porcentaje de granos germinados y medición del largo del epicotilo e hipocotilo, de acuerdo a la metodología descrita por Hsu et al (12). Además, se monitoreó diariamente el aspecto de los granos y el desarrollo de aromas extraños por inspección visual y olfativa; asimismo, se controló la absorción de agua por cambio de peso. Al término del proceso, las muestras se homogeneizaron y se diluyeron en buffer fosfato para recuento de bacterias aerobias mesófilas en agar Standard Plate Count (SPC) y de mohos y levaduras en agar papa:dextrosa, a las condiciones estándares del APHA (18).

Análisis químico

Los granos de leguminosas germinados y liofilizados se molieron hasta una granulometría de 0.75 mm y se sometieron a análisis químico de proteína (Nx6.25), materia grasa, cenizas, riboflavina y humedad, según los métodos estándares de la AOAC (19). Los perfiles de aminoácidos se determinaron en un analizador Beckmann, realizándose previamente una hidrólisis alcalina para determinar el contenido de triptófano. Los análisis de aminoácidos fueron realizados en el Laboratorio de la Industria Degussa, Hanau, Alemania.

La extracción de oligosacáridos se llevó a cabo por el método de Macrae y Zand-Moghaddam (20). La determi-

**CAMBIOS NUTRICIONALES INDUCIDOS POR LA GERMINACION DE LEGUMINOSAS
DE CONSUMO HABITUAL EN CHILE.**

nación se realizó por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), usando una columna de Spherisorb-NH2 (250x5 mm i.d) en una fase móvil constituida por una mezcla de acetonitrilo: agua (72:28 v/v). Para el análisis, las muestras se desgrasaron previamente en éter de petróleo en un rango de temperatura de 50° C y 60° C.

Para el análisis de fósforo fitato, total e inorgánico se usó el método de Mohamed y col (21), adaptandose la extracción según Burton y col (22).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, los resultados se ordenaron en un diseño de bloques completamente aleatorizados de estructura simple con tres repeticiones experimentales, usandose el test de F a una significancia del 95% para detectar las diferencias significativas entre los tratamientos (23).

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de germinación

En la Tabla 1 se observa que el fréjol fué la leguminosa que presentó las mejores características de germinación. En efecto, los largos de hipocotilo obtenidos para las dos variedades estudiadas difirieron significativamente de los de las otras especies, aunque la variedad Orfeo

de fréjol negro fué la que presentó el mayor valor para este parámetro de germinación. No se detectaron diferencias significativas entre las leguminosas estudiadas para el largo de epicotilo. La arveja fué la especie con mayor capacidad de germinación bajo las condiciones de este estudio, siendo estadísticamente comparable solamente con la lenteja, la que a su vez no difirió significativamente con las otras especies para este indicador de la germinación. Al compararse los valores obtenidos para los diferentes parámetros de germinación en su conjunto, se encontró que estos fueron menores a los encontrados por otros autores para arveja y soya. Estas diferencias podrían atribuirse a la variabilidad entregada por el cultivar y por las condiciones ambientales. La cinética del crecimiento axial en la germinación de leguminosas es directamente dependiente de la temperatura y humedad, aunque la probabilidad de contaminación microbiana también aumenta a mayores temperaturas (5, 12). Por otra parte, aunque la cloración del agua es necesaria para controlar el desarrollo microbiano, también influye en reducir el crecimiento axial (12). Sin embargo, esta es absolutamente necesaria ya que una de las mayores limitantes para alcanzar una aplicación efectiva del proceso de germinación es la contaminación microbiana. En este estudio, la dosis de hipoclorito de sodio empleada fué adecuada para lograr ese objetivo microbiológico, ya que no se detectó crecimiento de mohos y levaduras ni desarrollo de aromas extraños durante la germinación.

**TABLA 1
CARACTERISTICAS DE GERMINACION DE LEGUMINOSAS DE CONSUMO
HABITUAL EN CHILE ***

Leguminosa	Hipocotilo (cm)	Epicotilo (cm)	Germinación (%)
Frejol blanco	3.2a	1.0ab	80a
Frejol negro	3.5a	1.0ab	80a
Lenteja	2.8ab	0.5b	85ab
Garbanzo	2.5b	1.5a	80a
Arveja	2.5b	1.0ab	90b

*: Las letras minúsculas indican diferencias significativas verticales (p < 0.05)

Composición proximal de legumbres germinadas

La Tabla 2 ilustra los cambios ocurridos en la composición proximal de las leguminosas estudiadas por efecto de la germinación. A excepción de lenteja y garbanzo, el contenido de nitrógeno total expresado como proteína cruda experimentó un aumento significativo en todas las leguminosas luego de 3 días de germinación. Este efecto fué notorio en la arveja y en las dos variedades del fréjol,

en las cuales se determinó un aumento en el contenido original de nitrógeno total que fluctuó entre 4% y 6%. Los cambios en la proteína cruda observados en este estudio han sido también reportados por otros autores, atribuyéndose a un desdoblamiento de la estructura proteica en compuestos más simples, así como a un aumento en las síntesis de compuestos nitrogenados (15, 24).

En la Tabla 2 se aprecia igualmente una disminución en los contenidos de cenizas y materia grasa, lo que también ha sido reportado por Vanderstroep (17). Como se discutirá más adelante, durante la germinación ocurre una solubilización de los fitatos, la que probablemente podría estar acompañada de una mayor absorción de los minera-

les esenciales que estaban secuestrados por esos compuestos fosforados. Además, pudo haber ocurrido una lixiviación de minerales durante el proceso, especialmente de potasio. La reducción en el contenido de materia grasa también se atribuiría a una mayor utilización de los ácidos grasos por la nueva plántula.

TABLA 2
CONTENIDO DE PROTEINAS, CENIZAS Y MATERIA GRASA DE LEGUMINOSAS
ANTES Y DESPUES DEL PROCESO DE GERMINACION (g/100g mat.seca)*.

Leguminosa	Proteína	Cenizas	Materia Grasa
Sin germinar			
Frejol blanco	23.7a	3.50a	3.49a
Frejol negro	28.6a	4.18a	3.25a
Lenteja	24.9a	2.53a	1.51a
Garbanzo	19.2a	3.32a	7.09a
Arveja	23.7a	3.35a	2.02a
Germinadas			
Frejol blanco	29.3b	3.19b	2.47b
Frejol negro	31.3b	4.01a	1.08b
Lenteja	24.9a	2.44a	0.56b
Garbanzo	19.8a	2.98b	6.48a
Arveja	28.4b	2.86b	1.29b

* : Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamiento de germinación ($p < 0.005$)

Cambios en los fitatos y oligosacáridos

En la Tabla 3 se presentan los valores de fósforo fitato, fósforo inorgánico y fósforo total obtenidos para las cinco especies de leguminosas estudiadas. Se observa en todas ellas una clara disminución del contenido de fitatos correlacionada a un aumento de fósforo inorgánico. Diversos autores coinciden en señalar que durante las etapas iniciales de la germinación de las semillas se produce una utilización de las diferentes sustancias almacenadas, de forma de proporcionar sustratos y energía a los diversos procesos de crecimiento (12, 14, 25). Eskin y Wiebe (4) demostraron que esta utilización es posible gracias al aumento que se produce en la concentración de la mayoría de las enzimas, entre las cuales estaría la fitasa. La caída en el contenido de los fitatos ha sido reportado por varios autores en diversas especies de leguminosas y gramíneas germinadas (8, 25, 26, 27). En la Tabla 3 también se observa que la lenteja fué la legumbre que presentó el menor contenido relativo de P-fitato, sin embargo, el nivel de fósforo total determinado para esta especie fué también significativamente inferior que para las otras leguminosas.

Como se reportó previamente, durante la germinación se producen cambios cualitativos y cuantitativos en la mayoría de los constituyentes químicos de la semilla, principalmente a través de una aceleración de la cinética de algunas reacciones hidrolíticas causadas por enzimas. Según se aprecia en la Tabla 4, en este trabajo también se detectaron diferencias significativas en los contenidos de oligosacáridos de las leguminosas germinadas al compararse con los granos sin germinar, observándose una clara disminución en rafinosa y estaquiosa, ambos azúcares responsables de la flatulencia en los granos de esta familia vegetal. Este cambio fué mayor en las dos variedades de fréjol estudiadas y significativamente menor en la lenteja. Esto estaría indicando una dependencia directa entre el contenido de sustrato originalmente presente en el grano y su utilización por la enzima alfa-galactosidasa, la que de acuerdo a Labanieah y Luh (8) también se encontraría entre los compuestos bioquímicos que experimentan un aumento importante en su concentración durante la germinación. Cambios similares en el contenido de los oligosacáridos de la flatulencia en leguminosas germinadas han sido reportados por Rao y Belavady (28) y Price

CAMBIOS NUTRICIONALES INDUCIDOS POR LA GERMINACION DE LEGUMINOSAS
DE CONSUMO HABITUAL EN CHILE.

TABLA 3
CONTENIDO DE FOSFORO DE LEGUMINOSAS ANTES Y DESPUES DEL
PROCESO DE GERMINACION (mg/g mat. seca)*

Leguminosa	P Inorgánico	P-Fitado	Pi Total
Sin germinar			
Frejol blanco	0.25a	3.3a	6.6a
Frejol negro	0.33a	4.3a	6.1a
Lenteja	0.24a	3.1a	4.1a
Garbanzo	0.28a	3.9a	5.1a
Arveja	0.25a	3.9a	5.4a
Germinadas			
Frejol blanco	0.74b	2.7b	6.2a
Frejol negro	0.94b	2.1b	6.0a
Lenteja	1.03b	1.5b	4.3a
Garbanzo	0.94b	2.2b	5.2a
Arveja	0.91b	3.4a	5.3a

* : Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos de germinación ($p < 0.005$)

y col (29). Finalmente, se observó un leve aumento en la concentración de sacarosa de todas las leguminosas estudiadas.

Cambios en aminoácidos y riboflavina

Diversos autores concuerdan en señalar que el material proteico en la semilla se encuentra almacenado como proteína de reserva (15, 24). Durante la germinación ocurre una transformación de esta última en compuestos ni-

trogenados simples que luego son utilizados por la nueva plántula en nuevas síntesis de proteínas (30). Estos hallazgos justifican los aumentos en proteína cruda discutidos anteriormente, así como del Nitrógeno no proteico y del contenido total de aminoácidos ilustrados en la Tabla 5. Aunque no siempre significativo, todas las leguminosas estudiadas experimentaron un aumento en el contenido de la mayoría de los aminoácidos. Sin embargo, el modelo aminoacídico resultante después del

TABLA 4
CONTENIDO DE OLIGOSACARIDOS DE LEGUMINOSAS ANTES Y DESPUES DEL
PROCESO DE GERMINACION (g/100g mat. seca)*

Leguminosa	Sacarosa	Estaquiosa	Rafinosa
Sin germinar			
Frejol blanco	4.30a	5.30a	0.73a
Frejol negro	4.52a	5.43a	0.60a
Lenteja	3.38a	1.82a	0.38a
Garbanzo	2.96a	2.94a	0.43a
Arveja	2.58a	2.12a	0.74a
Germinadas			
Frejol blanco	4.65a	0.45b	0.27b
Frejol negro	4.90b	0.56b	0.18b
Lenteja	3.66a	0.20b	0.12b
Garbanzo	3.06a	0.28b	0.20b
Arveja	2.88a	0.22b	0.29b

*: Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos de germinación ($p < 0.05$)

TABLA 5
 PERFIL DE AMINOACIDOS EN LEGUMINOSAS ANTES Y DESPUES
 DEL PROCESO DE GERMINACION

Componente	Frejol Blanco		Frejol Negro		Lenteja		Garbanzo		Arveja	
	Sin Germ.	Germ.	Sin Germ.	Germ.	Sin Germ.	Germ.	Sin Germ.	Germ.	Sin Germ.	Germ.
N Total (g/100g)	3.39a	4.27b	4.08a	4.72b	3.56a	3.56a	2.77a	2.98b	3.39a	4.32b
Aminoácidos										
(g/100g materia seca)										
Metionina	22.87a	23.77a	24.72a	26.47b	18.76a	20.42b	16.75a	17.76a	22.04a	23.97a
Cistina	0.34a	0.36a	0.38a	0.41a	0.21a	0.22a	0.32a	0.33a	0.26a	0.26a
Lisina	0.35a	0.45b	0.32a	0.47b	0.23a	0.22a	0.32a	0.33a	0.36a	0.35a
Treonina	1.67a	1.83b	1.95a	2.02a	1.59a	1.36b	1.34a	1.31a	1.84a	1.87a
Triptófano	1.12a	1.19a	1.25a	1.26a	0.86a	0.90a	0.76a	0.81a	0.95a	0.97a
Arginina	0.29a	0.31a	0.32a	0.36a	0.19a	0.19a	0.26a	0.25a	0.23a	0.25a
Valina	2.07b	1.55a	2.05a	2.01a	2.00a	1.60b	1.64a	1.56a	2.37a	2.22b
Prolina	1.35a	1.52b	1.46a	1.67b	1.04a	1.14a	0.86a	0.96a	1.17a	1.25a
Leucina	0.82a	0.90a	0.89a	1.02b	0.76a	0.97b	0.67a	0.74a	0.87a	1.03b
Isoleucina	2.07a	2.24b	2.29a	2.56b	1.66a	1.68a	1.45a	1.56a	1.83a	2.05b
Ac. aspártico	1.17a	1.31b	1.28a	1.46b	0.91a	0.96a	0.83a	0.90a	1.04a	1.11a
Ac. glutámico	3.29a	3.58b	3.56a	3.91b	2.73a	4.04a	2.27a	2.46b	3.11a	3.25b
Alanina	4.01a	3.99a	4.32a	4.43a	3.14a	3.78b	3.03a	3.33b	4.11a	4.87b
Glicina	1.06a	1.19b	1.16a	1.26b	1.16a	1.01b	0.82a	0.90a	1.10a	1.27b
Serina	1.07a	1.07a	1.18a	1.22a	-	0.91	0.83a	0.86a	1.12a	1.14a
NH ₃	1.56a	1.76b	1.74a	1.72a	1.18a	1.28a	1.01a	1.02a	1.20a	1.31b
	0.48a	0.68b	0.55a	0.69b	0.46a	0.80b	0.32a	0.45b	0.47a	0.76b

* Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos de germinación (p < 0.05)

proceso de germinación fué diferente para cada una de las leguminosas, observándose los mayores cambios en frejol y arveja. Esto estaría indicando que la utilización de compuestos nitrogenados es diferente en cada una de las diferentes especies de leguminosas. En efecto, estudiando los cambios producidos por la germinación en habas, Youssef et al (31) encontraron que este proceso provoca modificaciones en el modelo electroforético de las proteínas de esta leguminosa. Pareciera ser que las diferencias en el material nitrogenado fueron producto no solamente del aumento en la concentración de proteasas que se produjo por efecto de la germinación de las semillas, sino también de la hidrólisis de los fitatos reportada anteriormente, ya que según Cheryan (7) estos compuestos fosforados también son capaces de secuestrar material proteico de carga positiva.

Además de los cambios señalados, la germinación provocó aumentos significativos en los contenidos de riboflavina de todas las leguminosas estudiadas (Tabla 6). Los mayores cambios se produjeron en frejol y arveja, llegando incluso a duplicarse los valores iniciales de esa vitamina. Los resultados obtenidos siguieron la misma tendencia reportada por Vanderstroep (17) y Segal y col (30) quienes sugieren que al aumento no solamente ocurre en riboflavina, sino también en ácido ascórbico y betacaroteno. Estos autores explican este fenómeno en el hecho que la germinación determina una movilización de las reservas de la semilla, ya que en esta etapa la nueva plántula requiere de una mayor cantidad de sustancias biológicamente activas para que participen en el intenso metabolismo que caracteriza a este proceso.

TABLA 6
CONTENIDO DE RIBOFLAVINA EN LEGUMINOSAS ANTES Y DESPUES
DEL PROCESO DE GERMINACION (mg/100g materia seca)*

Leguminosa	Sin Germinar	Germinadas
Frejol blanco	0.3890a	0.5689b
Frejol negro	0.3845a	0.7794b
Lenteja	0.3339a	0.4634b
Garbanzo	0.2007a	0.3194b
Arveja	0.2543a	0.5029b

*: Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

CONCLUSIONES

Las leguminosas se encuentran entre los componentes más importantes de la dieta básica de un amplio segmento de la población de menores recursos de América Latina. Entre las especies para consumo humano cabe señalar la contribución del frejol a la satisfacción de las necesidades calóricas y proteicas de la mayoría de la población de Brasil y de los países de Centroamérica. Aunque en los últimos cinco años, el consumo de leguminosas en Chile ha disminuído notoriamente en comparación a los valores históricos, estas continúan ocupando un lugar importante en la dieta de los sectores más pobres. El deterioro general en el consumo de alimentos experimentado en el último quinquenio en los quintiles de menores ingresos ha suscitado el interés de varias organizaciones agroalimentarias para mejorar el cultivo y promover el consumo de leguminosa en los sectores rurales de extrema pobreza de las tierras de secano de la Zona Centro-Sur del país. Dado

el lugar importante que estos granos pueden ocupar en la dieta de familias nutricionalmente vulnerables, se hace imprescindible diseñar tecnologías simples y de bajo costo que contribuyan a optimizar el valor nutritivo de las especies. En este trabajo se demostró que la germinación es una tecnología que cumple con esas características, pudiendo con ella conseguir reducciones significativas de componentes antinutricionales difíciles de eliminar por la simple cocción, así como aumentar los niveles de nutrientes limitantes que se consideran esenciales para la nutrición. Sin embargo, debido a los diversos cambios bioquímicos ocurridos durante este proceso no se descarta la ocurrencia de otras reacciones químicas, tanto benéficas como indeseables que es necesario investigar antes de proceder a la transferencia a los grupos metas. Asimismo, en futuros estudios se hace necesario comprobar el efecto del proceso de germinación en la disponibilidad de proteínas e hierro mediante estudios biológicos con animales de laboratorio.

CAMBIOS NUTRICIONALES INDUCIDOS POR LA GERMINACION DE LEGUMINOSAS
DE CONSUMO HABITUAL EN CHILE.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con financiamiento del Proyecto 1034/89 del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT). Los autores agradecen a los Dres Koch y Fontaine de la Industria Degussa de Hanau, Alemania, por su desinteresada contribución en la realización de los análisis de aminoácidos presentados en este estudio.

REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Anuario de producción. Roma FAO, 1985.
2. Echeñique, J. y Rolando, N. La pequeña agricultura. Una reserva de potencialidades y una deuda social. Santiago, Agraria, 1989.
3. Gupta, Y. Antinutritional and toxic factors in food and legumes: a review. *Plant Foods Human Nutr.* 37: 201 - 228, 1987.
4. Eskin, N. and Wiebe, S. Changes in phytase activity and phytate during germination of two fababean cultivars. *J. Food Sci.* 48: 270 - 271, 1980.
5. Nnanna, I. and Phillips, R. Changes in oligosaccharides content, enzyme activities and dry matter during controlled germination of cowpeas (*Vigna unguiculata*). *J. Food Sci.* 53: 1782 - 1786.
6. Uzogara, S., Morton, I. and Daniel, J. Changes in some antinutrients of cowpeas (*Vigna unguiculata*). *Plant Foods Human Nutr.* 40: 249 - 258, 1990.
7. Cheryan, M. Phytic acid interactions in food systems. *Critical Reviews Food Sci, Nutr.* 14: 297 - 312, 1980.
8. Thompson, D. and Erdman, J. Phytic acid determination in soybeans. *J Food Sci.* 47: 513 - 517, 1982.
9. Deshpande, S., Sathe, S., Salunkhe, D. and Cornforth, D. Effects of dehulling on phytic acid, polyphenols and enzyme inhibitors of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.* 42: 1094 - 1097, 1977.
10. Sosulski, F., Elkowicz, L. and Reichert, R. Oligosaccharides in eleven legumes and their air-classified protein and starch fractions. *J. Food Sci.* 47: 498 - 502, 1982.
11. Jood, S., Mehta, U., Singh, R. and Bhat, C. Effect of processing on flatulence-producing factors in legumes. *J. Agric. Food Chem.* 33: 268 - 272, 1985.
12. Hsu, D., Leung, H., Finney, P. and Morad, M. Effect of germination on nutritive value and baking properties of dry peas, lentils and faba beans. *J. Food Sci.* 45: 87 - 92, 1980.
13. Aman, P. Carbohydrates in raw and germinated seeds from mung bean and chick pea. *J. Sci. Food Agric.* 30: 869 - 875, 1979.
14. Labaneiah, M. and Luh, B. Changes of starch, crude fiber and oligosaccharides in germinating dry beans. *Cereal Chem.* 58: 135 - 138, 1981.
15. Chen, L. and Thacker, R. Germination and nitrogenous constituents of pea seeds. *J. Food Sci.* 43: 1884 - 1885, 1978.
16. El-Hag, N., Haard, N. and Morse, R. Influence of sprouting on the digestibility coefficient, trypsin inhibitor and globulin proteins of Red Kidney beans. *J. Food Sci.* 43: 1874 - 1875, 1978.
17. Vanderstoep, J. Effect of germination on the nutritive value of legumes. *Food Technology* 35: 83 - 85, 1981.
18. American Public Health Association. Standard methods for the microbiological examination of foods. New York, N.Y. 1989.
19. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the AOAC. 13th ed. Washington D.C., The Association, 1980.
20. Macrae, R. and Zand-Moghaddam, A. The determination of the component oligosaccharides of lupinseeds by HPLC. *J. Sci. Food Agric.* 29: 1083 - 1086, 1978.
21. Mohamed, A., Pereira, P. and Hafez, Y. New chromophore for phytic acid determination. *Cereal Chem.* 63: 475 - 478, 1986.
22. Burton, G., Webb, A. and Ingold, K. A mild, rapid and efficient method of lipid extraction for use in determining Vitamin E/Lipid ratios. *Lipids* 20: 29 - 39, 1985.
23. Huntsberger, D. and Billingsley, P. Elements of statistical inference. Boston. Allyn and Bacon, 1979.
24. Ganesh Kumar, K. and Venkataraman, L. Chickpea seed proteins: Modification during germination. *Biochem.* 17: 603 - 609, 1978.
25. Chang, C. Study of phytase and fluoride effects in germinating corn seeds. *Cereal Chem.* 44: 129 - 134, 1967.
26. Singh, B. and Sedeh, H. Characteristics of phytase and its relationship to acid phosphatase and certain minerals in triticale. *Cereal Chem.* 56: 267 - 273, 1979.
27. Griffith, D. and Thomas, T. Phytate and total phosphorus content of field beans (*Vicia faba L.*). *J. Sci. Food Agric.* 32: 187 - 192, 1981.
28. Rao, P. and Belavady, B. Oligosaccharides in pulses: Varietal differences and effects of cooking and germination. *J. Agric. Food Chem.* 26: 316 - 319, 1978.
29. Price, K., Lewis, J., Wyatt, G. and Fenwick, R. Flatulence. Causes, relation to diet and remedies. *Die Nahrung* 32: 609 - 626, 1988.
30. Segal, B., Segal, R. et Stoicescu, A. Transformations biochimiques a la germination des petits pois. *Ind. Alimentaires et Agricoles* 119: 7 - 12, 1978.
31. Youssef, M., Abd-El-Ad, M., Shekib, L. and Ziena, H. Effects of dehulling, soaking and germination on chemical composition, mineral elements and protein patterns of faba beans (*Vicia faba L.*). *Food Chemistry* 23: 129 - 138, 1987.

Composición química de once variedades de sorgo (*Sorghum vulgare*) antes y después del reventado del grano

Edgar Tuna¹ y Ricardo Bressani²

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

RESUMEN. En el presente estudio se evaluó el efecto del proceso de reventado del grano de sorgo sobre su composición química proximal y sobre el contenido de lisina y triptófano. Se utilizaron 11 variedades de sorgo de grano de color crema, sometidos a expansión por calor en un equipo utilizado para reventar maíz. La composición química proximal en las 11 variedades fue modificada por el proceso, sin afectar el contenido de proteína, pero reduciendo el del extracto etéreo (3.43 a 2.75%) y aumentando significativamente el de la fibra cruda (2.47 a 4.45%). El contenido de lisina disponible y el de triptófano en el grano crudo se redujo significativamente en el grano expandido. Las pérdidas en lisina variaron de 9 a 57% mientras que las de triptófano de 26 a 64%. También se observó una pérdida significativa en amilosa como porcentaje del almidón, que parece coincidir con el aumento en fibra cruda y con las pérdidas de aminoácidos. Aunque no se puede generalizar, el proceso de reventado redujo significativamente la digestibilidad in vitro con las excepción de tres variedades.

SUMMARY. Chemical composition of eleven sorghum varieties before and after the popping process. The effect of the popping process on the chemical composition, on lysine and tryptophan and on the in vitro protein digestibility of eleven sorghum varieties was evaluated. The popping of the grain was conducted in a popcorn popper previous adjustment of conditions. There were statistically significant differences in chemical composition both, in the raw grain and in the processed grain. The chemical composition was affected by the process and with the exception of protein content, it reduced the content of ether extract (3.43 to 2.75%) and increased significantly the level of crude fiber (2.47 to 4.45%). The concentration of available lysine and of tryptophan in the raw grain was reduced significantly by the process, with lysine losses of 9 to 57% and for tryptophan of 26 to 64%. A decrease was also observed in amylose as percentage of starch. In a number of samples the popping process significantly reduced in vitro protein digestibility.

INTRODUCCION

En Guatemala se producen dos tipos de grano de sorgo. Uno es de grano blanco utilizado principalmente en alimentación humana, y el otro de grano pigmentado, que se utiliza totalmente en concentrados para aves, cerdos y otras especies. Además es importante el uso del follaje, tanto verde como seco, como forraje para la alimentación de rumiantes. En ciertas regiones de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, regiones principalmente secas, el sorgo blanco se utiliza por la población en forma de tortilla, solo o combinado con maíz (1, 2). Sin embargo, tiene otras formas de consumo, como en mezclas con trigo para preparar diversos productos, como también en forma de atole y como alboroto con miel. La producción en Honduras, El Salvador y Guatemala es de 45.1, 122.7 y 100.4 mil TM, respectivamente.

La composición química y el valor nutritivo de las variedades de sorgo cultivadas en la región centroamericana han sido muy poco estudiadas, a pesar de su importancia en alimentación y nutrición. Bressani y Ríos (1) en una evaluación de 25 selecciones, informaron que en promedio el sorgo contenía cantidades similares de proteína y carbohidratos que el maíz, 9.4 y 68.0% y 9.1 y 69.8%, respectivamente. Asimismo, el sorgo contenía niveles más bajos en extracto etéreo y más altos en fibra cruda y cenizas que el maíz. Con respecto al contenido de aminoácidos esenciales, la proteína del sorgo contiene cantidades significativamente mayores de triptófano que el maíz y cantidades similares de lisina (3). Es un hecho conocido que la proteína de maíz es deficiente en lisina y triptófano (4), mientras que en el caso del sorgo los aminoácidos limitantes son la lisina y la treonina (3). El valor proteico del sorgo es ligeramente inferior al del maíz (2), y se ha informado que la digestibilidad de la proteína del sorgo cocido en agua es inferior que cuando se ofrece crudo (5). Se informó que la digestibilidad de la proteína de sorgo es muy baja en estudios metabólicos llevados a cabo en niños (6, 7). Estos mismos autores más tarde informaron que el sorgo procesado por extrusión o el sorgo fermentado, tenían una proteína de mayor digestibilidad

¹ Estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Parte de este trabajo es de la tesis previo a optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Guatemala, 1990.

² Coordinador de Investigación de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, Guatemala, C.A.

que la del sorgo cocido (7). Este problema ha llamado la atención de varios investigadores (5), quienes han estado tratando de encontrar una explicación a este fenómeno. Un proceso a menudo utilizado para convertir el sorgo en un producto alimenticio es mediante la expansión del grano aplicando calor. En un artículo previo, se estudió la posible relación entre algunas características físicas del grano y su grado de expansión (8). En el presente artículo se informa sobre el efecto del proceso de expansión sobre la composición química de 11 variedades de sorgo.

MATERIALES Y METODOS

Muestras de sorgo

Las muestras de sorgo fueron proporcionadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Guatemala, y corresponden a la cosecha de 1987. Estas fueron descritas en un artículo anterior (8), y representan muestras de variedades criollas producidas por los agricultores de la región oriental del país para consumo humano principalmente.

Análisis químico

El estudio químico proximal completo antes y después del proceso de reventado se obtuvo por medio de los métodos de la AOAC (9). La lisina disponible se estableció por el método de Hurrell y col. (10), el triptófano por el método de Villegas y col (11) y el contenido de amilosa por el método propuesto por Juliano (12). La digestibilidad in vitro se evaluó con el método de Pederson y Egum (13). Todos los análisis fueron en duplicado.

Proceso de reventado

Este fue llevado a cabo cuatro veces por muestra de acuerdo con las indicaciones descritas en un artículo anterior (8), usando cantidades de 62 g de grano por prueba, puestos en un reventador de maíz a 225° C, con un flujo de aire de 1.08 m³/min. Los granos expandidos fueron separados de los no-expandidos, estableciendo el porcentaje de granos reventados.

Análisis estadístico

Con el fin de formar grupos similares en cantidad del nutriente específico, se utilizó el paquete estadístico SAS (6.03) y el de varianza y pruebas de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición química proximal del grano crudo

Los datos de composición química proximal se pre-

sentan en la Tabla 1. Los valores obtenidos caen dentro de la variación informada (1). Estadísticamente existen diferencias altamente significativas en el contenido de proteína entre las variedades estudiadas. En la prueba de Tukey las variedades con el mayor contenido de proteína y similares fueron las 2, 3, 8, 9 y 11 con valores que están entre 9.81 y 10.60% y las variedades con el menor contenido de proteína iguales fueron las 5, 6 y 7 con valores entre 8.39 y 9.15% de proteína. Estadísticamente también existen diferencias altamente significativas entre variedades con respecto al extracto etéreo. Según la prueba de Tukey las variedades que presentaron el mayor contenido de grasa fueron la 5 y la 11 con valores de 4.37 y 5.15%, mientras que las variedades 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9 fueron las que tuvieron el menor valor similar con un rango entre 2.29 y 3.82% de grasa. Estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre variedades en fibra cruda. La prueba de Tukey caracterizó a las variedades 2, 6, 9 y 11 como similares y con el mayor valor, con un rango que osciló de 2.82 a 3.03%. Las variedades 1, 3, 4, 5, 7, 8 y 10 dieron el mayor contenido con un rango de 1.96 a 2.37%.

Estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre las variedades con respecto al contenido de ceniza.

Según la prueba de Tukey las variedades que presentaron el mayor contenido de ceniza y que eran similares entre sí fueron las 2, 3, 4, 6, 7 y 11 con valores que oscilaron entre 1.54 y 1.70%. El menor contenido lo presentaron las variedades 1, 8 y 10 con valores entre 1.28 y 1.37% de ceniza. El contenido de carbohidratos se obtuvo por diferencia. La variedad 7 presentó el mayor contenido de carbohidratos con un valor de 73.88%, mientras que la variedad 11 presentó el menor contenido con 68.21%. Los datos de composición química indican diferencias varietales y caen dentro del rango publicado por otros autores (1, 2).

Los datos de contenido de lisina, triptófano y amilosa se presentan en la Tabla 2.

Estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre variedades con respecto al contenido de lisina disponible. La prueba de Tukey dio como las variedades con mayor contenido de lisina disponible y similares las 2, 3, 5 y 11, con valores que variaron entre 0.298 y 0.246%. El menor valor lo presentaron las variedades 1, 4, 6, 7, 8, 9 y 10 con valores que oscilaron entre 0.188 y 0.231% de lisina disponible.

COMPOSICION QUIMICA DE ONCE VERIEDADES DE SORGO (*Sorghum vulgare*)

TABLA 1
COMPOSICION QUIMICA EN GRANO DE SORGO
(Con base en la humedad indicada)

Variedad*	Nº	Humedad %	Proteina %	Ext. Etéreo %	Fibra Cruda %	Ceniza %	Carbohidratos** %
Par 1	1	11.40 ± 0.00de***	8.88 ± 0.00de***	3.80 ± 0.29bc***	2.14 ± 0.09d***	1.37 ± 0.01de***	72.39
Par 2	2	11.10 ± 0.00e	9.87 ± 0.08ab	3.36 ± 0.13bcd	2.92 ± 0.18ab	1.61 ± 0.02ab	71.12
Par 3	3	11.60 ± 0.14bcd	9.81 ± 0.00ab	3.02 ± 0.26cd	2.16 ± 0.04d	1.64 ± 0.04ab	71.76
Par 4	4	11.75 ± 0.07bcd	9.15 ± 0.09cd	3.21 ± 0.37cd	2.37 ± 0.06bcd	1.70 ± 0.01a	71.80
V 5	5	11.75' ± 0.07bcd	8.70 ± 0.18de	4.37 ± 0.36ab	1.96 ± 0.01d	1.49 ± 0.01bed	71.71
Par 6	6	11.50 ± 0.14cd	8.40 ± 0.08e	2.94 ± 0.12cd	2.88 ± 0.28abc	1.64 ± 0.07ab	72.63
V 7	7	11.65 ± 0.07bcd	8.39 ± 0.26e	2.29 ± 0.25d	2.33 ± 0.07cd	1.45 ± 0.07cd	73.88
Par 8	8	11.95 ± 0.07ab	10.06 ± 0.00a	2.55 ± 0.19d	2.19 ± 0.08d	1.36 ± 0.01de	71.88
Par 9	9	11.95 ± 0.07ab	9.93 ± 0.18ab	3.26 ± 0.18bcd	2.82 ± 0.03abc	1.49 ± 0.04bcd	70.51
MITLAN	10	11.80 ± 0.14bc	9.44 ± 0.17bc	3.85 ± 0.45bc	2.36 ± 0.11cd	1.28 ± 0.07e	71.26
OTRO	11	12.00 ± 0.14A	9.87 ± 0.09ab	5.14 ± 0.28a	3.03 ± 0.27a	1.59 ± 0.01abc	68.21
DMS		0.39	0.54	1.11	0.56	0.16	

* Proporcionado por el ICTA, Guatemala.

** Carbohidratos por diferencia

*** Promedio ± D.E.

Prueba de Tukey

DMS = Diferencia Mínima Significativa

TUNA y BRESSANI

TABLA 2
 CONTENIDO DE LISINA, TRIPTOFANO Y AMILOSA EN GRANO DE SORGO CRUDO
 (Con base en la humedad del grano)

Varietal*	Lisina %	Triptófano %	Amilosa %	Amilosa, g/100g de carbohidratos
1	0.21 ± 0.004cd**	0.052 ± 0.004ab**	14.37 ± 0.09abc**	19.28 ± 0.12abc**
2	0.289 ± 0.006a	0.051 ± 0.004ab	13.29 ± 0.36bcd	17.95 ± 0.49bc
3	0.269 ± 0.002ab	0.047 ± 0.001abc	14.63 ± 0.63a	19.80 ± 0.85a
4	0.231 ± 0.008bcd	0.043 ± 0.001bc	14.44 ± 0.54ab	19.47 ± 0.74ab
5	0.246 ± 0.002abc	0.044 ± 0.003bc	13.80 ± 0.18abcd	18.89 ± 0.25abc
6	0.207 ± 0.029cd	0.049 ± 0.003abc	14.69 ± 0.00a	19.46 ± 0.00ab
7	0.202 ± 0.003cd	0.039 ± 0.003c	11.64 ± 0.36c	15.25 ± 0.47d
8	0.188 ± 0.003d	0.053 ± 0.004ab	13.23 ± 0.27bcd	17.85 ± 0.36bc
9	0.208 ± 0.021cd	0.045 ± 0.002bc	12.91 ± 0.00de	17.60 ± 0.00c
10	0.191 ± 0.001d	0.039 ± 0.002c	13.10 ± 0.09cd	17.80 ± 0.12bc
11	0.251 ± 0.002abc	0.056 ± 0.001a	12.78 ± 0.36de	17.95 ± 0.51bc
DMS	0.36	0.011	1.31	1.77

Promedio ± D.E.

** Prueba de Tukey

DMS = Diferencia Mínima Significativa

COMPOSICION QUIMICA DE ONCE VERIEDADES DE SORGO (*Sorghum vulgare*)

Asimismo, estadísticamente existen diferencias altamente significativas en el contenido de triptófano entre variedades. La prueba de Tukey dio como similares y con el mayor contenido de triptófano las variedades 1,2,3,6,8 y 11 con valores que estuvieron entre 0.047 y 0.057%. La variedad con menor valor fue la número 7 con 0.039%. Con respecto al contenido de amilosa, estadísticamente todas las variedades presentan diferencias altamente significativas entre ellas. La prueba de Tukey distinguió las variedades 1, 3, 4, 5 y 6 como las de mayor contenido de amilosa y similares con valores que estuvieron entre 13.80 y 14.69% y con el menor valor de contenido las variedades 7, 9 y 11 con valores entre 11.64 y 12.91%.

Referente al contenido de amilosa en g/100 g de carbohidratos, estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre variedades. La prueba de Tukey dio las variedades 1, 3, 4, 5 y 6, con el mayor valor y similares entre sí, con valores entre 18.89 y 19.80%, mientras que el menor valor lo tuvo la variedad 7 con 15.25% de amilosa.

Composición química proximal en grano reventado

Los resultados para grano reventado se describen en la Tabla 3. Estadísticamente existen diferencias entre variedades en el contenido de humedad residual. Asimismo, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en el contenido de proteína. Según la prueba de Tukey el mayor valor lo tienen las variedades 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9 y 11 con valores que están entre 8.80 y 10.20%, teniendo el menor valor la variedad 7, con 8.1% de proteína.

Estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre variedades con respecto al contenido de extracto etéreo. Según la prueba de Tukey un mayor contenido de grasa se encontró en la variedad 2 con 4.06% y el menor valor en la variedad 1 con 2.31% de grasa.

Estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre variedades, en lo que se refiere al contenido de fibra cruda. Según la prueba de Tukey las variedades 1, 2, 7, 10 y 11 tenían un mayor contenido de fibra cruda, con valores que estuvieron entre 4.67 y 5.56% mientras que la variedad 9 tuvo el menor contenido de fibra cruda con 3.45%.

Estadísticamente no hay diferencias en cuanto al contenido de cenizas se refiere entre las variedades estudiadas, con valores que van de 1.21 a 1.63%.

El mayor contenido de carbohidratos después del proceso de reventado lo presenta la variedad 9 con 76.34%, y el menor la variedad 11 con 69.59%. Los carbohidratos se obtuvieron por diferencia.

Contenido de lisina, triptófano y amilosa en grano reventado

Los resultados de contenido de lisina, triptófano y amilosa se presentan en la Tabla 4.

Existen diferencias altamente significativas en lisina disponible entre variedades. De acuerdo con la prueba de Tukey, el mayor contenido de lisina se encontró en las variedades 3, 4 y 11 con valores que oscilan entre 0.197 y 0.228%, mientras que la variedad que tuvo el menor valor fue la 6 con 0.090% de lisina disponible.

También, estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre variedades en el contenido de triptófano. La prueba de Tukey marcó un contenido similar y mayor de triptófano en las variedades 4, 6, 8, 9, 10 y 11 con valores que oscilan entre 0.026 y 0.035%, mientras que el menor valor lo tuvo la variedad 5 con 0.016%.

Con respecto al contenido de amilosa, estadísticamente existen diferencias entre variedades. De acuerdo con la prueba de Tukey un mayor contenido y similares entre sí se encontró en las variedades 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 y 11 con valores entre 8.76 y 10.44%, mientras que el menor valor lo tuvo la variedad 5 con 7.59%.

Existen diferencias altamente significativas entre variedades en amilosa en g/100 g de carbohidratos, siendo según la prueba de Tukey similares entre sí y con el mayor valor las variedades 1, 2, 3, 4, 8, 10 y 11 con valores que oscilan entre 11.41 y 13.49% mientras que el menor valor lo presentó la variedad 5 con 9.46% de amilosa por 100 g de carbohidratos.

Cambios en la composición química debidos al reventado

En los análisis químicos realizados en las muestras antes y después del proceso de reventado se encontró que en algunos casos hubo diferencias y en otros no hubo variación, como se puede observar en las Tablas anteriores. Se hizo una comparación estadística utilizando el análisis de varianza para observar estos cambios y la significancia de los mismos.

TABLA 3
COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL EN GRANO DE SORGO REVENTADO
 (Con base en la humedad de la muestra)

Variedad*	Humedad residual %	Proteína %	Ext. Etéreo %	Fibra Cruda %	Ceniza %	Carbohidratos* %
1	6.65 ± 0.07g**	8.80 ± 0.14abcd**	2.31 ± 0.06c**	4.72 ± 0.09abcd**	1.24 ± 0.09abcd**	76.28
2	6.75 ± 0.07g	8.74 ± 0.19bcd	4.06 ± 0.35a	4.92 ± 0.25abc	1.32 ± 0.04a	74.20
3	8.30 ± 0.00de	9.47 ± 0.36abcd	3.19 ± 0.06b	3.72 ± 0.09de	1.63 ± 0.25a	73.67
4	9.55 ± 0.21bc	9.43 ± 0.62abcd	2.84 ± 0.16bc	3.97 ± 0.26cde	1.45 ± 0.04a	75.82
5	6.80 ± 0.00g	8.81 ± 0.06abcd	2.74 ± 0.04bc	4.38 ± 0.35bcde	1.45 ± 0.04a	75.82
6	9.35 ± 0.07c	9.92 ± 0.01ab	2.39 ± 0.11c	4.42 ± 0.25bcde	1.60 ± 0.13a	72.31
7	7.60 ± 0.14ef	8.10 ± 0.60d	2.51 ± 0.04c	4.67 ± 0.21abcde	1.43 ± 0.05a	75.63
8	8.50 ± 0.14d	9.58 ± 0.46abc	2.40 ± 0.08c	3.83 ± 0.08cde	1.63 ± 0.12a	74.04
9	6.85 ± 0.07fg	9.55 ± 0.08abc	2.59 ± 0.12c	3.45 ± 0.03e	1.21 ± 0.08a	76.34
10	10.65 ± 0.35a	8.33 ± 0.25cd	2.51 ± 0.16c	5.29 ± 0.11ab	1.33 ± 0.26a	71.88
11	10.30 ± 0.42ab	10.20 ± 0.06a	2.77 ± 0.18bc	5.56 ± 0.71a	1.57 ± 0.04a	69.59
DMS	0.76	1.40	0.59	1.14	0.51	

* Carbohidratos por diferencia

Promedio ± D.E.

*** Prueba de Tukey

DMS = Diferencia Mínima Significativa

COMPOSICION QUIMICA DE ONCE VERIEDADES DE SORGO (*Sorghum vulgare*)

TABLA 4
 CONTENIDO DE LISINA, TRIPTOFANO Y AMILOSA EN GRANO REVENTADO
 (Con base en la humedad de la muestra)

Variedad*	Lisina %	Triptófano %	Amilosa %	Amilosa, g/100 g de carbohidratos
1	0.174 ± 0.004cd	0.021 ± 0.001cd	9.71 ± 0.68ab	11.99 ± 0.83ab
2	0.128 ± 0.013ef	0.021 ± 0.00cd	9.46 ± 0.99ab	11.94 ± 1.25ab
3	0.228 ± 0.006a	0.024 ± 0.00bcd	10.44 ± 0.29a	13.49 ± 0.37a
4	0.197 ± 0.008abc	0.032 ± 0.004ab	8.76 ± 0.35abc	11.41 ± 0.45abc
5	0.178 ± 0.003cd	0.016 ± 0.002d	7.59 ± 0.01c	9.46 ± 0.01c
6	0.090 ± 0.011g	0.029 ± 0.003bc	8.54 ± 0.33bc	11.13 ± 0.43bc
7	0.184 ± 0.006bcd	0.023 ± 0.004bcd	9.02 ± 0.00abc	11.22 ± 0.00bc
8	0.123 ± 0.006f	0.031 ± 0.004abc	8.90 ± 0.17abc	11.42 ± 0.21abc
9	0.180 ± 0.004cd	0.031 ± 0.001abc	9.01 ± 0.33abc	11.30 ± 0.42bc
10	0.159 ± 0.003de	0.026 ± 0.001abc	9.24 ± 0.33abc	11.99 ± 0.44ab
11	0.214 ± 0.011ab	0.035 ± 0.004a	9.48 ± 0.00ab	12.62 ± 0.01ab
DMS	0.21	0.012	1.69	2.13

Promedio ± D.E.

DMS = Diferencia Mínima Significativa

TABLA 5
 DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE ONCE VARIETADES DE SORGO
 (Base seca)

Variedad*	Crudo %	Cocido %	Germinado %	Fermentado %	Expandido %
1	64.2 ± 0	35.0 ± 0.78	38.9 ± 2.40	28.2 ± 0.78	34.6 ± 1.05
2	49.8 ± 0.71	33.4 ± 1.63	43.4 ± 2.33	36.2 ± 0.35	35.9 ± 2.10
3	42.9 ± 1.55	29.4 ± 2.33	44.4 ± 3.96	32.1 ± 0.78	38.7 ± 1.21
4	35.4 ± 2.40	35.7 ± 0.42	39.6 ± 0.49	35.0 ± 6.29	41.5 ± 2.80
5	40.7 ± 1.84	29.0 ± 3.04	36.1 ± 2.26	42.6 ± 2.33	26.4 ± 1.15
6	47.4 ± 1.55	33.9 ± 0.78	45.8 ± 5.37	39.6 ± 0.28	39.6 ± 1.15
7	43.8 ± 2.19	23.8 ± 3.04	38.7 ± 0.42	31.4 ± 1.48	27.3 ± 1.97
8	42.3 ± 0.42	33.6 ± 0.78	41.6 ± 1.48	35.4 ± 0.99	39.0 ± 1.15
9	47.2 ± 0.78	34.7 ± 0	42.2 ± 0.71	33.2 ± 0.42	41.7 ± 3.08
10	44.6 ± 0.35	35.2 ± 1.63	38.0 ± 1.98	33.2 ± 1.20	46.2 ± 1.00
11	42.5 ± 2.40	22.6 ± 0.35	38.2 ± 0.78	29.0 ± 0	40.4 ± 1.34

Los valores se dan en porcentaje con respecto al caseinato de sodio.
 Promedio ± D.E.

De esa forma se encontró que el contenido de humedad se redujo significativamente de 11.69% en grano crudo a 8.5% en grano tratado; lo que indica que durante el proceso se pierde humedad del grano y por consiguiente, peso.

Por otro lado, uno de los parámetros de este estudio que no varió de grano crudo a procesado fue la cantidad de proteína del grano, concordando este resultado con el experimento de Riggs y col. (14), en el que se hace referencia a la no-variación del contenido de proteína, antes y después del proceso. Este es un parámetro que a primera vista está bien, ya que parecería que al no variar el contenido de proteína, se tiene un producto con iguales características nutritivas antes del proceso que después de él, pero como se observa más adelante, la calidad sí varía, siendo esto mucho más importante que la cantidad de proteína que pudiera encontrarse en un producto. En cuanto al contenido de grasa de las variedades, éste se redujo de una manera significativa con 3.44% en grano crudo a 2.76% en el grano ya tratado. Este resultado es similar al informado por Riggs y col. en 1970 (14) y aquí se tuvo otro parámetro más para la pérdida de peso en el grano ya procesado, pero se necesitaría hacer un estudio más profundo para conocer las repercusiones que la pérdida del contenido de grasa podría ocasionar al nuevo producto.

Contrariamente a lo que había informado Riggs y col. (14) el contenido de fibra cruda para las variedades en estudio aumentó en una forma altamente significativa de 2.47% en grano crudo a 4.45% en grano procesado. Este aumento en fibra cruda dará al producto mejores características físicas; sin embargo, posiblemente influirá en la digestibilidad.

Para finalizar con los parámetros del análisis proximal, se encontró que el contenido de ceniza disminuyó de 1.51 a 1.45% en grano crudo y reventado, respectivamente.

Como se dijo anteriormente, el contenido de proteína no varió con el proceso térmico a que se sometió el grano, pero es bien sabido que el sorgo es de por sí pobre en contenido de lisina y un tratamiento con calor reducirá aún más la cantidad de este importantísimo aminoácido, lo que sucedió en este caso. Se observó que la lisina disminuyó de una manera altamente significativamente, con lo cual se perdió gran parte de la calidad proteínica del grano de sorgo. Las pérdidas variaron entre 9 y 57% para las 11 variantes. Lo mismo ocurrió con respecto al conte-

nido de triptófano con pérdidas que variaron entre 26 y 64% para las diferentes variedades. Las pérdidas en lisina y en triptófano indudablemente reducen el valor proteínico del sorgo reventado. Estos últimos resultados concuerdan con los datos referentes a la expansión del grano de amaranto (15) y es un efecto normal del proceso térmico en seco para reventar los cereales. Los datos también muestran pérdidas significativas en amilosa expresada como porcentaje de los carbohidratos. Es posible que esta pérdida este asociada al incremento en fibra cruda y en las pérdidas en aminoácidos. En estudios con amaranto, se han encontrado aumentos en fibra dietética soluble causados por el proceso de reventado (14).

Finalmente, la Tabla 5 resume las digestibilidad in vitro tanto del sorgo crudo como del expandido. Esta Tabla también presenta datos de digestibilidad in vitro de las muestras de sorgo cocido en agua durante 45 minutos, de las muestras germinadas durante 48 horas y las mismas 11 muestras fermentadas por 48 horas. Los datos muestran que el proceso de expansión redujo significativamente la digestibilidad in vitro, con la excepción de tres muestras donde hubo un incremento difícil de explicar. Asimismo, el proceso de cocción en agua redujo la digestibilidad in vitro, como ya fuera demostrado (5). Los otros procesos, germinación y fermentación, mejoran la digestibilidad in vitro en comparación con los valores de los materiales cocidos, pero no arriba de los valores de los sorgos en crudo.

De los datos del presente estudio se concluye que el proceso de reventado del grano de sorgo induce cambios en composición química, principalmente en extracto etéreo, fibra cruda y en lisina y triptófano. Las pérdidas en la lisina fueron significativas lo que posiblemente reduce la calidad nutritiva de la proteína del producto expandido.

REFERENCIAS

1. Bressani, R. & B.J. Rios. The chemical and essential amino acid composition of twenty - five selections of grain sorghum. *Cereal Chem.*, 39:50-58, 1962
2. Serna - Saldívar, S. W., D. A. Knabel, L. W. Rooney, T. D. Tanksly Jr. & A. M. Sproule. Nutritional value of sorghum and maize tortillas. *J. Cereal Sci.*, 7:83-94, 1988.
3. Howe, E.E., G.R. Jansen & E.W. Filfillan. Amino acid supply. *Am. J. Nutr.*, 16:315-30, 1965.
4. Bressani, R., L. G. Elías & J. E. Braham. Suplementación con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18:123-134, 1968.

COMPOSICION QUIMICA DE ONCE VERIEDADES DE SORGO (*Sorghum vulgare*)

5. Axtell, J.D., A.W. Kirleis, M.M. Hassen, N.D'Cruz Mason, E.T. Mertz & L. Munck. Digestibility of sorghum proteins. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 78: 1333-1335, 1981.
6. Maclean Jr., W.C., G. López de Romaña, A. Gastañaduy & G. G. Graham. Effect of decortication and extrusion on the digestibility of sorghum by preschool children. J. Nutr., 113:2071-2077, 1983
7. Maclean Jr., W. C., G. López de Romaña, R. P. Placko & G.G. Graham. Protein quality and digestibility of sorghum in preschool children. Balance studies and plasma - amino acids. J. Nutr., 111:1928-1936, 1981
8. Bressani, R. & E. Tuna. Relación entre algunas características físicas de variedades de sorgo (*Shorghum vulgare*) y su capacidad de reventado. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 42, 3, 1992.
9. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Agricultural Chemists. 11th Edition. Washington, D. C., the Association, 1970, 126 p.
10. Hurrell, R.F., P. Lerman & K. J. Carpenter. Reactive lysine in foodstuffs as measured by a rapid dye-binding procedure. J. Food Sci., 44:1221-1228, 1979.
11. Villegas, E., E. I. Ortega & R. Baur. Métodos Químicos Usados en CIMMYT para Determinar la Calidad de Proteína de los Cereales. El Batán México, CIMMYT, 1982.
12. Juliano, B. O. A simplified assay for milled - rice amylose. Cereal Sci. Today, 16:334-340, 360, 1977.
13. Pedersen, B & B.O. Eggum Z. Tierphysiol. Tierernahrg. v. Futtermittelkde, 49:265-277, 1983.
14. Riggs, J. K., J. W. Sorenson, Jr., J. L. Adame & L. M. Scajake. Popped sorghum grain for finishing beef cattle. J. Animal Sci., 30:634-638, 1970
15. Bressani, R., L. S. Kalinowski, M. A. Ortiz & L. G. Elías. Nutritional evaluation of roasted, flaked and popped *A. caudatus*. Arch. Latinoamer. Nutr., 37:525-531, 1987.

Biological utilization of naturally fermented pearl millet flour (*Pennisetum typhoideum*)

Neelam Khetarpaul and B.M. Chauhan

Department of Food and Nutrition. Haryana Agricultural University Hisar - 125 004 India.

SUMMARY. Natural fermentation of pearl millet flour at 20, 25 and 30° for 72h brought about an improvement in its apparent and true protein digestibility. Utilisable protein, net protein retention and protein retention efficiency values were also enhanced as a result of fermentation. Rats fed on flour fermented at 20 and 25° C had higher food as well as protein efficiency ratios than the flour fermented at 30° C. Feeding of the fermented products did not bring about any histopathological abnormality in rats. Cutlets prepared from the fermented flour were organoleptically acceptable to a panel of judges.

RESUMEN. Utilización biológica de la harina fermentada de mijo perlado (*Pennisetum typhoideum*). La fermentación natural de la harina de mijo perlado a 20°, 25° y 30° C por 72 horas, mejoró la digestibilidad aparente y verdadera, y los valores de proteína utilizable, retención proteica neta y eficiencia de retención proteínica. Las harinas fermentadas a 20° y 25° C produjeron mejores relaciones de eficiencia proteínica y de alimento en ratas, que las fermentadas a 30° C. Los productos fermentados no provocaron anomalías histopatológicas en las ratas. Las preparaciones elaboradas con la harina fermentada, se encontró organolépticamente aceptable por un panel de jueces.

INTRODUCTION

Digestibility of carbohydrates as well as proteins bioavailability of minerals from pearl millet (*Pennisetum typhoideum*), a staple food for a large segment of population in Asian and African countries are low (1,2,3). This may partly be attributed to the presence of antinutritional factors like phytic acid and polyphenol present in considerable amounts in pearl millet (8,9). Phytic acid makes a complex with the divalent cations (6) and reduces their bioavailability and also inhibits the amylolytic and proteolytic enzymes (7) resulting in lower starch and protein digestibility (1,3,8,9).

Natural fermentation of pearl millet flour has been found to be an effective method of improving the *in vitro* starch and protein digestibility and bioavailability of minerals (3,10). This also brings down the levels of antinutrients like, phytic acid and polyphenols (3, 10). Before the fermented pearl millet flour having better nutritive value is recommended for human, it is essential to have information its utilization in experimental animals. This paper reports the biological utilization of naturally fermented pearl millet flour in rats. Sensory evaluation of the products prepared from fermented flour for human consumption is also reported.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Pearl millet grains, procured from the local market in a single lot, were cleaned of dust, broken seeds and other foreign material and ground in an electric grinder (Cemotec, M/s Tecator. Höganäs, Sweden) through a 1.5 mm sieve size.

Weanling Wistar albino rats weighing 28 ± 5 g were procured from the Disease and Germ-Free Small Animal House, Haryana Agricultural University, Hisar, India.

For selection temperature and time period of optimum fermentation, pearl millet flour was fermented at various temperatures or different time periods and subjected to organoleptic evaluation for colour and aroma by a panel of judges using a 9-point hedonic scale. On this basis, the fermentation was confined to 20, 25 and 30° C for 72 h. The pH dropped from 6.40 to 3.98, 3.72 and 3.46 after 72h fermentation of millet flour at 20, 25 and 30° C, respectively.

Pearl millet flour (100 g) was mixed with distilled water (900 ml) in conical flask and autoclaved at 1.05 Kg cm⁻² pressure for 15 min. After autoclaving and cooling, 10 g freshly ground pearl millet flour was added as inocu-

lum and fermentation was then carried out at 20, 25 and 30° C in an incubator for 72h. In this way, for preparing the diet for rats, 5 Kg fermented flour sample was prepared in respect of each fermentation temperature. The autoclaved unfermented pearl millet flour served as the control. The fermented as well as unfermented control sample were air-dried in an oven for 48h at 65° C to a constant weight. The dried product was finely ground in the cyclone mill (Cyclotec, M/s Teator, Höganäs, Sweden) using 0.5 mm sieve.

Composition of basal diet.

The fermented as well as unfermented pearl millet flour was analysed for protein, fat and ash content by employing standard laboratory methods (11). The basal diets from fermented, unfermented pearl millet flour and egg albumen were prepared (Table 1) so as to provide 8% protein, 10% fat, 4% minerals and 1% vitamin mixture (12). The ingredients were mixed thoroughly and passed through 70 mesh sieve to ensure homogeneity and uniform distribution of vitamins and minerals in the diet. The diets made exclusively from the fermented samples were not accepted by the rats, may be due to low pH (sourness) of the sample. In order to overcome this difficulty, the fermented samples were mixed with equal amount of raw pearl millet flour and then incorporated in the diet to provide the required amount of nutrients as mentioned above. The nitrogen free diet was prepared by mixing cellulose (5%), fat (10%), minerals (4%) and vitamin mixtures (1%) and starch (80%). This diet did not contain the protein source.

Feeding experiment

Six groups of rats, each consisting of eight rats, were housed individually in cages kept in air conditioned room maintained at $21 \pm 1^\circ$ C with 12h light and dark cycle. After the adaptation period of 5 days, the rats were fed experimental diets for 28 days with the free access to food and water. Weighed diet was given daily and the unconsumed diet was collected and weighed. Weight of rat was recorded twice a week and final gain in weight on the last day of the experimental period. Food and protein intakes during the period were calculated on dry matter basis for calculating the protein efficiency ratio (PER) and food efficiency ratio (FER)(13).

Apparent protein digestibility (APD), true protein digestibility (TPD) and biological value (BV) were assessed as per formulae given below (14). After 28 days of feeding, the rats were transferred to metabolic cages and

after they got acclimatised, observations were made for nitrogen intake, gain in body weight, nitrogen excreted in urine and faeces for 5 days. Another group of rats of the same weight and age was fed on a nitrogen-free diet to calculate the endogenous and metabolic nitrogen losses.

$$APD = \frac{N \text{ intake} - FN}{N \text{ intake}} \times 100$$

$$TDP = \frac{N \text{ intake} - (FN-MFN)}{N \text{ intake}} \times 100$$

$$BV = \frac{N \text{ intake} - (FN-MFN) - (UN-EUN)}{N \text{ intake} - (FN-MFN)} \times 100$$

where, FN = Faecal nitrogen

MFN = Metabolic faecal nitrogen

UN = Urinary nitrogen

EUN = Endogenous urinary nitrogen

Net protein utilization (NPU) was determined by using the following formula:

$$NPU = \frac{BV \times TD}{100}$$

The value of net protein retention (NPR), protein retention efficiency (PRE) (15) and utilisable protein (16) were also estimated.

Histopathology and haematology

At end of experiment, the rats were lightly anaesthetised with diethyl ether and blood was collected by cardiac puncture. The liver, heart, thymus and adrenal were excised, cleaned of adhering matter, blotted in filter paper, weighed and preserved in 10% formaline solution. Tissues were thoroughly washed in running tap water for 12h, dehydrated in acetone, cleaned in benzene and embedded in paraffin wax (melting point 60-62° C). Sections of 5 microns in thickness were cut stained with routine haematoxylin and eosin method for histopathological studies. Studies were prepared for total leucocyte count (TLC), differential leucocyte count (DLC) and examined microscopically.

Product development from the fermented product:

Various type of cutlets and **chapaties** were prepared from naturally fermented pearl millet flour. For preparing cutlets (A), the ingredients including boiled rice (50 g), boiled, peeled and mashed potato (100 g), fermented

BIOLOGICAL UTILIZATION OF NATURALLY FERMENTED PEARL MILLET FLOUR (*Pennisetum typhoideum*)

TABLE 1
COMPOSITION OF THE EXPERIMENTAL DIETS^a

Dietary components (g/Kg diet)	Dietary groups				
	F20	F25	F30	Autoclaved unfermented flour diet (control)	Egg albumen
Egg albumen	-	-	-	-	103
Fermented product	404.0	431.0	435.5	-	-
Raw pearl millet flour	404.0	431.0	435.5	404.0	-
Autoclaved unfermented flour	-	-	-	404.0	-
Mineral mixture	23.9	22.8	22.6	23.8	40.0
Vitamin mixture	10	10	10	10	10
Su crose	50	50	50	50	50
Fat	44.7	40.5	40.0	48.1	100.0
Starch	63.4	14.7	6.4	60.1	647.0
Cellulose	-	-	-	-	50

a The protein, fat and mineral content of the diets were made to contain 8, 10 and 4%, respectively, after taking into account the level of these constituents in the fermented product.

Refined and deodorised peanut oil was the source of fat.

Protein, fat and ash (g/100 g) content of samples was as follows:

Pearl millet flour: 9.99, 6.42 and 2.0; Autoclaved unfermented flour: 9.90, 6.42 and 2.0; F20: 9.90, 6.85 and 1.99; F25: 9.28, 6.90 and 2.0; F30: 9.18, 6.90 and 2.0, respectively.

pearl millet flour (50 g), onion (10 g), salt (5 g) and spices including red chilli powder, black pepper powder etc. (5 g) were mixed properly. A small portion of the above mixture was shaped into cutlet and deep fried in the hydrogenated vegetable oil (150° C for 3 min.). Another type of cutlet (B) was prepared in the same manner as above by taking fermented pearl millet flour (100 g), boiled potatoes (100 g), bread slices (4 nos.), salt (5 g) and spices (5 g).

Two types of **chapatis** were prepared. **Chapati (A)** contained fermented pearl millet flour and raw pearl millet flour in the ratio 3:2 (w/w) where as in **chapati (B)**, fermented pearl millet flour and whole wheat flour were incorporated in 3:1 ratio. Water was added to the ingredients and the dough was kneaded. A small amount of dough was taken and shaped into the form of a ball. Then it was rolled and baked on a hot griddle (45° F for 2 min.).

Organoleptic evaluation

The products developed from the fermented pearl millet flour were evaluated for colour, flavour, taste, texture and appearance by a panel of judges deploying a q-point

hedonic scale and average of all the above characteristics was expressed in terms of overall acceptability.

The score sheet of the taste panel was as follows:

Like extremely	9	Dislike slightly	4
Like very much	8	Dislike moderately	3
Like moderately	7	Dislike very much	2
Like slightly	6	Dislike extremely	1
Neither like nor dislike	5		

Statistical analysis

The data were subjected to analysis of variance and correlation coefficients were derived in a completely randomised design (16).

RESULTS AND DISCUSSION

Protein efficiency ratio and food efficiency ratio:

Natural fermentation at 20 and 25° C did not improve significantly ($P < 0.05$) the food intake, gain in body weight, food efficiency ratio and protein efficiency ratio (Table 2). Rats fed with the flour fermented at 30° C had significantly ($P < 0.05$) lower food intake, body weight, food efficiency ratio and protein efficiency ratio than

those fed with autoclaved unfermented flour diet. Rats fed egg albumen had much higher gain in body weight, FER and PER values when compared with the fermented (at all the temperatures) flour groups.

Production of lactic acid during fermentation lowers pH of the product and the sourness may account for the lower food intake. Uncontrolled fermentation allowed the growth of diverse types of microflora, some of which are, perhaps, responsible for the production of unpalatable flavour and taste. A temperature of 30° C might be conducive to growth of a relatively wide spectrum of microflora and the growth of undesirable micro-organisms which may account for the product fermented at 30° C being less acceptable. Since protein intake by the rats depends upon their food intake, groups having higher food intake showed the high protein intake too. As the rats fed on fermented flour at 30° C had the lowest food intake, protein intake and gain in body weight; this group had the lowest FER and PER values too.

Biological utilization

Rats fed on fermented flour had significantly ($p < 0.05$) higher apparent and true protein digestibility values than those of the control; there was no significant ($p < 0.05$) difference in the apparent digestibility values among the rats fed on 20, 25 and 30° C fermented flours (Table 2). Fermentation at 20 and 25° C and not at 30° C significantly ($p < 0.05$) improved the utilizable protein. An increase in net protein retention and protein retention efficiency was observed among the rats fed on flour fermented at 20° C; values for the rats fed on 25, 30° C fermented and unfermented flour did not differ significantly ($p < 0.05$). The fermentation at any of these temperature did not improved BV and NPU. Among all the groups, rats fed on egg albumen had the highest AD, TD, BV, NPR and PRE values. Rats fed on *dhokla* at 8% protein level had enhanced i.e. 92.5 % true digestibility (17) and rats fed on fermented soybean with *R. oligosporus* had greater AD, BV and NPU values (18).

An attempt was made to correlate apparent and true protein digestibility with phytic acid content of the pearl millet as an association of *in vitro* protein digestibility with phytate content of the plant foods had been known to exist (19). Decrease in phytic acid content possibly through hydrolysis by phytase of the fermenting microflora or present in pearl millet grain, may partly be responsible for an improvement in protein digestibility of the fermented flour. In natural fermentation, phytate was found to have

a significant negative correlation with apparent (-0.9403) and true protein digestibility (-0.8784) of the fermented product. *In vitro* digestibility of the fermented products could also be used as a yardstick for assessing apparent digestibility of the naturally fermented food as a significant positive correlation between the two was established (3).

Histopathology, haematology and organoleptic acceptability

Histopathological examination of liver, kidney, adrenals and thymus of the rats fed on different dietary groups did not reveal any abnormality. The feeding of the fermented products did not affect the organs adversely. Total leucocyte count (TLC) differential leucocyte count (DCL) and red blood cell counts (RBC) were also within the normal range. It signifies that feeding of the fermented flour in the diets was biologically safe and did not cause any physiological abnormality.

The naturally fermented pearl millet flour was incorporated in the traditional recipes like *chapaties* and *cutlets* (Table 4). *Cutlets* A and B prepared from the fermented flour at different temperatures were found to be "slightly acceptable". *Chapaties* A and B prepared from the flour fermented at 20° C were "neither liked nor disliked" where as those prepared from the flour fermented at 25 at 30° C were "disliked slightly" and "disliked moderately", respectively. According to Khader (20), a fermented food just like *miso* prepared from rice, chickpea and curd or yeast was well accepted by the panel. Taur et al (21) did sensory evaluation of chips made from germinated fermented sorghum and they were neither liked nor disliked by the panel of judges.

In summary, organoleptically, the recipes incorporating flour fermented at 20° C and 25° C appeared to be better than those incorporating flour fermented at 30° C. Due to sourness of the fermented flour (30° C) food intake was less and there was no improvement in FER and PER. But the rats fed on flour fermented at 20° C and 25° C had higher apparent and true protein digestibility, utilizable protein, net protein retention and protein retention efficiency values. Feeding of the fermented products didn't bring out any physiological, histopathological and haematological changes in rats which needs to be investigated in human beings.

BIOLOGICAL UTILIZATION OF NATURALLY FERMENTED PEARL MILLET FLOUR (*Pennisetum typhoideum*)

TABLE 2
 FOOD INTAKE, PROTEIN INTAKE, GAIN IN BODY WEIGHT, FOOD EFFICIENCY RATIO (FER) AND PROTEIN
 EFFICIENCY RATIO (PER) IN RATS FED FERMENTED PEARL MILLET FLOUR^a

Dietary groups	Food, intake (g)	Protein intake (g)	Gain in body wt. (g)	Feed efficiency ratio	Protein efficiency ratio
<u>Control</u>					
Autoclaved unfermented flour	114.8 ± 4.8	9.18 ± 0.38	13.0 ± 0.81	0.113 ± 0.01	1.41 ± 0.06
Egg albumen	205.1 ± 12.7	16.4 ± 1.02	42.9 ± 5.11	0.209 ± 0.02	2.62 ± 0.28
<u>Fermentation (° C)</u>					
20	109.7 ± 6.2	8.77 ± 0.49	9.64 ± 1.40	0.087 ± 0.01	1.09 ± 0.15
25	112.7 ± 9.4	9.01 ± 0.74	9.76 ± 2.50	0.086 ± 0.02	1.08 ± 0.27
30	99.8 ± 6.6	7.98 ± 0.40	6.30 ± 1.47	0.063 ± 0.01	0.79 ± 0.15
CD (P<0.05) ^b	12.5	1.05	3.42	0.02	0.24

a Values are means ± SD of eight rats in each group fed for four weeks

b Critical difference at 5% level. Differences of two means within/between the treatments exceeding this value are significant.

TABLE 3
 APPARENT DIGESTIBILITY, TRUE DIGESTIBILITY, BIOLOGICAL VALUE, NET PROTEIN UTILISATION, UTILISABLE
 PROTEIN, NET PROTEIN RETENTION, PROTEIN RETENTION EFFICIENCY OF FERMENTED PEARL MILLET FLOUR^a

Dietary groups	Apparent digestibility (%)	True digestibility (%)	Biological value (%)	Net protein utilisation (%)	Utilisable protein	Net protein retention	Protein retention efficiency
<u>Control</u>							
Autoclaved unfermented flour	76.8 ± 4.6	81.9 ± 4.4	77.6 ± 0.78	63.5 ± 4.0	5.43 ± 0.43	2.64 ± 0.21	42.2 ± 3.4
Egg albumen	92.1 ± 1.7	95.8 ± 1.7	93.3 ± 1.9	89.3 ± 3.2	7.64 ± 0.27	5.58 ± 0.20	89.2 ± 3.4
<u>Fermentation (°C)</u>							
20	82.5 ± 6.2	88.3 ± 5.3	77.9 ± 2.9	68.7 ± 5.8	5.88 ± 0.51	3.30 ± 0.71	52.8 ± 11.4
25	82.3 ± 2.5	86.9 ± 2.4	79.7 ± 3.7	69.2 ± 3.7	5.92 ± 0.29	2.71 ± 0.23	43.4 ± 3.8
30	81.4 ± 2.6	86.5 ± 2.8	78.1 ± 3.3	67.5 ± 1.4	5.77 ± 0.12	2.71 ± 0.48	43.4 ± 7.8
CD (P<0.05) ^b	4.50	4.35	4.35	9.15	0.42	0.45	8.91

a Values are means ± SD of six albino rats kept in metabolic cages for five days after acclimatisation

b Critical difference at 5% level. Differences of two means within/between the treatments exceeding this value are significant

BIOLOGICAL UTILIZATION OF NATURALLY FERMENTED PEARL MILLET FLOUR (*Pennisetum typhoideum*)

TABLE 4
OVERALL ACCEPTABILITY OF FERMENTED PEARL MILLET CUTLES AND CHAPATIES^a

Fermentation	Cutlets ^b		Chapaties ^b	
	A	B	A	B
20° C	6.66 ± 0.38	6.78 ± 0.29	5.28 ± 0.81	5.46 ± 0.74
25° C	6.92 ± 0.34	6.70 ± 0.36	4.72 ± 1.13	4.82 ± 0.50
30° C	6.16 ± 0.82	6.26 ± 0.44	3.76 ± 0.86	3.84 ± 0.64
CD(P<0.05)	0.54	0.51	0.75	0.54

a Average scores of seven characteristics (odour, appearance, flavour, texture, taste, bitterness and sourness) given by 10 judges on 9-point hedonic scale

b Values are means ± SD of four replicates

REFERENCES

1. Dhankher N and Chauhan BM, Effect of temperature and period of fermentation on protein and starch digestibility (*in vitro*) of rabadi - a pearl millet fermented food, *J. Food Sci.* 52, 489 - 490. 1987.
2. Mahajan S. and Chauhan BM, Effect of natural fermentation on the extractability of minerals from pearl millet flour, *J. Food Sci.* 53, 1576 - 1577. 1988.
3. Khetarpaul N. Improvement of nutritional value of pearl millet by fermentation and utilization of fermented product. Ph. D Thesis, Haryana Agricultural University, Hisar, India. 1988.
4. Chauhan BM Suneja N and Bhat CM, Nutritive value and fatty composition of some high yielding varieties of bajra, *Bull Grain Technol* 21, 41 - 42. 1986.
5. Mahajan S and Chauhan BM, Phytic acid extractable phosphorus of pearl millet as affected by natural lactic acid fermentation, *J. Sci Food Agri* 41, 381 - 382. 1987.
6. Cheryan M, Phytic acid interaction in food systems, *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* 13, 297 - 335. 1980.
7. Sutardi and Buckle KA, Reduction in phytic acid levels in soybeans during tempeh production, storage and frying. *J. Food Sci.* 50, 260 - 261. 1985
8. Thompson LU and Yoon JH, Starch digestibility as affected by polyphenol and phytic acid. *J. Food Sci.* 49, 1228. 1984
9. Knuckles BE Kuzmicky DD and Batshart AA, Effect of phytate and partially hydrolysed phytate on *in vitro* protein digestibility, *J. Food Sci* 50, 1980 - 1082. 1985
10. Mahajan S, Studies on improvement of nutritional value of bajra through fermentation. M. Sc. Thesis Haryana Agricultural University, Hisar, India. 1986
11. AOAC, Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, Association of Analytical Chemists, Washington, DC. 1980
12. National Academy of Science, Recommended levels of minerals and vitamin mixture for rats (BARR Committee on Animal Nutrition), NAS, Washington DC-pp-15. 1959
13. Chapman DG, Castillo R. and Campbell JA, Evaluation of protein in foods, *Can J Biochem Physiol*, 37, 679 - 681. 1959
14. Chick H, Hutchinson JCD and Jackson HM, The biological value of protein VI. Further investigation of balance sheet method, *Biochem J.* 29, 1702 - 1711. 1935
15. Bender AE and Doell BM. Biological evaluation of protein: a new aspect, *Brit. J. Nutr.* 11, 140 - 148. 1957
16. Gupta HO, Lodha ML, Mehta, SI, Rastogi DK and Singh, J. Effect of amino acid (s) and pulse supplementation of nutritional quality of normal and modified opaque-2 maize. *J. Agric Food Chem.* 27, 787 - 790. 1979
17. Khader V. Studies on nutritive value of dhokla based on rice, bengal gram and urd, *Indian J. Nutr Dietet*, 16, 316. 1979
18. Zamora RG and Veum TL. The nutritive value of dehulled soybeans fermented with *Aspergillus oryzae* or *Rhizopus oligosporus* as evaluated by rats. *J. Nutr.*, 109, 1333-1333. 1979
19. Khetarpul N and Chauhan BM, Fermentation of pearl millet flour with yeast and latobacilli; *in vitro* digestibility and utilization of fermented flour for weaning mixture, *Plant Foods Hum Nutr.* 40, 167 - 173. 1990
20. Khader, V. Preparation and nutritional evaluation of fermentation of food similar to miso. *Nutr. Reports Int.* 26, 17 24. 1982
21. Taur AT, Pawar VD and Ingle UM, Sensory evaluation of chips made from control germinated and germinated-fermented sorghum, *Ind J. Nutr Dietet*, 21, 89 - 96. 1984

Propriedades nutricionais e sensoriais do feijão macáçar verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) enlatado I. Efeito do processo de enlatamento

Giselda Macena Lira¹, Nonete Barbosa Guerra² e Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa²

Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas
Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO. Foram determinados os efeitos do processo de enlatamento, em salmoura, sobre a qualidade do feijão macáçar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no estágio verde. Os grãos foram branqueados sob vapor por 2 minutos a 100°C, enlatados e autoclavados a 121°C durante 10 minutos. Amostras do produto foram comparadas as de feijão macáçar verde cozido tradicionalmente através de análises físico-químicas, sensoriais e biológicas. Reduções significativas ($p < 0,01$) na composição dos feijões enlatados em relação às amostras cozidas, quanto a proteínas, carboidratos e fibras, foram detectadas. O conteúdo de metionina disponível, foi idêntico para ambos processos, entretanto os feijões enlatados apresentaram valores mais elevados de lisina disponível que aqueles cozidos. O Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) (3,19), não evidenciou efeitos prejudiciais do processamento sobre a qualidade do feijão enlatado, sendo equivalente ao obtido para o feijão macáçar verde cozido tradicionalmente (2,96). As perdas quantitativas detectadas através da análise físico-química não afetaram a qualidade, bem como a aceitabilidade do produto, considerada satisfatória pelos painelistas.

SUMMARY. Nutritional and sensory properties of canned cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) WALP) I. Effect of processing of canning. The effects of canning in brine on cowpea quality (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) were determined. Beans were steamed-blanching at 100 °C for 2 minutes, and then canned and autoclaved at 121 °C for 10 minutes. These samples were compared to homecooked cowpea samples through physicochemical, sensory and biological analyses. Significant reductions ($p \leq 0,01$) in canned bean composition as to values for protein, carbohydrate and fiber were determined when compared to cooked samples. The available methionine content was identical for both processes, but canned beans produced higher values of available lysine than cooked ones. Values for Net Protein Ratio (NPR) - 3,19 showed that canning did not affect protein quality of canned beans. These results were similar to the ones found in homecooked cowpeas (2,96). According to physicochemical analyses, quantitative losses did not seem to affect protein quality, and acceptance of product was found to be satisfactory to tasters.

INTRODUÇÃO

Embora o enlatamento de feijões seja uma prática comum em países industrializados, ainda é pouco explorado no Brasil.

No caso do feijão macáçar verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), bastante consumido no Nordeste brasileiro¹, seu enlatamento constituiria uma forma racional de au-

mentar a oferta em períodos de entre-safra, além de minimizar as perdas decorrentes das adversas condições pós-colheita.

Com base nestas considerações, foram realizados alguns ensaios experimentais^(*), objetivando verificar a viabilidade de sua conservação em salmoura, com resultados satisfatórios, do ponto de vista tecnológico, sem considerar, contudo, os efeitos do processamento na retenção dos nutrientes. A este respeito, estudos realizados em outras leguminosas por Adeniji e Potter (2), no *moin-moin* (um tipo de feijão muito popular na Nigéria); Cabezas e cols.(3) em feijão caupí (*Vigna sinensis*) e El-Refai e cols.(4), em ervilhas, referem resultados controversos no que tange aos efeitos do processamento sobre as pro-

1 Professor Assistente do Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Tabuleiro dos Martins, 57.080 - Maceió - Alagoas - Brasil.

2 Professor Adjunto do Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco.

priedades nutricionais e sensoriais dos produtos. Restam, portanto, pontos que demandam maiores esclarecimentos, com vistas a determinar mais seguramente a sua magnitude.

Considerando o exposto e o fato da espécie ser uma variável importante na determinação da qualidade, o presente estudo foi realizado com o objetivo de investigar as possíveis alterações no valor nutritivo do feijão macaçar verde decorrente do processo de enlatamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Processamento do feijão

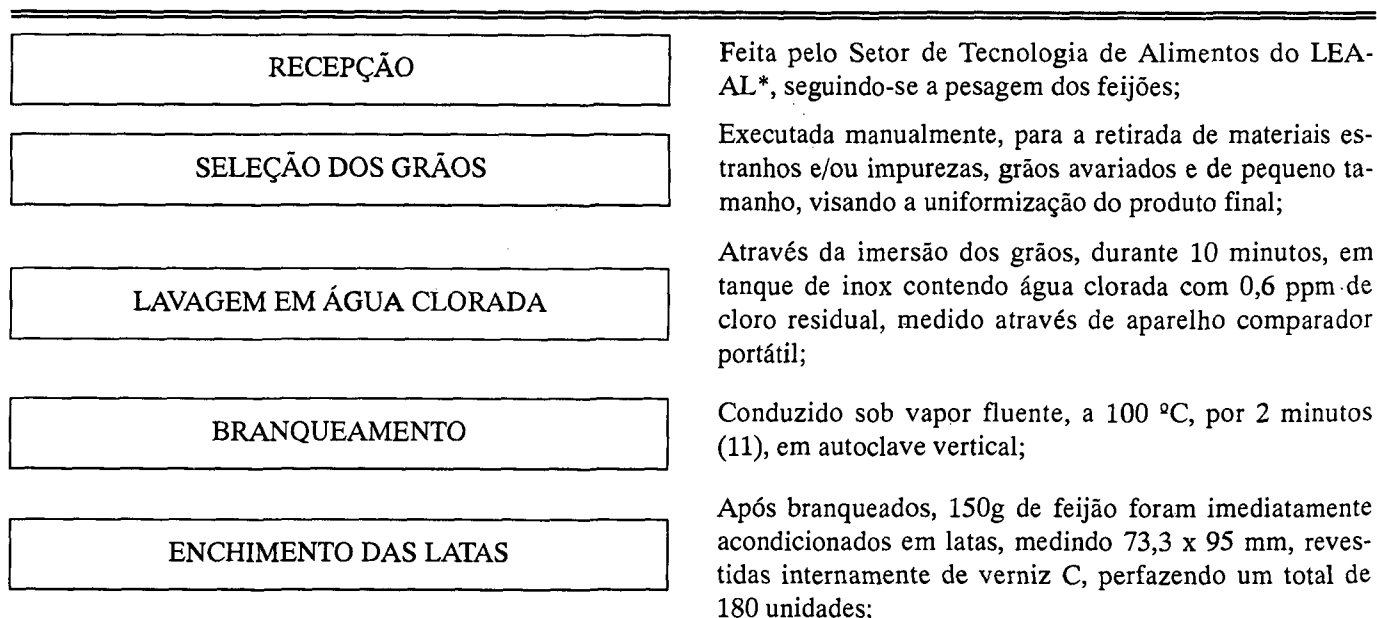
Utilizou-se grãos do feijão macaçar da espécie (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em estágio verde (grãos obtidos a partir de vagens túrgidas de coloração verde-amarelado), adquiridos na Central de Abastecimento de Pernambuco S.A. - CEASA, "in natura" e após processo de cocção e enlatamento. No primeiro, os grãos foram previamente selecionados e lavados, e a seguir cozidos em água adicionada de 2% de sal a 100 °C por 23'; no segundo, adotou-se o fluxograma que se segue.

De cada lote de feijão, foram tomadas amostras (do produto enlatado utilizou-se 26 latas, coletadas aleatoriamente) para determinação em triplicata da composição centesimal, segundo as técnicas descritas pela AOAC (5) e Instituto Adolfo Lutz (6) e seu conteúdo de metionina (7) e lisina disponíveis (8), bem como para realização das análises biológicas, sensoriais e teste de prateleira (28).

Métodos biológicos

Foram determinados em ratos da linhagem Wistar, (*Rattus norvegicus*, var. albinus, Rodentia) o Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR)(9) e o Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) em dietas elaboradas a base de feijão macaçar cozido e enlatado, os quais foram homogeneizados, secados em estufa a 60 °C por 5 horas e triturados em multiprocessador marca ARNO para obtenção de uma farinha com granulometria de 0,56 mm. Estas foram comparadas entre si e com a caseína. A elaboração das dietas utilizadas seguiu as recomendações do método NPR, sendo os nutrientes balanceados de forma a atender aos requerimentos dos animais e misturas de sais minerais e de vitaminas, segundo a recomendação de Tagle e Donoso (10) (Tabela 1).

FIGURA 1
PROCESSAMENTO DO FEIJÃO MACAÇAR VERDE



(*) Freitas, C. P. de. Trabalho não publicado.

(*) LEAAL- Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco.

PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E SENSORIAIS DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE

ADIÇÃO DE SALMOURA	Cada unidade recebeu 170ml de solução quente (80 °C) a 2% de sal fino (11), de modo a permitir 1 cm de "heads-pace";
EXAUSTÃO	Operação obtida sob vapor fluente, durante 3 min., a 100 °C (11), em autoclave;
RECRAVAÇÃO	Fechamento imediato após exaustão, a fim de obter um bom vácuo;
TRATAMENTO TÉRMICO	As latas foram submetidas a 121 °C (12), sob pressão de vapor de 15 libras, durante 10 minutos;
RESFRIAMENTO	Efetuação em tanque de inox contendo água clorada com 0,6 ppm de cloro residual, até atingir temperatura inferior a 35°C, durante aproximadamente 20 minutos;
ARMAZENAMENTO	Sobre prateleiras nas dependências da Planta-Piloto/LEAAL*, à temperatura ambiente.

TABELA 1
COMPOSIÇÃO DAS DIETAS USADAS NOS TESTES BIOLÓGICOS

Constituintes	Diets			
	Feijão Cozido	Feijão Enlatado	Caseína	Aprotéica
Feijão macáçar	36,1	44,0	-	-
Caseína ^a	-	-	11,1	-
Óleo ^b	6,0	6,4	7,0	7,0
Fibra ^c	2,4	2,3	2,0	2,0
Mistura vitamínica ^d	2,0	2,0	2,0	2,0
Mistura salina ^e	4,1	4,1	4,2	4,2
Amido ^f	49,4	41,2	73,6	84,8
L - metioninas	-	-	0,15	-

a = Marca REAGEN.

b = Óleo de milho Mazola

c = Feijão e celulose (dieta controle e aprotéica)

d e e = Segundo Tagle e Donoso (10)

f = Amino comercial, Refinações de milho Brasil

g = Marca MERCK

Para determinar o NPR, cada dieta foi oferecida "ad libitum" e individualmente a 6 ratos machos com 21 dias de idade, recém-desmamados, com peso médio ao desmame de 45g, por um período de 10 dias. Os animais ficaram alojados em gaiolas individuais, a uma temperatura de aproximadamente 24 °C e umidade em torno de 65% sob condições padrão de iluminação (ciclos de 13 horas), registrando-se após 10 dias os dados referentes à ingestão de alimentos e controle de pesos.

Análise sensorial

A aceitabilidade do feijão enlatado foi avaliada através do teste de Escala de Ação(13) utilizando um painel composto por 10 membros, previamente selecionados e treinados.

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar a existência ou não de diferenças significativas entre as amostras.(14) Nos casos em que foram constatadas diferenças, foi aplicado o teste de comparações múltiplas de Duncan (14), para analisar a significância entre as amostras. ($p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química do feijão macáçar verde "in natura", cozido e enlatado

A tabela 2 permite uma avaliação quantitativa das modificações acarretadas pelo processamento. Comparando os resultados, observa-se que, com exceção da umidade e lipídeos, o enlatamento promoveu um decréscimo altamente significativo ($p < 0,01$) nos demais constituintes, em comparação ao feijão cozido e "in natura", o que pode ser o reflexo do maior conteúdo de umidade das amostras enlatadas pelo fato dos grãos terem permanecidos imersos na salmoura, o que possibilitaria a hidrólise e lixiviamento de componentes hidrossolúveis. Este aumento do teor de umidade deve ter sido favorecido pela operação de branqueamento sob vapor, que aumenta a capacidade de hidratação dos feijões enlatados (11 15).

Do percentual de nitrogênio total do grão, 16% é de origem não protéica.

TABELA 2
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE "IN NATURA", COZIDO E ENLATADO

Nutriente (g% em base fresca)	Feijão Macáçar		
	"In Natura"	Cozido	Enlatado
Umidade	68,07 ^a	70,56 ^b	75,03 ^c
Proteínas (N x 6,25)	8,76 ^a	7,94 ^b	7,04 ^c
Nitrogênio não protéico	0,25	0,18	0,18
Carboidratos	17,42 ^a	16,05 ^b	13,70 ^c
Lipídeos	1,30 ^a	0,91 ^{b**}	1,23 ^{a**}
Cinzas	1,50 ^{a**}	2,24 ^b	1,38 ^{c**}
Fibras	2,95 ^a	2,30 ^b	1,62 ^c

* - Obtido por diferença.

OBS.: Os valores na mesma linha com letras diferentes diferem estatisticamente ($p < 0,01$ e $p < 0,05^{**}$) - Teste de comparações múltiplas de Duncan.

A redução no teor de lipídeos pode ser devido ao fato que a cocção do feijão talvez não previna a sua oxidação e a do tocoferol, que ficaria disponível para atuar como agente oxidante.(16) Estudos realizados por Wolf(17) demonstraram que, nos feijões, predominam os ácidos graxos insaturados, principalmente o ácido linoléico, que apresentam um maior potencial de oxidação.

Com relação aos aminoácidos verifica-se na tabela 3, que o processamento não acarretou grandes perdas de metionina entre as amostras cozidas e enlatadas e ainda quando comparadas às "in natura", corroborando os resultados encontrados por outros autores (2 3).

PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E SENSORIAIS DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE

TABELA 3
TEORES DE METIONINA E LISINA DISPONÍVEIS DA FARINHA E DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE
"IN NATURA", COZIDO E ENLATADO

Feijão macáçar	Metionina disponível*		Lisina disponível*	
	Feijões	Farinhas	Feijões	Farinhas
"In natura"	1,20	-	9,2	-
Cozido	1,16	1,24	7,6	5,9
Enlatado	1,16	1,20	8,0	6,0

* Resultados expressos em g por 16gN.

No que concerne aos resultados das farinhas de feijões utilizadas para a confecção das dietas para os ensaios biológicos (Tabela 3), não foi evidenciada diferença significativa entre as amostras enlatadas e cozida. Os resultados demonstram teores de metionina disponível da ordem de 1,24g aa/16gN na farinha do feijão cozido e 1,20 na do feijão enlatado, superiores aos encontrados por Jaffé e Brücher (18), constatando um valor médio de metionina total de 1.12g/16gN em 100 linhagens puras de feijão seco.

No que concerne à lisina, verificou-se que o enlatamento acarretou menores perdas que a cocção caseira, redução esta provavelmente decorrente do processo empregado, que implicou em maior tempo de exposição ao calor, comprovando mais uma vez que aplicação de tratamentos térmicos com temperaturas mais elevadas por tempos mais curtos minimiza as perdas deste aminoácido (19,20,21).

Os resultados encontrados referentes à cocção caseira foram superiores aos citados por diversos autores (1,20, 22), em leguminosas secas, concordando com Lago (1) e Bressani (23), no que tange a superioridade, em lisina, desta variedade.

Comparando-se os resultados dos feijões com os da farinha utilizada para os ensaios biológicos, percebe-se que a secagem levou a consideráveis perdas deste aminoácido que em termos percentuais representou 36% no feijão cozido e 35% no enlatado.

Valor biológico do feijão macáçar verde cozido e enlatado

Os resultados dos ensaios biológicos (Tabela 4), no que concerne ao ganho em peso, consumo de dieta e de proteínas, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as dietas experimentais; com relação à caseína, observa-se que os valores de NPR do feijão en-

TABELA 4
RESULTADOS DOS ENSAIOS BIOLÓGICOS COM RATOS ALIMENTADOS COM AS DIVERSAS
DIETAS DE FEIJÃO MACÁÇAR

Animais \ Dietas	Ganho em peso* (g)	Consumo de dieta* (g)	Consumo de proteínas* (g)	NPR	CEA
Feijão macáçar cozido	14,2 ^a ± 2,1	76,3 ^a ± 6,3	7,80 ^a ± 0,64	2,96 ^a ± 0,14	0,18 ^a ± 0,01
Feijão macáçar enlatado	15,8 ^a ± 1,3	76,2 ^a ± 5,1	7,77 ^a ± 0,50	3,19 ^{a**} ± 0,28	0,20 ^a ± 0,01
Caseína	31,6 ^b ± 10,2	106,9 ^b ± 41,0	11,04 ^b ± 4,24	3,96 ^b ± 1,26	0,31 ^b ± 0,09

* - Média de 06 animais.

NPR - Quociente de Eficiência Líquida da Proteína.

CEA - Coeficiente de Eficácia Alimentar.

OBS.: Nas colunas, os valores com letras diferentes diferem estatisticamente ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05^{**}$) - Teste de comparações múltiplas de DUNCAN.

latado e do cozido foram significativamente inferiores ($p \leq 0,05$) e ($p \leq 0,01$), respectivamente. Os valores obtidos devem-se, provavelmente, à adequação do tratamento térmico (tempo x temperatura) utilizado no enlatamento. Estes resultados diferem dos achados de Adeniji e Potter (2) que, utilizando o PER para avaliação do *moin-moin* sob estas duas formas, encontraram uma significativa superioridade do cozido ($p \leq 0,05$) e do estudo realizado por Antunes e cols.(24), que obtiveram um PER de 0,45, significativamente inferior que, em termos percentuais, representa apenas 15,30% em relação ao grupo controle, cujo PER foi de 2,94. No presente estudo os NPR dos feijões verdes cozidos e enlatados representaram 74,74% e 80,55%, respectivamente, em relação à dieta de caseína, possivelmente devido aos procedimentos adotados para obtenção das farinhas.

Os valores de NPR obtidos para o feijão cozido e enlatado foram superiores aos encontrados por Wolzak e cols. (25), no cowpea (*Vigna unguiculata*), cozido por 10 min., Bressani e Elías (26), no feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), cozido em autoclave a 15 libras, por 30 min., e Jijaba e Bressani (27), no caupí (*Vigna unguiculata*), cozido em autoclave a 121 °C, por 30 min. Fato provavelmente devido ao rígido controle do preparo das farinhas, restringindo o tempo de secagem em estufa com temperatura controlada para 60 °C por 5 horas, evitando maiores perdas de lisina e metionina.

A eficácia do tratamento térmico foi testada através da incubação das latas a 55 °C e a 35 °C, durante 7 dias (28), ao término dos quais não foi constatada nenhuma alteração indicativa da presença de microorganismos produtores de gás.

Efeito do processamento sobre as propriedades sensoriais do producto

Para avaliar a influência do processo térmico sobre a qualidade organoléptica do produto, utilizou-se o teste da Escala de Ação de nove pontos, aplicado logo após o processamento. A média dos pontos atribuídos pelos painelistas foi de 7,6, demonstrando satisfatória aceitabilidade.

Os resultados sugerem que o enlatamento não acarretou efeito prejudicial sobre as propriedades nutricionais e sensoriais do feijão macáçar verde enlatado, não obstante a redução detectada na disponibilidade de metionina e lisina.

REFERÊNCIAS

1. Lago, E. S., Bion, F. M., Costa, L. P. da, Araújo, T. M. V. C. de, Nascimento, J. S., Guerra, N. B., Chaves, N. Valor biológico das proteínas do feijão macáçar suplementado com aminoácidos. Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas, São Paulo, V. 4, 4 - 5, 343-350, set./out.1971.
2. Adeniji, A. O., Potter, N. N. Nutritional and sensory properties of canned and stored moin - moin. Journal of Food Sciences, Chicago, V. 46,1,198-200, Jan./ Febr.1981.
3. Cabezas, M. T., García, J., Murillo, B., Elías, L.G., Bressani, R. Valor nutritivo del frijol caupi crudo y procesado. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, V. 32, 3, 543-558, sept. 1982.
4. El - Refai, A. A., Gouda, M. S., Ammar, K. A. Effect of processing and storage on protein and lipid composition of peas. Food Chemistry, Easton, V. 23, 2, p. 117-127, 1987.
5. Horwitz, W. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1973. 1094
6. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. 1985. V. 1, 533 p.
7. McCarthy, T.E., Sullivan, M.X. A new and highly specific colorimetric test for methionine. The Journal of biological Chemistry, Baltimore. V. 141, 871-876, 1941.
8. Carpenter, K. J. The estimation of the available lysine in animal-protein foods. Biochemical Journal, Cambridge, V. 77, 604-610, 1960.
9. Pellett, P. L., Young, V.R. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo: The United Nations University, 1980. 154 103-117.
10. Tagle, M.A., Donoso, G. Net protein utilization determined in short and long - term experiments with rats. The Journal of Nutrition, Bethesda, V. 87, 2, 173-178, Oct. 1965.
11. Nordstrom, C.L., Sistrunk, W. A. Effect of type of bean, moisture level, blanch treatment and storage time on quality attributes and nutrient content of canned dry beans. Journal of Food Science, Chicago, V. 44, 2, 392-395, Mar./ Apr. 1979.
12. Yang, J. F., Bernhardt, L.W., Vitali, A. A., Campos, S.D.S. de, Mori, E.E.M., Soares, G.L.D. Processamento de ervilha enlatada. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, V.18, 1, 99-120, jan/mar. 1981.
13. Schutz, H. G. A food action rating scale for measuring food acceptance. Journal of Food Science, Chicago, V. 30, 365-374, 1965.
14. Mc Guian, F. J. Psicologia experimental. São Paulo: Edusp, 1976. 223-266, 436 p.
15. Drake, S.R., Kinman, B.K. Canned dry bean quality as influenced by high temperature short time (HTST) steam blanching. Journal of Food Science, Chicago, V.49, 1318-1320, Sept./Oct. 1984.

PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E SENSORIAIS DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE

16. Nordstrom, C. L., Sistrunk, W. A. Effect of type of bean, soak time, canning media and storage time on quality attributes and nutritional value of canned dry beans. *Journal of Food Science*, Chicago, V. 42, 3, 795-798, May/June 1977.
17. Wolf, W. J. Effects of refining operations on the composition of foods. Part 2. In: Harris, R.J., Karmas, E. Nutritional evaluation of food processing. 2. ed. Westport: Avi, 1977. 670 p. 176-181.
18. Jaffé, W.G., Brücher, O. El contenido de nitrógeno total y aminoácidos azufrados en diferentes líneas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, V. 24, 1, 107-113, 1974.
19. Almas, K., Bender, A. E. Effect of heat treatment of legumes on available lysine. *Journal of the Science of Food Agriculture*, London, V. 31, 5, 448-452, May 1980.
20. Bressani, R., Elías, L.G., Valiente, A.T. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *The British Journal of Nutrition*, London, V. 17, n. 1, 69-78, Jan./Abr. 1963.
21. González del Cueto, A., Martínez, W. H., Frampton, V. L. Effect of autoclaving on the basic amino acids and proteins of the chick pea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, V. 8, n. 4, 331 - 332, July-Aug. 1960.
22. Molina, M. R., La Fuente, G. de, Bressani, R. Interrelaciones entre tiempo de remojo, tiempo de cocción, valor nutritivo y otras características del frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, V. 24, 4, 469-483, 1974.
23. Bressani R., Elías, L.G., Navarrette, D. A. Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice beans and cowpeas of Guatemala. *Journal of Food Science*, Chicago, V. 26, n. 2, 525-528, Mar./Abr. 1961.
24. Antunes, N. L. M. Lago, E. S., Bion, F. M. Nascimento, J. S., Araújo, T. M. V. C. de, Freitas, L. P. C. G., Pontes, D. C. N. de. Valor nutritivo do feijão macáçar (*Vigna unguiculata* L. Walp.) *Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas*, São Paulo, V. 9, 5-6, 293-296, out./dez. 1976.
25. Wolzak, A. Elías, L.G., Bressani, R. Protein quality of vegetable proteins as determined by traditional biological methods and rapid chemical assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, V. 29, 5, 1063-1068, 1981.
26. Bressani, R., Elías, L.G. Relación entre la digestibilidad y el valor proteínico del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, V. 34, 1, 189-197, 1984.
27. Jijaba, C.L., Bressani, R. Evaluación de la calidad proteínica de harinas de leguminosas obtenidas por tostación en lechos calentados. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, V. 38, 1, 152-161, 1988.
28. Fundação de Assistência ao Estudante. Método para análise microbiológica. Brasília (s. d.). 38 p. 28.

Propriedades nutricionais e sensoriais do feijão macáçar verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) enlatado

II. Efeito do armazenamento

Giselda Macena Lira¹, Nonete Barbosa Guerra² e Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa²

Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas
Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO. Com vistas a avaliar os efeitos do armazenamento sobre as propriedades nutricionais e sensoriais do feijão macáçar verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), enlatado, 180 unidades foram estocadas sob temperatura ambiente (22 °C a 32 °C) por um período de 6 meses. A intervalos de 0, 30, 90 e 180 dias, 26 amostras coletadas aleatoriamente, foram submetidas a análises físico-químicas, sensoriais e biológicas. Reduções estatisticamente significativas ($p \leq 0,01$ e $0,05$), foram constatadas em função do tempo de armazenamento, significância esta aumentada a partir de 90 dias, para proteínas e a partir de 30 dias, para os lipídeos, bem como reduções nos teores de aminoácidos, evidenciando a ocorrência de reações químicas, embora a aceitação do produto tenha sido considerada satisfatória em todo o período. Não foram constatadas evidências da presença de microrganismos produtores de gás. As perdas quantitativas em proteínas, lipídeos, metionina e lisina disponíveis detectadas pelos métodos físico-químicos não parecem ter afetado a qualidade protéica do produto, exceto nas amostras com 180 dias de armazenamento, em relação ao 0 dia, que apresentou uma redução significativa ($p \leq 0,01$) no ganho em peso e no Coeficiente de Eficácia Alimentar, embora o Quociente de Eficiência Líquida Protéica (NPR) não apresentasse alterações, permitindo concluir que o produto, não apresenta limitações quanto ao seu consumo, apesar dos indícios de queda do seu aproveitamento biológico em função do tempo de armazenamento.

INTRODUÇÃO

O feijão macáçar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma leguminosa com elevado potencial produtivo e nutricional, ocupando no Nordeste o segundo lugar na preferência das populações, especialmente no Agreste e Sertão onde tradicionalmente é consumido seco ou verde (1) (cozido em água e sal) integrando, sob esta última forma, a confecção de pratos regionais nacionalmente apreciados e difundidos.

1 Professor Assistente do Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Tabuleiro dos Martins, 57.080 - Maceió - Alagoas - Brasil.

2 Professor Adjunto do Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco.

(*) Freitas, C.P. de. Trabalho não publicado.

SUMMARY. Nutritional and sensory properties of canned cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). II Effect of storage. In order to evaluate the effects of storage on nutritional and sensory properties of canned cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), a batch of 180 cans was stocked at room temperature (22 °C to 32 °C) for a period of six months. At intervals of 0, 30, 90 and 180 days, 26 samples collected randomly were submitted to physicochemical, sensory and biological analyses. Significant statistical reductions ($p \leq 0,01$ to $p \leq 0,05$) were observed due to storage time, having this significance increased for proteins after 90 days and for lipids after 30 days, as well as a decrease on the amino acid values, thus indicating the occurrence of chemical reactions, although acceptance of the product was found to be satisfactory throughout the whole experiment. No evidence was discovered of the presence of gas producer microorganisms. According to physicochemical analyses, quantitative losses in protein, lipids, available methionine and lysine did not seem to affect protein quality, in spite of a significant reduction ($p \leq 0,01$) in weight gain and Coefficient of Food Efficiency of samples stored for 180 days when compared to those freshly canned on day 0, though values for Net Protein Ratio (NPR) showed no discernible decrease; these data lead to the conclusion that canned cowpeas stored can be consumed without, restrictions, in spite of the slight decrease in biological value caused by the time of storage.

A exemplo das ervilhas e outros grãos não maduros, seu tempo de conservação é bastante reduzido. Por outro lado, como as demais leguminosas, o feijão macáçar verde não é consumido "in natura". Portanto, seu aproveitamento industrial constituiria uma forma racional de aumentar a oferta em períodos de entressafra, além de minimizar as perdas decorrentes das adversas condições pós-colheita.

Conforme ensaios experimentais conduzidos por Freitas(*) e confirmados por Lira (2), o feijão verde pode ser conservado em salmoura, sem prejuízos nas suas propriedades nutricionais e sensoriais. Sabe-se, entretanto, que os alimentos industrializados ou não, mantêm-se em

constante atividade biológica que leva a modificação de sua qualidade (3). Nos enlatados, as reações deteriorativas de maior importância são de ordem química e se processam lentamente durante o tempo de estocagem (3), vez que muitas reações podem ocorrer entre os diferentes componentes do alimento (4).

Assim sendo, foi realizada esta pesquisa com vistas a determinar o efeito do armazenamento, sobre a qualidade do feijão macáçar verde enlatado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Matéria-prima

Utilizou-se feijões do tipo macáçar da espécie *Vigna unguiculata* (L) Walp, em estágio verde, (grãos obtidos a partir de vagens túrgidas de coloração verde-amarelado), enlatados de acordo com os procedimentos descritos anteriormente (2). As 180 latas, medindo 73,3 x 95 mm revestidas internamente de verniz C e contendo 150 g de feijão e 170 ml de solução quente (80 °C) a 2% de sal fino, foram armazenadas à temperatura ambiente, que oscilou de 22 °C a 32 °C, sendo as amostras (26 latas de feijões por período), coletadas aleatoriamente aos 0, 30, 90 e 180 dias de armazenamento, para a determinação em triplicata da composição centesimal, segundo as técnicas descritas pela AOAC(5) e Instituto Adolfo Lutz (6) e seu conteúdo de metionina (7) e lisina disponíveis (8), bem como para a realização das análises biológicas, sensoriais e teste de prateleira (21).

Métodos biológicos

Foram determinados em ratos da linhagem Wistar, (*Rattus norvegicus*, var. albinus, Rodentia) o Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR)(9) e o Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) em dietas elaboradas a base de feijão macáçar verde enlatado e armazenado nos diversos períodos, os quais foram homogeneizados, secados em estufa a 60 °C por 5 horas e triturados em multiprocessador marca ARNO para obtenção de uma farinha com granulometria de 0,56 mm. A dieta caseína foi utilizada como controle.

A elaboração das dietas utilizadas seguiu as recomendações do método NPR sendo os nutrientes balanceados de forma a atender aos requerimentos dos animais, e misturas de sais minerais e de vitaminas, segundo a recomendação de Tagle e Donoso (10). (Tabela 1)

Para determinar o NPR, cada dieta foi oferecida "ad libitum" e individualmente a 6 ratos machos com 21 dias de idade, recém-desmamados, com peso médio ao desmame de 45g, por um período de 10 dias. Os animais ficaram alojados em gaiolas individuais, a uma temperatura de aproximadamente 24 °C e umidade em torno de 65% sob condições padrão de iluminação (ciclos de 13 horas), registrando-se após 10 dias os dados referentes à ingestão de alimentos e controle de peso.

Análise sensorial

A aceitabilidade do feijão enlatado foi avaliada através do teste da Escala de Ação(11) aplicado a um painel composto por 10 membros, previamente selecionados e treinados.

Todos os resultados foram submetidos a análise de variância para verificar a existência ou não de diferenças significativas entre as amostras (12). Nos casos em que foram constatadas diferenças, foi aplicado o teste de comparações múltiplas de Duncan (12), para analisar a significância entre as amostras ($p \leq 0.05$ e $p \leq 0,01$). Para a análise dos resultados da avaliação sensorial, os pontos foram convertidos em escores, como descrito por Larmond (13).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito do armazenamento sobre as características físico-químicas dos feijões.

Observando os resultados transcritos na Tabela 2, verifica-se, que, durante os primeiros 30 dias de armazenamento, não houve diferença significativa entre as amostras, quando comparadas ao tempo zero, no que tange aos constituintes analisados. Comportamento análogo foi registrado após 90 dias, exceto para os lípideos, que apresentaram um decréscimo significativo ($p \leq 0,05$); com relação às amostras após 180 dias, observa-se que apenas os percentuais de carboidratos e fibras não apresentaram alterações significativas, quando comparadas ao tempo zero.

Embora não estejam ainda suficientemente esclarecidas as causas das modificações detectadas no decorrer da pesquisa, a literatura menciona achados que respaldam os resultados encontrados, como os trabalhos de Elías e cols (14), Adeniji e Potter (15) e Wang e cols (16), em

PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E SENSORIAIS DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE

TABELA 1
COMPOSIÇÃO DAS DIETAS USADAS NOS TESTES BIOLÓGICOS

Contituíntes	Diets					
	F.M.E* (0 dia)	F.M.E* (30 dias)	F.M.E* (90 dias)	F.M.E* (180 dias)	Caseína	Aprotéica
Feijão macáçar	43,95	43,93	38,77	39,68	-	-
Caseína ^a	-	-	-	-	11,12	-
Óleo ^b	6,40	6,50	6,00	6,00	7,00	7,00
Fibra ^c	2,35	2,70	2,66	2,42	2,00	2,00
Mistura vitamínica ^d	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Misura salina ^e	4,10	4,14	4,11	4,11	4,16	4,18
Amido ^f	41,20	40,73	46,46	45,79	73,57	84,82
L - metionina ^g	-	-	-	-	0,15	-

* F.M.E. - Feijão macáçar enlatado

a = Marca REAGEN

b = Óleo de milho Mazola

c = Feijão e celulose (dieta controle e aprotéica)

d e e = Segundo Tagle e Donoso (10)

f = Amino comercial, Refinações de Milho Brasil

g = Marca MERCK

TABELA 2
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE ENLATADO E ARMAZENADO

Nutrientes (g% em base fresca)	Feijão Macáçar			
	0 dia	30 dias	90 dias	180 dias
Umidade	75,03 ^a	75,18 ^a	75,25 ^a	76,04 ^{b**}
Proteínas (N x 6,25)	7,04 ^a	6,93 ^a	6,81 ^a	6,35 ^{b**}
Nitrogênio não protéico	0,18	0,18	0,17	0,17
Carboidratos*	13,70 ^a	13,71 ^a	13,91 ^a	13,70 ^a
Lipídeos	1,23 ^a	1,15 ^a	0,90 ^{b**}	0,81 ^c
Cinzas	1,38 ^a	1,47 ^a	1,45 ^a	1,68 ^b
Fibra	1,62 ^a	1,56 ^a	1,68 ^a	1,42 ^a

* - Obtido por diferença.

OBS.: Os valores na mesma linha com letras diferentes diferem estatisticamente ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) - ** - Teste de comparações múltiplas de DUNCAN.

feijões após cozimento e enlatamento, constatando redução do percentual de proteínas totais. Resultados semelhantes foram referidos por El-Refai e cols.(17), em ervilhas enlatadas, o que pode ser atribuído à extração de proteínas solúveis e também à hidrólise de proteínas em aminoácidos livres, os quais podem combinar com carboidratos, especialmente açúcares redutores, com conseqüente escurecimento.

No que diz respeito aos efeitos do armazenamento sobre o teor de aminoácidos analisados, constata-se um decréscimo significativo ($p \leq 0,01$ - Tabela 3) de metionina em relação ao zero dia, concordando com Ramos (18), que afirma ser evidente a perda da disponibilidade deste aminoácido em proteínas alimentares após processamento e armazenamento, embora Adeniji e Potter (15) não tenham encontrado perdas no *moin-moin* (um tipo de feijão

muito popular na Nigéria), enlatado e armazenado no período de 6 meses. Segundo Amaya (19), se suspeita da ocorrência de processo de auto-oxidação envolvendo os lipídeos presentes no feijão, hipótese esta que pode ser evidenciada pelo decréscimo registrado destes nutrientes, durante o armazenamento.

Com relação à lisina, os resultados obtidos mostram que as perdas aumentaram em função do tempo (Tabela 3), sendo a máxima de 26%, concordando com Amaya (19), que encontrou perda máxima de 48% até os 4 meses de armazenamento de feijões (*Phaseolus vulgaris* (L) à temperatura ambiente e discordando de Adeniji e Potter (15), que não encontraram perdas deste aminoácido durante o armazenamento.

Comparando-se os resultados dos feijões com os da farinha utilizada para os ensaios biológicos, percebe-se que a secagem levou a consideráveis perdas deste aminoácido, evidenciando sua instabilidade térmica. Osner e Johnson (20) reportam-se às perdas no valor nutritivo de proteínas aquecidas na presença de carboidratos, devido a interações destes com aminoácidos, particularmente lisina, tornando-se indisponível.

Como o FDNB só reage com o grupo amínico livre, as reduções detectadas no teor deste aminoácido constituem evidências da ocorrência de tais interações ou reações, como, por exemplo, do tipo Maillard.

Efeito do armazenamento sobre o valor biológico do feijão macáçar

Os resultados dos ensaios biológicos (tabela 4), no que concerne ao consumo de ração e de proteínas, não apresentaram diferença estatisticamente significativa

entre as dietas experimentais; quanto ao ganho em peso, embora as dietas experimentais tenham promovido crescimento dos animais, todas foram significativamente inferiores ao do controle, sendo que a de feijão macáçar enlatado com 180 dias de armazenamento apresentou ainda resultados significativamente inferiores ($p \leq 0,05$) à do zero dia, fato também observado com relação ao CEA ($p \leq 0,01$). Tal comportamento pode ser parcialmente explicado pelo menor consumo da ração, de proteínas e, conseqüentemente, menor NPR em relação ao controle.

A análise estatística revelou que o NPR do feijão enlatado no zero dia e aos 30 dias foi significativamente inferior ($p \leq 0,05$) à caseína. Aos 90 e 180 dias de armazenamento verificou-se diferença ($p \leq 0,01$) em relação ao NPR da dieta controle. Com relação aos resultados do NPR obtidos das dietas cuja fonte protéica foi constituída pelos feijões armazenados, verificou-se não haver diferença significativa, estando coerente com os relatados por Adeniji e Potter (15) sobre o *moin-moin* enlatado e armazenado por 6 meses.

Os resultados dos ensaios biológicos sugerem que o armazenamento não acarretou efeito prejudicial sobre a qualidade protéica do produto em estudo, não obstante a redução substancial na disponibilidade de metionina e lisina detectada, nas amostras armazenadas.

Efeito do armazenamento sobre as características sensoriais do produto.

Para avaliar a influência do processo térmico sobre a qualidade organoléptica do produto, utilizou-se o teste de Escala de Ação de nove pontos, realizado logo após o processamento e nos diversos intervalos de tempo de armazenamento. A média dos pontos atribuídos pelos

TABELA 3
TEORES DE METIONINA E LISINA DISPONÍVEIS DA FARINHA E DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE ENLATADO E ARMazenado

Feijão macáçar	Metionina disponível*		Lisina disponível*	
	Feijões	Farinhas	Feijões	Farinhas
0 dia	1,16	1,20	8,0	6,0
30 dias	1,00	1,06	7,6	5,6
90 dias	0,80	0,90	7,2	4,4
180 dias	0,80	0,79	6,8	3,2

* - Resultados expressos em g de aa. por 16 g N.

PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E SENSORIAIS DO FEIJÃO MACÁÇAR VERDE

TABELA 4
RESULTADOS DOS ENSAIOS BIOLÓGICOS COM RATOS ALIMENTADOS COM DIETAS DE FEIJÃO MACÁÇAR VERDE DE DIFERENTES TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

Animais Diets	Ganho em Peso* (g)	Consumo de Dieta* (g)	Consumo de Proteínas*	NPR (g)	CEA
Feijão macáçar enlatado (0 dia)	15,8 ^a ±1,3	76,2 ^a ±5,1	7,77 ^a ±0,50	3,19 ^a ±0,28	0,20 ^a ±0,01
Feijão macáçar enlatado (30 dias)	14,1 ^a ±2,7	71,8 ^a ±11,5	7,32 ^a ±1,17	3,12 ^{a*} ±0,20	0,19 ^a ±0,02
Feijão macáçar enlatado (90 dias)	10,5 ^a ±2,4	69,4 ^a ±2,4	7,09 ^a ±0,22	2,74 ^a ±0,36	0,15 ^a ±0,03
Feijão macáçar enlatado (180 dias)	8,8 ^b ±3,2	67,3 ^a ±5,1	6,88 ^a ±0,92	2,53 ^a ±0,18	0,12 ^b ±0,03
Caseína	31,6 ^e ±10,2	106,9 ^b ±41,0	11,04 ^b ±4,24	3,96 ^b ±1,26	±0,31 ^e ±0,09

* - Média de 06 animais.

NPR - Quociente de Eficiência Líquida da Proteína.

CEA - Coeficiente de Eficácia Alimentar.

OBS.: Nas columnas, os valores com letras diferentes diferem estatisticamente ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05^{**}$) - Teste de comparações múltiplas de DUNCAN.

panelistas foi de aproximadamente 7,4, demonstrando satisfatória aceitabilidade. Por sua vez, a análise de variância não revelou diferença significativa entre as diversas amostras.

A eficácia do tratamento térmico foi testada através da incubação das latas a 55 °C e a 35 °C, durante 7 dias (21), ao término dos quais não foi constatada nenhuma alteração indicativa da presença de microrganismos produtores de gás.

De um modo geral, os dados coletados permitem concluir que o feijão macáçar verde enlatado, não apresenta limitações quanto ao seu consumo, apesar dos indícios de queda do seu aproveitamento biológico em função do tempo de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- Lago, E. S., Bion, F. M., Coat, L. O. da, Araújo, T. M. V. C. de, Nascimento, J. S., Guerra, N. B., Chaves, N. Valor biológico das proteínas do feijão macáçar suplementado com aminoácidos. Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas, São Paulo, V. 4, 4-5, 343-350, set./out. 1971.
- Lira, G. M., Guerra, N. B., Pontes, D. C. N. de. Propriedades nutricionais e sensoriais do feijão macáçar verde (*Vigna unguiculata (L.) Walp*) Enlatado. I. Efeito do processo de enlatamento. Arch. Latinoameri. de Nutri. 42, 1992
- Cabral, A.C.D., Fernandes, M.H.C. Aspectos gerais sobre a vida de - prateleira de produtos alimentícios. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, V. 17, 4, 349-481, out./dez. 1980.
- Nilsen, H. K., Finot, P. A., Hurrell, R. F. Reactions of proteins with oxidizing lipids. 2. Influence on protein quality and on the bioavailability of lysine, methionine, cyst (e) ine and tryptophan as measured in rat assays. The British Journal of Nutrition, London, V. 53, 1, 74-86, Jan. 1985.
- Hoerwitz, W. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1975. 1094 p.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. 1985. V. 1, 533 p.
- McCathry, T.E., Sullivan, M.X. A new and highly specific colorimetric test for methionine. The Journal of Biological Chemistry, Baltimore, V. 141, 871-876, 1941.

8. Carpenter, K. J. The estimation of the available lysine in animal - protein foods. *Biochemical Journal*, Cambridge, V. 77, 604-610, 1960.
9. Pellett, P.L., Young, V.R. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo: The United Nations University, 1980. 154 p. 103-117.
10. Tagle, M. A., Donoso, G. Net protein utilization determined in short and long - term experiments with rats. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, V. 87, 2, 173, Oct. 1965.
11. Schutz, H. G. A food action rating scale for measuring food acceptance. *Journal of Food Science*, Chicago, V. 30, 365-374, 1965.
12. McGuian, F.J. *Psicologia experimental*. São Paulo: EDUSP, 1976. 223-266, 436 p.
13. Larmond, E. Methods for sensory evaluation of foods. Ottawa: Department of Agriculture, 1970. 55 p. (Publication 1284)
14. Elías, L.G., Colindres, R., Bressani, R. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). *Journal of Food Science*, Chicago, V. 29, 1, 118-122, Jan./Febr. 1964.
15. Adeniji, A. O., Potter, N. N. Nutritional and sensory properties of canned and stored moin-moin. *Journal of Food Science*, Chicago, V. 46, 1, 198 - 200, Jan./Febr. 1981.
16. Wang, C. R., Chang, K. C., Grafton, K. Canning quality evaluation of pinto and beans. *Journal of Food Science*, Chicago, V. 53, 3, 772-776, May/June 1988.
17. El - Reai, A. A., Gouda, M. S., Ammar, K. A. Effect of processing and storage on protein and lipid composition of peas. *Food Chemistry*, Easton, V. 23, 2, 117-127, 1987.
18. Ramos, L. B. Métodos bioquímicos de avaliação do valor nutricional de proteínas. *Revista da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação*, São Paulo, 50, 54-57, out., 1980.
19. Amaya, J. Efeito do armazenamento nas propriedades nutricionais do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) *Revista da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação*, São Paulo, V. 51, 20-28, dez. 1980.
20. Osner, R. C., Johnson, R. M. Nutritional changes in proteins during heat processing. *Journal of Food Technology*, Champaign, V. 3, 81-86, 1968.
21. Fundação de Assistência ao Estudante. Métodos para análise microbiológica. Brasília, (s.d.). 38, 28.

Fenómeno de endurecimiento y ablandamiento del frijol: alternativas tecnológicas

Palma-Tirado, M. L.¹, Reyes-Moreno, C.², Cárabez-Trejo, A.³, Montes-Rivera, R.⁴ y Paredes-López, O.⁵

RESUMEN. Se estudió el efecto del endurecimiento acelerado y del remojo en soluciones salinas sobre la calidad de cocción y microestructura del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Se analizaron dos variedades (Canario y Mayocoba) sembradas en la misma localidad. Se utilizaron tres procedimientos de endurecimiento: 1) End A. Remojo 5 hs en soln reguladora de acetatos (pH = 4.0, 37° C); 2) End B. Almacenamiento 28 días (37° C, Hr = 100%); y 3) End C. Almacenamiento 120 días (30 - 33° C, Hr = 76 %). Para la suavización de los materiales se utilizaron dos soluciones de remojo: Soln 1 (1% NaCl + 0.75% NaHCO₃) y Soln 2 (0.75% NaHCO₃). El tiempo de cocción se determinó en cocedor Mattson. En ambas variedades los tres procedimientos de endurecimiento provocaron una disminución (38-50%) en la capacidad de absorción de agua de los cotiledones y un incremento (2-4 veces) significativo en los tiempos de cocción. Durante el remojo de soluciones salinas la máxima capacidad de absorción de agua, en frijol endurecido, se alcanzó a las 4 hs. El remojo en soluciones salinas, antes de la cocción, disminuyó drásticamente (2.6-10.6 veces) los tiempos de cocción de frijol endurecido. Los estudios de microscopia de luz mostraron diferencias estructurales entre el frijol fresco, endurecido y suavizado. Los resultados obtenidos en esta investigación podrían ser utilizados para desarrollar un procedimiento tecnológico, susceptible de emplearse en gran escala, que permita el aprovechamiento del material de comercialización.

INTRODUCCION

En América Latina el frijol común es, después de los cereales, una de las más importantes fuentes de proteínas, calorías y otros nutrientes (1). En México el frijol común junto con el maíz son los componentes más estratégicos en la dieta diaria; el frijol y el maíz nixtamalizado tienen cualidades complementarias (2,3). Es bien conocido que las pérdidas post-cosecha de esta leguminosa ocurren en particular debido al desarrollo del fenómeno de endurecimiento, fenómeno que se induce en el frijol por condiciones de temperaturas y humedad altas ($\geq 25^{\circ}\text{C}$, HR $\geq 65\%$)

1,2,5 Centro de Investigación y de Estudios del Instituto Politécnico Nacional, (CINVESTAV-IPN), Unidad Irapuato. Apdo. Postal 629, 36500 Irapuato, Gto. México.

3 Departamento de Bioenergética del Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México.

4 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Ameda, Jalisco.

SUMMARY. Hardening and softening in common bean: technological alternatives. The effect of accelerated hardening and soaking solutions on cooking time and microstructure of common bean (*Phaseolus vulgaris*) was studied. Two varieties (Canario and Mayocoba) were grown in the same location. Three hardening procedures were used: 1) End A. Soaking in acetate buffer, pH = 4.0 at 37° C for 5 hs, 2) End B. Storage at 37° C, 100 % RH for 28 days and, 3) End C storage at 13-33° C, 76 % RH for 120 days. The salt solutions used for soaking were: Soln 1 (1% NaCl + 0.75% NaHCO₃) and Soln 2 (0.75% NaHCO₃). Cooking times were determined using a Mattson bean cooker. In both varieties, the three hardening procedures decreased (38-50%) cotyledons water holding capacity and increased significantly (2-4 times) cooking times. During soaking in salt solutions hardened beans reached maximum water absorption in four hours. Soaking in salt solutions decreased drastically (2.6-10.6 times) cooking times. Fresh, hardened and softned seeds were examined by light microscopy, observing ultrastructural differences among them. The methods used in this research might well represent the central components of an industrial technological procedure for the utilization of hardened beans.

durante el almacenamiento del grano, conduciendo a gastos más grandes de energía para alcanzar niveles aceptables de textura, así como el deterioro de sus características nutricionales y sensoriales (5, 6, 7, 8). Los mecanismos involucrados en el desarrollo del fenómeno de endurecimiento no han sido dilucidados satisfactoriamente. La mayoría de los investigadores han ubicado el desarrollo del endurecimiento a nivel de cotiledones y para explicarlo han propuesto varias hipótesis: (a) Oxidación y/o polimerización de lípidos (9, 10, 11, 12); (b) Formación de pectatos insolubles (4, 13, 14, 15, 16); (c) Lignificación de la lamela media (17, 18, 19) y (d) Interacción de mecanismos múltiples (20, 21). Recientemente, algunos investigadores han señalado que el desarrollo del endurecimiento se da tanto en cotiledones como en testa (22, 23, 24). El endurecimiento del frijol común ha sido reportado como un problema de importancia ecoómica y tenológica, ya que disminuye el valor nutricional, culinario y comercial del grano. Cuando el frijol es preparado para su consumo es usualmente remojado antes de la cocción. El remojo en agua puede reducir el tiempo de cocción y disminuir el contenido de factores antinutricio-

nales, además de ocasionar cambios estructurales (25, 26, 27). El remojo en soluciones salinas del frijol común mejora la calidad de cocción y el valor nutricional (28, 29). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del remojo en soluciones salinas sobre la calidad de cocción y la microestructura del frijol común fresco y endurecido. Esto podría contribuir a un mejor conocimiento del mecanismo (s) de endurecimiento del frijol y además ser una alternativa tecnológica para la utilización del grano endurecido.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Las variedades Canario y Mayocoba fueron sembradas y cosechadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Ameca Jalisco. Los materiales se limpiaron manualmente y se secaron hasta obtener el mismo contenido de humedad (9 %). Posteriormente se guardaron en bolsas de plástico y éstas en recipientes herméticos y se almacenaron a 4° C. Se les denomina frijol fresco.

Métodos

Características físicas: Se determinaron las dimensiones (longitud, anchura y grosor) de 25 semillas de frijol seleccionadas al azar, utilizando un vernier. El peso de 100 semillas se determinó por triplicado. El peso hectolítrico se obtuvo de 10 repeticiones en una balanza para peso hectolítrico Ohaus.

Procedimientos de endurecimiento:

Se utilizaron tres procedimientos para endurecer el frijol (23, 24, 25, 30). a) End A. 60 gramos de frijol fresco se remojaron en 120 ml de solución reguladora de acetatos 0.1M (pH=4.0, 37° C) por 5 hs, se enjuagaron y secaron a temperatura ambiente. La solución reguladora se preparó mezclando partes iguales de ácido acético 0.1M y acetato de sodio anhidro 0.1M. b) End B. El frijol fresco se almacenó a temperatura y humedad altas (37° C, 100 %hr) por un corto tiempo (28 días), y c) End C. Se almacenó el frijol fresco a temperatura y humedad altas (30-33° C, 76 % hr) por un período de tiempo largo (120 días).

Capacidad de absorción de agua:

La capacidad de absorción de agua se determinó por triplicado, utilizando 25 semillas. Esta prueba se efectuó en grano entero y en mitades de granos. El grano fue separado en dos mitades a lo largo de su eje longitudinal

utilizando una navaja. Las semillas se sometieron a remojo en cuatro volúmenes de agua destilada y se colocaron en un baño de agua a 25° C durante un tiempo de 24 hr. Durante las primeras 4 hr las semillas se drenaron y pesaron cada hora, en las 20 hr siguientes esta operación se repitió cada dos horas. Se determinó el porcentaje de agua absorbida.

Procedimiento de suavización:

Con el propósito de estudiar el efecto del remojo sobre los tiempos de cocción, semillas enteras de materiales frescos y endurecidos se remojaron por 12 hr a temperatura ambiente en cuatro volúmenes de medio de remojo. Las soluciones empleadas fueron: solución 1 (1% NaCl + 0.75% NaHCO₃ en agua destilada) y solución 2 (0.75% NaHCO₃ en agua destilada). Se empleo agua destilada como control.

Calidad de cocción:

El tiempo de cocción se determinó a frijol fresco y endurecido, sin remojo, remojado en agua y remojado en soluciones salinas 1 y 2. Se utilizó un cocedor de frijol tipo Mattson (30). El cocedor consta de 25 agujas de un peso aproximado de 65 g cada una; 25 granos de frijol se colocaron en el cocedor, introduciendo el equipo en un vaso de acero inoxidable con tres litros de agua destilada en ebullición. El tiempo de cocción fue previamente definido por pruebas sensoriales como el tiempo necesario para que 15 agujas penetraran otros tantos granos de frijol (60 %). Las determinaciones se hicieron por duplicado.

Microscopia fotónica:

Los estudios de microscopia fotónica se efectuaron en frijol fresco y endurecido. Todas las semillas se remojaron 12 hr y se cocieron 60 min. Para este estudio se utilizaron fragmentos longitudinales de la parte central del cotiledón. Estos fragmentos se fijaron en glutaraldehído al 3 % en solución amortiguadora de fosfato 0.1M, pH=7.2 durante 6 hr a 4° C. Este material se lavó durante toda la noche en una solución de sacarosa 0.25M en amortiguador de fosfatos (0.1M, pH=7.2). La post-fijación se realizó con tetraóxido de osmio al 2% en solución amortiguadora de fosfato (0.1M, pH=7.2) por 4 hr a 4° C, después las muestras se lavaron con la solución anteriormente mencionada. La deshidratación se realizó con etanol en serie ascendente de concentración de 10 % hasta absoluto en pasos de 10 % cada uno. Se llevó a cabo la infiltración del material en resina epóxica. Los bloques polimerizados fueron cortados y se obtuvieron cortes finos de 1µm de grueso en ultramicrotomo

(NOVA, LKB Suecia). Los cortes fueron teñidos con azul de toluidina 2 % en solución amortiguadora de borato de sodio al 2 %. Las secciones teñidas se observaron en microscopio fotónico Zeiss.

Analisis estadístico:

Los análisis de varianza se hicieron utilizando el diseño de bloques al azar y el de análisis factorial AxB y AxBxC en bloques al azar. La separación por medidas se hizo por la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) de Student usando el nivel de significancia del 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características físicas del frijol:

Las características físicas de las semillas son importantes indicadores de la calidad comercial, del manejo y del almacenamiento del frijol común. En la Tabla 1 se presentan las características físicas de las dos variedades de frijol común. En las dimensiones físicas no se encontró diferencia significativa entre las variedades. El peso de 100 semillas para las dos variedades corresponde a una clasificación de granos medianos. El peso hectolítrico fue mayor para el frijol Mayocoba y se encontró que existe diferencia significativa entre las variedades.

TABLA 1
CARACTERISTICAS FISICAS DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL COMUN ^{a/}

Variedad	Dimensiones (cm)			Peso de 100	Peso
	Long	Anchura	Grosor	semillas (g)	Hectolitrico (Kg/Hl)
Canario	1.28	0.58	0.39	35.21	75.53
Mayocoba	1.09	0.56	0.42	36.62	83.21
DMS (0.05)	0.23	0.10	0.10	1.50	0.24

^{a/} Antes de las determinaciones el grano se secó hasta obtener humedad constante (9%).

cotiledones. Esta disminución fue más pronunciada en las muestras endurecidas por el procedimiento A. En la Figura 1 también se puede observar que los materiales endurecidos logran su máxima capacidad de absorción de agua a las 4 hs de remojo.

Calidad de cocción del frijol endurecido y del suavizado:

En la Tabla 2 se muestran los tiempos de cocción de los materiales bajo estudio, tanto en estado fresco como endurecido por los tres procedimientos. Además, se muestra el efecto del medio de remojo sobre el tiempo de

Absorción de agua:

En la Figura 1 se muestra la capacidad de absorción de agua de frijol Canario y Mayocoba fresco y endurecido por los tres procedimientos. La capacidad de absorción de agua, en ambos materiales, disminuyó significativamente por efecto de los efectos de endurecimiento, siendo más pronunciadas para las muestras endurecidas por el procedimiento A. Para frijol fresco, durante las primeras horas de remojo el grano separado en mitades tuvo mayor capacidad de absorción de agua que el grano entero. Esto se observó en ambas variedades. Sin embargo, después de las primeras 8 h de remojo todos los materiales absorbieron cantidades similares de agua. En frijol fresco la capacidad máxima de absorción de agua alcanzó aproximadamente a las 12 hs de remojo. Respecto a los materiales endurecidos, la Figura 1 muestra que para las dos variedades el grano entero tuvo mayor capacidad de absorción de agua que las mitades. Sin embargo, en grano entero se observó la presencia de agua atrapada entre la testa y los cotiledones. Este mismo fenómeno fue reportado por otros investigadores en frijol endurecido por almacenamiento (31). Sin embargo, ellos no estudiaron el endurecimiento provocado por el remojo en soluciones reguladoras ácidas. Estos resultados permiten concluir que los tres procedimientos de endurecimiento provocan una disminución en la capacidad de absorción de agua de los

cocción de esos materiales. En la columna de materiales "sin remojo" se puede apreciar que los tres procedimientos de endurecimiento tuvieron un efecto similar desde el punto de vista textural: provocaron un incremento significativo en los tiempos de cocción. Los procedimientos A y C provocaron los endurecimientos más drásticos, registrando tiempos de cocción mayores a 540 min. Sin embargo, los mecanismos que contribuyen al endurecimiento por almacenamiento a temperaturas y humedades altas y por remojo en soluciones reguladoras ácidas son diferentes (25, 30, 32). Se desconoce el me-

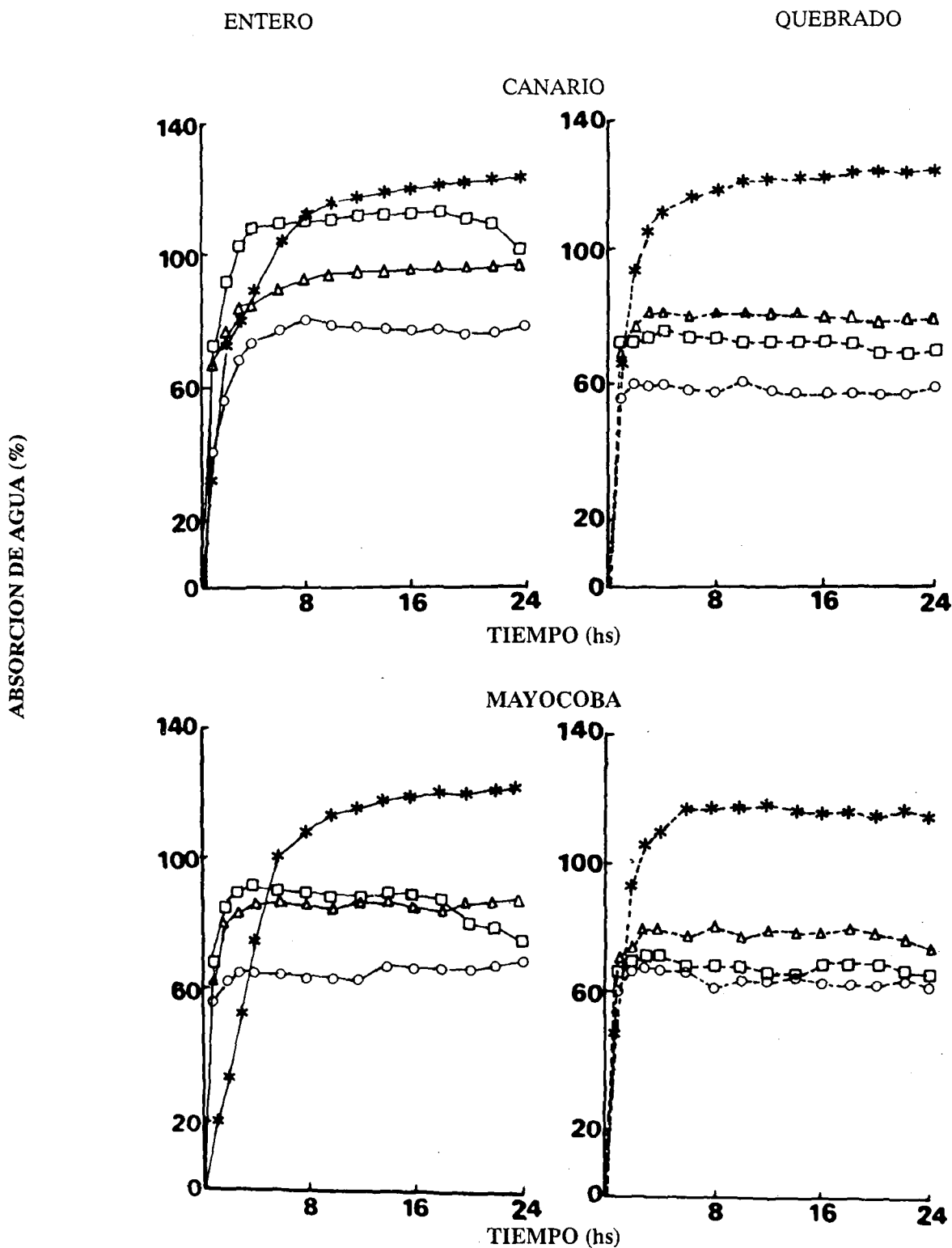


FIGURA. 1

Capacidad de absorción de agua de dos variedades de frijol común, frijol entero (—), frijol en mitadas (---), fresco (*), End A (o) remojo 5 hs en solución de acetatos pH=4.0, 37 °C, End B (Δ) almacenamiento 28 días, 37 °C, HR=100%, End C (□) almacenamiento 120 días, 31-33 °C y HR=76%

FENOMENO DE ENDURECIMIENTO Y ABLANDAMIENTO DEL FRIJOL: ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

TABLA 2
INFLUENCIA DEL REMOJO SOBRE EL TIEMPO DE COCCION DE DOS VARIEDADES DE
FRIJOL COMUN FRESCO Y ENDURECIDO

Variedad	Tiempo de Cocción ^{a/} (min)			
	Sin Remojo	R E M O J O ^{b/}		
		Agua destilada	Soln 1	Soln 2
CANARIO^{c/}				
Fresco	149	85	73	57
End A	>540	>540	70	67
End B	286	193	74	71
End C	>540	>540	63	136
MAYOCOBA				
Fresco	132	109	59	60
End A	>540	>540	67	51
End B	278	260	87	65
End C	>540	>540	61	146
DMS (0.05)			8	

a/ Tiempo (min) necesario para la cocción del 60% de los granos en el cocedor Mattson.

b/ La relación medio de remojo: grano fue de 3:1 en volumen. El tiempo de remojo de 12hs. Soln 1= 1% NaCl + 0.75% NaHCO₃ en agua destilada. Soln 2=0.75% de NaHCO₃ en agua destilada.

c/ End= material endurecido, End A=remojo 5 hs en solución de acetatos (pH = 4.0, 37°C), End B= almacenamiento 28 días, 37°C y HR = 100%, End C = almacenamiento 120 días 31-33 °C, HR = 76%.

canismo (s) por medio del cual se induce el endurecimiento del frijol común cuando este se remoja en soluciones reguladoras ácidas (25, 30, 32). Algunos autores (33, 34) han sugerido que el remojo de leguminosas en soluciones reguladoras ácidas, a temperaturas mayores a 35° C, favorece la hidrólisis de ácido fítico disminuyendo su poder quelante y favoreciendo la formación de pectatos insolubles. El remojo en agua provocó una disminución significativa en los tiempos de cocción de los materiales, excepto para los endurecidos por los procedimientos A y C. El remojo en soluciones salinas dió como resultado una mayor disminución en los tiempos de cocción que el remojo en agua destilada, especialmente para el material endurecido. Hay algunas diferencias significativas en el efecto de la disminución del tiempo de cocción provocado por la soluciones salinas 1 y 2. En general se puede concluir que de las dos soluciones salinas utilizadas la solución 2 provocó una disminución más efectiva en los tiempos de cocción en todos los materiales, excepto en las muestras endurecidas por el procedimiento C, en las cuales el remojo en solución salina 1 provocó una disminución mas drástica de los tiempos

de cocción. El remojo de leguminosas en soluciones salinas, principalmente de sodio, antes de la cocción disminuye los tiempos de cocción de materiales frescos y endurecidos (28, 29, 35, 36, 37); esto podría deberse a mecanismo de intercambio iónico y quelación entre cationes monovalentes, presentes en el medio de remojo, y cationes divalentes de los pectatos de la lamela media (36).

Alternativa tecnológica:

El efecto del remojo en soluciones salinas sobre la calidad de cocción del frijol común endurecido representa una alternativa tecnológica para el mejor aprovechamiento de estos materiales. La Figura 2 muestra el diagrama de flujo del procedimiento tecnológico propuesto para la utilización del frijol endurecido. En evaluaciones preliminares se ha observado que el frijol endurecido procesado de esta forma tiene características nutritivas y sensoriales aceptables. Este procedimiento se basa en las características de absorción de agua de los materiales y en el efecto del remojo en soluciones salinas sobre su calidad de cocción; además permitiría el ahorro de considerables gastos de energía.

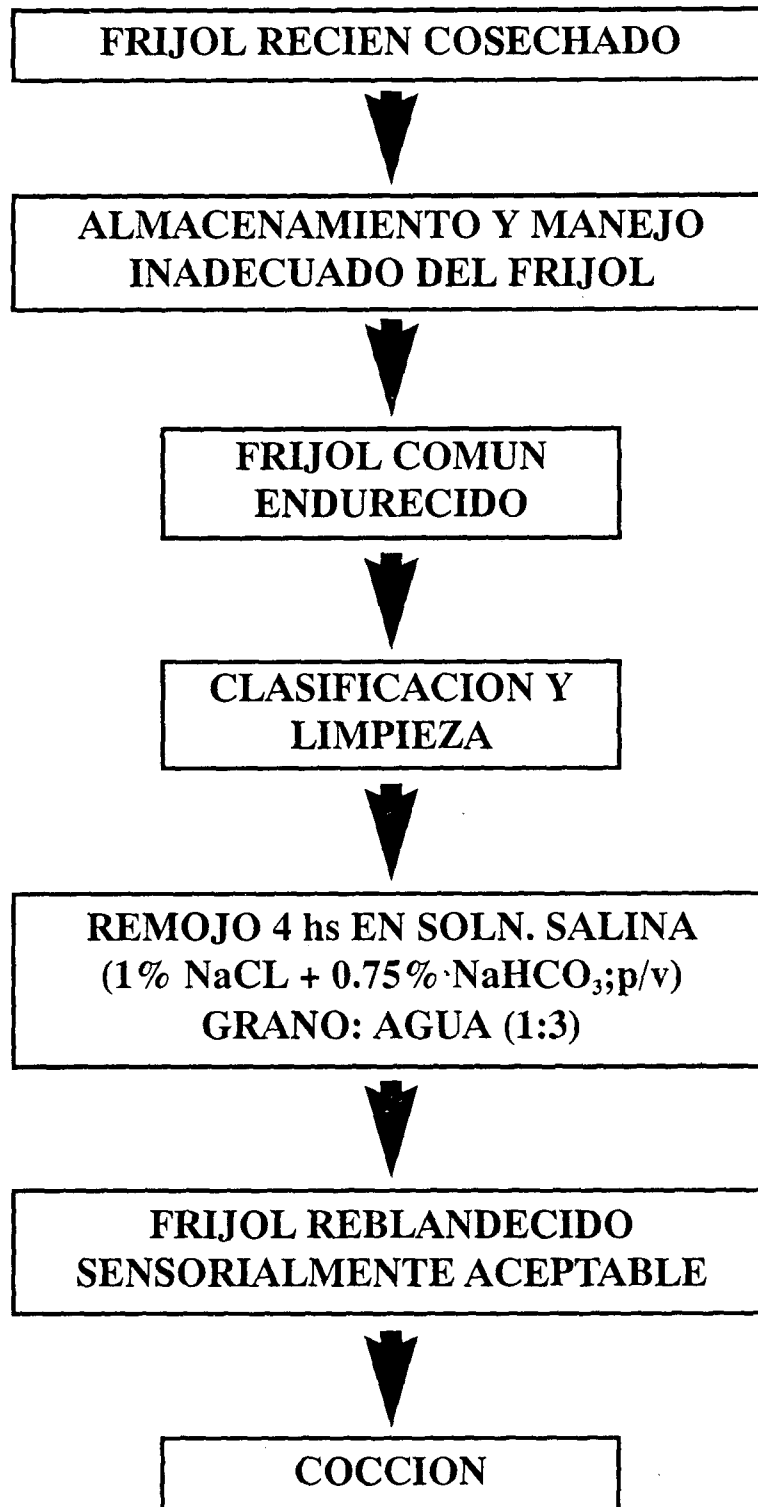


FIGURA. 2
PROCEDIMIENTO TECNOLÓGICO PARA LA UTILIZACIÓN DE FRIJOL ENDURECIDO

FENOMENO DE ENDURECIMIENTO Y ABLANDAMIENTO DEL FRIJOL: ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

Cambios microestructurales:

Durante el proceso de remojo y cocción se presentan cambios a nivel estructural. Estos cambios ocurrieron principalmente en la pared celular, en los gránulos de almidón y en los cuerpos proteicos. En la Figura 3 (fotos A, C y E) se muestran aspectos estructurales del frijol Mayocoba fresco, endurecido A y endurecido B, respecti-

vamente. Estos materiales fueron remojados y cocidos en agua destilada. Se observa una mayor separación entre celdas, mayor fusión de gránulos y mayor degradación de cuerpos proteicos en frijol fresco que en los materiales endurecidos. Estos resultados coinciden con observaciones hechas por otros investigadores (21, 31, 32). Existe una relación entre el grado de separación de las

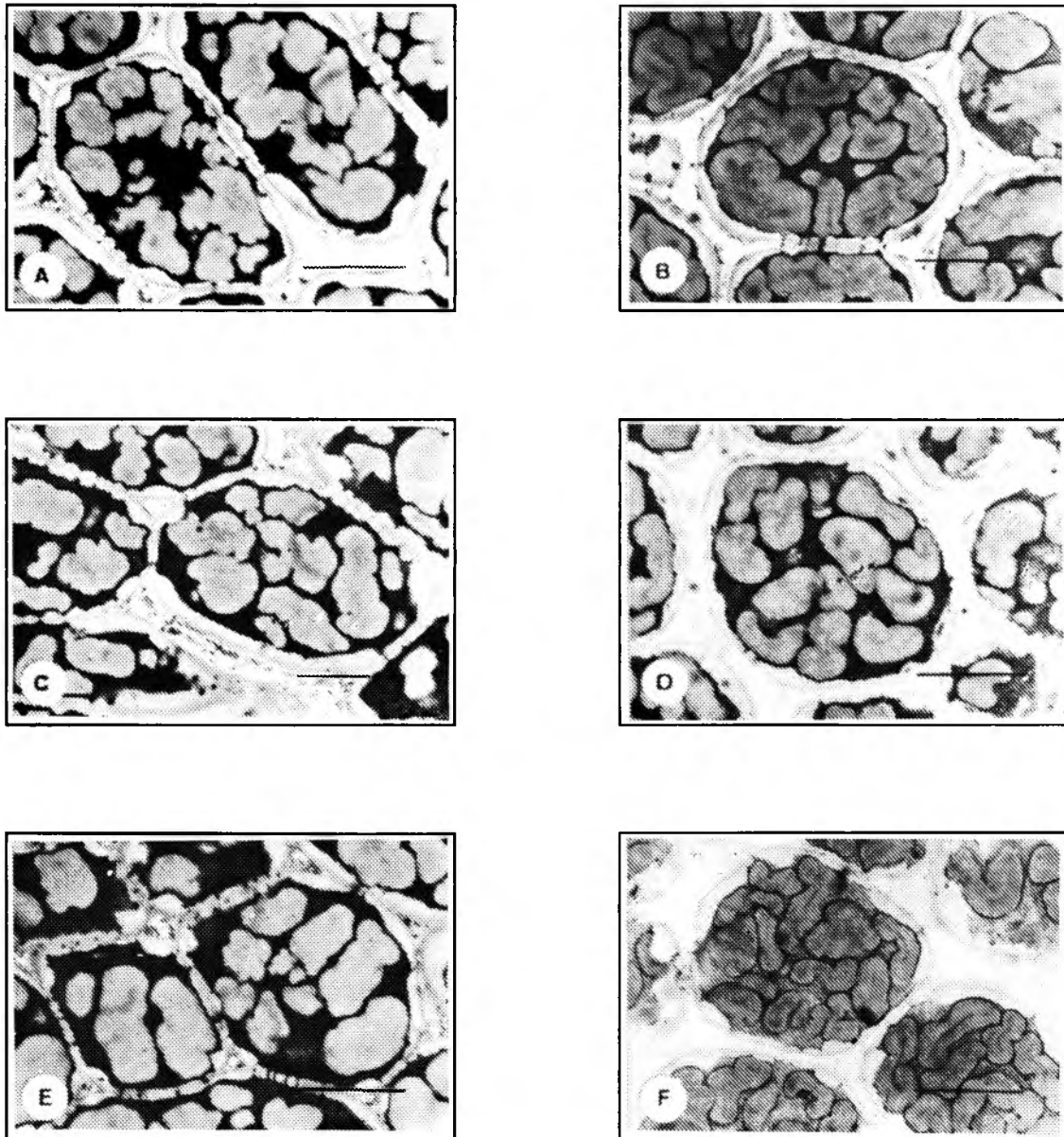


FIGURA. 3

Microfotografías de cortes de cotiledon de frijol mayocoba. (A) y (B) frijol fresco. (C) Y (D) frijol End A, (E) Y (F) frijol End B. (A), (C) Y (E) se remojaron 12 hs en agua destilada. (B), (D) Y (F) se remojaron 12 hs en solución salina 1. todos los materiales se cocieron 60 minutos

celdas y la calidad de cocción, a mayor separación de celdas menores tiempos de cocción (25, 31,32). Las partes B, D y F de la Figura 3 muestran las características estructurales del frijol fresco, endurecido A y endurecido B, respectivamente. Estos materiales fueron remojados en solución salina 1 y cocidos en agua destilada. En todos los casos, el remojo en soluciones salinas causó una mayor separación de celdas durante la cocción, que el remojo en agua destilada. Varriano-Marston y De Omana (36), basándose en estudios de microanálisis de rayos X, sugieren que mecanismos de intercambio iónico y quelación los cuales operan en la disolución del "cemento intercelular" favoreciendo la separación celular. Estos autores utilizaron como medio de remojo una mezcla de cuatro sales de sodio. García-Vela y col. (38), aún cuando utilizaron microscopia electrónica de barrido y soluciones salinas diferentes, coinciden con nuestros resultados al reportar separación marcada en paredes celulares por efecto del remojo en soluciones salinas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que la separación de las celdas durante la cocción se favorece por el remojo en soluciones salinas, provocando una disminución en los tiempos de cocción. Estas sales de remojo podrían ser incluidas como parte de un proceso tecnológico industrial que permita el provechamiento del frijol endurecido, obteniendo un producto de calidad nutricional y sensorial aceptables. Hacen falta estudios a nivel piloto y de tipo económico tendientes a determinar el potencial real de la alternativa que aquí se presenta.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de estas investigaciones. Uno de los autores Reyes-Moreno, C., agradece la licencia otorgada por la Universidad Autónoma de Sinaloa para efectuar estudios de doctorado en la Unidad Irapuato.

REFERENCIAS

1. Paredes-López, O., Ordorica-Falomir, C., Guevara-Lara, F. y Cobarrubias-Alvarez, M. Las proteínas vegetales: presente y futuro en la alimentación. En "Prospectivas de la Biotecnología en México". Ed. Quintero-Rmirez, R. 331. Fundación Javier Barros Sierra. CONACYT, México, D. F. 1985.
2. Bressani, R., Elías, L.G., Valiente, A. T. y Tejeda, C. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combinations of lime-treated corn and black beans. *J. Food Sci.* 27:3394. 1962.
3. Paredes-López, O., Montes-Rivera, R., González-Castañeda, J. y Arroyo-Figueroa, M.G. Comparison of selected food characteristic of three cultivars of bean *Phaseolus vulgaris*. *J. Food Technol.* 21:487. 1986.
4. Mattson S. The cookability of yellow peas a colloid-chemical and biochemical study. *Acta Agric. Suecana* II.185. 1946
5. Antunes, A. L. y Sgarbieri, V. C. Influence of time and conditions on storage of technological and nutritional properties of a dry bean (*Phaseolus vulgaris L.*) variety rosinha G2. *J. Food Sci.* 44:1703. 1979.
6. Bressani, R. The food and nutritional significances of bean hardening. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 32:325. 1982.
7. Elías, L. G. Conocimientos actuales sobre el endurecimiento del frijol. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 32:233. 1982.
8. Rockland, L B. y Jones, F. T. Scanning electron microscope studies on dry bean. Effects of cooking on the cellular structures of cotyledons in dehydrated large lima beans. *J. Food Sci.* 39:33342. 1974
9. Muneta, P. The cooking time of dry beans after extended storage. *Food Technol.* 18:130. 1964.
10. Takayama, K. K., Muneta, P. y Wiese, A. C. Lipid composition of dry beans and its correlations with cooking time. *J. Agric. Food Chem.* 13:269. 1965
11. Varriano-Marston, E. M. y Jackson, J. M. Hard-to-cook phenomenon in beans: structural changes during storage and imbibition. *J. Food Sci.* 46:1376. 1981
12. Richardson, J. C. y Stanley, D. W. Relationship of loss of membrane functionally and hard-to-cook defect in aged beans. *J. Food Sci.* 56:590. 1991
13. Jones, P. M. B. y Boulter, D. The analysis of development of hard bean during storage of black beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *Plant Foods Hum. Nutr.* 33:77. 1983.
14. Moscoso, W., Bourne, M. C. y Hood., L. F. Relationship between the hard-to-cook phenomenon in red kidney beans and water absorption, puncture force, pectin, phytic acid and minerals. *J. Food Sci.* 49:1577. 1984.
15. Srisuma, N. R., Uebersax, M. R. y Hosfield, G. L. Storage induce changes of fenolic acids and the development of hard-to-cook in dry beans (*Phaseolus vulgaris var. Seafarer*). *J. Food Sci.* 54:311. 1989.
16. Hertges, D.L. Weaver, C.M. y Nielsen, S. S. Changes of selected physical and chemical components in the development of the hard-to-cook defect. *J. Food Sci.* 56:436. 1991.
17. Hincks, M. J. y Stanley, D.W. Lignification: evidence for a role in hard-to-cook defect. *J. Food Biochem.* 11:41. 1987
18. Hohlberg, A. I. y Stanley, D. W. Hard-to-cook defect in black beans Protein and starch considerations. *J. Agric. Food Chem.* 35:571. 1987
19. Stanley, D.W. y Plhak, L.C. Fluorescence intensity indicates bean hardening. *Food Sci.* 54:1078. 1989
20. Aguilera, J. M. y Ballivian, A. A kinetic interpretation of textural change in black beans during prolonged storage. *J. Food Sci.* 52:691. 1987

FENOMENO DE ENDURECIMIENTO Y ABLANDAMIENTO DEL FRIJOL: ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

21. Hinks, M. J. y Stanley, D. W. Multiple mechanics of bean hardening J. Food Technol. 21:731. 1986
22. De León, L., Bressani, R., Elías, L. G. Effect of seed coat on the hard-to-cook phenomenon of common beans (*Phaseolus vulgaris*). Arch. Latinoamer. Nutr. 39:405. 1989
23. Reyes-Moreno, C. Endurecimiento del frijol común-Desarrollado de procedimientos para su prevención y cambios fisicoquímicos durante la reversibilidad de este fenómeno. Proyecto de Tesis Doctoral Unidad Irapuato. CINVESTAV IPN, Irapuato (México). 1989
24. Cábarez-Trejo, A., Reyes-Moreno, C., Paredes-López, O., Palma-Tirado, L. y Montes-Rivera, R. Endurecimiento del frijol común-cambios ultraestructurales durante el desarrollo y diversibilidad del fenómeno. XXII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos 21-24 Sept. 1991. Guadalajara, Jal. (México). 1991
25. Cábarez-Trejo, A., Paredes-López, O. y Reyes-Moreno, C. Microestructure of cotyledon cells from hard-to-cook common beans. Starch/Stärke 41:335. 1989
26. Jackson, G. M. y Varriano-Martón, E. M. 1981. Hard-to-cook phenom in beans: effect of accelerated storage on ater absorbtion and cooking time. Food Sci. 46:799. 1981.
27. Khokhar, S. y Chauban, B. M. Antinutritional factors in moth bean (*Vigna aconitifolia*): varietal differences and effect of methods of domestic processing and cooking. J. Food Sci. 51:591. 1986
28. Elías, L. G., León, L. F. y Bressani, R. Use of salt solutions to decrease cooking time of the hard-to-cook beans. En "Bean network. Proceeding of the 3º Workshop llevado a cabo en termas de Panimavida, Chile, 25-28 nov. 1987". Ed. Hohlberg, A. y Edwardson, W. Ottawa, Canada. 1988
29. Sievwright, C.A. y Shipe, W.F. Effect of storage conditions and chemical treatments on firmness, in vitro protein digestibility, condensed tannins, Phytic acid and divalent cations of cooked black beans (*Phaseolus vulgaris*). J. Food Sci. 51: 982. 1986
30. Reyes-Moreno, C., Paredes-López O., Montes-Rivera, R. y Juárez-Góiz, M. Desarrollo de un procedimiento rápido para determinar la tendencia al endurecimiento de variedades del frijol común. Tec. Aliment. (Méx.) 24:5
31. Paredes-López, O., Maza-Calviño, E. C. y Gonzáles-Castañeda, J. Effect of the hardening phenomenon on some physicochemical properties of common bean. Food Chem. 31: 225.1989
32. Paredes-López, O., Reyes-Moreno, C., Montes-Rivera, R. y Cábarez-Trejo, A. Hard-to-cook in commons beans. Influence of growing location and hardening procedures. Int. J. Food Sci. Technol. 24:535.1989
33. Vindiola, O. L., Seib, P. A. y Hosenev, R. C. Accelerated development of the hard-to-cook state in beans. Cereal Food World. 31:538.1986
34. Bhatti, R. S. Cooking quality and losses of phytic acid, calcium, magnesium and potassium of lentils soaked in different solutions. Can. Inst. Food Sci. Technol. J. 22:450.1989
35. Rockland, L. B. y Metzler, E. A. Quick-cooking lima and other dry beans. Food Technol. 21:344.1967
36. Varriano-Marston, E. M. y De Omana, E. Effects of sodium salt solutions on the chemical composition and morphology of black beans (*Phaseolus vulgaris*). J. Food Sci. 44:531. 1979
37. De León L. F. Soluciones salinas: una tecnología económica para la utilización de frijol común. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad de San Carlos en Guatemala, Guatemala. 1987
38. Garcia-Vela, L. A., Del Valle, J. M. y Stanley, D. W. Hard-to-cook defect in black beans: The effect of soaking in various aqueous salt solutions. Can. Inst. Food Sci. Technol. J. 24:60. 1991

Desarrollo de un alimento energético para deportistas

*Emma Wittig de Penna*¹; *Asunción Infante*²; *Alfonso Suárez*³; *Luis López*⁴; *Raul Santana*⁵; *Hugo Torti*⁶

Financiado parcialmente por Grant DTI # I 2953 de la Universidad de Chile.

RESUMEN. Los requerimientos energéticos de los deportistas fluctúan entre 3500 y 8000 Kcal/día. Para cubrir estas necesidades se debe contar con nuevas alternativas de productos que entreguen la energía extra requerida. Con esta perspectiva se diseñó y elaboró un confite para ser consumido entre comidas, constituido por 5 barras diferentes elaboradas a base de productos naturales (frutas deshidratadas, leche entera, huevos, semillas, etc.) que entregan un aporte importante de lípidos y carbohidratos, de minerales y vitaminas. Las barras desarrolladas corresponden a: papaya, avellana, almendras, manzana y naranja. El procedimiento de elaboración es una adaptación de las técnicas confiteras tradicionales y fue optimizado para las 5 barras. Se estudió el proceso de elaboración de la lámina de oblete que recubre cada barra para darle protección y mejor presentación al producto final. Los controles del producto señalan que todas las barras tienen buena calidad microbiológica y excelente calidad sensorial. La humedad final fluctuó entre 6,85 y 13,66%, siendo la *aw* de 0,795. La distribución calórica por ciento fue de 8:40:52. El aporte energético del producto fue de 520 Kcal/100g por lo que al consumir 2 envases, se cubre entre el 25 y 30 % de la ingesta diaria recomendada para los deportes más comunes. El estudio de vida útil del producto envasado en polipropileno laminado de doble capa, almacenado en condiciones ambientales (20-25°C y 55-60%HR) señala que el producto sin aditivos mantiene su buena calidad hasta los 60 días, en tanto el producto adicionado de preservante y antioxidante conserva su calidad por lo menos 120 días, sin detectarse la aparición de olores y/o sabores rancios, lo que permite concluir que no es necesario adicionar el antioxidante. El envase presentó muy buenas características para proteger la calidad del producto.

INTRODUCCION

Los avances realizados en todas las áreas de la nutrición, avalados con los resultados de investigaciones recientes, son una base indiscutible para asegurar la relación existente entre la nutrición y la capacidad física del organismo. Nutrirse correctamente no sólo es esencial para los

SUMMARY. Development of an energetic food for sportmen. The energetic requirements of sportmen fluctuates between 3500 and 8000 Kcal/day. In order to fill these needs it is necessary to have new alternative products which provide the extra required energy. For this purpose a confectionary was designed and elaborated consisting of five different bars, made of natural raw materials (dehydrated fruits, milk, eggs, nuts, fat), which supply an important quantity of fats and carbohydrates, minerals, and vitamins. The confectioned bars were: papaya, hazelnut, almond, apple and orange. These bars are supposed to be eaten between meals as a complement of the nutrients of the usual diet. The production process is an adaptation of the traditional confectionary techniques and was improved for the 5 bars. The production process of the coating sheet (oblate) was also studied. The controls showed that all the bars had a good microbiological quality and an excellent sensory quality. The humidity fluctuated between 6,85 and 13,66%, with an *aw* of 0,795. The caloric distribution per cent was 8:40:52. The energetic supply was 520 Kcal/100g; so, the ingest of two displays covers between 25-30% of recommended intake for the most frequently practiced sports. The shelf life studies of the product stored in ambiental conditions (20-25°C and 55-60% RH) showed that the product without additives maintained its good quality up to 60 days. The product plus preservative as well as plus antioxidant stays without quality modifications up to at least 120 days, neither rancid odor nor rancid flavor was detected. So, we conclude that it is not necessary to add any antioxidant. The double sheet polypropilene package film showed very good characteristics in protecting the quality of the product.

atletas destacados, sino también para aquellas personas que practican deportes en su tiempo dedicado al esparcimiento. Un organismo nutrido adecuadamente responde mejor y se protege de las deficiencias que reducirían su rendimiento (1).

En las competencias atléticas de campeonato, el atleta no compite contra personas cuya bioquímica corporal funciona a un nivel promedio sino que lo hace contra otros deportistas cuya preparación ha sido igualmente buena. Bajo estas circunstancias, los aspectos de la nutrición que contribuyen en un pequeño porcentaje a la optimización de la eficiencia corporal, son los que establecen la diferencia entre el campeón y el competidor (2). Una nutrición apropiada se traduce en una práctica deportiva agradable, con mayores probabilidades de éxito.

- 1) Profesor Titular de Evaluación Sensorial. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile.
- 2) Ingeniero de Alimentos. Universidad de Chile.
- 3) Ingeniero de Alimentos, INTEC. Chile.
- 4) Profesor Asociado de Microbiología de Alimentos. Fac. de Ciencias Químicas y Farmacéutica. Universidad de Chile.
- 5) Profesor Titular M.Sc. en Nutrición. Universidad Metropolitana.
- 6) Ingeniero Químico. Depto. Producción y Desarrollo. Dos Alamos SACI. Santiago de Chile.

Es así como se abre un mercado potencial interesante para la industria alimentaria, ya que una gran proporción de la población hace de la práctica deportiva una necesidad, ya sea por placer o como una forma de mantenerse físicamente saludable.

Por otro lado, el número de personas que practican deportes aumenta día a día, así como también aumenta el interés por seleccionar alimentos que le permitan nutrirse adecuadamente para lograr un mejor rendimiento físico. Indispensable será entonces introducir al mercado productos que cumplan con esta finalidad. Sería deseable que en estos alimentos se entregue la información correspondiente al aporte energético y nutritivo, como así también su dosificación y calidad, la que debería ser comprobada a través de controles serios y responsables. Dentro de una línea de desarrollo de productos dietéticos, se abordó el diseño de productos de alto valor energético que pudieran ser usados por deportistas, no en reemplazo de una comida, sino para suplir las necesidades calóricas y nutritivas del esfuerzo físico prolongado, con la recomendación de ser consumido entre comidas como complemento energético.

El objetivo planteado fue desarrollar un producto hipercalórico, tipo confite, con materias primas nacionales, naturales y de consumo habitual, con una calidad atractiva que asegure su aceptabilidad.

MATERIALES Y METODOS

Materias primas:

Las materias primas usadas en la elaboración del producto se presentan en la Tabla 1 y fueron adquiridas en la Vega Central de Santiago. Los aditivos fueron proporcionados por Productos Cramer S.A.C.I.

Proceso de elaboración:

La elaboración se realizó por tipo de barra, destinándose un día a la fabricación de la masa de cada una de ellas. Se almacenaron en bolsas de polietileno hasta realizar el corte y envasado. El diagrama de flujo del proceso se presenta en la Figura 1. Para la elaboración a escala piloto se usó un equipo que permite la elaboración de 5 Kg de producto, que corresponde a una reproducción a escala de los equipos industriales (3). En la elaboración a escala industrial se usó la infraestructura instalada de la firma Fuchs.

Las láminas de oblate se produjeron en un equipo diseñado por los autores, de acuerdo a la información de la

literatura. Estas láminas se usaron para recubrir cada barra, con el fin de protegerla de daños mecánicos y físicos y conferirle una mejor presentación (4). El producto, constituido por dos barras de cada sabor, se envasó con un film de polipropileno laminado de doble capa, termosellable. El peso de cada unidad del producto es de aprox. 100g y el de cada barra de 10g.

Controles del producto.

Con el fin de conocer los aportes de nutrientes se realizaron controles del valor nutritivo de cada tipo de barra y de un homogeneizado del conjunto de ellas, que denominamos "producto energético". Se emplearon los métodos oficiales de la AOAC (5).

Se calculó la relación de calorías aportadas por proteínas: lípidos: carbohidratos, expresándolas como distribución calórica por ciento (6).

Se analizaron los contenidos de calcio, sodio, potasio y magnesio del producto y del aporte de vitaminas (ácido ascórbico, carotenos, tiamina, riboflavina, niacina y vitaminas A y E). En la Tabla 2 se presentan los métodos usados en esta determinaciones.

Determinación de actividad de agua.

Se hizo la determinación sobre un homogeneizado de las 10 barras, a 20° C, con un hidrómetro LUFTT.

Vida útil.

Se estudió la vida útil del producto a través de controles físicos (humedad y pérdida de peso) (7), microbiológicos (recuento de germen aeróbios mesófilos variables, según norma) (8): recuento de hongos y levaduras (9) y sensoriales (valoración de calidad por parámetros según escala de Karlsruhe en 9 puntos, desarrollada por los autores (4) y test de aparición de olores y/o sabores extraños, según técnica de la ASTM (10). Se trabajó con un panel de 8 jueces entrenados (11). Se programó el estudio del efecto del uso de preservantes (benzoato de sodio: sorbato de potasio 2:1) y de antioxidante (terbutilhidroquinona) durante 120 días, realizándose los controles mencionados a los 0-7-15-30-45-60-90 y 120 días de almacenamiento en condiciones ambientales (20-25° C y 55-60% HR).

Se estableció como criterio de vida útil, aquel período de tiempo en que la calidad no descienda bajo los límites reglamentarios o sobrepase las recomendaciones técnicas respectivas (12). Esto es, sobre 200.000 ufc/g para

DESARROLLO DE UN ALIMENTO ENERGETICO PARA DEPORTISTAS

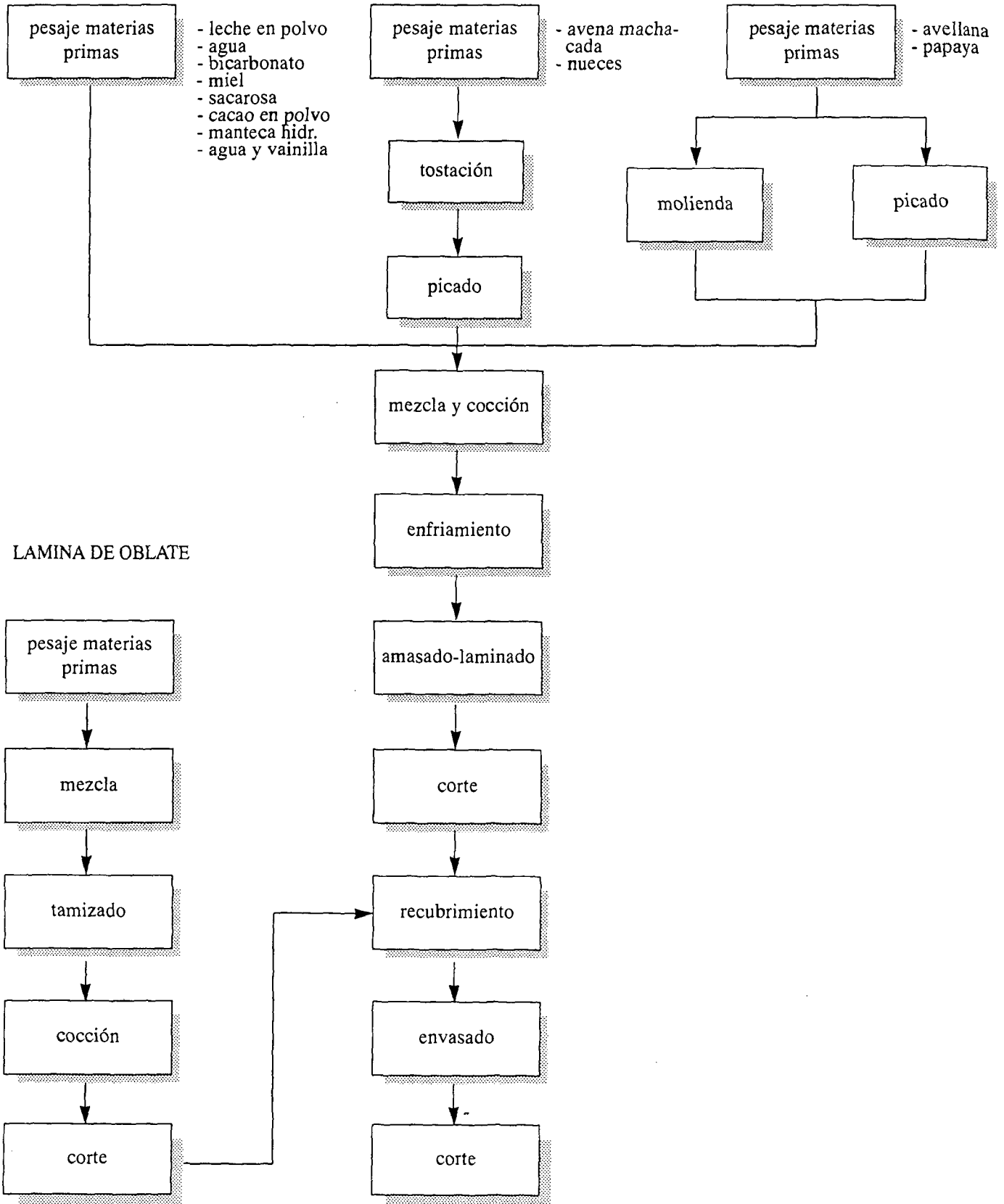
TABLA 1
MATERIAS PRIMAS (%) USADAS EN LA ELABORACION DE LAS BARRITAS ENERGETICAS

Materias Primas	Papaya	Avellana	Almendra	Manzana	Naranja
Avena	-	42,0	-	-	4,7
Miel	-	5,0	-	-	-
Sacarosa	26,6	35,0	47,6	33,8	27,29
Cacao	-	3,0	-	-	-
Leche deshidratada (26% M. grasa)	9,3	5,0	-	-	-
Manteca hidrogenada	-	10,0	-	7,0	12,2
Almendras	-	-	47,6	23,8	17,89
Huevos	-	-	4,8	2,4	1,81
Naranja confitada	-	-	-	-	16,0
Manzana deshidratada	-	-	-	15,0	7,5
Soya texturizada	-	-	-	2,0	1,9
Maicena	-	-	-	2,0	0,9
Papayas confitadas	3,8	-	-	-	-
Nueces	3,0	-	-	-	-
Cognac	-	-	csp	csp	csp
Vainilla extracto	-	csp	csp	csp	csp
Agua	57,2	-	-	4,0	9,4
Bicarbonato sódico	0,1	-	-	-	-
Acido cítrico	-	-	-	-	0,5
Acido ascórbico	-	-	-	0,02	-
Clavos de olor	-	-	-	csp	-
Canela	-	-	-	csp	-
Preservante*	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Antioxidante**	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

* : mezcla de sorbato de potasio y benzoato de sodio 1:2

** : terbutil hidroxiquinona en propilenglicol.

FIGURA 1
DIAGRAMA DE ELABORACION



DESARROLLO DE UN ALIMENTO ENERGETICO PARA DEPORTISTAS

recuento total y 200 ufc/g para hongos y levaduras (13) y que la calidad sensorial total o de alguno de los parámetros tomados individualmente no descienda bajo los límites de comercialización y consumo, 5,5 y 4,0 respectivamente (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

Elaboración del producto:

En la Tabla 3 se presentan las materias primas utilizadas en la elaboración de las barritas energéticas y de la lámina de oblete.

El proceso de elaboración corresponde a una adaptación de las técnicas confiteras tradicionales (15)(16) y fue optimizado para cada tipo de barra (Figura 1).

Controles del producto:

Los controles químicos realizados a cada tipo de barra se presentan en la Tabla 3. Como puede observarse la humedad fluctuó entre 6,85 y 15,86%. Los lípidos alcanzan alrededor del 20%, en tanto las proteina son bajas, contienen entre 5,2 y 12,64% (la de almendras), Los carbohidratos, expresados como "extracto no nitrogenado", son más altos, llegando a 68,31 % en la barra de papaya. En fibra cruda sólo es interesante el aporte de las avellanas. Las cenizas, que representan el aporte de minerales, son también bajas, fluctuando entre 1,8 y 2,5%.

La relación de Kcal aportada por proteínas y carbohidratos, se presenta como distribución calórica por ciento. La recomendación para deportistas es 14:30:56 (6). Se puede observar que en todas las barras hay una inclinación a mayores aportes de energía provenientes de lípidos y carbohidratos, lo cual deriva del diseño inicial del producto en que se postuló elaborar un confite de alto valor energético, que se usará como suplemento entre comidas.

En la Tabla 4 se presenta el valor nutritivo y calórico del producto completo, o sea, lo que aportan 100 g de barritas (2 de cada uno de los 5 tipos). Nuevamente se observa la característica del producto de ser buen aportador de lípidos y carbohidratos. Se señalan los contenidos de algunos minerales (sodio, potasio, calcio y magnesio) y de vitaminas, como así también los requerimientos diarios de estos mismos nutrientes para deportistas. Se puede apreciar que el valor calórico en base seca alcanza a 520 Kcal/100g, lo que permitiría cubrir, al consumir dos uni-

dades de producto al día, entre el 25-30% de la ingesta diaria recomendada para los deportes más frecuentes (Tabla 5) (15).

La actividad de agua (aw) alcanzó un valor de 0,795, lo que permite asegurar una buena estabilidad microbiana en el tiempo.

Vida útil:

Los resultados de los diferentes controles durante el período de almacenamiento en condiciones ambientales (20-25 C y 55-60% HR) para las 3 modalidades de producto (sin aditivos, con preservantes y con preservantes más antioxidante) se presentan en las Tablas y Figuras siguientes.

En la Figura 2 se observa que hay una pequeña pérdida de peso, inferior al 1% hasta los 30 días de almacenamiento, en tanto la pérdida de peso acumulada hasta los 60 días alcanza a 1.3%. Estos resultados reflejan que la humedad final del producto está en equilibrio y además que el envase elegido (polipropileno laminado de doble capa) le brinda una buena protección.

En las Figuras 3 y 4 se muestra la representación gráfica de los resultados de los controles microbiológicos del producto en sus tres versiones. Como puede observarse los recuentos de los gérmenes mesófilos totales tienden a decrecer en el tiempo, siendo más acentuada esta tendencia en el producto adicionado de preservantes, lo que indicaría que estos resultan adecuados en la concentración empleada. Los recuentos de hongos y levaduras muestran que el producto sin aditivo tiene una duración máxima de 60 días, en tanto el con preservante se mantiene con la misma calidad hasta los 120 días que cubrió el estudio.

Los resultados de la evaluación de calidad sensorial (Tabla 6) señalan que los diferentes parámetros alcanzan valores que no difieren significativamente ($p=0,05$). Esto estaría señalando que los aditivos en las concentraciones usadas no modifican la calidad sensorial.

Al analizar la calidad sensorial en el tiempo (Figura 7) se observa que el producto sin aditivo pierde sus buenas características de calidad, principalmente apariencia y aroma, transcurridos 60 días de almacenamiento, en tanto los otros dos mantienen su calidad hasta los 120 días controlados.

TABLA 2
METODOS DE ANALISIS

Tipo de Control	Método	Referencia
<u>Controles Físicos</u>		
Humedad	Gravimétrico (105 °C)	A.O.A.C. (5)
Pérdida de peso	Gravimétrico	A.O.A.C. (5)
Actividad de agua (aw)	Hidrómetro LUFTT	LUFTT
<u>Calidad Nutritiva</u>		
Proteínas	Kjeldahl (N x 6.25)	A.O.A.C. (5)
Lípidos	Bligh and Dyer	(8)
Cenizas	Calcinación (500 °C)	A.O.A.C. (5)
Fibra cruda	Residuo de hidrólisis	A.O.A.C. (5)
Carbohidratos	Por cálculo (E.N.N.)	Schmidt-Hebbel (7)
Calcio y magnesio	Espectrofotometría Abs. Atómica	Schmidt-Hebbel (7)
Sodio y potasio	Fotometría de llama	Schmidt-Hebbel (7)
Vitamina C	Espectrofotometría (osazonas)	Schmidt-Hebbel (7)
Vitaminas B ₁ y B ₂	Fluorometría	Schmidt-Hebbel (7)
Vitaminas A, E y betacaroteno	HPLC	
Niacina y B ₆	HPLC	
<u>Valor Calórico</u>	Por cálculo (Calores de combustión)	Rogozkin (18)
<u>Controles Microbiológicos</u>		
Recuento total	NCh 1176 n 76	I.N.N. (9)
Hongos y levaduras	Food and Drug Administ.	F.D.A. (10)
<u>Evaluación Sensorial</u>		
Calidad sensorial	Test de Karlsruhe (9 pts.)	Paulus (15)
Olores (sabores extraños)	Escala de intensidad (9 pts.)	ASTM (11)

DESARROLLO DE UN ALIMENTO ENERGETICO PARA DEPORTISTAS

TABLA 3
 CONTENIDO DE NUTRIENTES (g/100g) Y VALOR CALORICO (Kcal/100g) DE LAS BARRAS ENERGETICAS

Nutriente	Papaya		Avellana		Almendra		Manzana		Naranja	
	%	Kcal	%	Kcal	%	Kcal	%	Kcal	%	Kcal
Humedad	9,72		11,35		6,85		15,15		15,86	
Lípidos	11,56	107,51	20,12	187,12	21,21	197,25	22,14	205,90	20,87	194,09
Proteinas (N x 6.25)	7,92	32,47	8,21	33,66	12,64	51,82	8,83	36,20	5,26	21,57
E.N.N. (por diferencia)	68,31	280,07	46,18	197,7	54,51	223,49	49,23	201,84	53,76	220,42
Fibra cruda	1,02		9,65		3,32		3,97		3,10	
Cenizas	1,47		2,49		1,47		1,18		1,15	
Prot: Lípidos: Carbohidratos	8: 23: 67		8: 45: 47		11: 42: 47		8: 46: 46		5: 45: 50	
Valor calórico Base húmeda	420,05		418,32		466,21		443,95		436,07	
Valor calórico Base seca	465,20		471,91		507,33		523,20		518,21	

TABLA 4
CONTENIDO DE NUTRIENTES Y VALOR CALORICO DEL PRODUCTO ENERGETICO

Nutriente	g/100g	
Proteínas (N x 6.25)	7.3	
Lípidos	20.4	
Fibra cruda	2.7	
Cenizas	1.3	
Humedad	10.7	
Extracto no nitrogenado (por diferencia)	57.6	
	mg/100 g	Requerimientos Diarios para Deportistas (mg)
Calcio	100.0	2.000 - 2.500
Sodio	77.0	5.000
Potasio	275.0	5.000
Magnesio	68.3	500
Vitamina A	12.5	15
Carotenos totales (como beta caroteno)	0.068	10
Alfa tocoferol (E)	4.8	30 - 50
Acido Ascorbico	18.4	100 - 200
Tiamina (B ₁)	0.071	5 - 10
Riboflavina (B ₂)	0.205	10 - 15
Niacina	1.2	30 - 50
Piridoxina (B ₆)	0.45	20 - 30
Valor calórico Base húmeda	455.81 Kcal/100 g	
Valor calórico Base seca	510.43 Kcal/100 g	
Distribución calórica % (Proteínas Lípidos: Carbohidratos)	7 : 41 : 52	14 : 30 : 56
a _w	0.795	

DESARROLLO DE UN ALIMENTO ENERGETICO PARA DEPORTISTAS

TABLA 5
NECESIDADES CALORICAS Y NUTRICIONALES SEGUN DEPORTE

Grupo de Deporte	Calorias	Proteinas	Lípidos	Carbohidratos
I (Ajedrez, damas)	2800 - 3200	96 - 109	90 - 103	382 - 437
II (Acrobacia, gimnasia, esquí, pesas, lanzamientos)	3500 - 4500	120 - 154	113 - 145	478 - 615
III (Carreras 400 m y mas, box, natación, basquetbol, rugby, hockey)	4500 - 5500	154 - 174	145 - 177	615 - 465
IV (Montañismo, remo, ciclismo, maratón)	5500 - 6500	174 - 190	177 - 210	765 - 920
V (Ciclismo de largo alcance, maratón 50 Km)	Más de 8000	214	258	1151

TABLA 6
CALIDAD SENSORIAL DEL PRODUCTO ENERGETICO
(TEST DE KARSLRUHE)

Característica	PF I		PF II		PF III	
	\bar{x}	Intervalo	\bar{x}	Intervalo	\bar{x}	Intervalo
Color	8,1	7,8 - 8,4	8,3	8,0 - 8,6	8,1	7,8 - 8,5
Forma	8,2	7,0 - 8,8	8,2	8,0 - 8,4	7,9	7,7 - 8,1
Olor	7,9	7,5 - 8,3	7,7	7,0 - 8,0	7,7	7,1 - 8,0
Sabor	7,8	7,0 - 8,5	7,9	7,5 - 8,3	7,9	7,6 - 8,4
Textura	8,1	7,7 - 8,3	8,0	7,7 - 8,6	7,9	7,9 - 8,1
Calidad Total	8,0	7,4 - 8,2	8,0	7,7 - 8,2	7,9	7,8 - 8,2

DESARROLLO DE UN ALIMENTO ENERGETICO PARA DEPORTISTAS

FIGURA 2

PERDIDA DE PESO (%) EN EL TIEMPO
(20 - 25 °C y 50 - 55% H.R.)

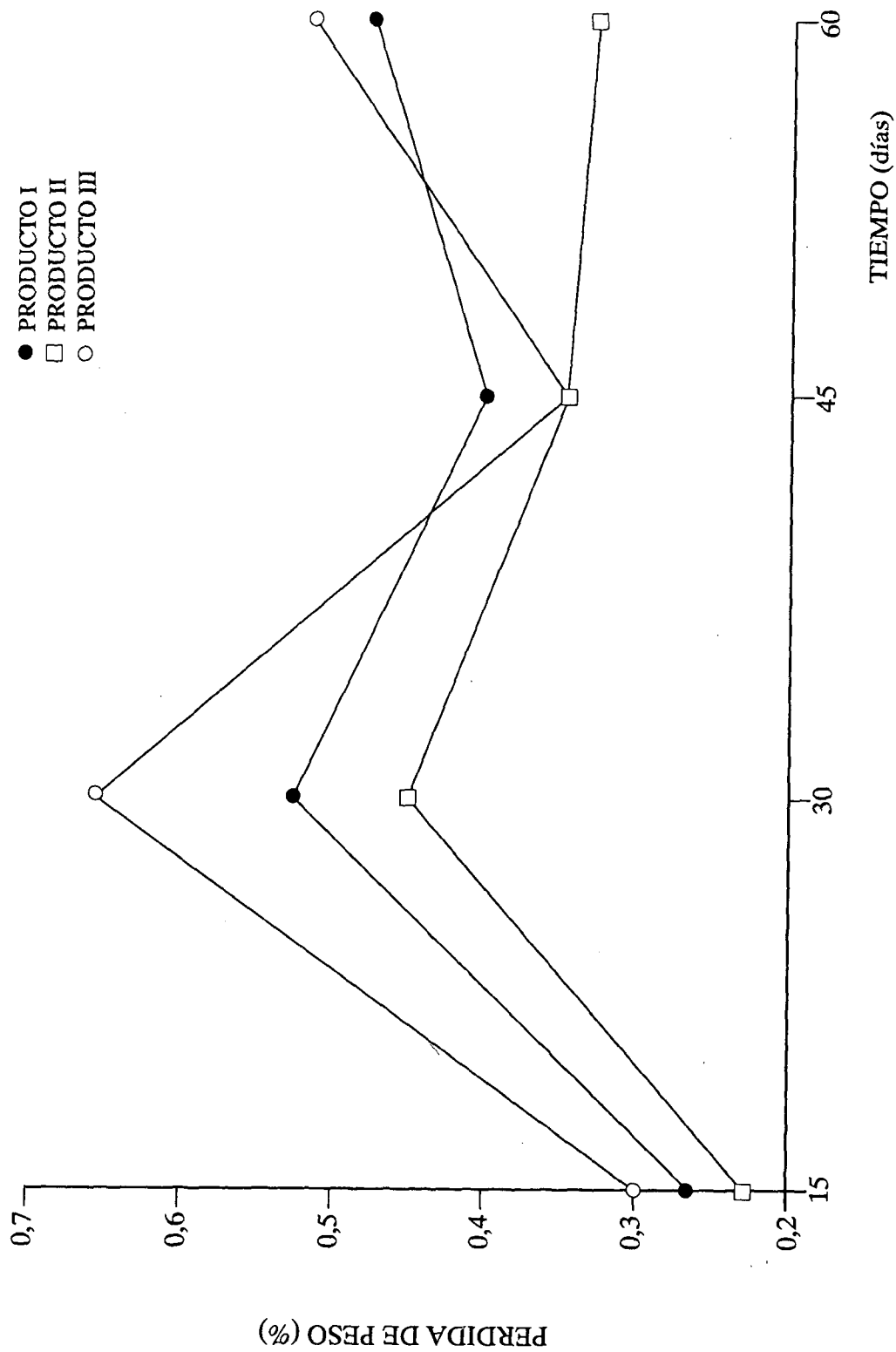
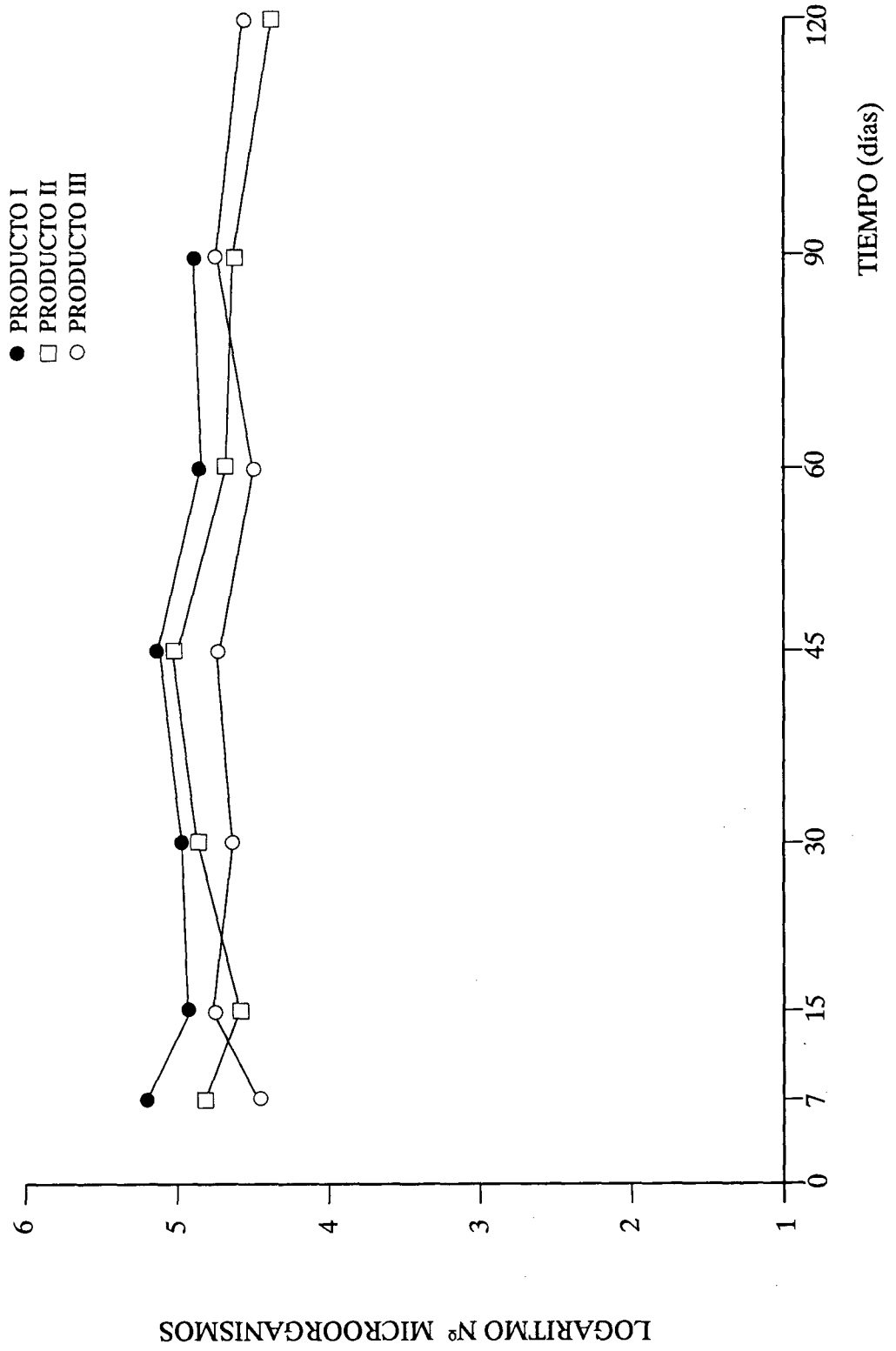


FIGURA 3

RECUESTO TOTAL EN EL TIEMPO
(20 - 25 °C y 50 - 55% H.R.)



DESARROLLO DE UN ALIMENTO ENERGETICO PARA DEPORTISTAS

FIGURA 4

RECUENTO DE HONGOS Y LEVADURAS EN EL TIEMPO
(20 - 25 °C y 50 - 55% H.R.)

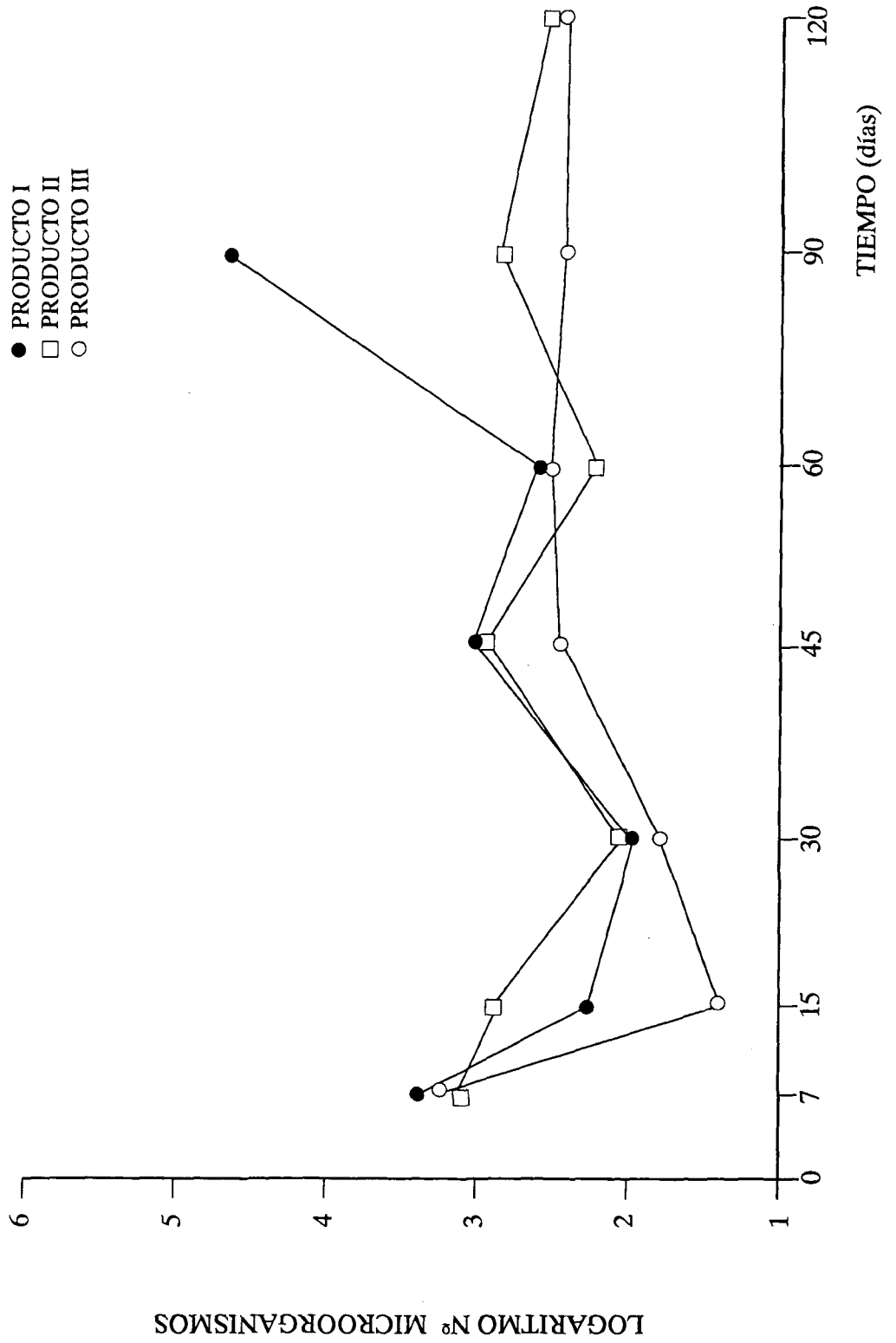
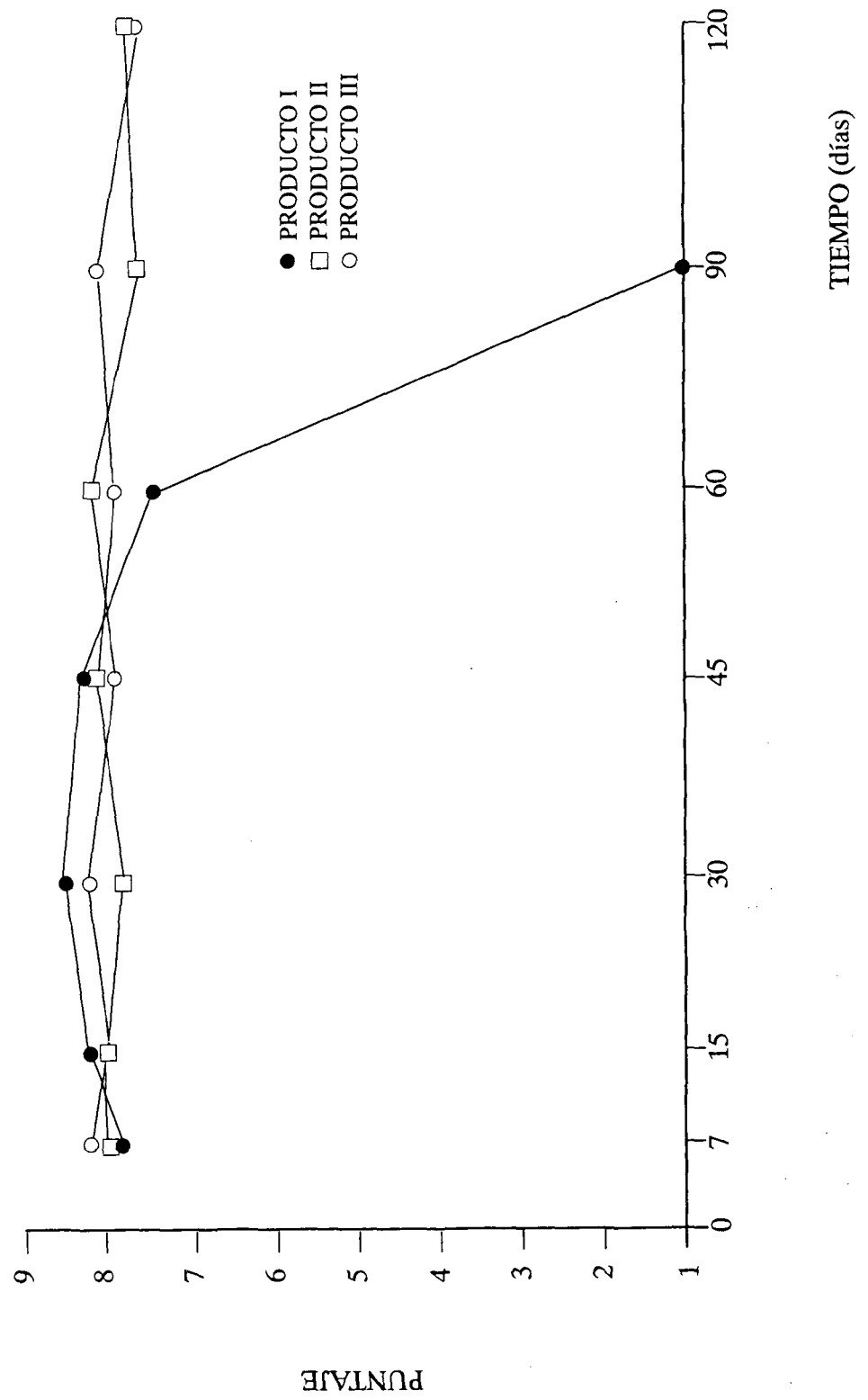


FIGURA 5

CALIDAD SENSORIAL EN EL TIEMPO
(20 - 25 °C y 50 - 55% H.R.)



Durante los 4 meses de almacenamiento no se detectaron olores y/o sabores rancios o extraños en ninguno de los productos por lo que es posible que no se requiera de la adición de antioxidante.

CONCLUSIONES

La calidad nutritiva del producto cumple con los objetivos planteados de elaborar un suplemento energético en forma de confite. Es un buen aportador de lípidos y carbohidratos, entregando 520 Kcal/100 g cifra que cubre entre el 25 y el 30% de los requerimientos energéticos diarios de los deportes más frecuentes. El producto envasado en polipropileno laminado de doble capa mantiene su buena calidad microbiológica, nutritiva y sensorial por lo menos durante 120 días, almacenado en condiciones ambientales (20-25° C y 55-60 HR).

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a las siguientes personas y entidades que colaboraron en forma muy desinteresada a la buena realización de esta investigación:

- Productos Fuchs
- Productos Cramer
- Srs. R. Fuenzalida y A. Torres, IDIEF (Universidad de Chile)
- Ing. Alim. H. Cori. Productos ROCHE Ltda.
- Dr. D. List. Institut für Lebensmitteltechnologie, TU Berlín.
- Dr. A. Bógnar, Institut für Chemie und Biologie, BFE. Stuttgart.

REFERENCIAS

1. ROCHE. Vitaminas en la alimentación del deportista. Servicios Técnico ROCHE SACI Chile. 1988
2. Stokes, Peter G. Guía de medicina del deporte. Compañía Editorial Continental SA. CECSA. Cuernavaca. México 1985
3. Salas L., Magendzo E. Optimización y elaboración de la formulación de un masticable no-cariogénico. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. 1986
4. Infante A., Suárez A. Formulación y elaboración de productos energéticos para deportistas. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero en Alimentos, Univ. de Chile. 1989
5. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association Official Analytic Chemist. 14th Ed. Washington DC USA. 1984
6. Pokrovsky A. A. Some principles of development of athlete rational nutrition. Proceedings of International Symposium on Athletes Nutrition. Leningrad. USSR. 1975
7. Schmidt-Hebbel H. Avances en ciencia y tecnología de alimentos. Edit. ALFABETA, Santiago. Chile. 1981
8. INN. Instituto Nacional de Normalización. NCh 1176 n 76, Alimentos. Determinación de gérmenes aerobios mesófilos viables. Método de recuento en placa. 1976
9. Bligh E.G. and Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Cann. J. Biochem. a. Physiol.* 37:8. 1959
10. FDA Food and Drug Administration. Bacteriological analytical manual. Division of microbiology. 5th Ed. Washington. DC. USA. 1978
11. ASTM (Am. Soc. Testing & Materials). Odor and taste transfer from package film. Special Technical Publ. Nro. E 462. Philadelphia. USA.
12. Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH, Santiago, Chile. 1981
13. Craddock M., Wittig E., López L., Martínez M. Estudio de vida útil de diferentes formulaciones de queques. *Alimentos* 12:2, 15-22. 1987
14. Ministerio de Salud Pública, Chile. Reglamento Sanitario de los Alimentos Nro. 60 del 5 de Abril de 1982.
15. Paulus K., Zacharias R., Robinson L., Geidel H. Kritische Betrachtungen zur "Bewertenden Prüfung mit Skale" als einem wesentlichen Verfahren der sensorischen Analyse. *Lebensm. Wissensch. u. Technol.* 12. 1979
16. Alikonis J. J. Candy Technology. The AVI Publishing Co. 1979
17. Grosso A. L. Técnicas de elaboración moderna confiteras. Refinerías de Maíz SA ICE. Buenos Aires, Argentina 1972
18. Rogozkin V. A. Nutrition in Sport. En: Basic Book of Sport Medicine. Olympic Solidarity of the International Olympic Committee. 1978

Evaluación funcional de un suplemento energético nutricional en deportistas

Wittig, Emma⁽¹⁾; Infante, Asunción⁽²⁾; Suárez, Alfonso⁽³⁾; López, Luis⁽⁴⁾; Santana, Raúl⁽⁵⁾ y Osorio, Jorge⁽⁶⁾.

Financiado parcialmente por Grant DT Nº. I - 2953 Universidad de Chile.

RESUMEN. Un suplemento energético nutricional de barras en 5 sabores y 1040 Kcal/100 g fue evaluado en 9 deportistas sometidos a ingesta diaria como aporte extra durante 8 semanas, mediante mediciones antropométricas, masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG), test de consumo máximo de oxígeno (VO₂ max), umbral ventilatorio (%U An) y potencia anaeróbica (PAn). Se aplicó además una encuesta nutricional y de aceptabilidad-tolerancia (TAT). Otro grupo similar de sujetos activos fue considerado como control. Se registraron variaciones favorables en el VO₂ máx. (8.74 % de mejoría) y PAn ($\leq .04$), mientras el resto de los parámetros no se modificaron, al igual que en el grupo control. La encuesta TAT mostró alto índice de aceptabilidad y ausencia de efectos indeseados. Se concluye que el producto cumple como ayuda ergogénica en esfuerzos de elevada exigencia energética, sin provocar molestias fisiológicas.

SUMMARY. Functional evaluation of an energetic food supplement for sportmen. A nutritional caloric supplement as bar in 5 different flavours was evaluated in 9 sportmen that ate daily 1040 Kcal/100 g extra during 8 weeks. Anthropometric measurements were used for weight, body fat, lean body mass and functional test for VO₂ max, anaerobic threshold (AnT) and anaerobic power (AnP). Both tolerancy and acceptability were valorated too. Other similar sportmen group was employed as control. Positives answers were registered in VO₂ max (8.74%) and AnP ($p \leq .04$), meanwhile the rest of parameters remained without alterations, the same of control group. Test TAT evidence a high preference and a tolerancy without deletereous effect. In conclusion, the product evaluated is an excellent ergogenic aid in effort with elevated energetic demand.

INTRODUCCION

En el desarrollo de nuevos productos alimentarios con fines específicos proyectados a una población de características bien definidas, se hace necesario evaluar con los efectos buscados. Así por ejemplo, alimentos elaborados para diabéticos exigen la comprobación de probables efectos postprandiales indeseados en los pacientes, los cuales pueden ser determinados mediante controles de insulinemia y glicemia realizados a los tiempos 0-30-60-90 y 180 minutos post ingesta. Las respuestas obtenidas son comparadas con reacciones del mismo grupo de pacientes frente a la ingesta de alimentos normales parecidos al que se ensaya (1, 2).

En el caso de formulaciones alimentario-energéticas también debiera evaluarse la acción ejercida sobre el organismo y especialmente, sobre la capacidad de rendimiento físico de sujetos sanos y activos, comparando los efectos con un grupo control de iguales características. Además es conveniente apreciar otros aspectos interesantes acerca del producto, como su grado de aceptabilidad y tolerancia, efectos secundarios, monotonía del consumo, tamaño de la porción y funcionalidad del envase, entre otros (3).

Actualmente existen en el mercado diversos productos ergogénicos y condensados nutricionales ya en barra, líquidos o pulverizados, destinados a apoyar las necesidades energéticas especialmente de deportistas de alto rendimiento, pero lamentablemente no hay constancia de estudios científicos que aprueban sus reales virtudes. Además, los valores comerciales que estos productos alcanzan conspiran frente a la posibilidad de contar con ellos de manera permanente.

Estas consideraciones motivaron la formulación de un suplemento nutricional energético elaborado con mate-

- (1) Profesora Titular de Evaluación Sensorial. Fac. de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.
- (2) Ingeniero en Alimentos, Universidad de Chile.
- (3) Ingeniero en Alimentos, INTEC Chile.
- (4) Profesor Asociado Microbiología de Alimentos. Fac. Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.
- (5) Profesor Titular M. Sc. Nutrición Humana, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.
- (6) Profesor Ayudante, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

rias primas de bajo costo y sabores diversos de frutas (4). Logrado en barras con un contenido de 520 Kcal/100 gr de producto, se procedió a evaluarlo en jóvenes deportistas durante 8 semanas, más 1 semana previa de organización informativa. Estos deportistas se encontraban en la fase preparatoria dentro de sus respectivos macrociclos de entrenamiento.

MATERIAL Y METODO

Selección de la muestra

La muestra experimental quedó conformada inicialmente por 11 deportistas varones (edad \bar{x} = 21 años), de los cuales 9 finalizaron la investigación, desertando 2 al mes de trabajo por lesiones invalidantes. Estos deportistas son alumnos de la Carrera de Educación Física de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, factor que facilitó el contacto diario para a) entregarle el producto; b) encuestarlos; c) seguir la evolución de sus entrenamientos y d) someterlos a los controles y exámenes de laboratorio previstos. En la Tabla 1 se presentan las características de este grupo. Paralelamente se consideró un conjunto similar de sujetos activos no deportistas ($n = 9$) con características de peso, talla y edad lo más cercanas a las del grupo experimental, como grupo control, a quienes se les aplicó los exámenes de laboratorio, pero que no recibieron el producto. Los valores promedios del pre-test estan contenidos en la Tabla 3.

Metodología

El grupo estudio fue sometido a una encuesta nutricional por recordatorio de 24 hrs durante 7 días continuados, determinándose hábitos alimentarios y régimen calórico, cuyo promedio grupal por día fue de 2874 ± 72 Kcal. Se exigió no modificar dicho régimen por el tiempo que duró la investigación.

A cada sujeto se le hizo entrega de 2 paquetes diarios del confite, equivalente a 1040 Kcal. extras, los que debían ser ingeridos en las primeras 4 semanas secuencialmente 1/2 paquete después del desayuno; 1/2 después del almuerzo y 1 paquete después de la cena. En las semanas siguientes el consumo quedó a libre disposición, recomendándose que se hiciera preferentemente cercano a los horarios de entrenamiento.

Al término de la 4a. semana se aplicó una encuesta de aceptabilidad y tolerancia al producto, utilizándose en su evaluación la escala hedónica de 6 puntos y análisis de varianza. Para estudiar cambios en algunos parámetros biológicos se tomaron controles en el Gabinete de Medicina Deportiva del Dpto. de Ed. Física (UMCE) al inicio y término del estudio, consistentes en mediciones antropométricas según normas estandarizadas de talla, peso y 4 pliegues cutáneos, determinándose posteriormente porcentaje de masa grasa (MG) y peso de masa libre de grasa (MLG). Además se estimó el consumo máximo de oxí-

TABLA 1
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA EXPERIMENTAL

Sujeto	Edad	Deporte	Especialidad
JC	24	Atletismo	1500 - 3000 m
RO	22	Triatlón	
GT	20	Triatlón	
LA	23	Ciclismo montaña Andinismo	
* AS	20	Atletismo	800 - 1500 m
CA	18	Atletismo	400 - 800 m
MP	19	Atletismo	1500 - 3000 m
HM	23	Atletismo	1500 - Biatlón
RB	21	Triatlón	
CS	19	Atletismo	400 - 800 m
* CA	22	Atletismo	800 - 1500 m

* Abandonaron por lesiones

EVALUACION FUNCIONAL DE UN SUPLEMENTO ENERGETICO NUTRICIONAL EN DEPORTISTAS

TABLA 2
RESUMEN ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA

(n = 10)

- Preferencia por tipo de sabor:

- 1o.: Manzana
2o.: Papaya
3o.: Naranja
4o.: Almendra y Avellana

- Síntomas experimentados por ingesta diaria del producto (en %)

Efecto	Intenso	Moderado	Nulo	Siempre	A veces	Nunca
Sed	0	70	30	20	50	30
Saciedad, Plenitud	50	10	40	20	40	40
Náuseas, Asco	0	30	70	0	30	70
Aceleración digestiva	0	20	80	0	20	80
Hastío al producto	10	40	50	10	40	50

Sin efectos

Diarrea - Dolor estomacal- Gases - Borborismo -
Cefalea - Alergia - Deseos de micción - Vómitos -
Mareos - Acidez estomacal

Incompatibilidad del producto con otro tipo de alimento:

Leche (12.5%)
Alimentos muy calóricos (12.5%)

Nivel de adaptación:

Bueno (100%)

Sensación de ayuda a mejorar el rendimiento

Bastante (50%)
Algo (50%)

Tolerancia en relación al entrenamiento

Antes (12.5%)
Antes y durante (12.5%)
Antes, durante y después (75%)

TABLA 3
VALORES PROMEDIOS DE PARAMETROS ANTROPOMETRICOS Y FISIOLÓGICOS EN GRUPOS
EXPERIMENTAL Y CONTROL

Grupos	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (Kg)	MG (%)	MLG (Kg)	VO ₂ máx (l/min)	VO ₂ máx (ml/Kg/min)	PAn (W/Kg)	UAn (%)
<u>Pre-Test</u>									
Exper.	20.6	175.9	67.3	10.2	60.5	4.37	65.0	9.5	69.6
DS	1.7	4.7	2.5	3.0	2.6	0.5	8.4	1.0	5.4
Control	20.7	175.5	66.7	10.5	59.7	4.29	63.4	9.5	69.0
DS	2.8	3.9	3.2	1.5	2.0	0.3	4.9	1.8	3.7
<u>Post -Test</u>									
Exper.			67.3	10.9	60.0	4.57	67.0	10.4	69.5
DS			2.3	1.5	1.9	0.3	4.7	1.3	0.5
Control			66.8	10.5	59.8	4.3	62.3	9.5	69.6
DS			2.3	1.5	1.9	0.3	4.7	1.3	0.5

Con dif. significativa PAn: Pre v/s Post $p \leq .04$
Exp. v/s Control $p \leq .07$

geno (VO₂ máx) expresado en l/min y en ml/kg-peso/min⁻¹ (absoluto y relativo), de acuerdo al protocolo de Siconolfi (5,6), el umbral ventilatorio (% UAn) y la potencia anaeróbica (PAn) expresada en watt/Kg-peso y controlada mediante el test de Wingate (7,8,9). Para estas 3 pruebas se utilizó una bicicleta ergométrica y las variaciones ventilatorias se registraron en un espirógrafo marca Tissot. Un intervalo mínimo de 1 día medió entre las pruebas VO₂ máx y UAn con respecto a la PAn.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a la encuesta de aceptación y tolerancia del producto (Tabla 2), la mayor preferencia se inclinó hacia el sabor de manzana, quedando en último lugar los sabores de almendra y avellana, sin que ello indique el rechazo a estos sabores, de acuerdo a lo manifestado por cada participante. Dentro de los síntomas más notables experimentados por la ingesta diaria aparece con porcentaje elevado el factor "saciedad", tal vez por el hecho de la presencia de lípidos concentrados (41%) dentro de la formulación del producto, a lo que se unen los carbohidratos relacionados con la plenitud gástrica, aunque transitoriamente. Si bien también se advierte una moderada sensación de "hastío al producto", ella sin embargo se produce en baja frecuencia, desapareciendo con el correr de cada día.

Existen serias controversias en los porcentajes de carbohidratos a incluir en productos elaborados como suplementos energéticos ya que crean condiciones gastrointestinales que modifican el rango de osmolaridad interna tolerable, desencadenando episodios de diarrea y malestar digestivo cuando dicho porcentaje es elevado. Esto que se da de preferencia en bebidas con contenido de glucosa sobre el 10% no es tan válido para productos sólidos, ya que se observó muy buena tolerancia sin evidencias de trastornos digestivos, aún al ser ingerido en cantidades superiores (hasta 400 g/día), como se constató en un deportistas ajeno al grupo experimental del estudio. La incompatibilidad con otro alimento (leche y alimentos cálidos) se dio en porcentaje mínimo, no precisándose la causal directa de dicho efecto. En suma, la encuesta reveló muy buena aceptación, destacando la opinión de haberse convertido el producto en una excelente ayuda para tolerar más carga de trabajo, así como en un facilitante de la recuperación en los estados de fatiga física. La mayoría se inclina por ingerirlo tanto antes, durante como después del entrenamiento, en el entendido que cada sesión de trabajo físico suele durar hasta 2 o más horas diariamente y con esfuerzos de alta exigencia energéticas, a diferencia de las pruebas de las especialidades atléticas de escasos minutos de duración cuando se participa en una competencia.

EVALUACION FUNCIONAL DE UN SUPLEMENTO ENERGETICO NUTRICIONAL EN DEPORTISTAS

Respecto a los parámetros antropométricos del grupo experimental, pese a que el promedio del total para peso no muestra variación (Tabla 3), 2 sujetos sufrieron una leve alza 2.8 y 2.3% respectivamente, registrando también un mayor porcentaje de MG (10.7 y 24.7%). Esta situación afectó dicho promedio, aunque el resto del grupo mantuvo o bajó su peso y su porcentaje de MG. Las cifras

para el resto de las variables fisiológicas se modificaron levemente (N.S.), salvo para la PAn que resultó significativa ($p \leq .04$) y se notó también un alza del VO_2 máx en 8.74%. Las Figuras 1,2 expresan las variables fisiológicas de ambos grupos comparadas antes y después del tratamiento, con diferencia significativa a nivel de la PAn ($p \leq .07$).

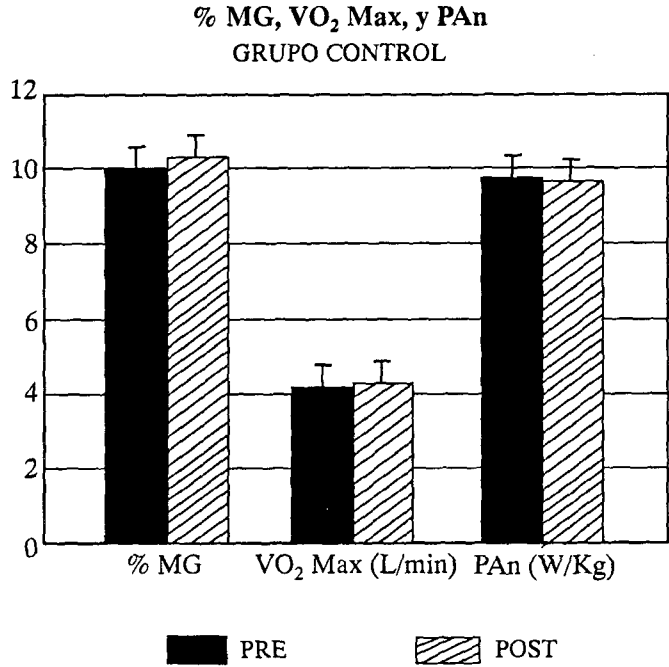
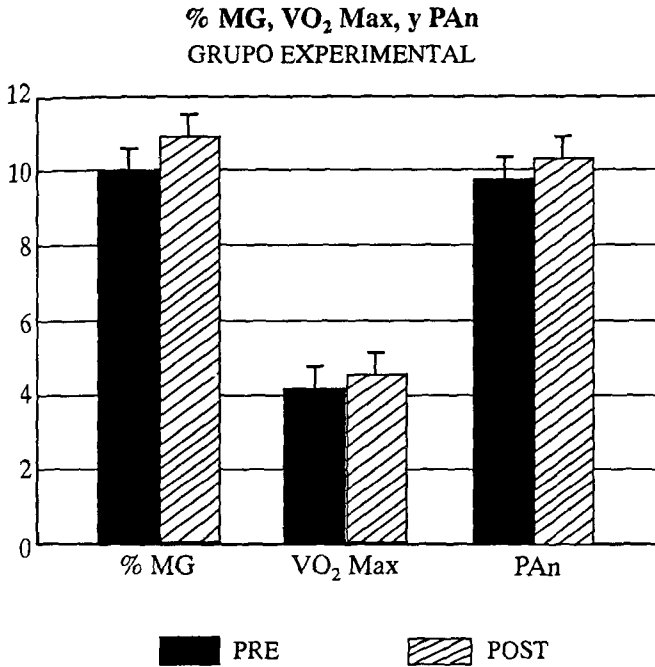


FIG. 1: Valores comparativos de masa grasa (%), consumo de oxígeno máx. y potencia anaeróbica en ambos grupos antes y después del tratamiento.

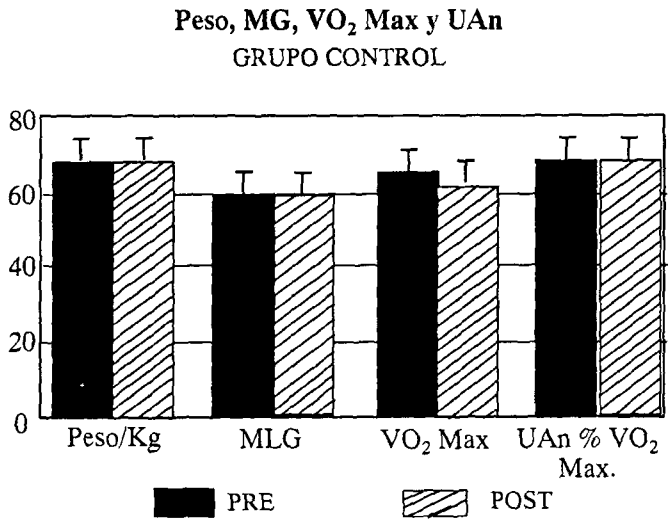
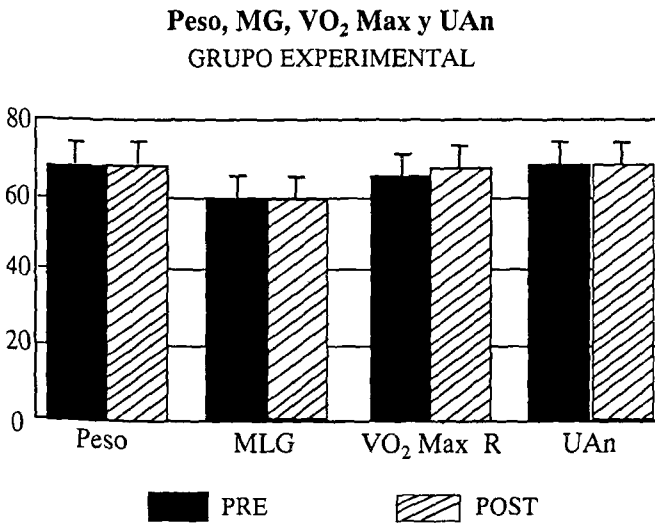


Fig. 2: Valores comparativos de peso, masa magra, VO_2 máx. y umbral anaeróbico obtenidos en ambos grupos antes y después del estudio.

Al margen de lo expuesto, cabe hacer notar que durante el período de ejecución de la presente investigación en la ciudad de Santiago (Chile) se registró el mayor índice de contaminación atmosférica de la década, lo que obligó a los deportistas a bajar la frecuencia de los entrenamientos e incluso suspenderlos en fines de semana por afecciones respiratorias. Se estima que este factor imponderable pudo influir especialmente en el rendimiento del grupo experimental.

CONCLUSIONES

Los deportistas mostraron una buena receptividad al producto energético, manifestando que les permitió un recobro más rápido frente a la fatiga y a aceptar mayor carga de trabajo físico cuando las condiciones ambientales lo permitieron. Las 1040 Kcal/día extras no fue factor de alza del peso en el 78% de los sujetos.

Unánimemente se estimó práctico el tipo de producto por la facilidad de su traslado e ingesta, además que se puede portar en grandes cantidades sin molestar su peso y sin que éste sufra alteraciones por calor o humedad ambiente.

Cabría intentar a futuro su utilización de manera directa horas antes de la competición, en el entendido que los efectos del producto podrían ser tan beneficiosos como ocurre en el transcurso del entrenamiento.

REFERENCIAS

1. Jenkins, D. T. A., Wolever, M. S., Thorne, M. J., Jenkins, A. L., Wong, G. S., Josse, R.G., Csima, A. The relationship between glycemc response, digestibility and factors influencing the dietary habits of diabetics. *Am. J. Clin. Nutr.* 40:1175-1190, 1984.
2. Wittig de Penna, E., Araya, L., Graddock, M., Arteaga, A., Carrasco, E. Desarrollo de productos para diabéticos. Elaboración y control de una galleta de masa corta moldeada. *Rev. Chil. Nutr.* (15), 3:153-162, 1987.
3. Santana, R., Torres, R. y Donoso, H. Incidencia de un suplemento nutricional (SUSTAGEN) en el rendimiento deportivo. Res. 2a. Jornada de Ed. Física, Dep. y Recr. DEFDER, UMCE, p. 12, 1989.
4. Wittig de Penna, E., Infante, A., López, L., Suárez, A., Santana, R., Torti, H. Desarrollo de un alimento energético para deportistas. *Arch. Latinoam. Nutr.*, Vol. 42, Nº 3 1992
5. Siconolfi, S.F. et al. Assessing VO_2 máx. in epidemiologic studies: modifications of Astrand - Ryhming Test. *Med. Sci. Sports Exercise*, 14:335-338, 1982.
6. Donoso, H., Sánchez, J. y Vallejos, M. E. Medición y estimación del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) en trabajadores chilenos: consideraciones metodológicas. *Arch. Soc. Chil. de Med. del Dep.*, (3), 31:71-78, 1986.
7. Wasserman, K., Whipp, B., Koyal, S. and Beaver, W. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.* 35:236, 1973.
8. Pinto Ribeiro, J. y De Rose, E. E. Umbral anaeróbico: una alternativa en el diagnóstico de la capacidad para realizar ejercicios de larga duración. *Arch. Soc. Chil. de Med. del Dep.* (3), 26:18-21, 1981.
9. Quintana, G. et al. Aplicación y análisis metodológico de la determinación de la capacidad anaeróbica (Wingate Test) en diferentes especialidades deportivas. *Arch. Soc. Chil. de Med. del Dep.* (2), 26:2-8, 1981.

Fungal protein enrichment of residual liquor from a sugar-cane waste *Saccharum officinarum*.

T.L.M. Stamford² and R. de Camargo².

Laboratory of Food Science, Department of Nutrition, Health Science Center,
Federal University of Pernambuco, (50.739), Recife, Brazil.

RESUMEN. Enriquecimiento proteico fúngico del licor residual de la caña de azúcar. Se estudió el uso del licor residual del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como fuente de proteínas. Se obtuvo el bagazo en las fábricas de azúcar de la Región y el hongo utilizado fué el *Aspergillus niger* IZ-9. Se sometió el licor a análisis físico-químicos y en el producto final se determinaron el nitrógeno total y los aminoácidos. Para el crecimiento, mantenimiento y almacenaje del cultivo se utilizó el medio sintético de Pontecorvo modificado por Christias et al. La significancia estadística de los resultados fué determinada por el análisis de variancia y los valores promedios comparados por la Prueba de Tukey. Se observó que el mencionado licor puede ser utilizado como medio de cultivo para la producción de biomasa a partir del *A. niger* IZ-9, siendo la mayor producción obtenida cuando 100% del medio sintético fué reemplazado por el licor tratado balanceado con sales y carbono y pH ajustado a 5,0. Los niveles más elevados de aminoácidos fueron encontrados en el medio que contenía 40% del licor tratado con balanceamiento de sales y carbono y pH 5,0. A excepción de la metionina, aminoácido limitante, la proteína del *Aspergillus niger* parece proveer todos los aminoácidos esenciales a la dieta y por lo tanto puede ser considerada de buen valor biológico.

SUMMARY. The use of residual liquor obtained from cane-thrash, a sugar-cane waste *Saccharum officinarum*, lineo, as a protein source was studied. The cane-thrash was available in local sugar-mills and the fungus utilized, the *Aspergillus niger* IZ-9, was provided by the University of São Paulo and derived from a strain under the number NRRL-337. The liquor was previously hydrolyzed and physicochemical analyses were performed. Total nitrogen and amino acid contents were measured in the final product. The synthetic medium of Pontecorvo et al (6) modified by Christias et al (7), was used for growth, maintenance and storage of the strain. The analysis of variance was used to determine the statistical significance of all results. Mean values were compared by the Tukey's test. According to our data, the residual liquor from the prehydrolyzed cane-thrash can be used as a medium for biomass production from the *A. niger* IZ-9 and that the highest biomass production was obtained when the synthetic medium was substituted for 100% treated liquor added with balanced salts and carbon, and pH adjusted to 5,0. The highest amino acid values were detected in the *A. Niger* grown in the medium containing 40% treated liquor added with balanced salts and carbon, with pH adjustment to 5.0 with exception of methionine, this fungal protein seems to provide all essential amino acids in a diet, and could certainly be considered of good biological value.

INTRODUCTION

The utilization of waste materials as a mean of alleviating world food shortage and energy reserves and, at the same time, contributing to the solution of environmental pollution problems caused by these wastes is being examined. Environmental pollution is closely associated with industrialization and a proportion between pollution and economic growth rates seems to occur. This is attributed to the inadequate disposal practices for wastes by industries. Only 5% of the annual production of nutrients on land is used directly as food by man; the rest (95%) can be utilized by bioconversion systems making use of microorganisms for single cell protein (SCP) production(1). Fungi seem superior to bacteria and actinomycetes for producing biomass with less denaturated proteins. Filamentous fungi, especially *Aspergillus niger*,

sp *Chaetomium* sp and *Trichoderma* sp, are the most used to convert industrial wastes into fungal protein. (2). A variety of agroindustrial by-products and cellulose wastes is available in Brazil. Sugar-cane, for example, which results from production of carburetted alcohol. It is estimated that about 33% of the bagasse surplus, except that used for distillery furnaces, is available for alternative uses. (3). The purpose of this study was to investigate the potential utilization of a sugar-cane waste (a liquor resulting from sugar-cane processing) for protein production to alleviate nutritional problems and contribute to pollution control.

MATERIAL AND METHODS

The liquor was obtained from the sugar-cane bagasse (*Saccharum officinarum*, Lineo). The bagasse, available in local sugar-mills, is the squashed chopped fibre left

² Associate Professor (Federal University of Pernambuco and University of São Paulo).

behind after sugar is extracted from the cane and initially contains 50% water and 3-5% sugar.

Aspergillus niger IZ-09, provided by the Zimotecnica Institute of the Department of Rural Technology, University of São Paulo, and derived from the strain NRRL-337, was the fungus used.

Untreated liquor: Five hundred grams of air-dried and ground bagasse was mixed with water (bagasse/water ratio was 1:10 (Kg/1) and kept in an Autoclave Reg-Med AU/EA 20 at 170°C for 30 min. Then the resulting liquor was collected through a stainless steel water-cooling coil.

Treated liquor: The liquor was gently heated for removal of volatile compounds which inhibits microbial growth. Volume decreased because of heating and distilled water was added to the liquor to complete the initial volume.

Physicochemical analyses were performed according to the methods described elsewhere. (4,5)

Paper chromatography was used for qualitative and quantitative determinations of liquor sugars. A n-butanol/glacial acetic acid/water solvent mixture (4:1:0.5 V/V) was used to compare results.

Values for liquor sugars were used to estimate sugar carbon sources in both liquors for balancing the carbon used as a growth culture medium for *A. niger*.

The synthetic medium by Pontecorvo et al, (6) modified by Christias et al., (7) was used for maintenance and storage of the strain, culture growth and biomass production. The composition of the medium was as follows:

Glucose	10 g
Sodium nitrate	6 g
Dihydrogenated potassium phosphate	1.52 g
Potassium chloride	0.52 g
Heptahydrated magnesium sulphate	0.52 g
Peptone	2.0 g
Yeast extract	1.0 g
Acid casein	3.0 g
Hydrolyzed nucleic acid	0.5 g
Distilled water	1,000 ml
Agar	20g (solid medium)
pH	5.0 g

Autoclave sterilization (121.5°C) for 15 min was used.

The fungus was isolated from aerial conidia on inclined agar-containing flasks and incubated at 30°C for 6-8 days. The culture was transferred into a Petri dish and after 6-8 days 5mm agar discs were cut from the periphery of the young culture for inoculation. The fungus grew in a complete liquid medium (used as standards) in 250ml Erlenmeyer flasks containing 62.5 ml of the medium. Media were inoculated with 5 agar discs and incubated in an oscillatory shaker at approximately 30°C for 72 hours. At the end of the incubation period, the liquid medium was filtered through a qualitative filter paper. Mycelia were weighed, dried in a 100°C oven with air circulation for 24 hours. Six experiments were performed. Carbon and salt levels, as well as pH were similar to those of the synthetic medium. The medium was substituted for either treated or untreated liquor at different concentrations. Substitution levels varied from % to 100%. Total nitrogen was measured by the micro-Kjeldahl method (9) and the crude protein content of the mycelium was calculated by the factor 6.25 x N.(4). Amino acids were measured in a Beckman auto-analyzer reaction with ninhydrine. (16)

The analysis of variance was used at random to determine the statistical significance. Mean values were compared by the Tukey's test. (8)

RESULTS AND DISCUSSION

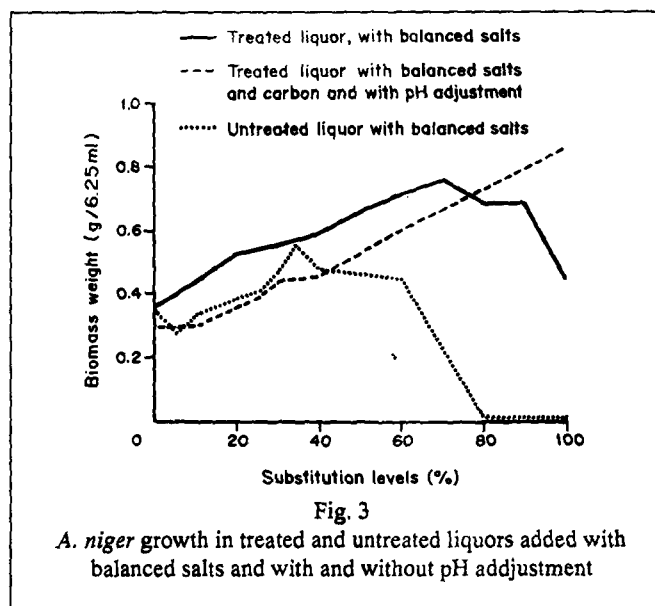
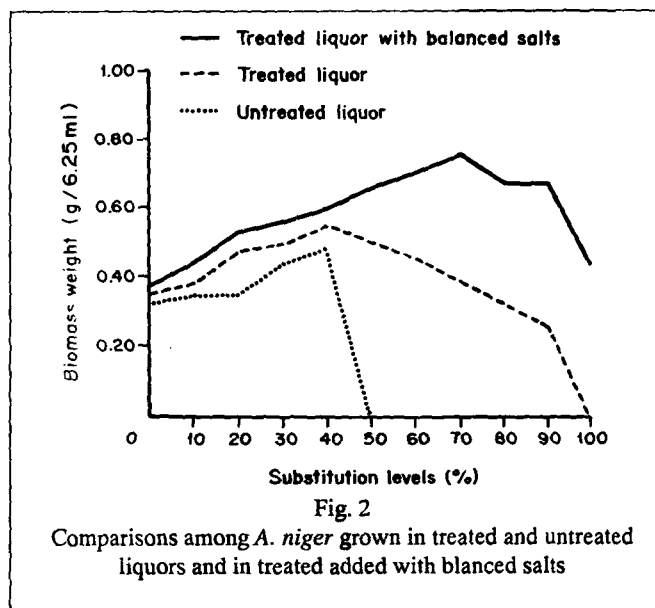
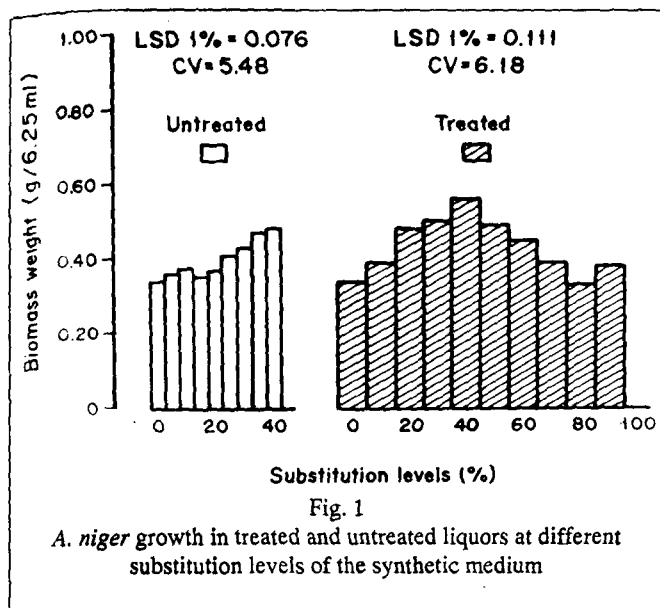
Physicochemical, sugar content and carbon source data for both liquors and substitution of the synthetic medium for both liquors (V/V) used as carbon sources are presented in Tables 1,2,3 and 4, respectively.

The biomass production depended on the liquor amounts added to the synthetic medium, especially when the treated liquor was used.

There were significant differences between the fungal growth in the two liquors. As expected, production was higher in the treated liquor because furfural, which was present in the liquor (2.25 Kg/100ml), had been removed by thermal treatment. *A.niger* growth occurred even when 100% of the synthetic medium was substituted for the treated liquor to which balanced salts and carbon were added and with adjusted pH. (Table 5)

In our experiment, pH played an important role in biomass production. This finding does not agree with Agnihotri's data, (10) who did not observe pH effects on

FUNGAL PROTEIN ENRICHMENT OF RESIDUAL LIQUOR FROM A SUGAR-CANE WASTE (*Saccharum officinarum*).



biomass production from *Aspergillus* sp. There was no correlations between the amount (0.85g/6.25ml) and the protein content (29.69%) of the biomass when the 100% substitution level was used, which agrees with Mohyuddin et al. (11) findings in *Aspergillus flavus*. (Table 6)

A significant difference was noted between biomass production in both liquors (Fig.1) Salts and pH were the main growth-limiting factor for *A. niger*. (Figs. 2 and 3).

The brute protein content of biomass (29.69% or 4.06g protein/l liquor), was higher than that found by Menezes et al., (12) who used *Myrothecium verrucaria* grown in milled and screended bagasse (7.7% protein or 0.30g protein/l). (Table 7)

There was no positive correlations between the amino acid profile and the total protein content (2.59g/l). The highest values for amino acid were found in the biomass produced in the treated liquor (substitution level 40%),

with exception of alanine and glycine values which were lower than those of the standard medium. (Table 7 and 8)

The essential amino acid contents were compared with those from the biomass produced by other micro-organisms and with those of the egg. (Table 9) Methionine was the limiting amino acid.

CONCLUSIONS

- The residual liquor from sugar-cane bagasse can be used as a medium for biomass production from *Aspergillus niger* IZ-9
- The highest biomass production was obtained when the synthetic medium was substituted for 100% treated liquor added with balanced salts and carbon and with pH adjusted to 5.0

TABLE 1
PHYSICO-CHEMICAL ANALYSES OF THE LIQUORS

Analyses	Treated Liquor	Untreated Liquor
Physical analyses		
Specific weight (20/20 °C)	1,010	1,008
Density (g/cm ³)	1,004	1,004
Solid concentration (g/l)	28,712	29,494
Chemical analyses		
pH	3,48	3,43
Ash on dry matter (%)	3,357	3,262
Furfural level (g/l)	0,192	2,256
Pentose (g/l)	24,81	20,72
Pentose (%)	86,42	70,25
Carbon (%)	1,08	1,24
Nitrogen (%)	1,01	1,01
Posphate (%)	0,002	0,001
Potassium (%)	0,030	0,032

TABLE 2
SUGAR VALUES OF THE LIQUORS

Sugars	Treated Liquor		Untreated Liquor	
	Concentration (g/l)	Sugars (%)	Concentration (g/l)	Sugars (%)
Saccharose	0,25	10,6	0,29	14,3
Glucose	0,31	13,1	0,30	14,8
Fructose and arabinose a/	0,15	6,4	0,09	4,4
Xylose	0,69	29,2	0,44	21,7
Polysaccharides	0,80	33,9	0,75	36,9
Oligosaccharides	0,16	6,8	0,16	7,9
TOTAL	2,36	100,0	2,03	100,0

a/ Fructose and arabinose spots did not separate at analysis

FUNGAL PROTEIN ENRICHMENT OF RESIDUAL LIQUOR FROM A
SUGAR-CANE WASTE *Sacharum officinarum*.

TABLE 3
CARBON SOURCES OF LIQUOR SUGARS

Sugars	MW	Sugars (%)	Carbon Liquor (g/l)	
			Treated	Untreated
Saccharose (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	342	42,1	1,05	1,22
Glucose (C ₆ H ₁₂ O ₆)	180	40,0	1,24	1,20
Fructose (C ₆ H ₁₂ O ₆)	180			
and				
Arabinose (C ₅ H ₁₀ O ₅)	150	40,0	0,60	0,36
Xylose (C ₅ H ₁₀ O ₅)	150	40,0	2,76	1,76
Polysaccharides (C ₅ H ₈ O ₄) ⁿ	132	45,4	3,63	3,40
Oligosaccharides (C ₆ H ₁₀ O ₅) ⁿ	162	44,0	0,71	0,71
Total			9,99	8,65

TABLE 4
SUBSTITUTION OF THE SYNTHETIC MEDIUM FOR TREATED AND UNTREATED LIQUORS
(V/V USED AS CARBON SOURCES, WITH UNCHANGED AND INCREASING LEVELS
OF CARBON, WITHOUT CHANGES IN THE SALT LEVELS,
WITH AND WITHOUT pH ADJUSTMENTS. ^{a/}

Substitution Levels ^{b/} (%)	Total Carbon (mg)	Carbon Glucose (mg)	Carbon Liquor Sugars (mg)	Liquor Volume (ml)
0	250	250,00	-	-
5	250	218,75	31,25	3,12
10	250	187,50	62,50	6,25
15	250	156,25	93,75	9,37
20	250	125,00	125,00	12,50
25	250	93,75	156,25	15,60
30	250	62,50	187,50	18,75
35	250	31,25	218,75	21,90
40	250	-	250,00	25,00
60	375	-	375,00	37,50
80	500	-	500,00	50,00
100 ^{c/}	625	-	625,00	62,50

^{a/} pH adjustment to 5.0 by adding NaOH (0.01N)

^{b/} Quantities per total volume (62.5 ml)

^{c/} Salts and glucose were dissolved in distilled water used complete volume (62.5 ml) prior to addition. At the 100% substitution level, the liquor solution was used instead of water

TABLE 5
BIOMASS PRODUCTION (g/6.25 ml) FROM (*Aspergillus niger*) GROWN
IN DIFFERENT MEDIA

Liquors	Substitution Levels (%)							
	0	10	20	30	40	60	80	100
Treated liquor								
S	0,34	0,39	0,48	0,50	0,56	0,45	0,33	0
Salts	0,39	0,44	0,53	0,55	0,59	0,71	0,68	0,44
C and salts	0,34	0,32	0,30	0,35	0,40	0,56	0,61	a/
C, salts, pH	0,30	0,29	0,34	0,39	0,45	0,61	0,72	0,85
Untreated liquor								
S	0,34	0,37	0,37	0,43	0,48	0	0	0
C, salts, pH	0,34	0,32	0,38	0,45	0,48	0,46	0	0
C.V. (%)	1,36	1,76	2,01	2,58	1,64	0,48	0,48	1,80

S = Substitution of the synthetic medium for the liquors

C = Carbon source

pH adjusted to 5.0

a/= At the 100% substitution level, salts and carbon were not added to the medium

TABLE 6
PROTEIN PRODUCTION (%) FROM (*A. niger*) GROWN IN TREATED AND UNTREATED LIQUORS

Substitution Levels (%)	Treated Liquor			Untreated Liquor		
	S	Salts, C	Salts, C	Salts, pH	S	C, Salts, pH
0	31,27ab	31,27d	31,27c	31,27bc	31,27c	31,27bc
10	36,19a	37,79b	35,40abc	33,42ab	33,07c	30,96bc
20	35,62a	36,81b	34,38bc	33,35bc	38,48b	31,39abc
30	29,31b	36,63b	37,92a	33,41b	38,04b	32,50zbc
40	29,44b	36,48b	35,79abc	36,20a	45,23a	35,85ab
60	31,79ab	34,19c	37,21ab	32,24bc	0d	0d
80	33,33ab	33,79c	35,86abc	29,63c	0d	0d
100	0c	44,13a	a/	29,69c	0d	0d

a/ At the 100% substitution level, salts and carbon were not added to the medium

FUNGAL PROTEIN ENRICHMENT OF RESIDUAL LIQUOR FROM A
SUGAR-CANE WASTE *Sacharum officinarum*.

TABLE 7
TOTAL PROTEIN PRODUCTION (g/l) FROM (*A. niger*) GROWN IN TREATED AND UNTREATED LIQUORS

Substitution Levels (%)	Treated Liquor			Untreated Liquor		
	S	Salts, C	Salts,C	Salts, pH	S	C,Salts,pH
0	1,82cd	1,94e	1,74c	1,55e	1,74e	1,71c
10	2,24bc	2,64cd	1,68c	1,52e	1,94d	2,20c
20	2,78a	3,10cd	1,67c	1,83e	2,30c	2,68bc
30	2,34b	3,24bc	2,21bc	2,3dc	2,60b	3,39ab
40	2,66ab	3,46abc	2,28cd	2,59cd	3,47a	3,92a
60	2,27b	3,88a	2,72b	3,13bc	0	3,90a
80	1,76d	3,66ab	3,53a	3,57ab	0	0d
100	0e	3,08cd	a/	4,06	0	0d
C.V. (%)	7,57	6,24	13,53	7,63	5,02	12,45

a/ At the 100% substitution level, salts and carbon were not added to the medium

TABLE 8
AMINO ACID COMPOSITION (g/100g PROTEIN) OF THE (*A. niger*) MYCELIUM
GROWN IN TREATED AND UNTREATED LIQUORS COMPARED
WITH THAT OF THE STANDARD MEDIUM

Amino Acid	Substitution Level (%)				Standard medium ^a
	Treated		Untreated		
	(100)	(40)	(30)	(40)	
Lysine	2,58	6,52	5,37	4,95	4,08
Histidine	1,50	2,65	2,16	1,85	1,50
Arginine	3,87	6,88	5,70	5,01	3,87
Aspartic acid	7,33	11,23	8,98	10,31	8,15
Threonine	3,10	5,14	4,31	4,68	3,87
Serine	2,79	4,18	3,53	3,89	3,62
Glutamic acid	11,46	18,90	13,78	15,87	17,39
Proline	4,56	6,18	4,91	4,82	5,28
Glycine	6,92	7,42	7,82	7,48	7,59
Alanine	5,34	8,63	7,02	7,51	9,13
Valine	4,81	7,59	6,20	7,20	6,00
Methionine	0,17	0,34	0,17	0,21	-
Isoleucine	3,55	5,33	4,40	5,00	4,03
Leucine	5,80	9,17	7,46	8,40	7,10
Tyrosine	1,09	4,07	2,53	2,84	1,19
Phenylalanine	3,44	5,73	4,70	5,26	2,54

a Christias et al. (7)

TABLE 9
COMPARISONS AMONG THE ESSENTIAL AMINO ACIDS FROM THE *A. niger*
CANDIDA UTILIS, *BACILLUS SP.*, AND EGG.

Essential Amino acids	g/100 PROTEIN			
	<i>C.Utilis</i> ^{a/}	<i>Bacillus</i> ^{b/}	<i>A. Niger</i> ^{c/}	Egg ^{d/}
Isoleucine	7,9	6,1	5,3	6,8
Leucine	7,5	8,9	9,2	9,0
Lysine	8,7	6,9	6,5	6,3
Methionine	1,8	2,7	0,3	3,1
Phenylalanine	5,1	5,6	5,7	6,0
Threonine	5,5	4,3	5,1	5,0
Tryptophan	1,4	n.m	n.m	1,7
Valine	6,3	6,7	7,6	7,4

a/ According to Inskip et al (13)

b/ According to Mateles et al (14)

c/ *A. niger* grown in the 40 % treated liquor added with balanced carbon and salts and pH adjustment.

d/ According to Burton (15)

n.m = non - measured.

- There was no correlations between mycelia weight and total protein production

- Methionine was the limiting amino acid of biomass

- The highest amino acid values were detected in the *A. niger* grown in the medium containing 40% treated liquor added with balanced salts and carbon, with pH adjusted to 5,6; and

- With exception of methionine, this fungal protein can provide all essential amino acids in a diet and can be considered of good biological value.

REFERENCES

1. Van Der Wal, P. Perspectives on Bioconversion of Organic Residues for Rural Communities: In: Food and Nutrition Bulletin Supplement. 2. p. 3-8 november 1979
2. Spices, A. Protein Production by micro - fungi. Trop. Sci. 13; 239-263, 1971
3. Codistil. "Contribuição ao Estudo da Unidade-Padrão de Destilarias Autônomas de Alcool Carburante partindo de Canade-açúcar e Possibilidade para o Bagaço Disponível". CONSTRUCTORA DE DESTILARIAS DEDINI S/A. 29p. 1976
4. A.O.A.C. Official Methods of Analyses. 13^o Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., 1980.
5. Da Glória, N. A. & Santa Ana, A. G. Métodos de Análises de resíduos de Usinas de Açúcar e Destilarias. Revista de Agricultura. 2 (1-2): 30-44, 1975
6. Pontecorvo, G.; J. A. Roper G. E. Forbes. Genetic recombination without sexual. Reproduction in *Aspergillus niger* J. General Microbiology. 8: 198:210, 1953
7. Christias, C.; Couvaraki, S. G.; Geogopoulos, Macris, B.; Vonvyanil, V. Protein content and amino acid composition of certain fungi evaluated for microbial protein production. App. Microbiology. 29 (2): 250-254, 1975.
8. Gomes, P. Curso de Estatística Experimental. Gráfica Benneti Ltda. São Paulo. 430 p. 1970
9. Bailey, J. L. Determination of nitrogen, in Techniques in Protein Chemistry, 2nd ed. Amsterdam, Elsevier, 346p. 1967
10. Agnihotri, V.P. Studies in *Aspergilli*. Effect of pH, temperature and carbon and nitrogen interaction. Mycopath. Mycol. App. 24:305-314, 1964
11. Mohyuddin, M.; Sharma, T. R.; Kaul, & Niemann, E. G. Use of *Aspergillus flavus* to evaluate the relative nutritive value in cultivars of rye, wheat and triticale. J. Sci. Food. Agric. 27:943-950. 1976
12. Menezes, T.J.B.; Duchini, L. A. & Figueiredo, I. B. Produção em laboratório de proteínas fúngicas em bagaço de canade-açúcar. Rev. Bras. Tecnol. (4):439-446, 1976.
13. Inskip, G.C., Wiley, A.J.; Holderby, J.M. & Hughes, L.P. Food yeast from sulfite liquor. Ind. Eng. Chem. 43:1702-1711. 1951

FUNGAL PROTEIN ENRICHMENT OF RESIDUAL LIQUOR FROM A
SUGAR-CANE WASTE *Sacharum officinarum*.

14. Mateles, R. I. Barnah, J.N. & Tannenbaum, S.R. Growth of a thermophilic bacterium on hydrocarbons: a New Source of Single Cell Protein. *Science*, 157: 1322-1323. 1967.
15. Burton, B.T. Requerimentos de Nutrition em el ser humano In: *Burton Nutrition Humana*. 2 ed. Washington, D. C. Organization Pan-Americana de la Salud. cap. 3 149 - 162. 1966
16. Unichron aminoacid analyser, Instruction Manual. Palo Alto. Calif. USA: Bechman.

ACKNOWLEDGMENTS

Thanks are due to Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brazil) for financial support and to L.N. Pedrosa (Department of Nutrition, Federal University of Pernambuco) for translating this paper into English.

La Declaración de Barcelona

"Los derechos alimentarios del hombre"

PRESENTACION

La Declaración de Barcelona es un documento programático que, desde la libertad y la independencia, recoge el común denominador de las actuaciones que deben garantizar los derechos alimentarios del hombre. Es un documento que aporta nuevas luces a uno de los grandes problemas de la humanidad - cómo alimentar a una población cada vez más numerosa en un entorno limitado - y que pretende servir de base a la futura promulgación de la Declaración Universal de los Derechos Alimentarios del Hombre.

Esta Declaración es el resultado de un foro de debate de un ámbito internacional desarrollado durante 1991, bajo la presencia de S.M. el Rey de España, D. Juan Carlos I, en el que han participado más de sesenta expertos en problemas alimentarios. La Declaración de Barcelona-Los Derechos Alimentarios del Hombre se hace pública, con motivo del Salón Internacional de la Alimentación, *Alimentaria*, en marzo de 1992.

PREFACIO DE S. M. EL REY DE ESPAÑA.

El derecho de una alimentación suficiente, sana y de calidad adecuada para cubrir las necesidades de todo ser humano a lo largo de su vida es, por razones obvias, uno de los derechos humanos fundamentales.

Sin embargo, y a pesar de las numerosas y abnegadas iniciativas para evitarlo, cientos de millares de personas mueren de hambre cada año, porque este derecho se ignora o porque se conculca u obstaculiza su ejercicio. El problema es gravísimo, de gran magnitud y no atañe únicamente a los desheredados de la Tierra, sino al equilibrio y desarrollo armónico del género humano.

No existe un camino ideal para atajarlo, y las soluciones son especialmente complejas en un mundo en cambio continuo y cada vez más interrelacionado y dependiente. Sin embargo, las dificultades del reto no deben frenar ninguna iniciativa nacida de la buena voluntad de los hombres en pro de la consecución del pleno derecho a la alimentación. Porque, en definitiva, la solución pasará por la suma de los esfuerzos individuales y colectivos, de cada uno de nosotros y de los organismos e instituciones afectados o implicados.

Por ello, me complace que haya surgido una iniciativa como la Declaración de Barcelona que proclama los

Derechos Alimentarios del Hombre. Una declaración que desde la libertad y la independencia, intenta dar luz a uno de los problemas más acuciantes de este final de siglo tan convulso pero a la vez tan esperanzador.

Deseo que mi contribución a la Declaración de Barcelona, fruto del esfuerzo colectivo de un buen número de personas y entidades tanto españolas como internacionales, sirva para que su mensaje se grave en la conciencia de todos los ciudadanos del mundo. Un mensaje basado en la justicia, en la solidaridad y en la buena voluntad de los hombres. Si el derecho a la alimentación es un derecho humano, el deber de su cumplimiento nos afecta a todos, naciones, gobiernos, organismos, entidades e individuos. En definitiva, a toda la Humanidad.

PREAMBULO

CONSIDERANDO que las tensiones bélicas, la pobreza y la deficiente distribución de los alimentos son las causas principales de que una cuarta parte de la población mundial no tenga acceso a la alimentación adecuada y una décima parte permanezca en situación extrema de desnutrición y hambre;

CONSIDERANDO que los niveles actuales de recursos de la producción de alimentos en el mundo son suficientes para alimentar adecuadamente a toda la población mundial y que, según las previsiones, lo seguirán siendo, a los ritmos de crecimientos previstos, para las próximas generaciones;

CONSIDERANDO que la aplicación de nuevas tecnologías con objeto de abastecer el crecimiento del consumo motivado por el aumento de la población ha demostrado que los recursos naturales son limitados y vulnerables;

CONSIDERANDO que los criterios económicos que definen el uso de los sistemas naturales deben tener en cuenta el coste de mantenimiento y renovación de los recursos, procurando unas relaciones de mercado que posibiliten el desarrollo sostenible;

CONSIDERANDO que el ser humano es parte integrante de la biosfera y que su futuro está subordinado a la conservación y transformación de la naturaleza;

CONSIDERANDO que ningún modelo agroalimentario puede calificarse como óptimo, ya que cada uno de

ellos aporta aspectos positivos en función de las circunstancias;

CONSIDERANDO que el final del siglo XX está deparando cambios acelerados de toda índole que han alterado valores tradicionales que afectan el conjunto de la humanidad y no sólo a una parte.

PROCLAMAMOS QUE:

- 1 Todo ser humano tiene derecho a una alimentación suficiente y saludable.
 - 2 Todo ser humano tiene derecho, individual o colectivamente, a mantener producciones propias y a alimentarse conforme a sus costumbres, hábitos o conciencia, y nadie podrá ser discriminado por ello.
 - 3 La comunidad internacional, los organismos internacionales, los gobiernos y los poderes públicos, así como la organizaciones no gubernamentales, los grupos constituidos y los individuos, son los sujetos de esta declaración y deben reconocer el derecho a la alimentación y actuar en consecuencia contribuyendo a hacer efectivo este derecho.
 4. Cada generación tiene el derecho a usar los recursos naturales para su alimentación y el deber de administrarlos y transmitirlos a las generaciones venideras.
 - 5 La erradicación del hambre exige la cooperación y solidaridad internacionales, y el intercambio eficaz y equitativo de los recursos humanos, naturales, tecnológicos y financieros.
 - 6 Los alimentos no deben emplearse, en ningún caso, como arma política. Bajo ningún concepto está permitido que bloqueos internacionales, regionales o locales limiten el acceso a los alimentos.
 - 7 La ayuda alimentaria a los países o regiones necesitados debe estar presidida por la ética y tener el carácter temporal imprescindible hasta que las ayudas tecnológicas y financieras para la mejora de las estructuras y de las producciones alimentarias autóctonas permitan superar las situaciones adversas.
 - 8 Las políticas deben evitar los desajustes demográficos y el exceso de urbanización y fortalecer estructuras capaces de fijar las poblaciones a sus zonas de origen. En caso de movimientos de poblaciones afectadas por situaciones de hambre, no se debe impedir su libre circulación ni poner trabas en las fronteras.
 - 9 La libertad de comercio para los productos alimenticios debe ser la norma general. Las limitaciones a este derecho sólo podrán considerarse cuando se comprometa la alimentación de los pueblos o la subsistencia de su sector primario.
- La comunidad internacional, los organismos internacionales, los gobiernos y los poderes públicos deben promover los mecanismos precisos para evitar las fluctuaciones erráticas de precios de los productos básicos que contribuyen a la pobreza y al subdesarrollo de los pueblos.
- 10 Los agricultores, los ganaderos y los pescadores deben recibir una consideración económica y social similar al resto de la población, dotándoles de servicios de educación, cultura, sanidad e infraestructura no discriminatorios.
 - 11 Las leyes deben incorporar los derechos y los deberes alimentarios del hombre, y permitir la participación democrática y efectiva de los grupos afectados en la formulación y aplicación de soluciones aplicadas a los problemas de la alimentación.
 - 12 La comunidad internacional, los organismos internacionales, los gobiernos y los poderes públicos deben impulsar una política alimentaria basada en la educación desde las primeras edades sobre temas alimentarios y nutricionales así como fomentar la formación de personal experto en nutrición, higiene y calidad de alimentos. Asimismo, deben desarrollar estrategias de educación y formación que corrijan la situación desfavorable de la mujer, especialmente en los ambientes rurales.
 - 13 Los sujetos de esta declaración deben contribuir a garantizar la seguridad alimentaria, basada en:
 - resolver pacíficamente los conflictos;
 - crear las condiciones apropiadas para obtener un desarrollo económico continuado y equitativo;
 - facilitar la solución al problema de la deuda exterior y el intercambio comercial;
 - abolir gradualmente las medidas proteccionistas;
 - establecer programas internacionales integrados contra la pobreza;
 - detener la degradación ambiental;
 - reforzar la cooperación internacional;
 - aumentar la contribución al desarrollo y la ayuda alimentaria;
 - facilitar y fortalecer el cambio hacia la democracia;
 - un mayor respeto de los derechos humanos
 - 14 Los sujetos de esta declaración deben aumentar sus esfuerzos y coordinar sus actuaciones para erradicar el hambre y conseguir un mundo más justo, más coherente y más solidario, que garantice los derechos alimentarios del hombre.

Nuevos Libros

Manual de Alimentación del Preescolar. Editores: Héctor Araya L., Gloria Vera A. y Marcela Alviña W. -Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. 2da. Edición. Octubre 1991. Este texto de agradable presentación, consta de 8 capítulos distribuidos así: **Capítulo 1.** El Preescolar y su alimentación. **Capítulo 2.** Roles y fuentes de nutrientes y energía. **Capítulo 3.** Requerimientos de energía e ingesta recomendada de proteínas, vitaminas y minerales para el preescolar. **Capítulo 4.** Calidad nutricional de preparaciones y dietas. **Capítulo 5.** Evaluación del valor nutricional de preparaciones de consumo habitual en la alimentación del preescolar chileno. **Capítulo 6.** Recomendaciones alimentarias. **Capítulo 7.** Preparaciones recomendables para la alimentación del preescolar. **Capítulo 8.** Glosario de términos y conceptos alimentario-nutricionales. Anexo y Referencias. De fácil

seguimiento, el primer Capítulo está dedicado a los conceptos básicos de la alimentación del preescolar y el segundo entrega una breve síntesis de los nutrientes más importantes, destacándose en cada caso su función, signos de deficiencia y fuentes. Se ilustra a continuación con ejemplos seleccionados, los diversos cálculos encaminados a establecer la calidad de las dietas. Le sigue una evaluación nutricional de algunas preparaciones incluidas en la alimentación institucional del preescolar chileno y se recomiendan aquellas más adecuadas para los diferentes tiempos de comida: desayuno, almuerzo, once y cena. En el Anexo se entregan 10 cuadros que resumen los valores calculados para diversos alimentos y platos típicos. Se finaliza con 44 referencias. Se trata de un texto útil y de conveniente lectura para nutricionistas y personas vinculadas al área de la enseñanza de la nutrición.

Dr. José Félix Chávez

ENTIDADES PATROCINANTES

- **Fundación CAVENDES**
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**
Guatemala, Guatemala C.A.
- **KELLOGG'S América Latina**
- **Protein Technologies International**
Caracas, Venezuela
- **CONICIT. Venezuela**

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 las poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las 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 un espacio desproporcionado.

C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

1. Título

La primera página del manuscrito debe contener el título completo del trabajo en mayúsculas, nombre completo y apellido del autor, institución de origen con letras iniciales mayúsculas y el resto en minúscula. (En la página siguiente debe indicarse el cargo que cada autor desempeña, identificándolos debidamente).

2. Resumen en el idioma original del artículo

Este debe ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones.

3. Introducción

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas.

4. Material y Métodos

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan

sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones 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/100g ó mg/100mL; Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación
- h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráfica.

6. *Discusión*

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de RESULTADOS Y DISCUSION. Lo expresado en los incisos a) y h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, 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 Referencias bibliográficas*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la sección Referencias bibliográficas, al final del trabajo, se aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P & JM Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. Arch Venez Nutr 5:39-50, 1954.

b) De libros:

Gómez P, F Silvio & R Gámora. Los Aminoácidos en Alimentos. Caracas, Ed Futura, 1972, p.30.

c) De libros sin autor individual:

Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12th ed. Washington, DC, The Association, 1975, p.30.

d) De un artículo o capítulo de un autor(es) consignado en un libro publicado por casa editora:

Hoskins, WG & M Charles. Macaroni production. En: The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed. SA Matz (Ed.). Westport, Conn, The Avi Publishing Co. 1959, p.274-320.

e) De citas de compendios:

Krebs, HA & K Henseleit. Urea formation in animal body. Z Physiol Chem, 210:33-66,1932. (Original no consultado; compendiado en Chem Abst 26: 5624,1923).

10. *Notas al pie de la página*

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos, consecutivos colocados como post-fijo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

11. *Abreviatura y siglas*

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de la del idioma original del artículo, por ej. DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. *Nomenclaturas*

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente

13. *Resultados numéricos*

Al consignar números se usará la coma (,) para indicar decimales, p. ej. 35,7; 389,9; y el punto (.) para indicar miles, millones, etc.

D. SEPARATAS

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

E. CARGO POR PAGINA

La Revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de SLAN ha creado un cargo de US\$12,00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud dirigida en ese sentido por el autor(es). Tan pronto como su factura sea cancelada, se les proporcionará 30 separatas libres de costo.

Protein Technologies International

Pone a su disposición una gran variedad de Proteínas Aisladas de Soya, de alta calidad nutricional y diferentes Fibras de Soya, elementos importantes en la elaboración de productos alimenticios de calidad y a costos accesibles.

La Proteína Aislada de Soya satisface los requerimientos de aminoácidos esenciales para niños y adultos señalados por la OMS/FAO/UNU.

La Proteína Aislada de Soya y la Fibra de Soya son ingredientes de gran versatilidad que se utilizan en la preparación de diversos alimentos de alto valor nutricional como: Productos cárnicos, lácteos, cereales, bebidas nutritivas y sucedáneos.



Para mayor información llame o escriba a las siguientes direcciones:

Casa Matriz-USA:

Checkerboard Square
St. Louis, MO 63164
Phone: (800) 344.6937
Telex: 447240 RAL PRO STL
Fax: (314) 982.1121
International and Missouri:
(314) 982.1277

Mexico:

Ingenieros Militares No. 105
Colonia Lomas de Sotelo
C.P. 11200 Mexico D.F.
Phone: (525) 395.9190 / 557.1888
Fax: (525) 395.8303

Venezuela:

Torre Diamen. Piso 1
Oficinas 17-18. Chuao
Centro Comercial Tamanaco
Caracas, 1060 Venezuela
Phone: (582) 91.3729 or 91.5732
Telex: (395) 21585 PURIN VC
Fax: (582) 91.6587

Brasil:

Rua Lopes
Amaral 72
04544-040
Sao Paulo-Brasil
Phone: 829.3666
Fax: 828.9229

Artes finales: PC expertos C.A., Valencia, Venezuela

Tel.:(041) 57.36.49 Fax: (5841) 21.21.21

Portada: Chávez & López Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela

Tel.: (02) 261.66.48

Impresión: Refolit Caracas, Venezuela

Tel.: (02) 93.38.31- 93.75.08 Fax: (02) 93.70.08

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN está constituido por los siguientes miembros:

Presidente	Dr. Eleazar Lara Pantin
Presidente Electo	Dr. Hernán Delgado
Secretario	Dra. Yolanda H. de Valera
Tesorero	Dra. Maritza L. de Jiménez
Vocal	Dr. Mauro Valencia
Vocal	Dra. Rebeca De Angelis
Vocal	Dr. Santiago Muzzo
Vocal	Dr. Manuel Grillo
Presidente Saliente	Dr. Jaime Ariza Macía

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Editor General	Dr. Virgilio Bosch Román
Editor Asociado	Dr. José Félix Chávez Pérez

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1992 - 1994

Dr. Juan Alvarado	Dr. Hernán Delgado
Dr. Héctor Araya	Dr. J. E. Dutra de Oliveira
Dra. Julia Araya	Dr. Werner G. Jaffé
Dr. Jaime Ariza M.	Dr. Franco M. Lajolo
Lic. Adriana Blanco	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dr. José Belizán	Dr. Reynaldo Martorell
Lic. Concha M. de Bosque	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Héctor Bourges	Dra. Josefina Morales
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Alejandro O'Donnell
Dr. Odoardo Brito A.	Dra. Nelly Pak
Dr. Adolfo Chávez	Dr. Nelson de Souza
Dr. José Félix Chávez	Dr. Emilio Vargas

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Contenido

	Páginas
EDITORIAL	231
ARTICULOS GENERALES	
Quinúa (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>), an important Andean food crop. Jenny Ruales and Baboo M. Nair.....	232
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Nutrición Humana	
Nutritional status of institutionalized elderly in South Florida. Emilio Mantero - Atienza, Richard S. Beach, Maria G. Sotomayor, George Christakis and Marianna K. Baum	242
Alteraciones de las fracciones lipídicas en el suero de niños desnutridos con y sin infección clínica. Hipertrigliceridemia Paradójica en Desnutrición. Irvith Carvajal, Inés Malavé, Carmen Correa, Celia Castillo, Mireya Pérez, Stanco Hammar y German Camejo.	250
Infant feeding practices among low-income Mexican urban women: A four month follow-up. Rafael Pérez - Escamilla, Rosario Roman Pérez, Luis A. Mejia, and Kathryn G. Dewey,	259
Ciencias de Alimentos	
Harina de granos de <i>Canavalia ensiformis L (DC)</i> cruda, almacenada en medio alcalino, autoclavada o extruída, en dietas para cerdos en crecimiento. Risso, José F. y Juan J. Montilla	268
Relación entre algunas características físicas de variedades de sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>) y su capacidad de reventado. Ricardo Bressani y Edgar Tuna	275
Cambios nutricionales inducidos por la germinación de leguminosas de consumo habitual en Chile. Lavinia Camacho, Cecilia Sierra, Rolando Campos R., Ernesto Guzmán C. y Dita Marcus W.	283
Composición química de once variedades de sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>) antes y después del reventado del grano. Edgar Tuna y Ricardo Bressani.	291
Biological utilization of naturally fermented pearl millet flour (<i>Pennisetum typhoideum</i>). Neelam Khetarpaul and B. M. Chauhan.	301
Propiedades nutricionais e sensoriais do feijão macáçar verde. (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>). I. Efeito do processo de enlatamento Giselda Macena Lira, Nonete Barbosa Guerra e Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa.	309
Propiedades nutricionais e sensoriais do feijão macáçar verde. (<i>Vigna unguiculata (L) Walp</i>). II. Efeito do armazenamento Giselda Macena Lira, Nonete Barbosa Guerra e Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa.	316
Fenómeno de endurecimiento y ablandamiento del frijol: alternativas tecnológicas. Palma-Tirado, M.L., Reyes-Moreno, C., Cárabez-Trejo, A., Montes-Rivera, R. y Paredes-López, O.	322
Desarrollo de un alimento energético para deportistas. Emma Wittig de Penna, Asunción Infante, Alfonso Suárez, Luis López, Raúl Santana, Hugo Torti.	331
Evaluación funcional de un suplemento energético nutricional en deportistas. Wittig, Emma, Infante, Asunción, Suárez, Alfonso, López, Luis, Santana, Raúl y Osorio, Jorge.	345
Fungal protein enrichment of residual liquor from a sugar cane waste Tania L. M. Stamford and R. de Camargo.	351
La Declaración de Barcelona. "Los Derechos Alimentarios del Hombre"	360
NUEVOS LIBROS	362
ENTIDADES PATROCINANTES	363
INFORMACION PARA LOS AUTORES	364