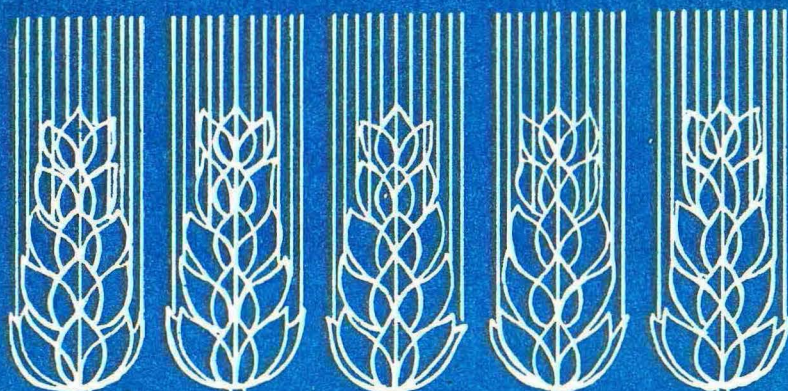


ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE
NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

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

El precio de la suscripción es de US\$ 20.00 (4 números), incluyendo gastos de correo.

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

The subscription is US \$ 20.00 per yearly volume (4 numbers), including mailing costs.

ENTIDADES PATROCINANTES

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición y su órgano oficial de divulgación científica Archivos Latinoamericanos de Nutrición se complacen en reconocer el aporte financiero de las siguientes organizaciones al avance de la ciencia de la Nutrición y la Alimentación en el Hemisferio Americano:

Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (Caracas, Venezuela)
F. Hoffmann-La Roche Co. (Basilea, Suiza)
Espalsa, Especialidades Alimenticias, S. A. (Caracas, Venezuela)
Asociación Americana de Soya (México, D. F., México)
C. A. Venezolana de Alimentos (Gerber) (Caracas, Venezuela)
Envases Internacional, S. A. (Caracas, Venezuela)
Alimentos Kellogg, S. A. (Caracas, Venezuela)
Industrias Yukery, S. A. (Caracas, Venezuela)
Branca (Caracas, Venezuela)
Comercial de Alimentos, C.A. (Caracas, Venezuela)
Fundación Polar (Caracas, Venezuela)
Pralven (Nenerina, Crema Arroz Polly, Tyko) (Caracas, Venezuela)
Industrias Savoy, C. A. (Caracas, Venezuela)
Inversiones "La Isabélica" (Valencia, Venezuela)

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición
INCAP

Apartado Postal 1188
Guatemala, Guatemala

Arch. Latinoamer. Nutr.

ALAN-VE ISSN 0004-0622

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

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVIII

JUNIO 1978

No. 2

SUMARIO

	Pág.
EDITORIAL	135
HOMENAJE A DOS DISTINGUIDOS CIENTIFICOS	137
ARTICULOS GENERALES	
Is histidine essential for the adult man? A review. — <i>Luis A. Mejía</i>	143
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Production and nutritive value of soybeans. — <i>Alfredo Lam Sánchez</i>	155
Evaluación nutricional de concentrados proteicos de porotos (<i>Phaseolus vulgaris</i>) y de lentejas (<i>Lens esculenta</i>). — <i>Huda Kaba y Juan C. Sanabuja</i>	169
Efecto de diversos tratamientos térmicos en el contenido de hemaglutininas y en la calidad proteica del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — <i>Nelly Pak, Argentina Mateluna y Héctor Araya</i>	184
Estudios sobre el valor nutritivo del alga espirulina (<i>Spirulina maxima</i>). — <i>Irma Tejada de Hernández y Armando S. Shimada</i>	196
Evaluación de la pulpa de café como posible sustituto del maíz en raciones para pollos de carne. — <i>Ricardo Bressani y Jorge Mario González</i>	208
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL	223
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	233
LIBROS NUEVOS	239
OTRAS PUBLICACIONES	241

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVIII

JUNIO 1978

No. 2

CONTENTS

	Page
EDITORIAL	135
HOMAGE PAID TO TWO DISTINGUISHED SCIENTISTS	137
GENERAL ARTICLES	
Is histidine essential for the adult man? A review. — <i>Luis A. Mejía</i>	143
RESEARCH ARTICLES	
Production and nutritive value of soybeans. — <i>Alfredo Lam Sánchez</i>	155
Nutritional value of beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>) and lentils (<i>Lens esculenta</i>) protein concentrates. — <i>Huda Kaba and Juan C. Sanabuja</i>	169
Effect of different types of heat treatment on the hemagglutinin content and protein quality of beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — <i>Nelly Pak, Argentina Mateluna and Héctor Araya</i>	184
Studies on the nutritive value of spirulina algae (<i>Spirulina máxima</i>). — <i>Irma Tejada de Hernández and Armando S. Shimada</i>	196
Studies on the possible use of coffee pulp as a corn substitute in poultry rations. — <i>Ricardo Bressani and Jorge Mario González</i>	208
PERMANENT WORKING GROUP OF SLAN ON FOOD AND NUTRITIONAL SURVEILLANCE SYSTEMS	223
LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY	233
NEW BOOKS	239
OTHER PUBLICATIONS	241

EDITORIAL

Después de 12 años de vida, muy fructífera por cierto, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, órgano divulgativo de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición que viniera publicándose ininterrumpidamente bajo la acertada dirección del distinguido científico venezolano Dr. Werner G. Jaffé y colaboradores, la sede de la Revista ha sido transferida al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

La verdad es que su traslado al INCAP no significa más que un cambio de lugar en lo que al manejo y funcionamiento de la Revista se refiere, ya que los lineamientos a seguir en cuanto a su publicación serán los mismos a que se ha venido ciñendo en el pasado.

Haciendo un breve análisis retrospectivo y como los lectores seguramente recordarán, la Revista nació realmente en 1950, ya que fue hace 28 años que el Dr. Jaffé publicó el primer número de Archivos Venezolanos de Nutrición. Sin embargo, en un hermoso gesto del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela, desde el año 1966 ésta pasó a ser el órgano oficial de divulgación de la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, convirtiéndose en Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

La dedicación constante, el vivo interés y los esfuerzos ininterrumpidos del Dr. Jaffé y de sus colaboradores, en particular del Dr. José Félix Chávez, fueron en realidad los factores clave del éxito de la Revista. Llegó así a la edad adulta publicándose en forma continua y cumpliendo su misión de diseminar ampliamente la información que sobre nutrición y disciplinas afines se genera en la Región Latinoamericana.

Demás está decir que de no haberse contado con los esfuerzos de los creadores de la Revista, ésta no habría alcanzado nunca su nivel científico actual. Así, pues, al recibirla ahora, cuando ya ha alcanzado la madurez requerida, nuestro más firme propósito es proseguir la política del Dr. Jaffé, tratando en todo momento de imprimirle la agilidad necesaria para que continúe funcionando como un medio efectivo y valioso de divulgación de los trabajos que el conglomerado de investigadores latinoamericanos produce para la Región en particular y para el mundo en general.

Abrigamos la más firme certeza de que todos los investigadores de la Región continuarán colaborando hacia este fin, ya que es parte de la responsabilidad que todos nosotros compartimos, el lograr la mayor difusión posible de nuestros trabajos y, en consecuencia, de su aprovechamiento en beneficio de la humanidad.

No nos cabe ninguna duda, pues, que seguiremos contando con la valiosa contribución de todos aquéllos que con su aporte científico enriquecen la Revista, ciñéndose a la disciplina que una empresa de esta índole requiere. Ello es imprescindible, no sólo para dar continuidad a su publicación sino, más importante aún, como un merecido tributo a las personas inicialmente responsables de su funcionamiento, quienes así podrán palpar claramente el fruto de su ardua tarea y percatarse también de que su valiosa obra sigue cobrando fuerzas y creciente aceptación.

*Ricardo Bressani
Editor General*

Central de Venezuela, siendo uno de los fundadores y el primer Director del Curso de Posgrado en Planificación Alimentaria y Nutricional de la misma Universidad. Por otra parte, desde su fundación ha estado estrechamente vinculado al Instituto Nacional de Nutrición, inicialmente como Jefe del Servicio de Bioquímica y, más tarde, como Director del Departamento de Estudios de Alimentos.

El Dr. Jaffé es autor de más de 180 trabajos científicos; fue Editor de la *Revista de la Sociedad Venezolana de Química*, de la revista *La Agricultura en Venezuela*, del *Acta Científica Venezolana*, y de *Archivos Venezolanos de Nutrición*, órgano científico que posteriormente se convirtió en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.

Durante su distinguida y prolífica carrera, ha recibido el Premio Nacional de Investigación Científica "José María Vargas", la Medalla de Honor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, y la Condecoración "Andrés Bello".

Justas y muy merecidas son, en resumen, las honrosas distinciones de que han sido objeto los Dres. Bengoa y Jaffé, a quienes expresamos nuestras sinceras congratulaciones.

ARTICULOS GENERALES

IS HISTIDINE ESSENTIAL FOR THE ADULT MAN? A REVIEW

*Luis A. Mejía*¹

Department of Nutrition
University of California at Davis

SUMMARY

Recent experimental observations as well as theoretical considerations suggest that histidine may be an essential amino acid for the adult man. In this paper, an up-to-date review of the literature on the essentiality of histidine is presented. Some practical implications of the indispensability of this amino acid in the human diet are also discussed.

INTRODUCTION

Protein is one of the most important nutrients for man. It provides nitrogen as well as specific amino acids for synthesis of new tissue during growth, tissue repair and reproduction. It also furnishes biochemical precursors of important nitrogen-containing compounds essential for normal biological function and, thus,

Recibido: 2-2-77

1 Present address: División de Biología y Nutrición Humana, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, C. A.

life. Those specific amino acids are called essential, meaning that they cannot be synthesized by the body and therefore must be provided in the diet for man to subsist. In fact, the quality of the protein depends on the presence and amount of these amino acids. Extensive research using experimental animals and human subjects has provided scientific information for the classification of those amino acids traditionally considered to be essential for the human species (isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan, and valine). The amino acid histidine has been later added to such list as an essential one, but only for the infant and not for the adult man. Nevertheless, recent experimental observations as well as theoretical considerations suggest that histidine may be an essential amino acid for the adult human species.

The purpose of this paper is to review the literature on the essentiality of histidine, hoping that it will stimulate further research in this area.

ON THE ESSENTIALITY OF HISTIDINE

The essentiality of histidine for the growing rat was first clearly demonstrated by Ackroyd and Hopkins in 1916 (1) and later established by Rose and Cox in 1924 (2). Since then, its indispensability has been determined for other animal species from protozoa to insects, fish, birds and many mammals (3).

On the other hand, the non-essential nature of histidine for the human species had been established by the extensive work of Rose and co-workers in young college men (4,5-8). This classical Rose classification of histidine has been based on the accumulated data of 50 experimental subjects, from 1942 to 1955, who were able to maintain positive nitrogen balance when fed diets devoid of histidine (9). His conclusion is supported by similar reports on adult women (10) and children (11) by other investigators. In 1944, however, Albanese *et al.* (12) questioned the non-essentiality of histidine for the adult man. Their subjects, while on a histidine-deficient diet, remained in nitrogen equilibrium but lost weight. The deficient state was also characterized by the appearance of an "abnormal metabolite" in urine as indicated by an increased indican reaction (13). This latter finding, however, is of obscure significance and has not been reproduced by others (8,11). The loss of weight may have also been caused by an

insufficient caloric intake (9). Nevertheless, in 1963, Snyderman and co-workers clearly and conclusively demonstrated the essentiality of histidine for the infant (14). The experimental subjects were eight normal males whose ages ranged from two weeks to seven months. These infants showed lower nitrogen retention, growth failure and even clinical signs characterized by skin lesions when histidine was omitted from their diet.

The idea then prevailed that histidine was a required amino acid for the growing animal but not for maintenance; thus, for example, histidine is essential for the baby pig but not for the adult pig and perhaps the rooster (3). On the other hand, it has been thought that histidine is essential for both the growing and the adult rat (15); nevertheless, evidence supporting this fact is very contradictory. There is no doubt about the true essentiality of this amino acid for the growing rat (1,2,3,15,16). It is even substantiated by the finding of no radioactive incorporation into histidine after the administration of ^{14}C -formate in normal and folate-deficient animals (17). On the other hand, the existing information for the adult is ambiguous. Burroughs, Burroughs and Mitchel (18) have demonstrated by means of nitrogen balance, using experimental periods of six to nine days, that histidine is a non-essential amino acid for the adult rat. In contrast, when nitrogen balance is monitored by longer periods, histidine has been found to be essential for the maintenance of this adult animal (19, 20). The claim that histidine is non-essential for the adult rat is surprising since well-controlled studies of other adult mammals have shown, by using radioactive labeling, no incorporation into the histidine molecule of ^{14}C from amino acid precursors (21,22). In order to explain this discrepancy, Nasset and Gatewood (23) have proposed that the histidine requirement of the adult rat is probably very low and that histidine deficiency only slowly manifests itself in short nitrogen balance studies. It has also been postulated that when a histidine-deficient diet is fed, the breakdown of hemoglobin or that of carnosine, a dipeptide (β -alanyl-histidine) found in muscle (24), can provide the required histidine to fulfill any metabolic need and thus mask the amino acid deficiency (15,23). Nasset and Gatewood in order to prove their point, performed a prolonged depletion of histidine in adult rats. The deficient animals showed negative nitrogen balance and decreased levels of hemoglobin (23).

Thus the work of Rose (9) in defining the essentiality of histidine can be criticized for being of short duration and his

conclusion based solely on nitrogen balance. It is interesting to note, however, that in two of the experimental subjects reported by Rose, although they were in positive nitrogen balance, both had a slight drop in the levels of hemoglobin when fed a histidine-deficient diet (6,7).

In the last eight years, data have accumulated that suggest the essentiality of histidine in the normal and diseased adult man (15, 25-32). Very low levels of plasma histidine have been found in men fed histidine-free diets (25). Kofranyi *et al.* (26), based on the observation of abnormally high levels of alanine transaminase and aspartate transaminase in experimental subjects fed diets devoid of histidine and arginine, concluded that continuous feeding in the absence of these amino acids was not possible, and therefore, at least one of them was essential (26). Bergstrom *et al.* (27) have also found a marked improvement of nitrogen balance when histidine, and no other non-essential amino acid, is added to amino acid mixtures given intravenously. Since their experimental subject was a uremic 48-year-old man, the authors suggested that histidine is an essential amino acid for the uremic individual. Another interesting observation has been that of Weller, Calloway and Margen (28) who failed in attaining positive nitrogen balance in six adult men using amino acid mixtures based on Rose's requirements. This situation was not corrected either by doubling the total nitrogen supply or increasing by one-third the amount of the eight essential amino acids given. They concluded that the Rose pattern is probably too low in one essential amino acid or an essential element is lacking in the diet, probably histidine. In 1972, after intravenous infusion of ^{15}N -urea, Furst (29) found no ^{15}N incorporation into any position of histidine in uremic adults, and thus concluded that this amino acid, as previously stated by Bergstrom *et al.* (27), is essential for the uremic adult man. More recently, a long-term and well-controlled study by Kopple and Swendseid (31) has shown that histidine is an essential amino acid for both the uremic and the normal adult human. Seven subjects were fed a diet containing very low amounts of histidine and after five to thirty days, their nitrogen balance became severely negative. There was also a marked drop in plasma and muscle histidine levels, anemia, lowered serum albumin and even clinical signs, among them, skin lesions similar to those previously found in infants by Snyderman *et al.* (14). It is interesting to note that Pinals *et al.* (30) had also found a significant increase in hematocrit in arthritic patients treated with histidine.

In spite of all this information, the essentiality of histidine for the human adult has not been yet widely accepted. Of course, the basic question concerning the synthesis of histidine in the human adult body has not been fully answered. There are some poor indications in the literature of its synthesis. Furst (29) based on ^{15}N incorporation claims that histidine can be synthesized by the healthy adult man. He does not specify, however, the site in the histidine molecule in which this incorporation takes place; therefore, his conclusion becomes debatable, especially on the grounds of the work of Schoenheimer, Rittenger and Keston (33), showing that histidine undergoes a transamination process on the α -carbon; this, however, does not mean net synthesis. In 1952 there was also a very short report in abstract form and without experimental data by Levy and Coon (34). They found, after incubation of human liver slices with ^{14}C formate, the formation of a radioactive compound identified as histidine. Based on this report and on a personal communication by the same authors, Munro suggests that the liver may be the site of histidine synthesis in humans (3). Nevertheless, any follow-up studies after those preliminary findings are unknown. More recently, Sheng *et al.* (35) have demonstrated incorporation of ^{15}N into the imidazole ring of histidine in an adult man fed by parenteral alimentation. This finding suggests the synthesis of this amino acid by the human body, although in this experiment the role of intestinal microflora was not evaluated.

It appears then, at least from the biochemical point of view, that there is no conclusive evidence to support the fact that histidine is not an essential amino acid for the adult human. In contrast, numerous observations based on different criteria and methodology than those traditionally used to determine amino acid essentiality in man, strongly suggest that histidine may indeed be an essential amino acid for the human adult. In fact, before there is conclusive biochemical evidence, such as that of biosynthesis, histidine should be considered an essential amino acid for both infant and adult.

SOME PRACTICAL IMPLICATIONS

Examining the amino acid content of foods, especially the staple ones that provide most of the dietary protein in the developing countries, it can be concluded that histidine is not a

limiting amino acid. There are ample amounts of this amino acid in animal products; as an example, meats' contents roughly range between 160 and 210 mg histidine/gN. High amounts are also found in vegetable foods (see Table I).

TABLE I
HISTIDINE CONTENT OF SELECTED PLANT FOODS*

Product	mg/Histidine/g of nitrogen
Barley	132
Maize	170
Oats	131
Rice	156
Sorghum	134
Wheat	143
Cassava	129
Potato	94
Sweet potato	84
Yam	118
Beans	177
Chickpea	165
Groundnut	148
Soybean	158
Beet	97 (leaf) 76 (root)

* Adapted from: *Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins*. Rome, Italy, 1970. (FAO Nutritional Studies No. 24).

Based on the recommended dietary allowances of the U. S. National Academy of Sciences for histidine for the infant of 33 mg/kg body weight/day, and for protein of 2 g/kg body weight/day (36) and also on data shown in Table I, it can be concluded that only potato, sweet potato and beets would be marginal in meeting the histidine requirement of the infant, if these food products are fed as the only protein source. All other proteins would amply satisfy the recommended dietary histidine level if the recommended amount of protein is met. There is no recommended dietary allowance of histidine for children and neither for

the adult. However, from experience on other essential amino acids, it is known that the amino acid requirements of the adult individual are far less than those of the infant. Therefore, from our previous quantitative analysis of dietary recommendations, it can be safely concluded that most, if not all protein will meet the histidine requirement of the adult man, provided that the level of protein fed meets the recommended dietary standards. In summary, a histidine deficiency can only be produced by diets providing suboptimal amounts of protein, that in any case may also be a protein deficiency.

RESUMEN

¿ES LA HISTIDINA UN AMINOACIDO ESENCIAL PARA EL HOMBRE ADULTO? UNA REVISION

Recientes observaciones experimentales y consideraciones teóricas sugieren que la histidina puede ser un aminoácido esencial para el hombre adulto. En este artículo se presenta una revisión bibliográfica actualizada acerca de la esencialidad de la histidina. Se discuten también algunas implicaciones prácticas sobre la indispensabilidad de este aminoácido en la dieta humana.

BIBLIOGRAPHY

1. Ackroyd, H. & F. G. Hopkins. Feeding experiments with deficiencies in the amino acid supply: arginine and histidine as possible precursors of purines. *Biochem. J.*, 10:560-576, 1916.
2. Rose, W. C. & G. J. Cox. The relation of arginine and histidine to growth. *J. Biol. Chem.*, 61:747-773, 1924.
3. Munro, H. N. Evaluation of protein metabolism in mammals. In: *Mammalian Protein Metabolism*, 3:133-182, 1969.
4. Rose, W. C., W. J. Haines & J. E. Johnson. The role of the amino acids in human nutrition. *J. Biol. Chem.*, 146:683-684, 1942.
5. Rose, W. C., W. J. Haines, J. E. Johnson & D. T. Warner. Further experiments on the role of the amino acids in human nutrition. *J. Biol. Chem.*, 148:457-458, 1943.
6. Rose, W. C., W. J. Haines, D. T. Warner & J. E. Johnson. The amino acid requirements of man. II. The role of threonine and histidine. *J. Biol. Chem.*, 188:49-58, 1951.
7. Rose, W. C., W. J. Haines & D. T. Warner. The amino acid requirements of man. III. The role of isoleucine: additional evidence

- concerning histidine. *J. Biol. Chem.*, **193**:605-612, 1951.
8. Rose, W. C., R. L. Wixom, H.B. Lockhart & G.F. Lambert. The amino acid requirement; summary and final observations. *J. Biol. Chem.*, **217**:987-995, 1955.
 9. Rose, W.C. The amino acid requirements of adult man. *Nutr. Abst. Revs.*, **27**:631-647, 1957.
 10. Reynolds, M.S. The amino acid requirements of adults. A review, *An. J. Clin. Nutr.*, **6**:439-442, 1958.
 11. Nakagawa, I., T. Takahasi, T. Susuki & K. Kobayashi. Amino acid requirements of children: minimal needs of tryptophan, arginine and histidine based on nitrogen balance method. *J. Nutr.*, **80**:305-310, 1963.
 12. Albanese, A.A., L.E. Holt, J.E. Frankston & V. Irby. Observations on a histidine-deficient diet in man. *Johns Hopkins Hosp. Bull.*, **74**: 251-258, 1944.
 13. Sharlit, H. A method for the quantitative estimation of indoxyl compounds in urine. *J. Biol. Chem.*, **99**:537-545, 1932-1933.
 14. Snyderman, S.E., A. Boyer, E. Roitman, L.E. Holt, Jr. & P.H. Prose. The histidine requirement of the infant. *Pediatrics*, **31**:786-801, 1963.
 15. Irwin, M.I. & D.M. Hegsted. A conspectus of research on amino acid requirements of man. *J. Nutr.*, **101**:539-566, 1971.
 16. Sebrell, W.H., Jr. & E.G. McDaniel. Amino acids in the production of blood constituents in rats. *J. Nutr.*, **47**:477-486, 1952.
 17. Plant, G.W.E., J.J. Bethel & H.A. Lardy. The relation of folic acid to formate metabolism in the rat. *J. Biol. Chem.*, **184**:795-805, 1950.
 18. Burroughs, E.W., H.S. Burroughs & H.H. Mitchel. The amino acids required for the complete replacement of endogenous losses in the adult rat. *J. Nutr.*, **19**:363-384, 1940.
 19. Wessler, R.W., C.H. Steffe, L.E. Frazier, R.L. Woolridge & E.P. Benditt. Studies in amino acid utilization. III. The role of the indispensable amino acids in maintenance of the adult albino rat. *J. Nutr.*, **36**: 245-262, 1948.
 20. Benditt, E.P., R.L. Woolridge, C.H. Steffe & L.E. Frazier. Studies in amino acid utilization. IV. The minimum requirements of the indispensable amino acids for maintenance of the adult well-nourished male albino rat. *J. Nutr.*, **40**:335-350, 1950.
 21. Black, A.B., M. Kleiber & A. Smith. Carbonate and fatty acids as precursors of amino acids in casein. *J. Biol. Chem.*, **197**:365-370, 1952.
 22. Steel, R. The formation of amino acids from carbohydrate carbon in the mouse. *J. Biol. Chem.*, **198**:237-244, 1952.
 23. Nasset, E.S. & V.H. Gatewood. Nitrogen balance and hemoglobin of adult rats fed amino acid diets low in L- and D-histidine. *J. Nutr.*, **53**:163-176, 1954.
 24. Clifford, W.M. The distribution of carnosine in the animal kingdom. *Biochem. J.*, **15**:725-735, 1921.

25. Anderson, H.L. & H. Kinkswiller. Effect of source of dietary nitrogen on plasma concentration and urinary excretion of amino acids of men. *J. Nutr.*, **99**:91-100, 1969.
26. Kofranyi, V.E., F. Jekat, K. Brank, K. Hackenber & B. Hess. Zur bestimmung der biologischem wertigkeit von nahrungspoteinen. XIII: Die frage der essentialitat von arginin und histidin. *Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem.*, **350**:1401-1404, 1969.
27. Bergstrom, J., P. Furst, B. Josephson & L. Olof Noree. Improvement of nitrogen balance in a uremic patient by the addition of histidine to essential amino acid solutions given intravenously. *Life Sciences*, **9**:787-789, 1970.
28. Weller, L.A., D.H. Calloway & S. Margen. Nitrogen balance of men fed amino acid mixtures based on Rose's requirements, egg white protein, and serum free amino acid patterns. *J. Nutr.*, **101**:1499-1508, 1971.
29. Furst, P. ¹⁵N-Studies in severe renal failure. II. Evidence for the essentiality of histidine. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **30**:307-312, 1972.
30. Pinals, R.S., E.D. Harris, Jr., J. Frizzell & D.A. Gerber. Treatment of rheumatoid arthritis with histidine. A double-blind trial. *Arthr. Rheumat.*, **16**:126-127, 1973.
31. Kopple, J.D. & M.E. Swendseid. Evidence that histidine is an essential amino acid in normal and chronically uremic man. *J. Clin. Invest.*, **55**:881-891, 1975.
32. Anonymous. Histidine: an essential amino acid for normal adults. *Nutr. Revs.*, **33**:200-202, 1975.
33. Schoenheimer, R., D. Rittenger & A.S. Keston. Studies in protein metabolism. VIII. The activity of the α -amino group of histidine in animals. *J. Biol. Chem.*, **127**:385-389, 1939.
34. Levy, L., & M. J. Coon. Histidine synthesis in yeast and human liver. *Fed. Proc.*, **11**:248, 1952.
35. Sheng, Y., T.M. Badger, J.M. Asplund & R.L. Wixom. Incorporation of ¹⁵NH₄Cl into histidine in adult man. *J. Nutr.*, **107**:621, 1977.
36. **Recommended Dietary Allowances.** 8th revised edition. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1974.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

PRODUCTION AND NUTRITIVE VALUE OF SOYBEANS¹

Alfredo Lam-Sánchez²

School of Veterinary Medicine and Agriculture,
Jaboticabal, São Paulo, Brazil

SUMMARY

Soybean world production has been increasing at a rate of 5.2% per year (average yield is around 1,400 kg/ha). This production has been solely used for oil extraction and the protein meal obtained for animal rations, but lately it is being used for human consumption. Brazil, the third largest producer, has had a yearly rate of production increase of 32% in the last years. Average yields in Brazil are still low (around 1,500 kg/ha), but in experimental results, yields over 3,000 kg/ha have been obtained. Some problems need still to be solved, such as obtention of adapted varieties, soil fertility, adequate agronomic practices, damage by insects and diseases. Protein and oil contents are highly negative correlated, they are genetically controlled and can also be influenced by environmental conditions and agronomic practices. To breed for high protein (above 48%) enhances a decrease in oil and yield, but new varieties containing 43% protein and with a good yielding capacity have been developed lately. Methionine content

Recibido: 6-10-77

- 1 Presented at the X International Congress of Nutrition, Symposium 520 "Utilization of Legumes and Cereals, Nutrition and Food Production", held in Kyoto, Japan, August, 1975.
- 2 Member of the Plant Sciences Department, School of Veterinary Medicine and Agriculture, Jaboticabal, São Paulo, Brazil.

varies from 1.0 to 1.6% g/16g N; there is a correlation of 0.56 to 0.58 between methionine in the protein and protein in the seed. Particular attention has been given to toxic factors such as trypsin inhibitors, whose action is related to the availability or utilization of methionine; this effect, however, can be eliminated by heat.

PRODUCTION

The Second World War brought along a great demand for oil and protein in the international market with the consequent expansion of soybean production which reached an important position among crops all over the world.

This legume has been known to man for more than 5,000 years and, according to Vavilov (1), is native of China. There, as well as in other Oriental countries, it has been used for human consumption under several ways of preparation.

Soybeans were brought to America around the XIX century, at which time it was utilized for hay production. Nowadays it is the prime world source of edible oil, and its meal has become an important protein constituent in animal rations. Recently, there has been a tendency for a direct use of its protein in human consumption.

It is a tropical crop with a great yield potentiality and also a good source of protein and oil; its utilization can be very helpful in solving the malnutrition problems in the tropics. Approximately two-thirds of the world population live in this Region which faces the problem of a rapid demographic increase and probably worse than this, where human diets are most deficient.

The world production of soybeans has shown a continuous expansion at a rate of 5.2% per year during the period 1965-72. During the crop year 1971-72 it reached 47,750,000 tons, which was 9.6% higher than that of the previous year. World production in 1974-75 is estimated at 67,500,000 tons (2).

During the years 1973-74 the United States of America contributed with 67% of the total world production, followed by the Republic of China and Brazil, with 15% and 11%, respectively. These three countries are responsible for almost 93% of the total world production. The United States has been the world production leader since 1954.

Soybean exportations have also been increasing; during the

period 1968-72 there was an increase of 65% in the international transactions. Again, the United States appears as the leader of this market, supplying in 1973, 87.2% of the total demand (13,240,000 tons), with Brazil as the second larger exporter, with 12% (1,830,000 tons).

Brazilian Soybeans Production

Soybeans were introduced in Brazil at the end of the XIX century, and in the last ten years its production has shown substantial increases (approximately 32% per year); in 1973-74 it reached 7,112,000 tons (2).

All Brazilian production is located between the latitudes 15° to 33°S, but new areas are being developed, mainly above the Tropic of Capricorn where a "Cerrado" area is located. This type of land is suitable for soybeans production, but its use is limited by problems related to physical and chemical properties of the soil.

In Rio Grande do Sul, the first producer State, soybeans are planted after wheat; minimum tillage practices are frequently used.

In the State of São Paulo, the third producer, soybeans have shown a production expansion of 54% per year during the period 1964-65 to 1971-72; in 1974 it produced 642,000 tons which was 95% higher than the production obtained in 1973.

Besides the high prices obtained by this crop in the international market, one of the reasons for the rapid expansion in São Paulo, mainly in the region of "Alta Moggiana", which is considered the Soybean Belt of this State, was the substitution of the traditional variety "Pelikan".

This variety was brought from Louisiana, and was planted as the only variety because of its rusticity; however, it has disadvantages such as low-yielding capacity, undeterminate type of growth, and susceptibility to "bacterial pustule". New varieties were therefore introduced from Florida, most of them belonging to maturity group VIII, with a determinate type of growth, a good yielding capacity, and also, capable of replacing the "Pelikan" variety with great advantages. As a consequence, aside from the problem of obtaining varieties adapted to our environmental conditions, we have to determine the production practices for this new type of varieties (3,4).

Our experimental results have shown yields of over 3,000 kg/ha, but the commercial yields are not very close to this. There are many problems to be solved such as adequate plant nutrition; pH problems and, related to this, aluminum toxicity; use of efficient strains of *Rhizobium japonicum* (5) and because of this, responses to nitrogen application have been obtained (6); attack of insects and diseases and seed quality, which decreases with late rains that occur during the maturity stage, leading to proliferation of pathogens, and in some cases to seed germination inside the pod (7).

Brazil is reaching a point where processing and industrialization is a crucial need. In 1973, Brazil exported 1,789,000 tons of beans, 1,581,000 tons of soybean meal, and 20,500 tons of refined oil (8).

Practically all the Brazilian soybean production is used for oil extraction and exports. A small part of the meal is used for animal feeding. Human consumption of this legume or even its products is almost nil, in spite of several Brazilian studies done on the subject since 1958 (9). Soybeans are a good source of foreign exchange to Brazil, but they have not contributed to solve local malnutrition problems.

COMPOSITION OF THE SEED

In general, protein and oil account for 60% of the dry weight of the seed, and its content of carbohydrates is almost 34% (10). Carbohydrates have received particular attention, mainly not as a source of calories but as related to the problem of flatulence. Stachyose and raffinose have been found to be related with the production of gases (11). Processing, however, can eliminate these oligosaccharides.

Another particular component is the fiber content (around 50.0%) which is present in its totality in the hulls. Some recent evidences have shown that a certain amount of fiber is necessary to maintain a proper flow of material through the intestines.

As in other legume crops, soybean protein is deficient in the sulfur-containing amino acids, methionine and cystine but presents a reasonable lysine content which makes it suitable for use in mixtures with cereals. In general, processing decreases protein quality, and the addition of methionine enhances its protein efficiency ratio (PER).

Soybean oil is rich in unsaturated fatty acids, with a content of around 85% (12). The main unsaturated fatty acids present are oleic, linoleic and linolenic; some evidence suggests that the linolenic acid content is related to oil quality. Iodine number, an indication of the amount of unsaturated fatty acids, is around 120 to 141, with an average of 130. Liberation of free fatty acids elicits off-flavors.

In relation to commercially grown varieties, wild soybeans present a higher protein content, lower oil content, and a higher iodine number as a consequence of its high linolenic acid content.

Variability in the Protein and Oil Contents

Oil and protein contents can be influenced by the genotype of the variety and also by the planting location as a consequence of soil and environmental conditions. A negative correlation of -0.26 to -0.74 was found between oil and protein (13).

Oil content has been the main purpose of breeding in order to suit industrial purposes. Nutritionally, protein is the most valuable part of the seed and breeding for high-protein varieties has been done in the last years. One question remains however. How will industry react to this high-protein varieties in relation to those used commercially?

Piper and Morse (14), determined the oil and protein contents in 500 samples and found that protein ranged from 30 to 46% and oil from 12 to 24%. In the same way, Dies (15), screening 128 varieties found protein contents varying from 32.4 to 50.2%, with an oil content of 13.9 to 23.2%. In general, commercially-grown varieties in the United States yield 39 to 41% of protein and from 20.5 to 21.5% of oil calculated on a dry basis (16).

High-protein varieties present a low productivity. Johnson, Robinson and Comstock (17) found phenotypic correlations of -0.08 to -0.33 between these two traits, and Byth, Weber and Caldwell (18), found a coefficient of -0.14.

Protein contents of around 46 to 48% have been found in several soybean lines, but they present low oil content and yield (19). High-protein varieties such as "Sioux", produced 52% of protein and 15% of oil when planted in Minnesota, while "Biloxi", when planted in Gainesville, produced 48% protein and 20% oil (16).

Some varieties with high-protein content and good yielding capacity belonging to Group II of maturity were lately released; "Protana" yielded 45% protein, with a seed yield slightly higher than the most common varieties planted in Indiana (20); "Provar" produces 40% more protein and 1% less oil and its yield is 5% less than "Amsoy" and "Corsoy" (21).

In São Paulo we have found protein contents ranging from 31.8 to 38.0%, and an oil content varying from 17.2 to 25.9% on a dry matter basis (22). Maybe our conditions are more favorable for increased oil content.

Collins and Carter (23), reported that oil and protein content can vary with the position of the pod in the plant. If nitrogen level is low and no nodulation occurs, soybeans will contain only 25% protein (16).

The effect of temperature on the composition of the seed has received a great deal of attention, mainly with respect to oil content. The effect of minimum temperatures, maximum temperatures, and the delay of planting date are positively related to oil content (13,24). The effects of temperature on the oil content are more evident 20 and 30 days before maturity (25). Late planting date caused a decrease in oil content in late varieties (from 21 to 17%); however in some early varieties there was an increase in this trait (26). No effects were obtained in varieties belonging to the intermediate type of maturity (27).

Breeding for oil quality

Several techniques were used to help soybean breeders to select high-oil lines in their programs, mainly in a non-destructive way. Hartwig and Collins (28) using density separation were able to separate high-oil or high-protein seeds, since high-oil seeds presented a lower density in contrast to high-protein ones. Nuclear magnetic resonance is also used to select high-oil seeds (29). Correlations between the chemical components of the leaf and oil and protein contents of the seed were not effective for selection (30).

Variability in oil content within lines was found both among pods in a plant and among plants (23,31). The genotype of the maternal line influenced the oil content in crosses (32,33).

Cowan (34) found that quality of soybean oil is influenced by several factors such as metallic contamination, air, light, and

linolenic acid content. A decrease in linolenic acid should increase oil quality; its content varies from 0.3 to 12.1^o/o, according to Daubert (12).

Howell and Collins (35) found that temperature causes greater differences in linoleic and linolenic acid, than the genotype. Collins and Sedgwick (36) found that these two fatty acids are increased if varieties are planted north of the area of adaptation.

The iodine number is inversely affected by temperature at the time that oil is synthesized in the seed (35,37).

Variability for fatty acid exists, but very little information is found in the literature concerning their inheritance. Brim, Schutz and Collins (32) found that there is a maternal effect on the inheritance of unsaturated fatty acid content, but in some crosses the male parent genotype influenced the linolenic acid content.

Breeding for protein quality

The nutritional quality of soybean protein is limited by a deficiency in the sulfur-containing amino acids, methionine being the limiting one. Cystine is not an essential amino acid, but will replace methionine to a limited extent (38,39).

In soybeans it has been reported that the 7S portion of the globulin fraction contains only 0.19^o/o of methionine (40), indicating that selection for high protein can enhance the methionine deficiency if this portion is increased.

Breeding for high methionine consists in finding genetically determined variability in its content. Alderks (41), found a range for methionine content of 1.28 to 1.53 g/16 g N in 20 varieties. Krober (42) also found variability in the content of this particular amino acid ranging from 1.3 to 1.7 g/16 g N, but there was an influence of location and of planting seasons. Krober and Carter (43) found a range of 1.0 to 1.7 g/16 g N related to protein content. Kakade *et al.* (44) on the other hand, found in 26 varieties a range of 1.0 to 1.9 g/16 g N. There is a positive correlation (0.56 to 0.58) between methionine content and protein content of the seed (43). Kakade *et al.* (44) found that although the total amount of sulfur-containing amino acids is not correlated with the PER, this value improved when varieties were autoclaved at 15 lb/in² (120°C) for 30 minutes.

One of the problems is to find a suitable method for deter-

mining the methionine content; Kelly, Firman and Adams (45) by modifying the microbiological method have overcome this drawback.

Toxic factors

Several toxic factors have been reported in soybean, but we shall discuss only the trypsin inhibitors.

In 1917 Osborne and Mendel (46) reported that soybeans had to be heated in order to support normal growth in young rats, and in 1945 Kunitz (47) isolated a protein from raw soybeans that formed an inactive complex with trypsin. Liener, Fevold and Devel (48) added methionine to raw soybeans and the nutritive value was remarkably improved, indicating that this protein inhibition affected the availability or utilization of methionine; some uncertainty still remains as to its mode of action and significance. One point is clear, however; it does cause pancreas hypertrophy (49).

Several trypsin inhibitors were reported in soybeans, but only two were purified and studied in detail: the Kunitz and the Bowman-Birk inhibitors (50,51). Raw seeds contain 1.4% of the Kunitz inhibitor and 0.6% of the Bowman-Birk inhibitor (52).

If trypsin inhibitors are not eliminated, there is a reduction of 50% in the nutritive value. Autoclaving soybeans at 15 lb/in² for 10 to 15 minutes generally can inactivate trypsin inhibitors (53). Enough heat treatment is necessary to destroy anti-growth factors but not to decrease protein dispersibility and nitrogen solubility, measured by PDI and SNI values.

Heat can also improve protein efficiency of protein isolates used in textured meals (54), indicating that there possibly is a residue of the growth inhibitor present in the material used.

Kakade *et al.* (44), found a range of 66 to 233 TIU/mg of protein in 108 varieties.

Singh, Wilson and Hadley (55), by means of polycrylamide gel electrophoresis found two types of soybean trypsin inhibitors (SBTI) differentiated by a fast moving band at Rf 0.95 and a slow moving band at Rf 0.92. They suggested that their production is genetically controlled by a single locus with two co-dominant genes, and the fast SBTI is the same as the Kunitz inhibitor or SBTI-A₂. Later Hymowitz and Hadley (56) denominated Ti¹ and Ti² the genes that control Rf 0.95 and Rf 0.92 bands, respectively.

Clark, Mies and Hymowitz (57) found that 20 among 294 varieties presented Rf's of 0.92 and the rest presented Rf's of 0.95. The varieties that presented the 0.92 band were of Japanese and Korean origin, but none of them were of Chinese origin.

CONCLUSION

The soybean world production has shown a continuous increase during the last ten years with experimental yields above 3,000 kg/ha in some tropical areas. This potentiality grants an important role to soybeans in this overpopulated area where malnutrition problems are common. Unfortunately, commercial yields are below that value, indicating that more research is needed, mainly in the obtention of adapted varieties and on the use of adequate agronomic practices.

This potentiality is reinforced by its high-protein content which, although presenting a moderate deficiency in methionine, has a lysine content that makes it suitable for use in mixtures with cereals. This is especially meaningful now when cereal production has been increased by the "Green Revolution".

Yield must be the primary objective in any breeding program, but coincidental with it, breeding for high protein, better amino acid balance, and lower content of undesirable factors must be considered. Variability for such purposes exists, but this has to be done as a consequence of improving the biological value of soybeans for human beings in specific local places. This can be achieved by integrated research projects or multidisciplinary programs, where efforts are coordinated to find their maximum nutritive value, digestibility, availability, acceptability and utilization.

Another important factor is to avoid the indirect use of the soybean protein and increase human consumption of the bean. Soybeans can be used as whole beans or as a by-product of oil extraction in a great number of products. Right now, in the developed countries, a great diversity of products are available as a result of a high degree of technology.

RESUMEN

PRODUCCION Y VALOR NUTRITIVO DE LA SOYA

La producción mundial de soya ha venido aumentando a una tasa anual de 5.2% (el rendimiento promedio está cerca de 1,400 kg/ha). Esta producción se ha usado solo para extracción de aceite, destinándose la harina desgrasada obtenida, a la alimentación animal, aunque últimamente esta fuente alta de proteína ya está siendo utilizada para consumo humano. Brasil, el tercer productor mundial, ha tenido aumentos anuales de producción de 32% en los últimos años. Los promedios de producción en Brasil todavía son bajos (cerca de 1,500 kg/ha), pero en resultados experimentales se han obtenido rendimientos superiores a 3,000 kg/ha. Sin embargo, hay todavía algunos problemas que necesitan ser resueltos, tales como obtención de variedades adaptadas, fertilidad del suelo, prácticas agronómicas adecuadas, y daños por insectos y enfermedades. El contenido de proteína y el de aceite acusan una correlación altamente negativa. Estos dos componentes son condicionados genéticamente y también pueden ser influenciados por condiciones ambientales y prácticas agronómicas. El mejoramiento genético con miras a obtener altos contenidos de proteína (más de 48%) trae como consecuencia una reducción en el contenido de aceite y en el rendimiento del grano, pero últimamente se han obtenido nuevas variedades con 43% de proteína y una buena capacidad de rendimiento. El contenido de metionina varía de 1.0 a 1.6 g/16 g N, con una correlación de 0.56 a 0.58 entre el contenido de metionina en la proteína y la proteína de la semilla. Se ha puesto bastante atención en los factores tóxicos presentes en la soya, como son los inhibidores de tripsina, ya que su acción se relaciona con la disponibilidad o utilización de la metionina; sin embargo, sus efectos pueden ser eliminados por tratamiento térmico.

BIBLIOGRAPHY

1. Vavilov, N. I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. (Translated from the original, in Russian, by K. S. Chester) *Chronica Botanica* Vr 1/6, 1951.
2. Instituto de Economía Agrícola, Secretaría Da Agricultura, 194. São Paulo, Brasil. *Prognostico '74' '75'*, p. 152-159.
3. Lam-Sánchez, A. & J. E. Veloso. Efeito do espaçamento e da densidade de plantio, sobre varias características agronómicas na cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill): *Científica*, 1:137-147, 1974.
4. Massariol, A. A. & A. Lam-Sánchez. Efeito de cinco herbicidas na

- nodulação, controle de ervas daninhas e produção da cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill). *Científica*, 1:18-23, 1974.
5. Bellintani Neto, A. M. & A. Lam-Sánchez. Efeito do molibdenio sobre a nodulação e produção de soja (*Glycine max* (L) Merrill). *Científica*, 1:13-17, 1974.
 6. Moura Estevao, E. & A. Lam-Sánchez. Efeito de diferentes densidades de plantio em diferentes níveis de nitrogênio na produção de grãos de soja (*Glycine max* (L) Merrill). In: **Relatorio apresentado á Comissao Permanente de Regime de Tempo Integral**. FMVAJ. Jaboticabal, São Paulo, 1971.
 7. Lam-Sánchez, A. Algumas aspectos de produção da cultura de soja. In: **IV Simposio Brasileiro de Alimentação e Nutrição** (SIBAN), Botucatu, São Paulo, Brasil. January 1975.
 8. Fundação Getulio Vargas. Cultura da soja. *Conjuntura Economica*, 28: 112-113, 1974.
 9. Dutra de Oliveira, J. E. Development of protein foods in Brazil. FAO/WHO/UNICEF Protein Advisory Group Meeting, October 1967. Doc. No. 19/3. 6 p.
 10. Kawamura, S. Review of PL 480 work on soybean carbohydrates. In: **Proceedings of International Conference on Soybean Protein Foods**. May 1967. ARS, U. S. Dept. Agr., Peoria, Illinois, p. 249-254. (Document ARS-71-35).
 11. Rackis, J. J., D.J. Sessa, F. R. Steggerda, R. Shimizu, J. Anderson & S. L. Pearl. Soybean factors relating to gas production by intestinal bacteria. *J. Food Sci.*, 35:634-639, 1970.
 12. Daubert, B. F. Chemical composition of soybean oil. In: **Soybean and Soybean Products**. K. S. Markley (Ed.). Vol. 1, New York, Interscience Publisher Inc., 1950, p. 157-211.
 13. Weiss, M. G., C. R. Weber, L. F. Williams & A. H. Probst. Correlation of agronomic characters and temperature with seed compositional characters in soybeans, as influenced by variety and time of planting. *Agron. J.*, 44:289-297, 1952.
 14. Piper, L. W. & W. J. Morse. **The Soybean**. New York, Mc. Graw-Hill Book Co., 1923.
 15. Dies, E. J. **Soybeans - Gold from the Soil**. New York, Mac Millan Co., 1942.
 16. Hartwig, E. E. Varietal development. In: **Soybeans: Improvement, Production and Uses**. B. E. Caldwell (Ed.). Madison, Wisconsin. *Am. Soc. Agron. Inc.*, 1973, p. 187-210.
 17. Johnson, H. W., H. F. Robinson & R. E. Comstock. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. *Agron. J.*, 47:477-483, 1955.
 18. Byth, D. E., C. R. Weber & B. E. Caldwell. Correlated truncation selection for yield in soybeans. *Crop. Sci.*, 9:699-702, 1969.
 19. Hartwig, E. E. Breeding soybeans for high protein content and quality. In: **New Approaches to Breeding Improved Plant Proteins**. Vienna,

- International Atomic Energy Agency, 1969, p. 67-70.
20. Probst, A. F., F. A. Laviolette, K. L. Athow & J. R. Wilcox. Registration of protana soybeans. *Crop. Sci.*, **11**:312, 1971.
 21. Weber, C. R. & W. R. Feher. Registration of provar soybeans. *Crop Sci.*, **10**:728, 1971.
 22. Lam-Sánchez, A. & J. E. Dutra de Oliveira. Protein and Oil Content in Several Soybean Varieties. (Unpublished data), 1973.
 23. Collins, F. I. & J. L. Cartter. Variability in chemical composition of seeds from different portions of the soybean plant. *Agron. J.*, **48**:216-219, 1956.
 24. Viljoen, N. J. An investigation into the composition of the soybean in South Africa. *Union of South Africa, Dept. Agr. and For. Sci.*, **1937. Bull. 169.**
 25. Howell, R. W. & J. L. Cartter. Physiological factors affecting composition of soybeans. I. Correlation of temperatures during certain portions of the pod fillings stage with oil percentage in mature beans. *Agron. J.*, **45**:526-528, 1953.
 26. Leffel, R. C. Planting date and varietal effects on agronomic and seed compositional characters in soybeans. *Maryland Univ. Agr. Expt. Sta. Bull.* A-117, 1961, 72 p.
 27. Hartwig, E. E. Factors affecting time of planting soybeans in the southern states. *U. S. Dept. Agr. Circ.* 943, 1954, 13 p.
 28. Hartwig, E. E. & F. I. Collins. Evaluation of density classification as a selection technique in breeding soybeans for protein and oil. *Crop. Sci.*, **2**:159-162, 1962.
 29. Collins, F. I., D. E. Alexander, R. C. Rodgers, & Sivela S. Analysis of oil content of soybeans by wide-line NMR. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **44**: 708-710, 1967.
 30. Hymowitz, T. & W. M. Walker. Leaf analysis as a selection index for soybean seed oil and protein. *Agron. J.*, **62**:631-632, 1970.
 31. Brim, C. A., W. M. Schutz & F. I. Collins. Nuclear magnetic resonance analysis for oil content in soybeans. *Glycine max* (L) Merrill with implications in selection. *Crop. Sci.*, **7**:220-222, 1967.
 32. Brim, C. A., W. M. Schutz & F. I. Collins. Maternal effect on fatty acid composition and oil content of soybeans. *Glycine max* (L) Merrill. *Crop. Sci.* **8**:517-518, 1968.
 33. Singh, B. B. & H. H. Hadley. Maternal control of oil synthesis in soybeans. *Glycine max* (L) Merrill. *Crop. Sci.*, **8**:622-625, 1968.
 34. Cowan, J. C. Key factors and recent advances in flavor stability of soybean oil. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **43**:300A, 302A, 318A-321A, 1966.
 35. Howell, R. W. & F. I. Collins. Factors affecting linolenic and linoleic acid content of soybeans. *Agron. J.*, **49**:593-597, 1957.
 36. Collins, F. I. & V. E. Sedgwick. Fatty acid composition of several varieties of soybeans. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **36**:641-644, 1959.
 37. Osler, R. D. & J. L. Cartter. Effects of planting date on chemical

- composition and growth characteristics of soybeans. *Agron. J.*, **46**:267, 269, 1954.
38. Food and Agriculture Organization. **Amino Acid Contents of Foods and Biological Data on Proteins**. Rome, FAO, 1968.
 39. Cravens, W. W. & E. Sipes. Soybean oil meal. In: **Processed Plant Protein Foodstuffs**. A. M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press, Inc. Publishers, 1958, p. 353-397.
 40. Roberts, R. C. & D. R. Briggs. Isolation and characterization of the 7S component of soybean globulins. *Cereal Chem.*, **42**:71-85, 1965.
 41. Alders, O. H. The study of 20 varieties of soybeans with respect to quantity and quality of oil, isolated protein and the nutritional value. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **26**:126-132, 1949.
 42. Krober, O. A. Methionine content of soybeans as influenced by location and season. *J. Agr. Food Chem.*, **4**:254-257, 1956.
 43. Krober, O. A. & J. L. Cartter. Relation of methionine content to protein levels in soybeans. *Cereal Chem.*, **43**:320-325, 1966.
 44. Kakade, M. L., N. R. Simons, I. E. Liener & J. W. Lambert. Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybeans. *J. Agr. Food Chem.*, **20**:87-90, 1972.
 45. Kelly, J. F., A. Firman & H. L. Adams. Microbiological methods for estimation of methionine content of beans. In: **Report of the 10th Dry Bean Research Conference**. ARS. U. S. Dept. Agr., Davis, California, 1971, p. 84-90. (ARS-74-56).
 46. Osborne, T. & B. Mendel. The use of soybeans as food. *J. Biol. Chem.*, **32**:369-387, 1917.
 47. Kunitz, M. Crystallization of a trypsin inhibitor from soybeans. *Science*, **101**:668-669, 1945.
 48. Liener, I. E., H. L. Fevold & H. J. Devel. The effect of supplemental methionine on the nutritive value of diets containing concentrates of the soybean trypsin inhibitor. *J. Nutr.*, **39**:325-339, 1949.
 49. Birk, Y. Chemical and nutritional significance of protein inhibitors from plant sources. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **146**:388-399, 1968.
 50. Kunitz, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II. Several properties. *J. Physiol.*, **30**:291-310, 1947.
 51. Birk, Y., A. Gertler & S. Khaleff. A pure trypsin inhibitor from soybeans. *Biochem. J.*, **87**:281-284, 1963.
 52. Gertler, A., Y. Birk & A. Bondi. A comparative study of the nutritional and physiological significance of pure soybean trypsin inhibitor and of ethanol-extracted soybean meal in chicks and rats. *J. Nutr.*, **91**:358-370, 1967.
 53. Rackis, J. J. Physiological properties of soybean trypsin inhibitor and their relationship to pancreatic hypertrophy and growth inhibitor of rats. *Fed. Proc.*, **24**:1488-1493, 1965.
 54. Bressani, R., F. Viteri, L. G. Elfas, S. de Zaghi, J. Alvarado & A. D. Odell. Protein quality of a soybean protein textured food in experimental animals and children. *J. Nutr.*, **93**:349-360, 1967.

55. Singh, L., C. M. Wilson & H. H. Hadley. Genetic differences in soybean trypsin inhibitors separated by disc electrophoresis. *Crop. Sci.*, 9:489-491, 1969.
56. Hymowitz, T. & H. H. Hadley. Inheritance of a trypsin inhibitor variant in seed protein of soybeans. *Crop. Sci.*, 12:197-198, 1972.
57. Clark, R. W., D. W. Mies & T. Hymowitz. Distribution of a trypsin inhibitor variant in seed proteins of soybean varieties. *Crop. Sci.*, 10:486-487, 1970.

EVALUACION NUTRICIONAL DE CONCENTRADOS PROTEICOS DE POROTOS (*Phaseolus vulgaris*) Y DE LENTEJAS (*Lens esculenta*)

Huda Kaba¹ y Juan C. Sanabuja¹

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

RESUMEN

Se estudió la composición porcentual y el valor nutritivo de harinas de porotos blancos (*Phaseolus vulgaris*) y de lentejas (*lens esculenta*), y de sus concentrados proteicos, preparados mediante extracción alcalina y posterior precipitación de las proteínas al pH isoelectrico.

Según pudo determinarse, el contenido de aminoácidos azufrados por gramo de nitrógeno es menor en los concentrados que en las harinas respectivas, pero el contenido de lisina y treonina es similar.

El concentrado de porotos blancos tiene menor valor biológico que la harina, pero su digestibilidad es superior a pesar de tener igual concentración de inhibidores de tripsina. La digestibilidad mejora notablemente por calentamiento, pero no supera valores de 81⁰o, aun después de someter las muestras al proceso de autoclave. Al suplementar estas últimas con metionina se obtiene un valor biológico promedio de 83.

El concentrado de lentejas también tiene menor valor biológico que la harina, pero la digestibilidad es alta para ambas muestras (91⁰o) y no varía

Recibido: 14-3-77.

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

con el calentamiento. Se verificó la ausencia de inhibidores de tripsina. Al suplementar estas muestras con metionina se obtiene un valor biológico promedio de 63, debido al bajo contenido de triptofano, el segundo aminoácido limitante.

Se estableció, asimismo, que a pesar de su valor biológico inferior, debido a su alto contenido de lisina y treonina, los concentrados tienen igual potencial como complemento de cereales que las harinas, con la ventaja de que permiten una suplementación más efectiva sin incrementar la relación leguminosa-cereales.

INTRODUCCION

Las leguminosas son productos de alto contenido proteico que pueden servir para la producción de concentrados a fin de enriquecer otros alimentos. La obtención de concentrados permite la eliminación de la fibra y de la mayor parte de los carbohidratos, y esto hace posible el enriquecimiento en calorías y la suplementación de alimentos para la infancia.

Son muchos los recursos tecnológicos usados para la obtención de concentrados proteicos (1,2). Los productos obtenidos pueden diferir en su composición de aminoácidos y en su contenido en factores antinutricionales, según la variedad de la leguminosa y el método de obtención utilizado (3).

En este trabajo se estudió la composición porcentual y el valor nutritivo de las harinas y de las fracciones proteicas aisladas de dos especies de leguminosas: porotos blancos (*Phaseolus vulgaris*) y lentejas (*Lens esculenta*). Se investigó también el efecto de la cocción y de la suplementación sobre el valor nutritivo de las muestras, y su poder de complementación de una proteína típicamente deficiente en lisina, el gluten.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron harinas de porotos blancos (*Phaseolus vulgaris*) y de lentejas (*Lens esculenta*) cultivadas en la provincia de Salta, Argentina. Las muestras fueron facilitadas por un establecimiento encargado de la producción y comercialización de harinas de leguminosas para la preparación de sopas de cocción rápida. El procesamiento en fábrica de las semillas comprende el descascarado, desecado y posterior molienda de los granos hasta que la harina

pasa una malla de 100 mesh.

Los concentrados proteicos se obtuvieron por extracción con solución alcalina, método que permite obtener altos rendimientos y una fracción representativa de la proteína total (1,2). El método utilizado se describe en la Figura 1.

Las condiciones usadas para precipitar las proteínas se determinaron previamente en el laboratorio como aquéllas en las que se obtenían mayores rendimientos. La proteína de porotos se precipitó a un pH de 3.9 y la proteína de lentejas a un pH de 4.2.

La fracción proteica precipitada se separó por centrifugación, se lavó dos veces con 3 ml de solución acuosa llevada al pH isoelectrico correspondiente y, luego de separada por centrifugación, se secó en estufa al vacío y se guardó en un desecador.

Para obtener suficiente cantidad de muestra para los experimentos biológicos, se utilizó el mismo procedimiento seguido en la planta piloto.

Luego, las muestras de harinas y los concentrados proteicos así obtenidos se cocinaron en dos formas diferentes:

- a) En autoclave, durante 20', a una atmósfera de presión (120.7°C).
- b) Cocción en recipiente abierto a 95-100°C durante 20 minutos.

En ambos casos se usaron tres volúmenes de agua por peso de harina, y el material resultante se secó en estufa al vacío, a 50°C.

Métodos Analíticos

El contenido de humedad, proteína total, grasa y cenizas se determinó por duplicado según los métodos oficiales de la AOAC (4). La proteína se calculó multiplicando el contenido en nitrógeno por el factor 6.25.

El contenido de aminoácidos de las muestras se determinó mediante un analizador automático de aminoácidos², basado en el procedimiento de Spackman, Stein y Moore (5), modificado para

2 Model K 8000, Phoenix Precision Instruments Co., Philadelphia, Pa., U.S.A.

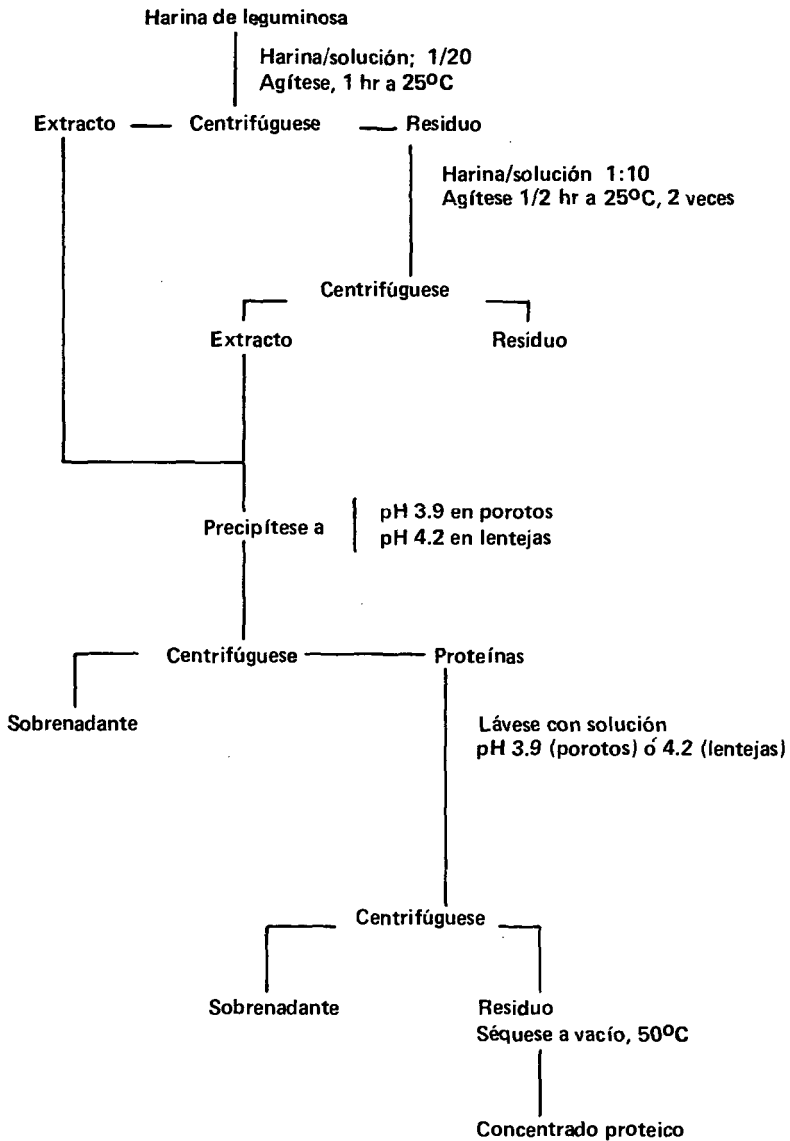


FIGURA 1

Fraccionamiento de las proteínas de harinas de porotos blancos (*Phaseolus vulgaris*) y de harina de lentejas (*Lens esculenta*)

permitir el uso de resinas esféricas. La cistina se analizó como ácido cisteico, previa oxidación con ácido per fórmico (6) y el triptofano usando el método cromatográfico de Lunven (7) previa hidrólisis alcalina. Los distintos métodos de hidrólisis utilizados han sido descritos previamente (8).

El contenido de aminoácidos esenciales se determinó también por métodos microbiológicos, usando el procedimiento descrito por Basualdo, Carrera y Sanahuja (9). Los valores hallados con ambos métodos no se diferencian en forma significativa, por lo que en este trabajo se incluyen solamente los determinados por el método cromatográfico.

La lisina disponible se determinó por el método de Carpenter modificado (10), y la concentración de factores antitripticos se llevó a cabo por el método de Kakade, Simmons y Liener (11), usando caseína como sustrato de la tripsina.

Ensayos Biológicos

Utilización proteica neta (NPU)

La utilización proteica neta (NPU) se determinó según las técnicas de Miller y Bender (12), usando ratas albinas de la cepa Wistar. Los pesos iniciales de los animales estaban comprendidos entre 45 y 55 g, y el peso promedio entre los grupos no difería en más de 1 g.

Los animales se mantuvieron en jaulas individuales y se les suministró agua y dieta *ad libitum*.

Las dietas se prepararon diluyendo la proteína de las muestras con dextrina hasta obtener un nivel final calculado de 10⁰/o de proteína; luego se suplementaron con 15⁰/o de aceite de maíz, 5⁰/o de mezcla de minerales (13), 0.5⁰/o de mezcla de vitaminas liposolubles (13), 0.25⁰/o de mezcla de vitaminas hidrosolubles, y 0.15⁰/o de citrato de colina.

Los ensayos se hicieron con grupos de cuatro animales cada uno. Las dietas se ensayaron por triplicado, usando paralelamente un grupo de cuatro animales alimentados con la dieta libre de proteínas, pero reemplazando la harina o concentrado proteico por un peso igual de dextrina.

La digestibilidad se calculó según la fórmula:

$$D = \frac{I - (F - Fk)}{I} \times 100$$

donde I – Nitrógeno ingerido
 F – Nitrógeno fecal
 Fk – Nitrógeno fecal del lote libre de proteínas.

El valor biológico se calculó como:

$$VB = \frac{NPU}{D}$$

Ensayos de Suplementación y de Complementación

Se utilizó L-metionina para la suplementación de las harinas y de los concentrados proteicos. El aminoácido se agregó a las harinas hasta un nivel del 0.4^o/o y a los concentrados hasta un nivel del 1.2^o/o, lo que representa un aumento aproximado de 100 mg de L-metionina por g de N en las dietas finales. Los valores reales de los aminoácidos azufrados se muestran más adelante (Tabla 4).

Los ensayos de complementación se realizaron con gluten y la muestra correspondiente. En la mezcla final, 70^o/o de la proteína provenía del gluten y 30^o/o de la harina o del concentrado proteico. Esta mezcla tiene un contenido relativamente bajo en lisina (Tabla 4), y la complementación ideal requeriría aumentar la proporción de leguminosa para obtener un valor biológico mayor.

Las dietas para los ensayos biológicos se prepararon como se describe anteriormente, con un nivel de 10^o/o de proteína en la dieta final.

RESULTADOS Y DISCUSION

El método utilizado permitió la extracción del 86^o/o \pm 2^o/o del nitrógeno presente en la harina, pero no todo el nitrógeno extraído precipita luego al pH de mínima solubilidad de las fracciones proteicas. Los rendimientos finales, expresados como por ciento del nitrógeno obtenido como concentrado proteico respec-

to del original en la harina, son de $62 \pm 3\%$ para el concentrado proteico de porotos (CPP) y de $64 \pm 3\%$ para el concentrado proteico de lentejas (CPL). Estos rendimientos se obtuvieron trabajando en escala piloto, siendo un poco superiores cuando las extracciones se realizaron en el laboratorio.

En la Tabla 1 se presenta la composición porcentual de las muestras estudiadas. Según se observa, el contenido de cenizas baja considerablemente en los concentrados y el contenido en proteínas se eleva aproximadamente de 23% en la harina de porotos (HAP) a 75% en el CPP, y de 26% en la harina de lentejas (HAL) a 83% en el CPL.

TABLA 1
COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS MUESTRAS
(g/100 g)

	HAP	CPP	HAL	CPL
Humedad	9.70	6.70	10.40	3.40
Cenizas	4.30	1.82	2.95	1.60
Extracto etéreo	1.18	—	1.28	—
Proteína (N x 6.25)	23.12	75.00	26.37	83.75

HAP = Harina de porotos (*Phaseolus vulgaris*).
 CPP = Concentrado proteico de porotos.
 HAL = Harina de lentejas (*Lens esculenta*).
 CPL = Concentrado proteico de lentejas.

La Tabla 2 muestra los resultados del análisis aminoacídico y el contenido de lisina disponible de las muestras luego de 4 meses de almacenamiento a temperatura y humedad ambiente (aproximadamente 20°C y 80% de saturación). El contenido de lisina disponible en todos los casos excede de 95% de la lisina total, lo que indica muy poca pérdida del aminoácido durante este tiempo de almacenamiento en las condiciones usadas.

Como lo revelan los datos, la composición de las harinas y de los concentrados proteicos difirió en varios aminoácidos, por lo que los concentrados no son representativos de la proteína total. Esta diferencia ya ha sido encontrada por otros autores (3,14).

TABLA 2

COMPOSICION AMINOACIDICA DE LAS HARINAS Y DE LOS
CONCENTRADOS PROTEICOS DE POROTOS Y LENTEJAS
(mg/g N)

Aminoácido	HAP*	CPP	HAL	CPL
Isoleucina	357	372	389	341
Leucina	480	606	488	627
Lisina	482	468	428	443
Metionina	62	67	51	52
Cistina	69	48	47	32
Azufrados totales	131	115	98	84
Fenilalanina	356	407	327	415
Tirosina	206	276	254	270
Aromáticos totales	562	683	581	685
Treonina	238	293	238	234
Triptofano	64	77	45	44
Valina	297	281	315	352
Arginina	375	351	493	457
Histidina	175	256	162	137
Alanina	260	275	271	287
Acido aspártico	768	814	765	913
Acido glutámico	992	1,016	1,080	1,198
Glicina	286	322	262	278
Prolina	248	262	290	301
Serina	366	407	332	380
Lisina disponible	461	446	395	420

* Para abreviaturas, véase Tabla 1.

El contenido de aminoácidos azufrados es menor en los concentrados proteicos que en las harinas respectivas, debido al menor contenido en cistina de los concentrados (Tabla 2).

Resultados comparables fueron constatados por otros autores en las fracciones aisladas de leguminosas (14,15).

Se puede observar que el contenido de aminoácidos azufrados es apreciablemente más bajo en las lentejas que en los porotos, lo que indica un menor valor biológico de las lentejas por ser éstos

los aminoácidos limitantes. Ello se evidenció después en los ensayos biológicos.

Los aminoácidos limitantes en segundo lugar probablemente sean treonina y triptofano, que se encuentran en mayor concentración en CPP que en HAP y en concentración semejante en CPL y HAL. La concentración de lisina, aminoácido muy importante en caso de usar estas muestras para la suplementación de cereales, es prácticamente igual cuando se compara el concentrado con la harina respectiva.

Con el fin de estudiar el valor nutritivo de las muestras, se determinó la utilización proteica neta (NPU), digestibilidad, valor biológico y concentración de factores antitripticos (Tabla 3). Estos ensayos se hicieron en las muestras crudas, autoclaveadas 20' a 1 atm de presión (120.7°C) o cocidas 20' a 95–100°C.

La harina de porotos cruda tiene baja utilización proteica neta (NPU) y baja digestibilidad, así como una concentración alta de factores antitripticos. Al someterla al autoclave se destruyen totalmente estos factores observándose un aumento en la digestibilidad y en NPU, pero el valor biológico permanece inalterado, lo cual indicaría que el mayor valor de NPU se debe sólo al aumento de digestibilidad de la proteína.

Luego de la cocción en recipiente abierto se observa también un aumento semejante en la digestibilidad de HAP, aunque en este caso se verificó la presencia de factores antitripticos residuales.

Jaffé y Flores (16) han verificado la ausencia de correlaciones entre digestibilidad de porotos y su concentración de inhibidores enzimáticos.

El CPP tiene un NPU un poco menor que la HAP, pero su digestibilidad es mayor a pesar de que los factores antitripticos se aíslan en concentración semejante a la hallada para la HAP. Es probable que el menor valor biológico obtenido se haya debido a la menor concentración de aminoácidos azufrados que acusa el CPP comparado con la HAP.

El proceso de autoclave aumenta algo más la digestibilidad del CPP, hasta obtener valores semejantes a los obtenidos para la HAP también sometida al autoclave.

Las muestras de lentejas tienen menor valor biológico que las de porotos blancos debido a su menor concentración en aminoácidos azufrados, pero la digestibilidad es muy buena y no contienen factores antitripticos. El tratamiento en el autoclave y la cocción en recipiente abierto no modifican apreciablemente las

TABLA 3
VALOR NUTRITIVO DE LAS MUESTRAS DE LEGUMINOSAS ANALIZADAS

Muestras	NPU ₁₀ *	Digestibilidad de la proteína	Valor biológico calculado	UTI/mg proteína
HAP***	40.4 ± 1.9 [●]	67.0 ± 2.2	60	115
HAP autoclaveada [■]	50.0 ± 1.0	81.9 ± 1.3	62	±
HAP cocida [▲]	47.8 ± 1.0	80.8 ± 1.7	59	28
CPP	37.2 ± 1.7	75.5 ± 2.7	50	104
CPP autoclaveada	42.0 ± 1.4	82.0 ± 1.4	52	±
HAL	34.4 ± 1.0	89.2 ± 1.3	39	±
HAL autoclaveada	35.0 ± 3.0	90.5 ± 1.7	40	±
HAL cocida	33.7 ± 2.7	91.2 ± 1.5	37	±
CPL	30.2 ± 1.2	90.0 ± 1.0	34	±
CPL autoclaveada	30.3 ± 2.5	91.0 ± 1.8	33	±

* Utilización proteica neta, 10⁰/o de proteína en la dieta.

** Unidades de tripsina inhibidas.

*** Para abreviaturas, véase Tabla 1.

● Media ± desviación estándar. La media corresponde a los valores obtenidos con 3 grupos.

■ 20' a 1 atm.

▲ 20' a 95 - 100°C.

muestras (Tabla 3).

En este caso también se observa menor NPU y menor valor biológico del CPL comparado con HAL, debido a un menor contenido de aminoácidos azufrados.

Con el fin de estudiar las posibilidades de las harinas y de los concentrados para uso en otros alimentos, se realizaron algunos ensayos de suplementación con metionina y de complementación con una proteína tipo deficiente en lisina, el gluten. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 4.

Se incluyó el contenido de lisina disponible de las muestras, pues la concentración real de este aminoácido es importante para realizar el cómputo químico en las mezclas con proteínas deficientes en lisina. Para realizar el cómputo químico se usó como proteína patrón la recomendada por el Comité Conjunto de Expertos FAO/OMS en 1973 (17).

La HAP y el CPP suplementados con metionina tienen un cómputo químico y un NPU elevados, lo que indica que su composición en otros aminoácidos esenciales es equilibrada. Debido a que tanto la harina de lentejas como el concentrado proteico de la misma tienen un contenido de triptofano muy bajo, la suplementación con metionina no es tan eficiente, y el cómputo químico con el triptofano como segundo aminoácido limitante y el NPU, son menores en comparación con los valores obtenidos para los porotos.

En los ensayos de complementación con gluten (Tabla 4), en los que un 70% de la proteína de la mezcla proviene del gluten y un 30% de la muestra de leguminosa respectiva, las proteínas se complementan de tal forma que el cómputo químico y el NPU de las mezclas es semejante para todas las muestras, siendo lisina el aminoácido limitante según el patrón utilizado. Por lo tanto, a pesar del menor valor biológico de la harina y concentrado proteico de lentejas, las mezclas de estas muestras con gluten tienen un valor biológico semejante a las mezclas en que se utilizó harina de porotos y concentrado proteico de porotos. Sería de esperar que con el uso de cereales cuyo contenido en lisina es superior al del gluten se obtuvieran mezclas con valor biológico superior. También los concentrados, cuyo contenido en aminoácidos azufrados es menor que el de las harinas, tienen igual potencial como complemento de cereales. Esto se debe a que su contenido en lisina y treonina, los aminoácidos deficientes en los cereales, es igual al de las harinas, con la ventaja de que permiten un suplementación más efectiva sin incrementar tanto la relación

TABLA 4
ENSAYOS DE SUPLEMENTACION DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Muestras	A.A. azufrados totales mg/g N	Lisina disponible mg/g N	Cómputo químico*	A.A. limitante	NPU ₁₀	VB calculado
HAP autoclaveada**	131	451	60	Azuf. totales	50	62
CPP autoclaveada	115	416	52	Azuf. totales	42	52
HAL	98	395	44	Azuf. totales	34	39
CPL	84	420	38	Azuf. totales	30	34
Gluten (G)	234	123	33	Lisina	36	38
HAP autoclaveada + 0.4 ^o /o L met.	239	451	95	Treonina	67	83
CPP autoclaveada + 0.2 ^o /o L met.	275	416	90	Valina	68	84
HAL + 0.4 ^o /o L met.	193	395	74	Triptofano	60	67
CPL + 0.2 ^o /o L met.	237	420	74	Triptofano	58	65
Mezcla G-HAP autoclaveada***	203	224	66	Lisina	60	68
Mezcla G-CPP autoclaveada	198	220	65	Lisina	63	70
Mezcla G-HAL	193	210	62	Lisina	58	64
Mezcla G-CPL	189	215	63	Lisina	61	68

* Calculado usando la proteína patrón FAO/OMS, 1973.

** Para abreviaturas, véase la Tabla 1.

*** Las mezclas finales contienen 70^o/o de proteína proveniente de gluten y 30^o/o de la muestra usada en cada caso.

legumbres-cereales.

Teniendo en cuenta la capacidad de complementación similar y dado que los factores antitripticos no se destruyen totalmente en la cocción en recipiente abierto (16), y que algunos se afslan en los concentrados proteicos, sería aconsejable que en los casos en que por alguna razón no pudiera asegurarse su destrucción, se utilizaran en la suplementación de alimentos infantiles leguminosas de buena digestibilidad y bajo contenido en factores antinutricionales, aunque su contenido en aminoácidos azufrados fuese un tanto menor.

SUMMARY

NUTRITIONAL VALUE OF BEANS (*Phaseolus vulgaris*) AND LENTILS (*Lens esculenta*) PROTEIN CONCENTRATES

The composition and nutritive value were determined in navy bean meal (*Phaseolus vulgaris*) and lentil meal (*Lens esculenta*), and in their respective protein concentrates obtained through extraction followed by isoelectric precipitation.

Sulfur amino acids per gram of nitrogen were lower in the concentrates than in the meals, while there was no difference for lysine and threonine.

The white bean protein concentrate had a lower biological value than the meal but better digestibility, although trypsin inhibitor concentration was unchanged. Digestibility greatly improved with heating but it did not increase beyond 81% even after autoclaving.

Autoclaved samples supplemented with methionine reached a biological value of 83.

The lentil protein concentrate also had a lower biological value than the meal but digestibility was high for both samples (91%) and remained unchanged after heating. Trypsin inhibitors were absent. After supplementing with methionine, a biological value of only 63 was obtained, due to the low level of tryptophan, the second limiting amino acid.

In spite of the concentrates' lower biological value, it was proved that they equalled the meals' potential for complementing cereal, as their content in lysine and threonine is high. The concentrates have the additional advantage of allowing effective supplementation without increasing the legume-cereal ratio.

BIBLIOGRAFIA

1. Smith, A.R. Vegetable protein isolates. En: **Processed Plant Protein Foodstuffs**. A.M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press Inc., 1958, p. 249.
2. Evans, R.J. & M.H. Kerr. Extraction and precipitation of nitrogenous constituents of dry navy beans. **J. Agr. Food Chem.**, **11**: 26-29, 1963.
3. Moraes e Santos, T. & J.F. Dutra de Oliveira. Valor nutritivo de frações proteicas isoladas do feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **22**: 574-560, 1972.
4. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 9th ed. Washington, D.C., The Association, 1960, 832 p.
5. Spackman, D.H., W.H. Stein & S. Moore. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Anal. Chem.**, **30**: 1190-1206, 1958.
6. Moore, S. On the determination of cysteic acid. **J. Biol. Chem.**, **238**: 235-237, 1963.
7. Lunven, P. **Le Tryptophane dans l'Alimentation Intertropicale; Méthodes d'Analyse et Intérêt Nutritionnel**. Thèses présentées à la Faculté de Pharmacie de L'Université de Paris, 1968.
8. Pellett, P. L. & H. Kaba. Carcass amino acids of the rat under conditions of determination of net protein utilization. **J. Nutr.**, **102**: 61-68, 1972.
9. Basualdo, N.R., P.A. Carrera & J.C. Sanahuja. Harina de girasol. I. Evaluación de la calidad biológica de sus proteínas. Influencias del proceso tecnológico. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **22**: 65-82, 1972.
10. Raghavendar Rao, S., F.L. Carte & V.I. Frampton. Determination of available lysine in oilseed meal protein. **Anal. Chem.**, **35**: 1927-1930, 1963.
11. Kakade, M.L., N. Simmons & I.E. Liener. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybeans samples. **Cereal Chem.**, **46**: 518-525, 1969.
12. Miller, D.S. & A.E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. **Brit. J. Nutr.**, **9**: 382-388, 1955.
13. Harper, A.H. **Review of Physiological Chemistry**. 11th ed. Los Altos, California, Lange Medical Publications, 1967, p. 270-271.
14. Wolf, W.J. Soybean proteins: their functional, chemical and physical properties. **J. Agr. Food Chem.**, **18**: 969-976, 1970.
15. Dutra de Oliveira, J.E. Studies on the nutritive value of beans. En: **Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Foods**. Werner G. Jaffé (Ed.) Proceedings of a Meeting held in Ribeirão Preto, November 6-9, 1973. Caracas, Venezuela, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1975, p. 199-209.
16. Jaffé, Werner G. & M.E. Flores. La cocción de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **25**: 79-90, 1975.

17. Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. **Report on Energy and Protein Requirements.** Geneva, World Health Organization, 1973. (WHO Technical Report Series No. 522; FAO Nutrition Meetings Report Series No. 52).

**EFFECTO DE DIVERSOS TRATAMIENTOS TERMICOS
EN EL CONTENIDO DE HEMAGLUTININAS
Y EN LA CALIDAD PROTEICA DEL FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris*)**

Nelly Pak,¹ Argentina Mateluna¹ y Héctor Araya¹

Facultad de Medicina Santiago Norte, Universidad de Chile,
Santiago, Chile

RESUMEN

Se evaluó el rol que juega el remojo previo al tratamiento térmico en la detoxificación del frijol y en la calidad biológica de la proteína. Para ello se determinó en semillas enteras de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad "tór-tola", crudas y sometidas a ebullición durante 60', 90', y 120' sin y con remojo previo de más o menos 14 horas, la utilización proteica neta (NPU) al 10⁰/o P, la digestibilidad verdadera de la proteína y el título de hemaglutinación utilizando glóbulos rojos de vaca tripsinados.

Se concluyó que el remojo previo a la cocción no es indispensable para eliminar la toxicidad del frijol; en cambio, sí es necesario para el ablandamiento de las semillas y, por lo tanto, las condiciones de cocción son menos drásticas.

Asimismo, se analizó por medio del nivel de hemaglutinación, la toxicidad de 6 muestras de harinas comerciales, indicando los resultados que gran parte de ellas son tóxicas.

Por último se evaluaron los procedimientos culinarios para determinar

Recibido: 25-4-77

1. Miembros del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina Santiago Norte, Universidad de Chile.

si son adecuados o no para harinas de frijol en cuanto a destrucción de factores tóxicos, utilizando para ello dos harinas obtenidas por molienda de frijol crudo, variedades "burro" y "tortola". Se prepararon, con cada harina, papillas con consistencia de sopa y puré (al 10% y 20%) empleando diferentes tiempos de cocción (ebullición, 5', 10', 15' y 30'). Las dos variedades de frijol en estado crudo contenían altos niveles de hemaglutininas que se inactivan con cocción a ebullición durante 10 minutos en concentración al 10%; en cambio, al 20% la presencia de este tóxico persistía aún después de 15' de calentamiento. No se detectó a los 30' de cocción.

INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) constituye una importante fuente de proteínas y calorías en la dieta de muchos países de Latino América (1). Sin embargo, en estado crudo contiene una gran cantidad de factores antinutricionales que, ingeridos por animales de experimentación, afectan en forma adversa su crecimiento llegando incluso a producirles la muerte (2-4). Diversos autores han demostrado que algunos tipos de hemaglutinina son los principales factores responsables de esta acción tóxica (5-7). Algunas de estas sustancias tales como las hemaglutininas y el factor antitriptico, son termolábiles (8). No obstante, el grado de incremento en el valor nutricional por acción del calor depende de la temperatura y del tiempo de calentamiento empleado, así como de las condiciones de humedad de la muestra. Una cocción insuficiente deja sustancias tóxicas presentes, mientras que un calentamiento en exceso puede resultar en una reducción del valor nutritivo de la proteína, debida a cambios en el contenido de aminoácidos esenciales del frijol (9).

En los trabajos relacionados a cocción, valor nutritivo y toxicidad del frijol, el tipo de tratamiento térmico usado varía significativamente de un autor a otro y en condiciones que no siempre simulan los procedimientos de cocción de los países en desarrollo que utilizan olla abierta (10). En general, son diversas las variables que se consideran: uso o no de remojo previo y tiempo empleado en ello; temperatura y duración de la cocción; estado de la semilla (entera o molida); tipo de cocción (olla común, estufa, autoclave); relación sólido-líquido; estado de maduración, y tiempo de almacenamiento de la semilla (2-4, 6, 9-14).

Cabe hacer notar que existe controversia en relación a la necesidad del remojo previo a la cocción para la destrucción total

de tóxicos durante el proceso de calentamiento (2,8,15-17). Además, no hay seguridad de que en los procesos culinarios habituales se logre una inactivación total de los mismos, especialmente si se trata de materiales que se cocinan en un tiempo muchísimo menor (harinas).

En Chile se consume el frijol durante todo el año, preferentemente como grano seco y en forma de variados guisos. El método de preparación habitual consiste en hervirlo a presión atmosférica hasta lograr el ablandamiento del grano (generalmente de 1:30 a 2 hr previo remojo durante la noche). Además se utilizan las harinas de frijol obtenidas por procesos tecnológicos para la preparación de sopas y purés que requieren períodos cortos de calentamiento después de preparados.

Con base en los antecedentes expuestos, consideramos necesario:

1. Evaluar el rol que juega el remojo previo al tratamiento térmico en la detoxificación del frijol y en la calidad biológica de la proteína, utilizando diferentes tiempos de cocción.
2. Analizar la toxicidad de harinas comerciales de frijol.
3. Evaluar si los procedimientos culinarios habituales son adecuados para el frijol seco entero y harinas de frijol en lo que a destrucción de factores tóxicos concierne.

Como indicador de toxicidad se empleó el título de hemaglutinación utilizando glóbulos rojos de vaca tripsinados, ya que se ha demostrado que es útil para detectar variedades tóxicas y para establecer el grado de destrucción del factor tóxico por el calor (18). Se midió la utilización proteica neta como reflejo de la calidad proteica y en algunos casos, la digestibilidad verdadera de la proteína.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron los siguientes materiales:

1. Frijoles enteros secos (*Phaseolus vulgaris*) variedad "tortola", crudos y sometidos a cocción por ebullición, en olla corriente, a 60', 90' y 120' con o sin remojo previo de más o menos 14 horas, secado en corriente de aire a temperatura ambiente y luego molidos para su análisis químico y biológico.

Se determinó en todas las muestras el título de hemaglutinación por la técnica de Jaffé y Brücher (5), la calidad biológica

de la proteína aplicando el método de utilización proteica neta (NPU) al 10% de las calorías proteicas en experimentos de 10 días, usando en cada ensayo 8 ratas albinas de nuestra colonia, de ambos sexos y de 31 días de edad (19), y la digestibilidad verdadera de la proteína de acuerdo con la fórmula usada por Bender (20).

2. a) *Harinas de frijol comercial*

Se analizaron seis muestras de harinas de frijol adquiridas en el comercio, excepto la muestra No. 1 que corresponde a una partida que produjo hace algunos años intoxicación masiva con cuadros de diarrea y vómitos, en un grupo grande de niños de una escuela de Santiago. Las harinas Nos. 1 a 4 correspondían a producto tostado, y la 5 y 6 recibieron tratamiento térmico por vía húmeda. Se determinó en todas ellas el título de hemaglutinación; además, en las muestras 3, 4 y 6 se desarrolló la prueba biológica del NPU.

b) *Sopas y purés*

Se utilizaron dos harinas obtenidas en el laboratorio por molienda de frijol crudo, variedad "tortola" y "burro", respectivamente.

Con cada harina se prepararon papillas con consistencia de sopas y purés (10% y 20% de concentración). El método culinario seguido consistió en agregar harina a la cuarta parte de la cantidad de agua calculada, a una temperatura de $\pm 50^{\circ}\text{C}$, agitar y completar el volumen requerido. Luego se sometieron a cocción empleando diferentes tiempos de ebullición (5', 10', 15' y 30') y se restauró el agua evaporada para mantener la concentración especificada.

Se confeccionaron 250 g de cada preparación, las que posteriormente fueron liofilizadas. Se determinó en todas ellas el título de hemaglutinación.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se detallan la calidad proteica medida como

utilización proteica neta al 10% de las calorías proteicas, la digestibilidad verdadera de la proteína y el título de hemaglutinación de semillas enteras de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad "tortola", crudas y sometidas a ebullición durante 60', 90' y 120' sin remojo previo, y a los mismos tiempos de calentamiento pero con remojo anterior de más o menos 14 horas.

TABLA 1

SEMILLAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) VARIEDAD "TORTOLA", SOMETIDAS A DIVERSOS TRATAMIENTOS TERMICOS. DETERMINACION DE UTILIZACION PROTEICA NETA (NPU),* DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE LA PROTEINA (D) Y TITULO DE HEMAGLUTINACION**

	NPU	D	Título de hemaglutinación
Crudo	Mortandad 8/8	—	16
a) Sin remojo previo			
Tiempo de ebullición:			
60'	39.0	66.1	4
90'	41.6	75.7	0
120'	42.8	73.0	0
b) Con remojo previo más o menos 14 horas			
Tiempo de ebullición:			
60'	40.3	76.5	1
90'	45.5	78.6	0
120'	43.4	77.8	0

* Al 10% de las calorías proteicas.

** Ultima dilución en que es visible la reacción de hemaglutinación.

La actividad hemaglutinante que presentó la semilla cruda fue alta, observándose mortandad de las ratas alimentadas con dietas al 10⁰/o de las calorías proteicas. Sin remojo previo, la cocción por ebullición durante 60' no anuló la actividad hemaglutinante, presentando una baja digestibilidad (66.1) y una utilización proteica neta (NPU) de 39.0. Al incrementar el tiempo de calentamiento a 90' aumentó la digestibilidad (75.7), la calidad proteica fue similar, y desapareció la aglutinación de glóbulos rojos de vaca tripsinados. Empleando 120' de cocción se mantuvieron la digestibilidad y calidad proteica. Con remojo previo de más o menos 14 horas, el calentamiento de 60' dejó un contenido mínimo de hemaglutininas. La digestibilidad no se alteró con los distintos tiempos de calentamiento y la calidad proteica alcanzó su mejor valor con 90' de cocción.

En la Tabla 2 se indica el título de hemaglutinación de las harinas de frijol. De las 6 muestras analizadas, sólo una presentó ausencia de actividad hemaglutinante (No. 6), resaltando el alto valor encontrado en las muestras Nos. 1, 2 y 3. En la misma Tabla se ilustra el resultado de las pruebas experimentales de NPU realizadas en las muestras Nos. 3, 4 y 6. Con la harina comercial No. 3 diluída al 10⁰/o de las calorías proteicas, murieron todas las ratas del ensayo (ocho en total). Cabe suponer que se obten-

TABLA 2

TITULO DE HEMAGLUTINACION Y UTILIZACION PROTEICA
NETA (NPU) DE HARINAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)
COMERCIALES

Harinas de frijol No.	Título de hemaglutinación*	NPU**
1	13	—
2	12	—
3	11	Mortandad 8/8
4	7	23.9
5	5	—
6	0	32.7

* Ultima dilución en que es visible la reacción de hemaglutinación.

** Al 10⁰/o de las calorías proteicas.

drían iguales resultados en animales alimentados con las muestras 1 y 2 que presentan valores semejantes de hemaglutininas.

Las harinas Nos. 4 y 6 presentaron una calidad biológica —medida como NPU— de 23.9 y 32.7, respectivamente, o sea inferiores a lo comunicado para el frijol cocido en forma habitual (3).

En la Tabla 3 se muestra el título de hemaglutinación de las harinas de dos variedades de semillas de frijol, crudas y sometidas a cocción por ebullición durante 5', 10', 15' y 30', en concentraciones al 10^o/o y 20^o/o (sopas y purés). Las dos variedades de frijol en estado crudo contienen altos niveles de hemaglutininas que se inactivan al calentar 10' a ebullición en concentraciones al 10^o/o, pero con una relación sólido-líquido de 1:4; la presencia de este

TABLA 3

**TITULO DE HEMAGLUTINACION DE HARINAS DE DOS
VARIETADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) CRUDAS Y SOMETIDAS
A COCCION POR EBULLICION AL 10 Y 20^o/o DE CONCENTRACION
EN DIFERENTES TIEMPOS***

	Frijol var. "burros"	Frijol var. "tortola"
Crudos	11	13
<i>Tratamiento térmico</i>		
a) Concentración 10 ^o /o		
Tiempo de ebullición:		
5'	1	1
10'	0	0
15'	0	0
30'	0	0
b) Concentración 20 ^o /o		
Tiempo de ebullición:		
5'	4	5
10'	3	3
15'	1	1
30'	0	0

* Última dilución en que es visible la reacción de hemaglutinación.

tóxico persiste aún después de 15' de calentamiento. No se detectó actividad hemaglutinante a los 30' de cocción.

DISCUSION

Según nuestros resultados, el método habitual de cocción por ebullición en olla abierta, previo remojo de la semilla cruda de frijol, sería adecuado en cuanto a eliminar la acción tóxica y salvaguardar la calidad de la semilla. Un calentamiento de 90' sería suficiente para la destrucción total de la actividad hemaglutinante. No obstante, habría que considerar tiempos de calentamiento más prolongados para el ablandamiento de las semillas de cosechas antiguas, lo que probablemente redundaría en una menor utilización de la proteína.

El remojo previo tendría como objetivo acelerar la inactivación de las hemaglutininas por acción del calor, probablemente por ablandamiento de la pared celular. Tal vez esta misma explicación pueda ser válida para explicar en parte los resultados de un trabajo de Molina, de la Fuente y Bressani (13) quienes demostraron que en el frijol recién cosechado y por lo tanto más fácilmente hidratable, los tiempos de cocción óptimos fueron de 10' en autoclave a 121°C, con 0,8, 10 ó 24 horas de remojo; en contraste, en el frijol almacenado durante 3 meses las muestras no sometidas a remojo se vieron favorecidas por un tiempo de cocción de 20' a 30', mientras que las sujetas a remojo necesitaron sólo 10'. Tiempos de cocción más prolongado afectaron la calidad proteica, a diferencia de nuestros resultados, lo que puede deberse a la distinta temperatura empleada.

Un trabajo reciente (21) utilizando frijol tierno con 60% de humedad demostró también un menor tiempo de cocción (30' ebullición en olla abierta) para eliminar el contenido de hemaglutininas.

El remojo, según el presente trabajo, no sería indispensable para eliminar la toxicidad del frijol, pero sí es necesario para el ablandamiento de las semillas y, por consiguiente, las condiciones de cocción son menos drásticas. Estos resultados concuerdan con lo observado por Kakade y Evans (17) y por Contreras y Tagle (22) de que el remojo menor de un día como único tratamiento, no disminuyó el tenor de hemaglutininas del frijol crudo. Sin embargo, no coincidimos con las conclusiones de este último trabajo (22) que indican que los tratamientos en olla común, previo

remojo, no son los mejores para destruir el poder hemaglutinante del frijol.

Otra forma de consumo del frijol es el empleo de harinas obtenidas por diferentes procesos de elaboración. La actividad hemaglutinante de las harinas de frijol comercial indica que gran parte de ellas son tóxicas, lo que se explica por su método de elaboración (calentamiento en medio seco). Existe evidencia en la literatura indicativa de que el calor en medio seco es inadecuado para eliminar la toxicidad del producto (23).

Los datos de NPU de las harinas de frijol Nos. 4 y 6 dan valores bajos en relación al frijol cocido en forma natural, lo que puede deberse, en el primer caso a la presencia de hemaglutininas, pero el segundo, con 0 actividad hemaglutinante, sólo puede explicarse por daño térmico de la proteína durante el proceso tecnológico.

La preparación culinaria utilizando harinas de frijol reviste riesgos si se utilizan materias primas con alto contenido de hemaglutininas, unido a cocción rápida en el hogar. La forma en que se consumen estas harinas es como sopas y purés, empleando un tiempo de cocción corto. En la Tabla 3, se muestra que en la preparación con consistencia de puré (20⁰/o) una ebullición de 10' no basta para eliminar la toxicidad. Calentamientos más prolongados evidentemente anularán la acción tóxica, pero tales procedimientos son poco prácticos, requieren una agitación continua para evitar que se queme el fondo, y el grado de temperatura puede no ser uniforme si no se acompaña de una buena homogenización en la preparación, con riesgo de persistencia en la toxicidad. Esto es especialmente cierto cuando se preparan cantidades grandes de guiso. Ejemplo de ello lo constituye la muestra No. 1 que provocó intoxicación masiva a niños de una escuela de Santiago (24).

Las preparaciones con consistencia de sopas (10⁰/o) requieren menor tiempo para eliminar la acción tóxica y demandan también menos dedicación en cuanto a cuidados en su preparación. Se podría recomendar un tiempo de cocción más prolongado (30') para asegurar la inocuidad del producto.

Korte (25) ha observado, en Africa, que cuando se utilizan mezclas de harinas de frijoles y cereales en programas de nutrición infantil y éstas se preparan bajo las condiciones prevalentes en la zona, las hemaglutininas tóxicas no siempre se destruyen. Esto fue probado por el test de aglutininas y por observaciones de cuadros de vómitos, diarreas y otros signos clínicos que presenta la población al ingerir este tipo de preparación.

A la luz de estos datos, creemos que no deben prepararse guisos con consistencia de purés, utilizando harinas crudas o precocidas que contengan actividad hemaglutinante.

SUMMARY

EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF HEAT TREATMENT ON THE HEMAGGLUTININ CONTENT AND PROTEIN QUALITY OF BEANS (*Phaseolus vulgaris*)

The effect of pre-soaking raw seed beans upon detoxification and the biological quality of its protein were evaluated. In whole raw seed beans (*Phaseolus vulgaris*) var. "tortola", the net protein utilization (NPU), true digestibility and hemagglutinin titer were determined after 60', 90' and 120' of heat treatment, with and without 14 hours of pre-soaking.

It is concluded that soaking prior to cooking is not necessary to eliminate the toxicity of dry beans, but that it does contribute to the softening of seeds and reduction of cooking time.

The hemagglutinin levels of six commercial bean flours were evaluated, concluding that almost all of them presented toxic levels.

The effect of the cooking methods upon the toxicity of bean flours was studied. Two raw bean flours, var. "tortola" and "burro" at 10% and 20%, were cooked employing different boiling times (5, 10, 15 and 30'). The two raw samples contained high hemagglutinin levels which were inactivated at 10% with 10' cooking. The presence of toxic levels was detected at 20% after 15' cooking and these were eliminated at 30' of cooking.

BIBLIOGRAFIA

1. Jaffé, W.G. Las semillas de leguminosas como fuentes de proteína en América Latina. En: Recursos Proteínicos en América Latina. (Capítulo III). M. Béhar y R. Bressani (Eds.). Memorias de una Conferencia de nivel latinoamericano, celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. Guatemala, C. A., Talleres Gráficos del INCAP, agosto de 1971, p. 228-241.
2. Hintz, H. F., D. E. Hogue & L. Krook. Toxicity of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) in the rat. J. Nutr., 93:77, 1967.
3. Pak, N. & I. Barja. Valor nutritivo de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) cultivadas en Chile. Análisis comparativo con legumi-

- nosas de importancia en la alimentación chilena. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23:495, 1973.
4. Jaffé, W.G. & C.L. Vega. Heat-labile growth-inhibiting factors in beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.*, 94:203, 1968.
 5. Jaffé, W. G. & O. Brücher. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemagglutininas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 22:267, 1972.
 6. de Muelenaere, J. H. Toxicity and haemagglutinating activity of legumes. *Nature*, 22:827, 1965.
 7. Jaffé, W. G. Factores tóxicos en leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18:205, 1968.
 8. Liener, I. Toxic factors in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutr.*, 11:281, 1972.
 9. Gómez, R., L. Elías, M. R. Molina, G. de la Fuente & R. Bressani. Changes in chemical composition and nutritive value of common beans and other legumes during house cooking. In: *Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Foods*. W. G. Jaffé (Ed.). Proceedings of a Meeting held in Ribeirao Preto, November 6-9, 1973. Caracas, Venezuela, Editorial Excelsior, No. especial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1976, p. 93-108.
 10. **Upgrading Human Nutrition Through the Improvement of Food Legumes.** Protein Advisory Group of the United Nations System (PAG Statement No. 22).
 11. Contreras, S., H. Araya, N. Pak & M. A. Tagle. Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. I. Glucósidos cianogénicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23:251, 1973.
 12. Jaffé, W.G. & M.E. Flores. La cocción de frijoles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 25:79, 1975.
 13. Molina, R., G. de la Fuente & R. Bressani. Interrelaciones entre tiempo de remojo, tiempo de cocción, valor nutritivo y otras características del frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 24:469, 1976.
 14. Jaffé W. G., I. González & M.C. Mondragón. Composición de caldos de frijoles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 26:75, 1976.
 15. Jaffé, W. G. Toxicity of raw kidney beans. *Experientia*, 5:81, 1949.
 16. Honavar, P. M., C. V. Shih & I. E. Liener. Inhibition of the growth of rats by purified hemagglutinin fractions isolated from *Phaseolus vulgaris*. *J. Nutr.*, 77:109, 1962.
 17. Kakade, M. C. & R. J. Evans. Effect of soaking and germinating on the nutritive value of navy beans. *J. Food Sci.*, 31:781, 1966.
 18. Jaffé, W.G. Factors affecting the nutritional value of beans. In: *Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding*. Protein Advisory Group of the United Nations System, 1973.
 19. Miller, D. & A. E. Bender. The determination of the net protein utilization by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, 9:382, 1955.
 20. Bender, A. E. Biological methods of evaluating protein quality. *Proc. Nutr. Soc.*, 17:85, 1958.

21. Pak, N., H. Araya & C. Cafati. Calidad proteica y contenido de hemaglutininas en semillas tiernas y en estado seco de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) variedad coscorrón. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27:91, 1977.
22. Contreras, S. & M. A. Tagle. Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. III. Hemaglutininas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 24:191, 1974.
23. de Muelenaere, H. J. H. Effect of heat treatment on the haemagglutinating activity of legumes. *Nature*, 201:1029, 1964.
24. Casa Nacional del Niño, Santiago, Chile. Comunicación personal.
25. Korte, R. Heat resistance of phytohemagglutinins in weaning food mixtures containing beans (*Phaseolus vulgaris*). *Ecol. Food Nutr.*, 1: 303, 1972.

ESTUDIOS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL ALGA ESPIRULINA (*Spirulina maxima*)

*Irma Tejada de Hernández*¹ y *Armando S. Shimada*¹

Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, México, D. F.,
México

RESUMEN

Con objeto de determinar los aminoácidos limitantes y la digestibilidad del alga espirulina en ratas, se efectuaron nueve experimentos, cinco *in vivo* y cuatro *in vitro* para determinar la digestibilidad del producto, tanto en pepsina como en líquido ruminal. Ninguno de los aminoácidos estudiados (lisina, metionina, histidina) adicionados solos o en combinación a dietas que proporcionan 10⁰/o de proteína (ya sea cruda o verdadera) proveniente exclusivamente de la espirulina, parece ser limitante. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que los resultados pueden haber estado enmascarados por la baja aceptación del producto por las ratas. La digestibilidad aparente del alga fue de 67.4⁰/o. Para los estudios *in vitro* se sometió la espirulina a diversos tratamientos físicos y químicos y se procedió a determinar su digestibilidad mediante cuatro técnicas diferentes. Se encontró que los procesos a que se sujetó el producto no tuvieron efecto sobre su digestibilidad en ninguno de los casos.

1 Miembros del Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, Apartado Postal 41-652, México, D. F., México.

INTRODUCCION

La espirulina es un alga verde-azul que crece bien en aguas alcalinas (14 g de cloruros por litro; pH de 11) como las del lago de Texcoco, cercano a la ciudad de México (1). Aparentemente, su empleo en la alimentación humana data de la época prehispánica, habiendo sido conocida con el nombre de "tecuítlatl" (2); sin embargo, la práctica fue abandonada a raíz de la conquista de México, y no fue sino hasta hace pocos años que la Compañía "Sosa Texcoco, S. A." inició estudios relativos a su industrialización y empleo como alimento.

La información publicada sobre su valor nutritivo es escasa. De acuerdo con el Instituto Francés del Petróleo, el contenido de proteína de la espirulina (*platensis*) es elevado y el balance de aminoácidos, adecuado (3). Es rica en cianocobalamina y compuestos carotenoides (4), y su contenido en ácidos nucleicos, bajo (4.10/o) (5). En México, la espirulina (*maxima*) ha sido estudiada como pigmentante para aves (6,7) y peces (8), y como alimento para cerdos (9), encontrándose que su empleo es satisfactorio para las funciones y especies mencionadas.

En base a que la disponibilidad de la proteína no ha sido determinada, se llevaron a cabo los experimentos que a continuación se reseñan, siendo sus objetivos: determinar los aminoácidos limitantes de la espirulina para la rata, así como su digestibilidad *in vivo* e *in vitro*, como un aporte más al conocimiento del potencial de la espirulina como alimento para animales.

MATERIAL Y METODOS

La espirulina empleada fue proporcionada directamente por el fabricante. El producto se analizó químicamente para determinar su composición proximal por los métodos de la AOAC (10) y su contenido de aminoácidos por cromatografía de intercambio iónico en autoanálizador, previa hidrólisis ácida; también se determinó triptofano, utilizando la técnica de Miller (11) (Véase Tabla 1).

Se efectuaron cuatro experimentos de crecimiento con ratas y cinco pruebas de digestibilidad, una de ellas *in vivo* y cuatro *in vitro*.

Para los experimentos con animales se emplearon ratas macho raza Wistar, las cuales se alojaron individualmente en

TABLA 1

COMPOSICION BROMATOLOGICA DE LA ESPIRULINA	
<i>(Spirulina maxima)</i> o/o base seca ^a	
Materia seca	92.9
Proteína cruda total	55.1
Proteína verdadera ^b	48.9
Extracto etéreo	3.9
Cenizas	7.3
Fibra cruda	3.6
Extracto libre de nitrógeno	30.1
Calcio	0.23
Fósforo	0.98

g de aminoácidos en 100 g de proteína, base seca^c

Acido aspártico	15.92
Acido glutámico	21.84
Treonina	4.48
Serina	4.31
Prolina	2.90
Alanina	6.06
Glicina	4.03
Valina	5.44
Cistina	2.16
Metionina	2.11
Isoleucina	4.54
Leucina	7.66
Tirosina	3.90
Fenilalanina	3.84
Lisina	4.50
Histidina	1.58
Arginina	9.38
Triptofano ^d	1.23

a El análisis proximal se efectuó según las técnicas de la AOAC (10).

b. Determinada según Jacobs (12).

c. Determinada por cromatografía de intercambio iónico en un autoanalizador.

d. Determinada según Miller (11).

jaulas metálicas donde recibieron agua y alimento a libertad. Las raciones experimentales proporcionaban 10⁰/o de proteína, proveniente ya fuese de la espirulina o en el caso de emplearse un testigo, de la pasta de soya. Se llenaron los requerimientos de vitaminas y minerales traza de acuerdo con los valores informados por el National Research Council (13).

Las ratas fueron pesadas al inicio de los estudios y posteriormente cada semana, hasta la terminación del estudio. La duración de los experimentos varió de 1 a 3 semanas. Se registraron los datos de ganancia de peso, consumo de alimento e índice de eficiencia proteica (PER). La información obtenida se analizó estadísticamente como experimentos completamente al azar; las medias fueron comparadas mediante la prueba de Duncan.

Experimento 1. El elevado contenido de arginina presente en la espirulina hace pensar en la posibilidad de que por un mecanismo antagónico (14) se incremente el requerimiento de lisina.

En vista de lo expuesto, se diseñó este primer experimento con 30 animales destetados, con objeto de estudiar el efecto del agregado de niveles crecientes de L-lisina a dietas elaboradas a base de espirulina, hasta cubrir el 175⁰/o del requerimiento sugerido por el NRC (13). La duración del estudio fue de dos semanas. Se adicionó DL metionina para satisfacer los requerimientos que para este aminoácido propone el mismo NRC (13).

Experimento 2. El porcentaje de proteína total encontrado en la espirulina es de 55.1, cifra de la que el 88.7⁰/o es proteína verdadera. Este estudio se efectuó con objeto de comparar raciones a base de espirulina, con y sin la adición de lisina, en las que el requerimiento de proteína alimenticia (10⁰/o) lo proporcionaba proteína verdadera. Se emplearon 18 ratas de seis semanas y el experimento duró 7 días.

Experimento 3. Por cálculo, la proteína de espirulina aparenta ser deficiente en histidina para la rata en crecimiento, por lo que se llevó a cabo este tercer estudio, de una semana, con 12 ratas de 6 semanas de edad. En este caso, el objetivo fue probar la adición de L-histidina a dietas con 10⁰/o de proteína verdadera, con el agregado de L-lisina.

Experimento 4. Ante la posibilidad de que la metionina fuera el aminoácido limitante de la espirulina, en este estudio, de 3 sema-

nas, se emplearon 16 ratas destetadas, adicionando ya fuese metionina, histidina y lisina, o metionina, histidina y lisina, a dietas con 10^o/o de proteína total.

Experimento 5. Se emplearon 20 ratas de 8 semanas de edad y se determinó la digestibilidad de la espirulina por el método de colección total de heces fecales.

Los datos referentes a nitrógeno endógeno se obtuvieron con la mitad de los animales, los cuales fueron alimentados con una dieta libre de proteína.

Experimento 6. Por último se efectuaron pruebas de digestibilidad *in vitro* utilizando los métodos de pepsina (10), de Barnes y Lynch (15), de Minson y McLeod (5) y una modificación a este último, consistente en destilar los ácidos grasos volátiles por arrastre con vapor después de 48 horas de digestión en líquido ruminal.

Se compararon espirulinas sin tratar y sometidas a procesos de autoclave (5, 10 y 15 lb/pulg.² durante 15 y 30 min); ebullición en agua (10 min, sin y con CaO al 2^o/o); sonicación de ultrafrecuencia (60,000 cps/20 min); acidificación (HCl 2N), y detergente (sulfato lauril sódico al 1^o/o).

RESULTADOS

Experimento 1. Los resultados de ganancia de peso y eficiencia proteica logrados con los diferentes niveles de L-lisina adicionados a la dieta con espirulina fueron estadísticamente inferiores a los obtenidos con la ración testigo ($p < 0.05$). Estos hallazgos, pues, parecen indicar que el requerimiento de lisina no se ve mayormente afectado por el elevado nivel de arginina encontrado en la espirulina (Tabla 2).

Experimento 2. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 3, donde se aprecia que los resultados logrados con 10^o/o de proteína verdadera a partir de espirulina fueron inferiores a los obtenidos con la ración testigo a base de soya ($p < 0.05$). Aunque no se observó un efecto significativo ($p < 0.05$) al adicionar lisina, sí se notó que la conversión alimenticia tendía a mejorar en presencia del aminoácido suplementado.

Experimento 3. La adición de L-lisina con y sin L-histidina no

TABLA 2

SUPLEMENTACION DE NIVELES CRECIENTES DE L-LISINA A DIETAS A BASE DE ESPIRULINA PARA RATAS DURANTE DOS SEMANAS (EXPERIMENTO 1)

Ingredientes, %	Tratamientos					
	1*	2	3	4	5	6
Pasta de soya	23.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Espirulina	0.0	19.60	19.60	19.60	19.60	19.60
DL-metionina	0.27	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
L-lisina	0.07	0.00	0.27	0.44	0.62	0.79
Otros**	76.16	80.11	79.84	79.67	79.49	79.32
Lisina, como % del requerimiento	100.00	62.00	100.00	125.00	150.00	175.00
Ganancia de peso, g	42.3 ^a	21.9 ^b	18.6 ^b	16.8 ^b	15.3 ^b	17.4 ^b
Indice de eficiencia proteica	3.85 ^a	2.08 ^b	1.86 ^b	1.57 ^b	1.69 ^b	1.92 ^b
Consumo de alimento, g	111.0	92.5	102.0	103.0	62.0	94.50

* Dieta testigo empleada en los experimentos 1, 2 y 3.

** Incluye aceite de maíz, 50/o; mezcla de vitaminas y minerales 50/o (12); y azúcar, cbp 100.

a,b Para cada variable, las cifras con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

TABLA 3

**SUPLEMENTACION CON L-LISINA DE DIETAS CON 10% DE
PROTEINA VERDADERA PROVENIENTE DE ESPIRULINA, PARA
RATAS, DURANTE UNA SEMANA (EXPERIMENTO 2)**

Ingrediente, %	Tratamientos		
	1*	2	3
Espirulina	Testigo	22.03	22.03
DL-metionina	Testigo	0.13	0.13
L-lisina	Testigo	0.00	0.20
Otros**	Testigo	77.84	77.64
Ganancia de peso, g	33.2 ^a	11.2 ^b	12.5 ^b
Indice de eficiencia proteica	3.40 ^a	1.50 ^b	1.64 ^b

*, **, a,b Véase notas al pie de la Tabla 2.

mejoró el comportamiento de las ratas, lo que parece indicar que, para estos animales, ninguno de los aminoácidos mencionados es limitante en el alga (Tabla 4).

Experimento 4. Los resultados de comportamiento observados se presentan en la Tabla 5. No se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, lo que al parecer indica que ninguno de los aminoácidos sometidos a prueba es limitante en la proteína de la espirulina.

Experimento 5. La digestibilidad corregida a nitrógeno endógeno, fue de 67.4% para el alga espirulina.

Experimento 6. Los hallazgos correspondientes a las pruebas de digestibilidad *in vitro* se muestran en la Tabla 6. No se observó diferencia significativa entre tratamientos con ninguno de los métodos empleados. Esto parece indicar que los tratamientos físicos y químicos sometidos a estudio no lograron modificar la digestibilidad del producto.

TABLA 4

SUPLEMENTACION CON L-HISTIDINA, DE DIETAS CON 10⁰/o DE PROTEINA VERDADERA PROVENIENTE DE ESPIRULINA, PARA RATAS, DURANTE UNA SEMANA (EXPERIMENTO 3)

	Tratamientos		
	1*	2	3
Espirulina	Testigo	22.03	22.03
DL-metionina*	Testigo	0.13	0.13
L-lisina HCl*	Testigo	0.00	0.20
L-histidina HCl*	Testigo	0.128	0.128
Otros**	Testigo	77.712	77.512
Lisina, como ^o /o del requerimiento	100.00	70.00	100.00
Histidina, como ^o /o del requerimiento	100.00	100.00	100.00
Ganancia de peso, g	33.2 ^a	20.2 ^b	15.5 ^b
Indice de eficiencia proteica	3.40 ^a	2.24 ^b	1.90 ^b

*, **, a,b Véase notas al pie de la Tabla 2.

TABLA 5

EFFECTO DE LA ADICION DE AMINOACIDOS, SOLOS O EN COMBINACION, A DIETAS A BASE DE ESPIRULINA, PARA RATAS, DURANTE TRES DEMANAS (EXPERIMENTO 4)

	Tratamientos			
Espirulina	19.60	19.60	19.60	19.60
DL-metionina	0.00	0.30	0.30	0.30
L-lisina HCl*	0.00	0.00	0.35	0.35
L-histidina HCl*	0.00	0.00	0.15	0.15
Otros**	80.40	80.10	79.90	79.60
Ganancia de peso, g	26.2 ^a	28.6 ^a	29.3 ^a	27.5 ^a
Indice de eficiencia proteica	1.33 ^a	1.83 ^a	1.71 ^a	1.65 ^a

* Se consideró que la espirulina proporcionaba el 50⁰/o del requerimiento (15).

** , a Véase notas al pie de la Tabla 2.

TABLA 6

**EFFECTO DE TRATAMIENTOS FISICOS Y QUIMICOS EN LA
DIGESTIBILIDAD *in vitro* DEL ALGA ESPIRULINA,
DETERMINADA POR CUATRO DIFERENTES METODOS**

Tratamiento	PVD* o/o	o/o Materia seca digestible		AGV ^o o/o
		**	***	
Sin tratar	34.3	75.2	77.3	14.27
HCl, 2N	37.0	78.5	76.6	16.21
Cocimiento Ca (OH) ₂	37.0	72.9	76.2	14.74
Autoclave 5 lb/15 min	34.9	73.9	75.8	11.31
Autoclave 5 lb/30 min	34.4	76.2	76.1	17.41
Autoclave 10 lb/15 min	33.6	73.6	76.4	17.66
Autoclave 10 lb/30 min	32.7	75.7	76.1	16.46
Autoclave 15 lb/15 min	34.3	76.6	75.9	14.57
Autoclave 15 lb/30 min	37.0	75.5	74.8	18.10
Sulfato lauril sódico, 1 ^o /o	36.4	75.4	77.1	15.15
Sonificación durante 20 min	35.5	76.3	75.8	15.23
Cocimiento en agua, 10 min	36.7	77.8	75.4	

- * Proteína verdadera digestible, AOAC (1), base seca, promedio de 3 repeticiones.
- ** Barnes y Lynch (15), promedio de 9 repeticiones.
- *** Minson y McLeod (5) promedio de 9 repeticiones.
- Acidos grasos volátiles, calculados como ácidos acéticos, promedio de 6 repeticiones.

DISCUSION

A partir de los resultados obtenidos en los Experimentos 1, 3 y 4 se infiere que aparentemente para la rata, la lisina no es el primer aminoácido limitante en la espirulina, ya que a pesar de los niveles tan elevados de arginina en el alga, no se observó ningún efecto al agregar lisina. La adición de histidina a raciones que contenían cantidades óptimas y subóptimas de lisina no tuvo efecto alguno, como tampoco lo tuvo la suplementación de metionina a dietas preparadas con y sin lisina-histidina. Todo esto sugiere que quizás exista un factor que limita el uso de la espirulina, el

cual, incluso, enmascara las respuestas a los aminoácidos. Este factor podría ser un nivel elevado de compuestos nitrogenados no-proteicos, difíciles de digerir por la rata, o bien una baja digestibilidad de las paredes celulares de la espirulina y, por lo tanto, del alga.

La duración de los experimentos fue variable debido a que los animales que recibieron los tratamientos con espirulina se encontraban en condiciones pobres.

Los tratamientos físico-químicos a que se sometió la espirulina no mejoraron la digestibilidad en pepsina ni en líquido ruminal. En el primer caso, podría ser que el método aplicado no hubiese sido lo suficientemente sensible para este tipo de muestra, ya que la AOAC lo recomienda para proteínas de origen animal (10).

En la digestibilidad *in vitro* en líquido ruminal, los dos métodos empleados no detectaron diferencias entre tratamientos, ni filtrando la materia residual, ni destilando los ácidos grasos volátiles. Merino y col. (1) señalan que la digestibilidad de la espirulina para borregos es de 65.34% al proporcionar el alga como única fuente de proteína. Estos resultados y los obtenidos en la determinación de digestibilidad aparente confirman la suposición de que la espirulina tiene una baja disponibilidad, lo que está en desacuerdo con el NRC (13), que señala para la espirulina una digestibilidad en ratas de 84%. En las determinaciones realizadas por nosotros, se utilizó espirulina como única fuente de proteína, hecho que bien podría explicar esta discrepancia en los resultados, ya que en tales condiciones se acentuarían una serie de problemas como son el de la escasa palatabilidad de la espirulina o algún desbalance de los aminoácidos; también podría haber diferencias en la energía metabolizable de las raciones. Gutton (16) señala una energía metabolizable de la espirulina de 330 cal/kg para el cerdo. Los resultados obtenidos por nosotros aparentemente indican un valor inferior para la rata al obtenido para el cerdo. Robles, Soriano-Torres y Shimada (17) encontraron que la sustitución total de la soya de raciones para cerdos de abasto disminuye la ganancia de peso de los animales y aumenta la conversión alimenticia. Merino y colaboradores (1) en sus estudios con becerros no observaron diferencia en cuanto a aceptación ni en lo referente a aumento de peso entre una dieta preparada con pasta de ajonjolí y otra con espirulina-sorgo como sustituto del ajonjolí de la primera.

De los resultados obtenidos podemos, pues, concluir que la

utilización de la espirulina está limitada por su baja digestibilidad en raciones en las que está presente como fuente única de proteína, y por su baja palatabilidad.

SUMMARY

STUDIES ON THE NUTRITIVE VALUE OF SPIRULINE ALGAE (*Spirulina maxima*)

Nine experiments were conducted, five of them *in vivo* to determine the limiting amino acids and digestibility of spiruline algae for the rat, and four *in vitro* to determine the digestibility of the product in pepsin and ruminal liquid. None of the amino acids studied (lysine, methionine, histidine) added alone or in combination to 10% protein (either crude or true) diets provided exclusively by spiruline, seems to be limiting, although the results could be masked by the low palatability and acceptability of the product by the rats. The apparent digestibility of the algae was 67.4%. For the *in vitro* tests, the algae were subjected to several physical or chemical treatments, and the digestibility of the resulting product determined by four different techniques. In no case did the tested treatments have any effect on its digestibility.

BIBLIOGRAFIA

1. Merino H. y col. Evaluación del alga espirulina como fuente de proteína para rumiantes. *Memorias del 11º Coloquio Franco-Mexicano de Alga Spirulina*. México, D. F., México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1975.
2. Durand-Chastel. Tecuitlatl (Espirulina). En: *Memorias del 11º Coloquio Franco-Mexicano de Alga Spirulina*. México, D. F., México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1975.
3. Fevrier C. Etat d'avancement des travaux sur l'utilisation des algues spirulines dans l'alimentation des porcs. En: *Coloquio sur la Valeur Nutritionnelle des Algues Spirulines*. Institut Francais du Petrole, France, 1973.
4. Martínez, N G. & J. W. Pérez. Chromatographic separation of pigments in *Spirulina maxima* (*Algae cyanophyceae*). *Carib. J. Sci.*, 11:211-214, 1971.
5. Minson, D. W. & M. N. McLeod. The *in vitro* technique; its modification for estimating digestibility of large numbers of tropical pastures. (Technical paper). 8th Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, 1972.

6. Avila, G. E. & M. Cuca. Efecto de la alga espirulina (*Spirulina geitleri*) sobre la pigmentación de la yema de huevo. *Téc. Ped. en Méx.*, 26:47-48, 1974.
7. Avila, G. E. Valor nutritivo y pigmentante de la alga espirulina en dietas para gallinas. En: *Memorias del 11^o Coloquio Franco-Mexicano de Alga Spirulina*. México, D. F., México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1975.
8. Fernández, C. L. Efectos sobre el crecimiento y pigmentación en peces alimentados con alga espirulina. En: *Memorias del 11^o Coloquio Franco-Mexicano de Alga Spirulina*. México, D. F., México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1975.
9. Nutrient requirements of laboratory animals. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1972.
10. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 10th ed. Washington, D.C., The Association, 1965.
11. Miller, E. L. Determination of the tryptophan content of feedingstuffs with particular reference to cereals. *J. Sci. Food Agr.*, 18:381-386, 1967.
12. Jacobs, M. B. *The Chemical Analysis of Food and Food Products*. New York, N. Y., D. Van Nostrand Co. Inc., 1965.
13. National Research Council - National Academy of Sciences. *Under-exploited Plants with Promising Economic Value*. Washington, D. C., Board on Science and Technology for International Development, 1975.
14. Jones, J. D., R. Walters & P. C. Burnett. Lysine-arginine-electrolyte relationships in the rat. *J. Nutr.*, 89:171-188, 1966.
15. Barnes, R. F. & W. G. Lynch. Two stages *in vitro* rumen fermentation technique. U. S. Regional Pasture Research Laboratory, University Park, Penna., 1972.
16. Gutton, M. Etude sur poulet jaune des algues spirulines de L'IFP. Union des Fabricants d'Aliments Composés Vigny, France, 1970.
17. Robles, C. A., J. Soriano-Torres & A. Shimada. -El valor del alga espirulina (*Spirulina geitleri*) para el cerdo de abasto. *Téc. Pec. en Méx.*, 28:13-16, 1975.

EVALUACION DE LA PULPA DE CAFE COMO POSIBLE SUSTITUTO DEL MAIZ EN RACIONES PARA POLLOS DE CARNE¹

Ricardo Bressani² y Jorge Mario González³

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

RESUMEN

Se describe un estudio cuyo propósito fue recabar información sobre la posibilidad de utilizar pulpa de café como ingrediente en raciones para pollos en crecimiento. Un segundo objetivo fue evaluar el efecto de la adición del metabisulfito de sodio sobre el valor nutritivo de dicho subproducto.

Se utilizaron pollos de 15 días de edad, los cuales se alimentaron a partir de un día de edad con una dieta sin pulpa de café, y subsecuentemente por un período de tres semanas con raciones que contenían 10, 20 y 30% de pulpa de café, sin tratar y tratada con soluciones de 1 y 2% de metabi-

-
- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos provenientes de las Subvenciones Nos. PN-740 de la Research Corporation, N.Y., y PN-841 del International Development Research Centre, Ottawa, Canadá. Se contó asimismo, con la ayuda financiera de la empresa "Pulpa de Café, S.A.", con sede en San José, República de Costa Rica.
 - 2 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
 - 3 Agrónomo miembro de la citada División, y Administrador de la Finca Experimental del INCAP, "San Antonio Pachalí", departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

Publicación INCAP E-925.

sulfito de sodio. Al finalizar este período experimental, las aves se alimentaron durante 5 semanas más con dietas elaboradas con 30% de pulpa.

Los resultados del primer período experimental demostraron un efecto negativo de la pulpa en la dieta sobre el aumento de peso, la eficiencia de alimentación y el consumo de agua/peso, a medida que el nivel de su incorporación aumentaba. Aparentemente, el tratamiento de la pulpa con la solución de 2% de metabisulfito mejoró los parámetros indicados pero sin alcanzar los del grupo testigo.

Durante la segunda etapa del estudio los grupos alimentados con 30% de pulpa de café, con y sin tratamiento con metabisulfito, crecieron menos y mostraron eficiencias alimenticias significativamente inferiores a las del grupo testigo. Un hecho de interés fue la ausencia de mortalidad en los pollos, aun en aquéllos cuya dieta contenía niveles de pulpa hasta de 30% en la primera etapa del estudio.

A partir de los datos se concluyó que el uso de niveles bajos de pulpa de café, de alrededor de 10%, en dietas para pollos de carne, ofrece buenas posibilidades. No obstante, es necesario realizar estudios adicionales antes de formular cualquier recomendación al respecto.

INTRODUCCION

En los últimos años se ha notado un resurgimiento del interés por aprovechar la pulpa de café en la industria animal, sobre todo en la alimentación de bovinos (1-5) y porcinos (6,7). Existen, sin embargo, algunos estudios indicativos de que la pulpa de café podría utilizarse también en la alimentación avícola (8, 9), a pesar de que al incorporarse en la ración a niveles altos, la eficiencia alimenticia y el crecimiento de los pollos disminuyen, observándose también un aumento en los índices de mortalidad (8, 9).

Se desconoce el porqué de estas observaciones, pero sí se cuenta con cierta información sobre el efecto combinado de la cafeína y los taninos (10, 11). Por otro lado, algunos estudios han sugerido que el tratamiento de la pulpa de café con metabisulfito de sodio tiende a mejorar la calidad nutritiva del subproducto, evaluada a través de análisis químicos (12,13). Por consiguiente, reconociendo que el resultado biológico no se puede predecir a partir de los resultados químicos, se acordó evaluar la pulpa de café tratada con metabisulfito, usándola como sustituto del maíz en raciones para pollos de carne.

MATERIALES Y METODOS

La pulpa utilizada en el presente estudio se obtuvo de café de altura, procesado por el método húmedo en un beneficio del altiplano de Guatemala. El subproducto recién obtenido se transportó de inmediato a la Finca Experimental del INCAP para su procesamiento. Parte del material se extendió en un lienzo plástico a un espesor de 5 cm para ser deshidratado por medio de energía solar, revolviéndola cada 2 ó 3 horas; este procedimiento requirió cerca de 24 horas de exposición al sol. Una segunda porción se roció con 5 litros de una solución al 1% de metabisulfito de sodio por cada 150 kg de pulpa fresca, y una tercera y última porción fue rociada con 5 litros de una solución al 2% del mismo compuesto químico, también por cada 150 kg de pulpa fresca. En ambos casos la pulpa se revolvió para lograr su mejor contacto posible con el metabisulfito, y luego se deshidrató al sol. En esta forma se prepararon 35 kg de pulpa deshidratada, la cual se molió y analizó por el método de Kjeldahl (14) para determinar su contenido de proteína cruda. Este varió entre 9.5 y 10.3%.

Con la pulpa de café obtenida en la forma descrita se prepararon 10 dietas, cuatro de las cuales se detallan en la Tabla 1. Como se observa, en base a peso, en las dietas Nos. 2, 3 y 4, la pulpa sustituyó una cantidad igual de maíz amarillo molido (10, 20 y 30% respectivamente). En otras 3 dietas (Nos. 8, 9 y 10) se utilizó pulpa de café tratada con 1% de solución de metabisulfito de sodio, y en otras tres, pulpa tratada con la misma solución, esta vez al 2%. Las dietas no se uniformizaron en lo que a fibra cruda se refiere, a pesar de que la pulpa contiene cantidades significativamente mayores de este componente que el maíz.

En los ensayos biológicos se utilizaron 200 pollos de un día de edad, los que fueron alimentados durante 15 días con la dieta testigo, sin pulpa (Tabla 1). Los polluelos, en grupos de 10, se alojaron en baterías especiales con temperaturas controladas y en ese período se sometieron a mediciones de peso, consumo de alimento y de agua por grupo.

Después de dos semanas de estar sometidos a dicho tratamiento, los animales se pesaron y se distribuyeron en grupos de 10, según el peso, asignando dos grupos por dieta. El peso inicial fue igual para todos los grupos, los cuales se alojaron en sus respectivas jaulas, alimentándose por 21 días con las dietas correspondientes. Durante este período también se midieron los

cambios de peso, consumo de alimento y consumo de agua por grupo. Al finalizar esta segunda parte del estudio se integraron grupos de 50 pollos, los que se alojaron en gallineros con piso de cemento y se alimentaron por 3 semanas más con las dietas Nos.

TABLA 1
INGREDIENTES DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
UTILIZADAS EN EL ESTUDIO
 (Expresados en %)o)

Ingredientes	Dietas No.			
	1 (Testigo)	2	3	4
Harina de soya	35.00	35.00	35.00	35.00
Hueso molido	2.10	2.10	2.10	2.10
Carbonato de calcio	1.50	1.50	1.50	1.50
Sal yodada	0.45	0.45	0.45	0.45
Vitaminas y elementos menores*	0.55	0.55	0.55	0.55
DL-metionina	0.10	0.10	0.10	0.10
Aceite de soya	5.00	5.00	5.00	5.00
Maíz amarillo	55.30	45.30	35.30	25.30
Pulpa de café**	—	10.00	20.00	30.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína cruda, %o	21.0	21.0	21.1	21.1
Lisina, %o	1.24	1.25	1.26	1.27
Azufrados totales, %o	0.76	0.73	0.70	0.68
Kcal totales/kg	3,517	3,401	3,285	3,169

* Suplemento comercial para pollos de carne.

** Las dietas Nos. 5, 6 y 7 contenían 10, 20 y 30%o de pulpa de café tratada con 1%o de metabisulfito de sodio, respectivamente, y las dietas Nos. 8, 9 y 10 contenían las mismas cantidades de pulpa pero tratada con 2%o de metabisulfito de sodio.

1, 4, 7 y 10, sin pulpa de café y las dietas con 30% de pulpa de café tratada con 0, 1 y 2% de solución de metabisulfito. El grupo alimentado con la dieta No. 1 estaba integrado por todos los pollos (20) que habían consumido la dieta No. 1, y 10 pollos de las dietas 2, 5 y 8, que contenían 10% de pulpa de café. El grupo alimentado con la dieta No. 4 se formó de todos los pollos de los grupos 3 y 4, y 10 del grupo 2, mientras que el grupo alimentado con la dieta No. 7 se integró con todos los pollos de los grupos 6 y 7 y con 10 del grupo 5. Finalmente, el grupo alimentado con la dieta No. 10 se formó de 10 pollos del grupo 8 y de todos los pollos de los grupos 9 y 10. De nuevo se midió el cambio de peso y el alimento consumido.

RESULTADOS

La Tabla 2 resume los cambios de peso, consumo de alimento y de agua y eficiencia alimenticia de los pollos durante los primeros 15 días del ensayo, datos que destacan la alta calidad nutritiva de la dieta basal utilizada. Las diferencias en cuanto a peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia y consumo de agua por gramo de peso no fueron estadísticamente significativas entre los diversos grupos, lo cual era de esperar ya que la dieta fue la misma para todos. Estos datos se presentan tan solo a título de referencia.

Los cambios en peso observados durante la segunda etapa del estudio se aprecian en la Tabla 3. Esta etapa fue de 21 días, o sea de la 2a. a la 5a. semana de edad. Las cifras indican que entre el aumento en peso y el porcentaje de pulpa de café sin tratar o tratada con 1 y 2% de metabisulfito, respectivamente, existe una relación inversa. Sin embargo, el tratamiento con 2% de la solución de metabisulfito no indujo una reducción en el aumento en peso tan marcada como cuando se usó la pulpa sin tratar. No hubo mortalidad en ninguno de los grupos bajo estudio.

Los datos de consumo de alimento y conversión alimenticia se presentan en la Tabla 4. El consumo, según se aprecia, disminuyó conforme el contenido de pulpa se incrementaba en las dietas, efecto que fue menos notorio cuando la pulpa se trató con metabisulfito de sodio.

Lo mismo se nota en cuanto a la conversión del alimento, o sea que la conversión empeoró a medida que la pulpa de café aumentaba en la dieta. La pulpa tratada con metabisulfito tuvo

TABLA 2

COMPORTAMIENTO DE LOS POLLOS ALIMENTADOS CON LA DIETA TESTIGO
DURANTE LOS PRIMEROS 15 DÍAS

(Valores promedio de dos réplicas de 10 pollos/repetición)

Grupo No.	Aumento en peso ¹ (g/10 pollos)	Consumo de alimento ² (g/10 pollos)	Consumo de agua ³ (cc/10 pollos)	Eficiencia alimenticia ⁴	Consumo de agua/ peso de pollo ⁵ (cc/g peso)
1	205 ± 6.5*	3,096	6,540	1.51	2.73
2	213 ± 6.1	3,327	5,872	1.56	2.34
3	222 ± 4.9	3,442	6,800	1.58	2.60
4	223 ± 7.3	3,550	6,430	1.59	2.43
5	229 ± 6.8	3,437	6,990	1.51	2.57
6	234 ± 8.2	3,676	7,027	1.57	2.52
7	253 ± 5.1	3,871	6,880	1.53	2.30
8	238 ± 4.8	3,696	6,637	1.55	2.33
9	251 ± 5.6	3,842	7,382	1.53	2.46
10	267 ± 6.4	4,203	7,382	1.57	2.31

1 Peso promedio inicial por grupo: 35, 38, 40, 41, 43, 44,46,47,49 y 52 g para los grupos de 1 a 10, respectivamente.

2 Consumo promedio de alimento por grupo de 10 pollos en 15 días.

3 Consumo promedio de agua por grupo de 10 pollos en 15 días.

4 Gramo de alimento consumido/g de aumento en peso.

5 cc de agua consumida/peso final de los pollos a los 15 días.

* Error estándar.

TABLA 3
AUMENTO EN PESO DE LOS POLLOS ALIMENTADOS CON LAS DIFERENTES DIETAS
 (Expresado en gramos)

Pulpa de café en la dieta o/o		Tratamiento de la pulpa de café		
		0 ^o /o sulfito	1 ^o /o sulfito	2 ^o /o sulfito
		Aumento promedio en peso, g ^{1,2}		
0	Réplica ¹	623 ± 23.9*	—	—
	Réplica ²	585 ± 23.9	—	—
	\bar{x}	604 ± 17.0		
10	Réplica ¹	562 ± 34.3	498 ± 14.5	571 ± 35.6
	Réplica ²	530 ± 30.6	509 ± 26.8	586 ± 24.7
	\bar{x}	546 ± 22.7	503 ± 14.9	578 ± 21.2
20	Réplica ¹	330 ± 16.9	336 ± 18.4	470 ± 25.3
	Réplica ²	332 ± 22.2	405 ± 23.5	456 ± 16.3
	\bar{x}	331 ± 13.6	371 ± 16.5	463 ± 14.7
30	Réplica ¹	196 ± 9.9	170 ± 13.2	241 ± 12.2
	Réplica ²	181 ± 14.1	228 ± 20.2	278 ± 22.3
	\bar{x}	189 ± 8.6	199 ± 13.5	260 ± 13.1

1 Peso promedio inicial/réplica: 277 g a los 14 días de edad.

2 Aumento en peso de la 2a a la 5a semana.

* Error estándar.

TABLA 4

CONSUMO DE DIETA POR LOS POLLOS ALIMENTADOS CON VARIOS NIVELES DE PULPA DE CAFE DURANTE 3 SEMANAS*

Grupo No.	Pulpa de café en la dieta, %	Tratamiento de la pulpa	Consumo de dieta, g totales			Eficiencia alimenticia
			Réplica I**	Réplica II**	Promedio	
1	0	Ninguno	11,936	11,844	11,880	1.97
2	10	Ninguno	11,949	11,808	11,878	2.17
3	20	Ninguno	9,684	9,730	9,707	2.93
4	30	Ninguno	8,577	7,872	8,224	4.52
5	10	1 ^o /o sulfito	11,798	11,026	11,412	2.27
6	20	1 ^o /o sulfito	9,511	10,267	9,889	2.67
7	30	1 ^o /o sulfito	8,001	9,135	8,568	4.33
8	10	2 ^o /o sulfito	12,380	12,486	12,433	2.15
9	20	2 ^o /o sulfito	11,672	11,626	11,649	2.52
10	30	2 ^o /o sulfito	9,347	9,615	9,481	3.65

* 3a, 4a y 5a. semana.

** Cada réplica contaba con 10 pollos.

efectos favorables aunque éstos nunca lograron superar los de la dieta testigo.

El consumo total de agua durante 3 semanas y la relación entre este parámetro, expresado en términos de cc por g de peso, se muestran en la Tabla 5. El consumo de agua en este caso disminuyó a medida que la cantidad de pulpa en las dietas aumentaba, pero la relación entre consumo de agua y peso aumentó conforme el contenido de pulpa aumentaba. La pulpa tratada con 2% de metabisulfito rindió las cifras más bajas, en comparación con grupos equivalentes alimentados con el mismo contenido de pulpa de café sin tratamiento.

TABLA 5
CONSUMO PROMEDIO DE AGUA DURANTE 3 SEMANAS,
EN RELACION AL PESO POR POLLO

Grupo No.	Pulpa de café en la dieta, %	Promedio de consumo de agua durante 3 semanas (cc/réplica)	Promedio de consumo de agua (cc/g de peso por pollo)
1	0	34,570	3.92
2	10	32,435	3.94
3	20	29,620	4.87
4	30	23,565	5.13
5	10 (1% sulfito)	32,335	4.14
6	20 (1% sulfito)	29,780	4.60
7	30 (1% sulfito)	25,195	5.30
8	10 (2% sulfito)	29,825	3.49
9	20 (2% sulfito)	31,040	4.19
10	30 (2% sulfito)	26,982	5.03

Finalmente, en la Tabla 6 se incluyen los datos recabados durante las últimas 5 semanas del estudio, o sea cuando los pollos tenían de 5 a 10 semanas de edad. Estos datos indican que entre las tres dietas que contenían 30% de pulpa de café, al parecer la mejor fue aquélla que contenía pulpa de café tratada con 2%

de la solución de metabisulfito, pero ninguna de las dietas preparadas con pulpa indujo los aumentos de peso obtenidos con la dieta testigo. La eficiencia alimenticia reflejó lo mismo que el aumento en peso. El análisis estadístico de covarianza a que se sometieron los datos, reveló que el grupo testigo fue superior a los otros grupos, aun ajustando el peso promedio inicial. Asimismo, indicó que el grupo que consumió la dieta con 30% de pulpa de café tratada con 1% de metabisulfito, fue el que rindió los resultados más bajos, siendo los otros dos grupos estadísticamente iguales.

TABLA 6

CAMBIOS EN PESO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA DE LOS POLLOS ALIMENTADOS DURANTE 5 SEMANAS CON DIETAS QUE CONTENIAN 30% DE PULPA DE CAFE

Pulpa de café en la dieta, %	Tratamiento ¹	Cambios en peso, g		Eficiencia alimenticia
		Inicial	Aumento	
0	Testigo	847 ± 17.0*	1,443 ± 45.1*	2.65
30	Sin sulfito	590 ± 21.2	766 ± 26.9	4.36
30	1% sulfito	604 ± 20.6	703 ± 21.8	4.96
30	2% sulfito	679 ± 20.7	844 ± 30.5	4.25

1 Dos réplicas de 25 pollos cada una.

* Error estándar.

DISCUSION

Es un hecho bien conocido que al poco tiempo de haber obtenido la pulpa, ésta principia a cambiar su color rojo original adquiriendo un pardo oscuro, fenómeno que, se cree, se debe a reacciones de los fenoles con proteínas y otras sustancias, catalizadas por la enzima polifenol-oxidasa (15-17). Esta reacción, consecuentemente, reduce la disponibilidad biológica de la proteína de la pulpa, según lo sugiere una digestibilidad proteínica

de 30% (5). Se sabe que la reacción indicada —que ocurre en todos los sistemas biológicos vegetales— puede ser inhibida por la adición de sulfito (15-17). Por consiguiente, en el presente estudio la pulpa se trató con metabisulfito de sodio, en la confianza de que este tratamiento no reduciría la digestibilidad de la proteína y, en cambio, se tradujera en una mejor utilización de la misma por parte del animal.

Los resultados indicaron, sin embargo, que tanto el crecimiento como el consumo de alimento y la eficiencia de utilización del mismo por parte de los pollos, fue menor conforme aumentaba el nivel de pulpa usada como sustituto del maíz en la dieta. Esto sugiere que a pesar de que el animal puede aprovechar la proteína de la pulpa, ésta contiene otros factores que son los responsables de los efectos señalados, incluyendo una posible reducción en el contenido de energía de la ración conforme aumenta la cantidad de pulpa en la dieta. Se reconoce que esto último puede ser importante, lo cual será objeto de estudios posteriores.

Los resultados de otros estudios relativos a la deshidratación de la pulpa de café (12), muestran que el tratamiento con metabisulfito de sodio induce ciertos cambios en las paredes estructurales de la pulpa, en tanto que su contenido de cafeína sufre muy pocos cambios. No obstante, el contenido de taninos se mantiene relativamente alto (12). Se ha demostrado también que la adición de ácido tánico a dietas para pollos reduce su crecimiento, su consumo de alimento y su eficiencia de alimentación (18, 19). De los resultados del presente estudio puede así concluirse que el efecto observado al usar pulpa de café se debió probablemente a los altos niveles de taninos que ésta aportaba a la dieta.

Aparentemente, estos últimos pueden interferir con ciertos procesos metabólicos, como son el de utilizar grupos metilo (15, 20), o azufre para su detoxificación y eliminación del organismo (15, 20). La adición de metionina (18, 20), colina (18, 20) y de algunos otros compuestos, así como el aumento de la concentración de proteína en la dieta (21), han demostrado contrarrestar el efecto adverso de los taninos.

Sin embargo, no todo ese efecto puede ser atribuido a los taninos, ya que es probable que la cafeína juegue un papel en ese sentido dada su acción diurética, la que puede acentuarse en la presencia de taninos. Una mayor excreción de orina induce una mayor eliminación de nitrógeno, como ya se ha demostrado en terneros (3) y en perros (22). Esto causa mayor "stress" al animal, y el resultado es un menor crecimiento. En el estudio que

nos ocupa no se midió la excreción total de orina, ya que en las aves ésta se excreta mezclada con las heces, pero sí se demostró que el consumo de agua por peso era mayor en los pollos que consumieron pulpa de café, efecto que probablemente haya sido causado por una mayor excreción de orina.

Desde el punto de vista práctico, parece ser que aun cuando el tratamiento de la pulpa con metabisulfito se traduce en cambios químicos favorables (12), no mejora significativamente su valor nutritivo, según revelan los datos derivados de este estudio y de otros realizados con cerdos (23). Por otro lado, el consumo de altos niveles de pulpa (30% de la ración), no indujo mortalidad alguna. Se podría así concluir que es posible que dicho subproducto pueda utilizarse en dietas para pollos en las últimas etapas del período de crecimiento y engorde, antes de ser procesados para carne, pero siempre a niveles que no excedan del 10%. Sin embargo, antes de emitir recomendaciones categóricas sobre el uso de este subproducto agrícola en raciones para pollos, es necesario realizar nuevas investigaciones en este sentido y establecer si existe alguna justificación económica para recomendarlo, aun a niveles bajos en la dieta, ya que los pesos finales y la conversión alimenticia en los grupos alimentados con pulpa de café fueron menores que los observados con el grupo testigo.

SUMMARY

STUDIES ON THE POSSIBLE USE OF COFFEE PULP AS A CORN SUBSTITUTE IN POULTRY RATIONS

A study was conducted to determine the possibility of using coffee pulp as an ingredient of chick rations. Another objective of the study was to evaluate the biological effect of adding sodium metabisulfite on the nutritive value of the agricultural by-product.

Fifteen day-old chicks were fed rations containing 10, 20 and 30% coffee pulp, untreated and treated with 1 and 2% solutions of sodium metabisulfite. After three weeks on these rations, the animals were switched to one containing 30% coffee pulp, for five weeks.

Results of the first experimental period showed a negative effect of coffee pulp on weight gain, feed conversion and water consumption on a water intake/weight basis. Apparently, treatment of coffee pulp with a 2% solution of sodium metabisulfite improved the above parameters but without reaching those attained by the control ration.

In the second part of the study, the groups fed 30% coffee pulp, with and without metabisulfite treatment, gained less weight and showed lower feed conversion efficiencies than the control group. An interesting fact was the absence of mortality even in those groups fed 30% coffee pulp in the first part of the study.

From these data it is concluded that coffee pulp at levels of 10% can be used with no problem in chick rations. It is necessary, however, to carry out additional studies before recommending the use of this by-product in poultry rations.

BIBLIOGRAFIA

1. Jarquín, R., J. M. González, J. E. Braham & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. *Turrialba*, 23: 41-47, 1973.
2. Braham, J. E., R. Jarquín, J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23: 379-388, 1973.
3. Cabezas, M. T., J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café. *Turrialba*, 24: 90-94, 1974.
4. Cabezas, M. T., E. Estrada, B. Murillo, J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. XII. Efecto del almacenamiento sobre el valor nutritivo de la pulpa de café para terneros. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 26: 203-215, 1976.
5. Vargas, E., M. T. Cabezas & R. Bressani. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. I. Digestibilidad *in vivo* de la pulpa. *Agron. Cost.*, 1: 51-56, 1977.
6. Jarquín, R., F. A. Rosales, J. M. González, J. E. Braham & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. IX. Uso de la pulpa de café en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y acabado. *Turrialba*, 24: 353-359, 1974.
7. Jarquín, R., R. A. Gómez-Brenes, L. Berducido & R. Bressani. Efecto de los niveles proteínicos y de la pulpa de café en raciones para cerdos criollos. *Turrialba*, 27:179-185, 1977.
8. Bressani, R., E. Estrada, L. G. Elías, R. Jarquín & L. U. de Valle. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. *Turrialba*, 23: 403-409, 1973.
9. Squibb, R. L. & A. Falla. Effect of dried coffee pulp on growth and mortality of baby chicks. Trimestral Report (Sept-Dec. 31) of the Instituto Agropecuario Nacional "La Aurora". Guatemala, IAN, 1949.
10. Estrada, E. **Cafeína y Taninos como Factores Limitantes en el Uso de la Pulpa de Café en la Alimentación de Terneros.** Tesis de graduación

- de **Magister Scientifica**e. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/INCAP. Guatemala, C.A., noviembre de 1973.
11. Cabezas, M. T., B. Murillo, R. Jarquín, J. M. González, E. Estrada & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. **Turrialba**, **24**: 160-167, 1974.
 12. Murillo, B., M. T. Cabezas, R. Jarquín & R. Bressani. Effect of bisulfite addition on the chemical composition and cellular content fractions of dehydrated coffee pulp. **J. Agr. Food Chem.**, **25**:1090-1092, 1977.
 13. Bressani, R., M. T. Cabezas, R. Jarquín & B. Murillo. The use of coffee processing waste as animal feed. En: **Proceedings of the Conference on Animal Feeds of Tropical and Sub-Tropical Origin, London, England, 1-5 April, 1974**. London, England, The Tropical Products Institute, 1975, p. 107-117.
 14. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D.C., The Association, 1965.
 15. McLeod, M. N. Plant tannins – their role in forage quality. **Nutr. Abst. Revs.**, **44**: 803-815, 1974.
 16. Loomis, W. D. & J. Battaile. Plant phenolic compounds and the isolation of plant enzymes. **Phytochem.**, **5**: 423-438, 1966.
 17. Mathew A.G. & H.A.B. Parpia. Food browning as a polyphenol reaction. **Adv. Food Res.**, **19**:75-132, 1971.
 18. Vohra, P., F. H. Kratzner & M. A. Joslyn. The growth depressing and toxic effects of tannins to chicks. **Poultry Sci.**, **45**: 135-142, 1966.
 19. Chang, S. I. & H. L. Fuller. Effect of tannin content of grain sorghums on their feeding value for growing chicks. **Poultry Sci.**, **43**: 30-36, 1974.
 20. Armanious, M. W., W. M. Britton & H. L. Fuller. Effect of methionine and choline on tannic acid and tannin toxicity in the laying hen. **Poultry Sci.**, **52**: 2160-2168, 1973.
 21. Schaffert, R. E., D. L. Oswald & J. D. Axtell. Effect of supplemental protein on the nutritive value of high and low tannin *Sorghum bicolor* (L) Moench grain for the growing rat. **J. Animal Sci.**, **39**: 500-505, 1974.
 22. Bressani, R. & J. E. Braham. Effect of water intake on nitrogen metabolism in dogs. **J. Nutr.**, **82**: 469-474, 1964.
 23. Jarquín, R. & R. Bressani. Evaluación nutricional, en cerdos, de la pulpa de café sometida a varios procesos de almacenamiento. **Turrialba**, **27**:385-391, 1977.

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

En cumplimiento a la recomendación adoptada en sesión plenaria por el IV Congreso Latinoamericano de Nutrición,* y a propuesta de los participantes en el “Coloquio sobre Sistemas de Vigilancia Epidemiológica Nutricional”, el 27 de noviembre de 1976 se constituyó en la ciudad de Caracas, Venezuela, un Grupo Permanente de Trabajo de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) en Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional (SVAN). Guiaron la creación de este Grupo los siguientes propósitos:

1. Recoger y mantener una bibliografía actualizada sobre los Sistemas en referencia, y darla a conocer a los integrantes del Grupo Permanente de Trabajo, a través de sus corresponsales en cada país. Para cumplir esta finalidad, es obligación de los integrantes informar al Coordinador del Grupo de SVAN acerca de todos los trabajos publicados y artículos que aparezcan en la literatura sobre vigilancia alimentaria-nutricional. En aquellos casos en que los manuscritos no hayan sido publicados en una revista de amplia circulación internacional, deberán enviarle una copia de los mismos.

2. Mantener un intercambio de información sobre las diversas experiencias en cada uno de los países.

3. Coordinar y estimular la investigación en los distintos componentes del proceso del SVAN.

4. Promover y participar, juntamente con las agencias internacionales interesadas, en la organización de actividades de orientación y adiestramiento sobre los SVAN en Latino América.

* *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(1): 153, 1977.

5. Establecer relaciones con el Grupo de Vigilancia Nutricional de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) y otros grupos o asociaciones similares interesadas en estos Sistemas.

Coordinación

El Grupo Permanente de Trabajo de la SLAN en Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional eligió como Coordinador al Dr. José Aranda-Pastor (INCAP, Apartado 1188, Guatemala, C.A.), a quien deberán dirigirse todos aquellos socios de la SLAN que estén interesados en pertenecer al Grupo en cuestión. (Se agradece a todos los que participaron en la creación del Grupo en Caracas, ratificar por escrito su interés en ser miembros del mismo).

RESEÑAS Y ACTUALIDADES

Se inicia esta Sección, en forma permanente, en el presente número de *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, siendo su finalidad mantener informados a los socios de la SLAN y otros lectores interesados, sobre las publicaciones, investigaciones, experiencias en los países y eventos que en el campo de la vigilancia alimentaria-nutricional vayan suscitándose. Obviamente, la Oficina de Coordinación necesita de la ayuda de todos aquellos interesados en el tema, por lo que esperamos recibir sus noticias y comentarios, así como el material que vaya surgiendo en los países, tanto en forma de publicaciones periódicas como esporádicas, o bien mimeografiadas. Esto permitirá alimentar el fichero que hemos iniciado y proporcionar también información periódica y regular.

Sesión Plenaria y Sesión sobre "Estudio de Casos" sobre *Sistemas de Vigilancia Nutricional* en el XI Congreso Internacional de Nutrición, Río de Janeiro, Brasil, del 27 de agosto al 1o. de septiembre de 1978. Se presentarán en sesión plenaria los componentes más importantes que conforman un SVAN, y en la sesión dedicada a "Estudio de Casos" se ha programado exponer las experiencias en este campo en Centro América, Colombia, Etiopía, Yugoslavia y Filipinas. Este evento proporcionará una excelente oportunidad de obtener un paquete actualizado y coherente de los trabajos sobre vigilancia alimentaria-nutricional, iniciados en

Latino América con el "Coloquio sobre Sistemas de Vigilancia Epidemiológica Nutricional" celebrado con motivo del IV Congreso Latinoamericano de Nutrición que se llevó a cabo en Caracas, en 1976, y que ALAN publicó en su integridad en el Suplemento 2 del Volumen 27 (2), junio de 1977.

Fichero Bibliográfico

Aun cuando el interés de la Oficina de Coordinación es presentar las citas bibliográficas acompañadas del sumario respectivo, mientras se obtienen los fondos necesarios para ello ha decidido iniciar esta sección con una lista de los trabajos relacionados con el tema y que hasta el momento han llegado a nuestra sede. Problemas de espacio nos obligan por el momento a subdividir la cantidad de referencias en cada uno de los números de ALAN. Posteriormente, sin embargo, esperamos ponernos al día a fin de incluir en cada listado las últimas publicaciones que salgan a luz. Por ahora, se citan las siguientes:

- Aranda-Pastor, J., G. Arroyave, M. Flores, M.A. Guzmán & R. Martorell. Indicadores mínimos del estado nutricional. *Rev. Col. Méd. (Guatemala)*, 26:5-27, 1975.
- Aranda-Pastor, J. Estructuración administrativa y operacional de un sistema de vigilancia epidemiológica nutricional. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):46-59, 1977 (Suplemento 1).
- Bengoa, J.M. & G.H. Beaton. Nutritional aspects in disasters. (Chapter 28). En: *Nutrition in Preventive Medicine. The Major Deficiency Syndromes: Epidemiology and Approaches to Control*. G.H. Beaton y J.M. Bengoa (Eds.). Vol. III. Geneva, World Health Organization, 1976, p. 552-570. (Documento de Trabajo NUTR/73.3).
- Bengoa, J.M. Vigilancia nutricional preventiva. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):1-8, 1977. (Suplemento 1).
- Burgess, H.J.L. Surveillance of the population at risk: the community. (Chapter 18). En: *Nutrition in Preventive Medicine. The Major Deficiency Syndromes: Epidemiology and Approaches to Control*. G.H. Beaton y J.M. Bengoa (Eds.). Vol. II. Geneva World Health Organization, 1976, p. 349-363. (Documento de Trabajo NUTR/73.3).
- Daza, C.H. Comentario al Trabajo: Indicadores, fuentes, recolección y flujo de la información del sector salud en un

- sistema de vigilancia epidemiológica nutricional. La vigilancia epidemiológica del estado nutricional y su incorporación a los sistemas regulares de información en salud. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):18-24, 1977. (Suplemento 1).
- Departamento de Política Económica y Social de la FAO. Examen de los indicadores del desarrollo general y agrícola. *Boletín del Grupo Asesor de Proteínas del Sistema de Naciones Unidas (GAP)*, 4(4):6-17, 1974.
- Fajardo, L., A. Pradilla., *et. al.* Modelos interpretativos para la selección de prioridades de nutrición (nivel local y nivel nacional). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):89-107, 1977. (Suplemento 1).
- Izaguirre, P.M. Comentario al Trabajo: Indicadores agropecuarios, meteorológicos y socioeconómicos, fuentes, recolección y flujo de información. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2): 39-45, 1977. (Suplemento 1).
- Kevany, J.P. Indicadores, fuentes, recolección y flujo de la información del sector salud en un sistema de vigilancia epidemiológica nutricional. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2): 9-17, 1977. (Suplemento 1).
- Lechat, M.F. & C. de Ville de Goyet. Sistema de alarma precoz de deterioro nutricional en período de emergencia. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):64-80, 1977. (Suplemento 1).
- Llopis, A. Comentario al trabajo: Estructuración administrativa y operacional de un sistema de vigilancia epidemiológica nutricional. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):60-63, 1977. (Suplemento 1).
- Martínez, M. Indicadores agropecuarios, meteorológicos y socioeconómicos, fuentes, recolección y flujo de la información. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):25-38, 1977. (Suplemento 1).
- Mason, J.B. Vigilancia de la nutrición. *Aliment. Nutr.* (FAO), 1(4):24-27, 1975.
- Menchú, M.T., N. García, A. Pradilla, I. Beghin & J. del Canto. Información base y modelo conceptual previos al establecimiento de un sistema de vigilancia nutricional en Honduras. Presentado en: *IV Congreso Latinoamericano de Nutrición, Caracas, Venezuela, 21 al 27 de noviembre de 1976.*
- Methodology of Nutritional Surveillance.* Report of a Joint FAO/UNICEF/WHO Expert Committee, Geneva, 1-10 October, 1975. Geneva, World Health Organization, 1976, 66 p. (WHO Technical Report Series No. 593).

- Organización Panamericana de la Salud. Utilización de los sistemas de vigilancia de enfermedades transmisibles en la vigilancia del estado nutricional. Washington, D.C., OPS, 1975, 21 p. (Documento mimeografiado).
- Seminario sobre la Ecología de los Desastres Naturales, Bruselas, Bélgica, 7 a 10 de diciembre de 1971.* M.F. Lechat (Ed.). Publicado por la Escuela de Salud Pública de la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica, 1972.
- Toro, J., R. Chateaufneuf, J. Ariza & R. Ferreyra. Comentario al Trabajo: Modelos interpretativos para la selección de prioridades en nutrición. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2): 108-114, 1977. (Suplemento 1).
- Urrutia, J.J. Comentario al Trabajo: Sistema de alarma precoz de deterioro nutricional en período de emergencia. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 27(2):81-88, 1977. Suplemento 1).

Ayude a mantener dinámico al Grupo SVAN informándolo permanentemente sobre manuscritos que hayan salido a luz, proyectos en desarrollo, y eventos realizados o programados.

EL INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA

Y PANAMA

Y

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

anuncian la publicación de

CONOCIMIENTOS ACTUALES EN NUTRICION

Editor: G. Arroyave, INCAP

Esta publicación es la traducción al español de "Present Knowledge in Nutrition", 4a. edición, original de "The Nutrition Foundation, Inc." Obra de referencia clásica para bibliotecas institucionales y personales, incluye 53 capítulos sobre todos los nutrientes esenciales y los problemas más importantes de nutrición humana en salud y enfermedad. Su lectura lo pondrá al día en los avances de nutrición por medio de revisiones actualizadas de la literatura. Se considera indispensable para investigadores, profesionales y estudiantes en Nutrición y Ciencias de los Alimentos.

**Pedidos a: Archivos Latinoamericanos de Nutrición
c/o INCAP, Apartado Postal 1188
Guatemala, Guatemala, C.A.**

Precio (incluye envío aéreo): US\$6.00

BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

ARGENTINA

El lactante y la relación calórico-proteica. A. S. Segura, P.A. Armeline e Y. Bettoni (Cátedra de Pediatría, Univ. Católica de Córdoba, Argentina). Archivos Argentinos de Pediatría, 74: 24-25, 1976.

Se comparan valores para la razón proteína:energía de leche humana, y de leche de vaca maternizada y natural. Usando las ecuaciones de Miller y Payne (Nutr. Abst. Revs., 32, 2424) se calculó que durante las primeras 12 semanas de vida y asumiendo una utilización neta proteínica de 80%, la proteína neta como por ciento de energía total de la dieta debería ser de 9.00 a 10.18%. Una proporción más pequeña de proteína sería inadecuada y una cantidad mayor sería anti-económica. La ingesta óptima de energía se discute en este artículo en relación a las cifras de proteína propuestas. 14 Ref.

BRASIL

Inter-American study of infant mortality: breast feeding

in Recife and current programmes. I. dos Santos. (Investigação interamericana de mortalidade na infância: alguns aspectos do aleitamento materno em Recife e ações em desenvolvimento. (Escola de Enfermagem, Univ. Federal de Pernambuco, Brazil). Bol. Of. San Pan., 81:399-404, 1976.

In Recife, of 1,029 children under 5 years, 64.7% belonging to the lowest socioeconomic group, only 24% were breast fed for 1 month or longer. Breast feeding is encouraged by the use of tape recordings, before and after parturition, to explain its importance to mothers, by educational programs in outpatient services and by emphasis on its nutritional value in courses for nurses.

Avaliação qualitativa e quantitativa das refeições recebidas em casa pelas crianças da creche. P. Bastianelli. Revista Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação/Setor de Alimentos Calórico-Proteicos, No.

32.3, 1977.

Mothers of 151 children up to 6 years old who spent the day in the municipal crèche of Penha, São Paulo, filled in a questionnaire on food given to the children at home. The children were in 5 groups according to age. No breakfast was given to 22.52% of the children and it was inadequate for 42.72% of those who were given it; 44.37% had no milk with their breakfast. No dinner was given to 12.58% of the children and it was inadequate for 66.98% of those who were given it; 47.02% had no meat or eggs at dinner and 65.56% had no vegetables. No fruit was eaten by 76.82% of the children. No food was given at home to 5.96% who ate at the crèche only.

Nível alimentar, renda e educação. E.L.G. Alves. (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, São Paulo, Brasil). Revista Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação/Setor de Alimentos Calórico-Proteicos, No. 30, 17-44, 1977.

Durante 12 meses, el 15.7% de 2,380 familias en São Paulo tuvieron ingestas inadecuadas de energía y proteína. El promedio de ingreso familiar de aquellas familias con una dieta adecuada fue alrededor del doble que el de aquellas con una dieta inadecuada; el nivel educacional del jefe de la familia no mostró relación con el estado nutricional de la misma. Se concluye que alrededor de 870,000

personas en São Paulo tienen una dieta inadecuada. 9 Ref.

GUATEMALA

Effects of maternal nutrition on fetal growth and infant development. R. E. Klein, P. Arenales, H. Delgado, P.L. Engle, G. Guzmán, M. Irwin, R. Lasky, A. Lechtig, R. Martorell, V.M. Pivaral, P. Russell and C. Yarbrough. (Division of Human Development, Institute of Nutrition of Central America and Panama, (INCAP), Guatemala City, Guatemala C.A.). Bull. Pan Am. Health Org., 10:301-316, 1976.

The 4 villages in Guatemala had moderate malnutrition, infection, no sanitation and contaminated water. Staples were maize and beans, with animal protein 12% of total protein intake. Women in 2 villages were given supplements of atole, a maize gruel, and in the other 2 fresco, a cool drink. In 180 ml, atole supplied energy 163 kcal and protein 11 g; fresco 59 kcal and no protein; they provided equal minerals and vitamins. Children studied were 412 aged under 3 years when study began in January 1969 and 671 born between then and February 1973. Women had about the same energy intakes from home food; 68 got over and 118 got under 20,000 kcal beginning, during pregnancy, or lactation from fresco,

102 got over and 117 got under 20,000 kcal from atole. The higher-energy supplements gave on average 35,000 kcal/pregnancy or 125 kcal daily. From bar charts, incidence of infants under 2,500 g birthweight was about 18% with less and 8% with more energy in supplement. Association between birthweight and supplement was not accounted for by variables other than energy, such as mother's size or obstetric characteristics, morbidity or socioeconomic status. Protein:energy ratio of ordinary diet was high and energy supplement alone seemed sufficient. For 581 children up to 3 years old, the incidence of measurements showing retarded growth was about 40% for infants given under 5,000 kcal/3 months for at least 42 months, directly or through the mother; 25% with 5,000 to 10,000 kcal and 15% with more. Atole may have been slightly better than fresco, and the difference is being studied. Tables give details of the relation between supplements and results of psychological tests. From age 15 months onward, the better-nourished infants did better in mental and motor tests; that applied to grouping as high, medium or low-supplemented infants and to the measure of total supplement ingested. Relations remained significant when only the mother's supplement during pregnancy was considered, and disappeared when only the lactating mothers' and infants' were considered, so pregnancy was the critical time for supplements. Results are discussed; they have

wide implications for public health. Of 671 children born during the study 44 died in their 1st year; the relation between low birthweight and high mortality is known. 15 Ref.

Vitamin A deficiency and anemia in Central American children. L.A. Mejía, R.E. Hodges, G. Arroyave, F. Viteri and B. Torún. (Department of Internal Medicine, Section of Nutrition, TB 148, University of California School of Medicine, Davis, Calif. 95616, U.S.A.). *Am. J. Clin. Nutr.*, 30: 1175-1184, 1977.

A retrospective evaluation was made of information from 6 nutrition surveys of Central America and Panama. Children 1 to 4, 5 to 8, and 9 to 12 years old living between 0 and 2,500 feet above sea level were studied. In children between 5 and 12 years old there was a significant positive correlation between Hb and plasma retinol. In children 1 to 4 years old there was no such correlation. In children of all age groups there were positive correlations between plasma retinol and serum Fe. Percentage saturation of transferrin was lower when plasma retinol was low. In children with an adequate intake of Fe as classified by dietary information and socioeconomic class there was a significant positive correlation between plasma retinol and Fe in serum. There was no correlation

when dietary Fe was low. A possible relation between vitamin A deficiency and anemia is suggested. 34 Ref.

GUAYANA

Some fishery options for food supply increase in the Caribbean Atlantic. W. H. L. Allsopp. *Interciencia*, 3: 93-98, 1978.

With increasing populations and greater demand for animal protein in human diets, more efforts have been made to enhance the supplies from the seas and available waters. In general, Central Americans consume less fish per capita than South Americans, and the trend has been to fish for higher value marine products like shrimp, redfish and spiny lobsters. Population increases show a projected demand for more fish. The increased territorial limits of sea jurisdiction now impose the need for maximum use of the available harvest from the seas, while developing mariculture and enhanced managements measures. Some biological and technological opportunities are suggested and are illustrated by current International Development Research Center (IDRC of Canada) assisted projects in the Caribbean Atlantic, with comparisons of similar experiences in other tropical countries where coastal aquaculture activities are well developed. The opportunity for collaborative research activities for developing these resources is indicated.

JAMAICA

A comparison of fasting plasma insulin and growth hormone concentrations in marasmic, kwashiorkor, marasmic-kwashiorkor and underweight children. H. Robinson and D. Picou. (Tropical Metabolism Research Unit, Univ. West Indies, Mona, Kingston 7, Jamaica (W.I.). *Pediat. Res.*, 11:637-640, 1977.

Jamaican children were 24 with marasmus, 11 with kwashiorkor, 16 with marasmic-kwashiorkor and 4 underweight, mean ages of groups 11.8 to 14.4 months. In the first 3 groups, fasting plasma insulin was low and rose after recovery, the rise being significant in the group with kwashiorkor. Fasting plasma somatotropin was high in all 4 groups and fell after recovery, the fall being significant in the first 3 groups. Neither differed significantly between groups and nor did plasma glucose. Results did not support the accepted view that insulin is low in all types of protein-energy malnutrition. Plasma insulin concentration is of complex aetiology, and not enough is known of normal values in infants and young children to allow assessment of results found for malnourished children. It was suggested that abnormal somatotropin values may indicate adaptation for survival during starvation.

MEXICO

Malnutrition in early child-

hood, and some of its later effects at individual and community levels. J. Cravioto and E. R. DeLicardie. Food and Nutrition (FAO) 2:2-11, 32, 1976.

Single dose of tetracycline therapy for shigellosis in adults. L.K. Pickering, H.L. Dupont and J. Olarte. (Programa de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica de la Escuela de Medicina, Universidad de Texas Houston (Dr. Pickering y Dr. DuPont) en el Hospital Infantil de México, México (Dr. Olarte). JAMA, 239:853-854, 1978.

Forty-two adults who had *Shigella* isolated from stool (26 symptomatic, 16 asymptomatic) received a single oral dose of tetracycline hydrochloride (2.5g). Minimal inhibitory concentrations of the 42 isolates demonstrated that 41% were sensitive to tetracycline. Sixteen of 18 patients with diarrhea who had tetracycline-resistant *Shigella* and all eight patients with diarrhea who had tetracycline-sensitive *Shigella* were clinically well and had *Shigella*-negative stools 48 hours after therapy. Fifteen of 16 asymptomatic patients demonstrated clearing of *Shigella* from stool within 48 hours of therapy. Single-dose tetracycline therapy is effective in the treatment of *Shigella* regardless of clinical expression of illness or *in vitro* sensitive of the organism.

PANAMA

Tabla de Composición de los alimentos en Panamá. — H. Rosas, S.O. Quintero y J. Gómez. En: Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Panamá 1974/1975. Panamá, Universidad de Panamá, Facultad de Agronomía, p. 420-471, 1976. (7 Ref.).

PERU

Contenido de mercurio en harina de anchoveta (*Engraulis ringens* J.) procesada en el Perú. Medardo Echeagaray R., Juan Chang-Say Yon y Clara María Guerin (Laboratorio de Higiene Industrial, Instituto de Salud Ocupacional, Lima, Perú). Bol. Soc. Quím. Farm., 43:93-104, 1977.

La necesidad de información técnica detallada de los recursos naturales de nuestro país es cada vez mayor. Esto es mucho más importante cuando se trata de datos sobre la posible contaminación en productos que constituyen pilares de nuestra economía, como lo es la harina de pescado. En el presente trabajo presentamos los resultados del estudio realizado en este producto por su contenido de mercurio. Estos datos forman parte de un estudio más amplio que se está efectuando sobre el contenido de algunos cationes en especies marinas peruanas, ya sea de consumo

directo o industrializadas. 18 Ref.

URUGUAY

Crecimiento fetal humano valorado por indicadores antropométricos. O. Guayasamín, W. L. Benedetti, O. Althabe, F. Nieto y S. Tenzer. (Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano, Facultad de Medicina, Montevideo, Uruguay). *Bol. Of. San. Pan.*, 81:481-488, 1976.

En 582 recién nacidos durante un año en un hospital de Montevideo se registró la edad gestacional, el peso al nacer, la longitud corporal, la circunferencia cefálica y la relación peso:talla. Se calcularon el 10o., el 25o., el 50o., el 75o. y el 95o. percentilos para todas estas medidas en base a la duración del embarazo. Con esos datos se construyeron curvas de crecimiento para cada percentilo. Las curvas fueron similares en su forma a las ya informadas en la literatura, pero difirieron en términos de sus valores absolutos. 15 Ref.

VENEZUELA

Astringency in an intermediate moisture banana product. J.R. Ramírez-Martínez, A. Levi, H. Padua and A. Bakal. (Centro de Investigaciones del Estado en Producción Experimental Agroindustrial, San Felipe, Venezuela). *J. Food Sci.*, 42: 1201-1203, 1217, 1977.

Ripe banana halves dehydrated to a moisture content of about 30%, following blanching and (or) sulfiting, are remarkably astringent. In order to understand the cause of this phenomenon, total phenolics, leucoanthocyanins, and vanillin-reacting compounds were determined and found to be more extractable in astringent semidried bananas. Light microscopy observation showed that both blanching and sulfiting contribute to the leakage of tannin-like compounds from the latex cells. Overall results conform with a mechanism by which appearance of astringency in semidried banana is due to diffusion of the astringency-causing agents from the latex cells to the surrounding tissue.

LIBROS NUEVOS

Phosphate Metabolism. S.G. Massry and E. Rits, editors. Plenum Publishing Company, New York, 1977, 636 pag. \$49.50.

En este volumen se resumen las 59 contribuciones presentadas en el 2o. Simposium celebrado en Heidelberg, Alemania, en junio de 1976, bajo los siguientes títulos generales: Renal Handling of Phosphate and other Minerals; Regulation of Vitamin D Metabolism; Role of Phosphate; Phosphate Transport and Phosphate in Disease States; Phosphate and Renal Osteodystrophy. Así, se hace énfasis en los aspectos fisiológicos y patológicos del metabolismo de los fosfatos y los mecanismos de homeostasis, y se incluyen también trabajos sobre otros minerales.

En gran parte se trata de breves informes sobre resultados experimentales obtenidos, los que, vistos en conjunto, sin embargo, permiten una apreciación de ese campo de gran actualidad como es el metabolismo de minerales y electrolitos.

Werner G. Jaffé

OTRAS PUBLICACIONES

Dietary fats and oils in human nutrition. Report of an Expert Consultation. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1978, 94 p.

Epidemiología General – Texto guía para estudiantes de medicina. José Aranda Pastor, Universidad de los Andes. Distribución: Oficina de Distribución de Publicaciones U.L.A., Edif. Eva, Avda. 3 No. 29-25, Mérida, Venezuela.

**Este libro se terminó de imprimir
en los Talleres Gráficos del INCAP,
Guatemala, C. A., el 12 de octubre de 1978**

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

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

Dr. Werner G. Jaffé — Presidente
Dr. Héctor Bourges — Vicepresidente
Dra. Margot Moya de Medina — Secretaria
Lic. Nut. Elvira de Ramírez — Tesorero
Dr. Nelson de Souza — Vocal
Dr. Carlos Payva Carbajal — Vocal
Dr. Enrique Yáñez — Vocal
Lic. Edith Valentín — Vocal
Dr. Juan Adolfo Aguilar — Vocal
Dr. Leonardo Sinisterra — Vocal
(Junta Directiva 1977-78)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1978:
c/o Instituto Nacional de Nutrición — Apartado 2049
Caracas — Venezuela

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Integrado por los Miembros de la Junta Directiva de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Editor General: Dr. Ricardo Bressani
Editores Asociados: Dr. J. Edgar Braham
Dr. Guillermo Arroyave
Dr. José Aranda-Pastor

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL — PERIODO 1977—1978

Dr. Jaime Ariza	Dr. Eduardo González Jiménez
Dr. Juan Rodolfo Aguilar	Dr. Alberto Guzmán Barrón
Dr. Conrado F. Asenjo	Dr. Miguel Guzmán F.
Dr. Jorge Alvarado	Dr. Alfredo Lam Sánchez
Dr. Antonio Bacigalupo	Dr. Miguel Layrisse
Dr. Francisco Beas	Dr. Aaron Lechtig
Dr. Moisés Béhar	Dr. Reynaldo Martorell
Dr. José María Bengoa	Dr. Leonardo J. Mata
Dr. J. Edgar Braham	Dr. Fernando Monckeberg
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Carlos Pérez H.
Dr. Alvaro Oscar Campana	Dr. Emilio Picón Reategui
Dra. Marta Cancio de Toro	Dr. Oscar Pineda
Dr. Nelson de Souza	Dra. M. Pita M. de Portela
Dr. Adolfo Chávez	Dr. Alberto Pradilla
Dr. Nelson Chaves	Dr. M. Raphael Divo
Dr. Eugenio Chacón Nieto	Dra. María E. Sambucetti
Dr. Eric Cruickshank	Dr. Roberto Schneider
Dr. Carlos Hernán Daza	Dr. Juan Claudio Sanahuja
Dr. Mario Desio de la Vega	Dra. Esther Seijo de Zayas
Dr. Francisco de Venanzi	Dr. Leonardo Sinisterra
Dr. J. E. Dutra de Oliveira	Dr. Carlos Tejada
Dr. Luiz G. Elías	Dr. Juan J. Urrutia
Dr. Rafael Enderica Vélez	Dra. Mirta E. Valencia
Dr. Nelson A. Fernández	Dr. Enio C. Vieira
Lic. Marina Flores	Dr. Fernando Viteri
Dr. Silvestre Frenk	Dr. Enrique Yáñez

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVIII

JUNIO 1978

No. 2

CONTENIDO

	Pág.
EDITORIAL	135
HOMENAJE A DOS DISTINGUIDOS CIENTIFICOS	137
ARTICULOS GENERALES	
Is histidine essential for the adult man? A review. — <i>Luis A. Mejía</i>	143
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Production and nutritive value of soybeans. — <i>Alfredo Lam Sánchez</i>	155
Evaluación nutricional de concentrados proteicos de porotos (<i>Phaseolus vulgaris</i>) y de lentejas (<i>Lens esculenta</i>). — <i>Huda Kaba y Juan C. Sanahuja</i>	169
Efecto de diversos tratamientos térmicos en el contenido de hemaglutininas y en la calidad proteica del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>). — <i>Nelly Pak, Argentina Mateluna y Héctor Araya</i>	184
Estudios sobre el valor nutritivo del alga espirulina (<i>Spirulina maxima</i>). — <i>Irma Tejada de Hernández y Armando S. Shimada</i>	196
Evaluación de la pulpa de café como posible sustituto del maíz en raciones para pollos de carne. — <i>Ricardo Bressani y Jorge Mario González</i>	208
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL	223
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA	233
LIBROS NUEVOS	239
OTRAS PUBLICACIONES	241