

**VOL. XLI**

**MARZO 1991**

**No. 1**

# **ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION**

**(Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición)**

**Organo Oficial de la  
Sociedad  
Latinoamericana  
de Nutrición**

**ISSN 004-0622**

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

*Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)* is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de 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*).

**Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición**

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

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

**Arch. Latinoamer. Nutr.**

**ALAN-VE ISSN 0004-0622**

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

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

---

VOL. XLI

MARZO, 1991

No. 1

---

---

## CONTENIDO

	Página
EDITORIAL .....	5
ARTICULOS GENERALES	
Interaction of vitamins and minerals. — <i>Helio Vannucchi</i> .....	9
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Prenatal diet, nutrient intake and pregnancy outcome in urban Ecuadorian primiparas. — <i>M. Margaret Weigel, W. Marcelo Narváez, Amparo López, Camilo Félix and Patricio López</i> .....	21
Biodisponibilidad de aminoácidos en el frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ). — <i>Adriana Blanco y Ricardo Bressani</i> .....	38
Valores recomendables de densidad energética en preparaciones de consistencia tipo sopa o crema espesa destinadas a la alimentación del preescolar. — <i>Héctor Araya, Marcela Alviña, Gloria Vera y Nelly Pak</i> .....	53
BIOQUIMICA NUTRICIONAL	
Influencia del contenido de ácidos grasos poliinsaturados Omega 6 dietéticos en la actividad de enzimas asociadas a la función de la membrana mitocondrial de hígado y placenta de ratas. — <i>Julia Araya, Ana María Aguilera y Cleofina Bosco</i> .....	62
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Estudio del valor biológico de la proteína unicelular de <i>Kluyveromyces marxianus</i> var. <i>lactis</i> . — <i>Marta S. Carrasco de Mendoza, Juan C. Basílico, Graciela Umansky y Hugo E. Scarinci</i> .....	72

Aplicación de tecnologías apropiadas para elevar la calidad sanitaria y los rendimientos del queso de cabra de minifundios. — <i>Lavinia Camacho, Cecilia Sierra, Jorge Jarpa y Eliana Retamal</i> .....	79
Obtenção de leite condensado a partir de uma mistura com extrato hidrossolúvel de soja em pó e leite de vaca. — <i>Sila Mary R. Ferreira e Eliane Rose Serpe</i> .....	92
Obtenção de macarrão tipo espaguete a partir de uma mistura com farinha de trigo e farinha de milho pré-gelatinizada. — <i>Sila Mary R. Ferreira, Eliane Rose Serpe, Cristina Ramírez Toro e Nina Wasczynsky</i> .....	102
NUTRICION ANIMAL	
Efecto de la extrusión sobre la aceptabilidad y digestibilidad de dietas para perros en crecimiento. — <i>Juan I. Egaña M., Alejandro López V. y Quesner Quezada M.</i> .....	111
NUEVOS LIBROS .....	121
OTRAS PUBLICACIONES .....	122
NOTAS .....	123
ENTIDADES PATROCINANTES .....	125
INFORMACION PARA LOS AUTORES .....	126

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

VOL. XLI

MARCH, 1991

No. 1

---

## CONTENTS

	Page
EDITORIAL.....	5
GENERAL ARTICLES	
Interaction of vitamins and minerals. — <i>Helio Vannucchi</i> .....	9
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Prenatal diet, nutrient intake and pregnancy outcome in urban Ecuadorian primiparas. — <i>M. Margaret Weigel, W. Marcelo Narváez, Amparo López, Camilo Félix and Patricio López</i> .....	21
Amino acids bioavailability in beans ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ). — <i>Adriana Blanco and Ricardo Bressani</i> .....	38
Recommended energy density values in preparations with a soup or gruel consistency destined for the feeding of preschool children. — <i>Héctor Araya, Marcela Alviña, Gloria Vera and Nelly Pak</i> .....	53
NUTRITIONAL BIOCHEMISTRY	
Effect of a dietary fat level and polyunsaturated Omega 6 fatty acid contents on the rat liver and placental mitochondrial membrane-bound enzyme activities. — <i>Julia Araya, Ana María Aguilera and Cleofina Bosco</i> .....	62
FOOD SCIENCE	
Study of the biological value of the unicellular protein of <i>Kluyveromyces marxianus</i> var. <i>lactis</i> . — <i>Marta S. Carrasco de Mendoza, Juan C. Basílico, Graciela Umansky and Hugo E. Scarinci</i> .....	72
Application of appropriate technologies to improve the sanitary quality and yield of goat cheese prepared at farm level. — <i>Lavinia Camacho, Cecilia Sierra, Jorge Jarpa and Eliana Retamal</i> .....	79

Concentrated milk obtained from a mixture of soybean powder hydrosoluble extract and cow's milk — <i>Sila Mary R. Ferreira and Eliane Rose Serpe</i> .....	92
Macaroni obtained from wheat flour mixture and pre-gelatinized corn flour. — <i>Sila Mary R. Ferreira, Eliane Rose Serpe, Cristina Ramírez Toro and Nina Wasczynsky</i> .....	102
<b>ANIMAL NUTRITION</b>	
Effect of extrusion on the acceptability and digestibility of growing dog diets. — <i>Juan I. Egaña M., Alejandro López V. and Quesner Quezada M.</i> .....	111
NEW BOOKS .....	121
OTHER PUBLICATIONS .....	122
NOTES .....	123
SPONSORING AGENCIES .....	125
INSTRUCTIONS TO AUTHORS .....	126

## EDITORIAL

### BREVE HISTORIA Y FUNCION DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Con este número de *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* (Vol. 41, No. 1, 1991), se inicia el décimo-tercer año de actividades, desde que recibimos la Revista de manos del Dr. Werner G. Jaffé.

Han transcurrido 12 años desde entonces, y más desde que se principiara esta publicación en su nueva sede, Guatemala, por lo que consideramos conveniente y oportuno informar a grandes rasgos, a los nuevos autores de los artículos que ALAN publica, acerca de la historia de esta Revista. El Dr. Jaffé, entonces miembro muy activo del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela inició en 1950 la publicación de una Revista que se denominó *Archivos Venezolanos de Nutrición*, Operó así hasta que se creó la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), y como un gesto de gran valor y proyección, el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela tuvo a bien donar su Revista a la recién creada Sociedad, ya bajo el nombre de *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. El Dr. Jaffé fue designado como su Editor General, labor que desempeñó con particular dedicación, habilidad y acierto por el lapso de 12 años, o sea hasta 1978. En junio de ese año ALAN pasó a ser editada y publicada en Guatemala, nombrándose como Editor General al Dr. Ricardo Bressani. Su sede fue, desde esa época, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). En pocas palabras, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* inicia con este primer número para el año 1991, sus 25 años de vida!

Durante ese período de tiempo, la función de ALAN ha sido y continúa siendo el medio de publicación de la SLAN, llevando a la Sociedad Científica latinoamericana en materia de Alimentación y Nutrición, así como a las de otras partes del mundo y a otras disciplinas, los resultados de investigaciones de interés y nuevos conocimientos de muchos de los estudios que llevan a cabo diversos científicos de diferentes países, en materia de nutrición y ciencias de alimentos. En síntesis, ALAN ha sido y continúa siendo el eslabón clave de la cadena que une a todos los países de América Latina en el área de alimentos y nutrición. Se espera que esa cadena se fortalezca cada vez más a medida que transcurre el tiempo, y que prosiga en su labor de divulgación no sólo en y para América Latina, sino para el mundo en general. Como es natural —y es el reflejo de la calidad de trabajos que se publican— la Revista ha ido progresando poco a poco, siendo un componente de gran importancia en el proceso de desarrollo de nuestros países, y convirtiéndose en una proyección necesaria de los avances que constantemente se logran en la Ciencia y Tecnología en las áreas de Ciencias de Alimentos y Nutrición. En verdad, un criterio que se utiliza para determinar el avance en calidad de la Revista, es la citación de

*artículos publicados en ALAN en otras revistas de índole nacional e internacional que, de hecho y básicamente, es un reconocimiento a los autores de los artículos citados.*

*El trabajo y esfuerzo que se requiere para lograr la edición y publicación de ALAN es considerable, sobre todo porque éste se cumple con una oficina que cuenta con el mínimo de recursos humanos y con el mínimo de recursos económicos. No obstante, las dificultades se han compensado sobremanera por la cantidad y calidad de artículos para su publicación, por el esfuerzo de colegas y amigos que brindan su valiosa ayuda en la revisión de artículos, y por las instituciones que nos han proporcionado su ayuda económica para ir poco a poco salvando escollos y avanzando. Hoy día existe tecnología que permite publicar con mayor velocidad revistas como ALAN; sin embargo, la situación económica de la Revista no nos ha permitido beneficiarnos de ella y beneficiar, por ende, a los autores que con todo derecho desean que sus artículos sean publicados a la mayor brevedad posible. Nos adentramos un tanto en estos problemas porque ellos explican en parte el retraso que enfrentamos en estar al día, pero conscientes de la responsabilidad que se nos ha confiado, se están haciendo crecientes esfuerzos para que al cumplir 25 años de vida, Archivos Latinoamericanos de Nutrición esté al día.*

*Iniciamos, pues, una nueva fase en el desarrollo de ALAN, siempre animados del deseo y la obligación de servir con el máximo de efectividad como medio de divulgación de las investigaciones en ciencias de alimentos y nutrición que se están llevando a cabo en América Latina en particular. Es nuestro deseo que ustedes, en su carácter de autores, colaboren eficazmente en la culminación de esa meta, favoreciendo a la Revista con mejores y un mayor número de contribuciones durante 1991 y los próximos años.*

*Ricardo Bressani  
Editor General*

***ARTICULOS  
GENERALES***



# **INTERACTION OF VITAMINS AND MINERALS**

**Helio Vannucchi<sup>1</sup>**

**School of Medicine of Ribeirão Preto  
University of São Paulo  
São Paulo, Brazil**

## **SUMMARY**

Several nutrients are known to act on the metabolism of other nutrients and also of some non-nutrient substances. The nutritional importance that may be attributed to these interrelationships depends on the levels considered to be physiological for each nutrient, and on their maintenance at acceptable levels in tissues for the defense of the organism.

Interaction of vitamins and minerals has been described in several metabolic situations and continues to be investigated by many authors. This interaction occurs in different ways, i.e. starting from the action of vitamins on mineral metabolism, from the action of both types of nutrients in the protection of the organism, and from the action of minerals on vitamin metabolism.

The most significant example of vitamin action on mineral metabolism is the role played by vitamin D in calcium and phosphorus metabolism. The interrelationship of vitamin C and some minerals is also discussed, with emphasis on its relationship with iron. With respect to the synergistic action of vitamins and minerals in the defense of the organism, we comment on the main data reported on the biochemical-physiological role of vitamin E and its interaction with selenium. Finally, in reference to the action of minerals on vitamin metabolism, we point out the interaction existing between vitamin A and zinc. Data observed by the author at the experimental level in laboratory animals are reported on the possible interaction of niacin, vitamin B<sub>6</sub> and zinc.

---

Manuscrito original recibido: 24-6-88.

1 Professor of Nutrition, Department of Internal Medicine, School of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo, 14.049 Ribeirão Preto, SP, Brazil.

## INTRODUCTION

Several environmental factors are known to affect the absorption, metabolism and retention of nutrients in the organism. The action of several nutrients on the metabolism of other nutrients as well as of non-nutrient substances, is also known. The nutritional importance to be attributed to such interrelationships depends on what is considered the physiological level of each nutrient and on its maintenance at acceptable values in the tissues, thus guaranteeing a perfect functioning of preferential metabolic pathways.

The intestinal absorption of some minerals, for example, thus may be affected by the presence in the diet of other compounds with which some reaction may occur. In this manner the absorption of calcium, magnesium and iron may be decreased by the presence of phytates. Similarly, the utilization of vitamins may be affected by other nutrients ingested. The need for vitamin B<sub>6</sub> is probably modified by the ingestion of protein of animal or vegetable origin (1).

Vitamins play an important and indispensable role as catalysts in the metabolism of carbohydrates, fat and protein by acting on the supply of energy to the organism. Their biochemical function concerns coenzyme action on various metabolic pathways. This action only occurs when the enzyme and coenzyme are present in adequate amounts.

Minerals have an important function in practically every biochemical and physiological process, such as muscle contraction, transport across membranes and nervous conduction. Many minerals also participate in catalytic enzymatic processes by binding to substrates, by activating the substrate-enzyme complex, or by forming complexes strongly bound to the enzyme, but in such a manner that the two are joined as a unit but are still separate, such as, for example, the metalloenzymes.

The interaction of vitamins and minerals has been described in various metabolic situations and continues to be studied by several investigators. This interaction may take place in different ways, specifically starting from the action of vitamins on mineral metabolism, from the action of both types of nutrients on the protection of the organism, and from the action of minerals on vitamin metabolism.

### 1. *Action of Vitamins on Mineral Metabolism*

The most significant example is the role played by vitamin D in the control of calcium and phosphorus metabolism, described in 1967.

#### 1.1 *Interaction of vitamin D with calcium and phosphorus*

Cholecalciferol or vitamin D<sub>3</sub> is the main form of vitamin D found in animal tissue, and is produced on the skin by UV irradiation of 7-dehydrocholesterol. Vitamin D<sub>3</sub> can also be ingested by eating food of animal origin such as butter, eggs, and fish liver and oil. Calciferol or vitamin D<sub>2</sub> is produced by irradiation of ergosterol, a plant sterol.

Vitamins D<sub>2</sub> and D<sub>3</sub> are absorbed in the small intestine and require chemical modifications before they can fully exert their biological activity on the organs. Vitamin D<sub>3</sub> is initially converted to 25-hydroxycalciferol in the

liver. The latter compound enters the blood stream circulating with a vitamin D-"binding" globulin, which is later converted to 1,25-dihydroxicholecalciferol in the kidney. The dihydroxy metabolite is several times more biologically active than the monohydroxy compound.

The active forms of vitamins  $D_2$  and  $D_3$  stimulate calcium and phosphorus absorption in the upper small intestine, thus helping to promote normal bone mineralization. They also promote calcium mobilization from bone and probably have a direct action on the kidney by increasing calcium and phosphate resorption. Thus, vitamins  $D_2$  and  $D_3$  play an important role in the homeostasis of plasma calcium. In the presence of vitamin D deficiency there is inadequate calcium absorption, plasma calcium levels tend to fall, parathormone secretion increases and calcium is reabsorbed by the bones to maintain plasma levels (2).

### 1.2. *Interaction of vitamin C with minerals*

The influence of ascorbic acid on iron metabolism (and vice-versa) has been widely proposed (3). Several observations have suggested that ascorbic acid has the ability to increase intestinal iron absorption and to modify iron mobilization and transport within the organism. Recent studies have indicated that even moderate amounts of dietary supplements containing ascorbic acid can substantially increase the absorption of non-heme iron (4,5). An amount of 100 mg ascorbic acid can increase iron absorption up to four times (6). Vitamin C also acts on iron transfer from the transport protein to ferritin in the organs that participate in iron storage (bone marrow, liver, and spleen).

There is also some evidence that the concentration of iron in tissues affects blood levels, and perhaps even tissue levels, of vitamin C. Individuals with siderosis have reduced ascorbic acid concentrations in leukocytes, whereas patients with iron-deficiency anemia have higher ascorbic acid concentrations, although the mechanism of this relationship is not known (7,8).

Ascorbic acid affects copper metabolism. Several observations have demonstrated a decrease in copper levels in the liver of animals treated with ascorbic acid supplementation, suggesting that interference occurs at the intestinal absorption level or at the utilization level, or both. Other studies later demonstrated that ascorbic acid depresses copper absorption at the intestinal mucosa level. According to Evans (9), ascorbic acid interferes with copper binding to metallothionein, which is the protein that mediates copper transport both in the small intestine and in the liver.

Other reports in the literature have also shown that, in man, ascorbic acid has no effect on zinc absorption (10). In contrast, Basu (11), after administering high doses of vitamin C to healthy volunteers aged more than 50 years for two consecutive days, noted up to a 50% decrease in urine zinc concentration. The author postulated that this effect may possibly be beneficial in situations of abnormal cell growth.

The participation of vitamin C in the metabolism of zinc, copper and other mineral elements has not been fully clarified. Perhaps the vitamin utilizes these elements, thus reducing their organic levels.

### 1.3 Interaction of folic acid with zinc

Zinc and pteroylglutamic acid are essential for animal organisms, especially in terms of nucleic acid synthesis. The discovery of high zinc levels in the erythrocytes of patients with megaloblastic anemia caused by folic acid deficiency and the subsequent decrease in these levels after therapy, suggest the existence of interaction between these nutrients (12). This impression was confirmed by the reduction in hepatic folate in zinc-deficient rats (13). Later, Tamura *et al.* (14) observed that the intestinal absorption of polyglutamylfolate was reduced in zinc-depleted individuals. These results were explained on the basis of a possible suppression of the enzymatic activity of folate conjugase of the intestinal mucosa (zinc-dependent enzyme) in zinc-deficient rats (15). Milne *et al.* (16), after inducing a light zinc deficiency in adult volunteers, studied the effect of supplementation with folic acid on zinc excretion. Fecal zinc excretion was significantly higher in the group that received folic acid supplementation. Urine zinc excretion decreased by 50% during the study. These data seem to indicate once again the effect of folic acid on zinc homeostasis, perhaps through the formation of insoluble compounds with a consequent alteration in zinc absorption.

## 2. Possible Synergistic Action of Vitamins and Minerals

### Vitamin E/Selenium

An interaction of vitamin E with selenium was proposed as a function of the observation that dietary alpha-tocopherol increases the concentration on the selenite form in mitochondria and microsomes (17).

The importance of selenium in nutrition was first recognized in 1957 when, as also observed with vitamin E, it was demonstrated that selenium can protect rat liver from necrosis caused by deficient diets (18). The fact that selenium was necessary in the presence of adequate amounts of vitamin E in the diet was only demonstrated in 1968 (19).

When it was discovered that selenium is a component of the enzyme glutathione-peroxidase (20), it became possible to propose a biochemical mechanism linking the metabolic role of selenium with that of vitamin E (21). The two nutrients were considered parts of an antioxidation system of body defense: vitamin E as a lipid-soluble antioxidant, and selenium as part of glutathione peroxidase (22).

The best illustration of how this interaction occurs is actually related to the occurrence of hepatic necrosis caused by deficient diets. Hepatic necrosis only occurs when there is a combined deficiency of selenium and vitamin E. In this case, vitamin E or glutathione peroxidase may be sufficient to prevent lipid peroxidation, a condition that may cause lethal liver damage (23).

It is known that the administration of large amounts of polyunsaturated fatty acids may induce abnormal membrane lipid peroxidation. A possible mechanism for lipid peroxidation in the membranes is the generation of free radicals during NADPH oxidation by liver microsomes. In the model using erythrocyte membranes, this damage caused by free radicals can be avoided by adding vitamin E to the diet for the animal that donates the erythrocytes (24).

Glutathione peroxidase activity is decreased in the tissues of selenium-deficient animals. The enzyme catalyzes the transfer of reducing equivalents of reduced glutathione to hydrogen peroxide or to the lipoperoxides. In the presence of adequate selenium levels, the nutritional level of vitamin E did not affect glutathione peroxidase activity in the liver, kidney or lung, but this activity was reduced in the muscle and adipose tissues of alpha-tocopherol-deficient animals (25). It has been suggested that alpha-tocopherol prevents the membrane alterations caused by lipid peroxidation, whereas selenium, because it is a component of the enzyme glutathione peroxidase, exerts its protective action against peroxidation processes in the cell cytosol (26).

As far as the activity of glutathione peroxidase is concerned, this enzyme may act on the destruction of hydrogen peroxide and may reduce the lipoperoxides in the fatty layers of the membrane to their corresponding alcohol forms, thus preventing their oxidative degeneration. However, some questions concerning the ability of glutathione peroxidase to use lipoperoxides as substrates still await elucidation (27).

Recently, a heat-labile, glutathione-dependent factor protecting against lipid peroxidation in the membranes, which, however, is not glutathione peroxidase, was detected in the cytosol of rat liver cells (28). Some investigators have stated that certain metabolic effects of selenium cannot be explained on the basis of glutathione peroxidase activity (29). Thus, these data seem to suggest the existence of additional factors besides glutathione peroxidase in the antioxidant system. Further studies are needed to clarify the nature of these other antioxidant factors.

### 3. *Action of Minerals on Vitamin Metabolism*

#### 3.1. *Interaction of vitamin A with zinc*

Vitamin A is essential for the maintenance of the normal physiologic functions of the epithelia. The vitamin is absorbed in the small intestine under the alcohol form, retinol, which is formed from retinylesters, compounds with pro-vitamin capacity and carotenes (30). The retinol produced is subsequently reesterified by long fatty acid chains inside the cells of the mucosa and then mobilized, with the chylomicrons, to the liver through the lymphatic system and stored in the hepatocytes (31). Retinol is then gradually released into plasma in order to be carried to the tissues in its alcohol form, bound to a specific compound, retinol binding protein (RBP), which has a binding site for the vitamin (32).

Inside the plasma, RBP (22,000 daltons) associates with thyroxine-binding prealbumin (PA) of 54,000 daltons, forming a 1:1 complex which is considered to have an enormous physiological value since it prevents the loss of the vitamin and of the binding protein, by decreasing the filtration rate through the kidneys (33,34). In addition, the formation of both retinol-RBP and retinol RBP-PA is of great significance in the plasma transport of vitamin A. RBP is synthesized in the hepatocytes, and its formation varies as a function of the organic levels of vitamin A and of other factors. This fact has been confirmed in several experimental studies, such as that by Smith, Brown and Smith Jr., which indicated that zinc interferes with hepatic RBP synthesis (35). Later, the same group demonstrated that plasma vitamin A levels are

decreased in zinc-deficient animals (36). It is believed, therefore, that zinc-deficient rats have low plasma levels of vitamin A. The concomitant presence of normal liver concentration of the vitamin suggests that zinc may be necessary for the mobilization of vitamin A deposits. Smith Jr., *et al.* (37) propose the use of zinc supplementation to restore normal vitamin A levels in patients with liver disease.

In addition to this participation in vitamin A transport, several experimental observations have suggested that zinc also plays an important role in the metabolic pathways related to retinol metabolization. Thus, for example, Huber and Gershoff (38) detected a decrease both in alcohol dehydrogenase and retinal reductase activity in zinc-deficient adult rats.

Zinc deficiency seems to have a marked effect on retinal reductase activity in the testicles, by significantly reducing its levels (39).

These data, therefore, seem to indicate the importance of the interaction of zinc with vitamin A metabolism in various animal tissues.

Whelan, Walker and Kelleher (40) once again showed a significant correlation between vitamin A and zinc in prostatic cancer, and these data may represent additional evidence that such nutrients are intimately involved in physiological processes in the organism and also in disease situations.

### *3.2. Interaction of niacin and vitamin B<sub>6</sub> with zinc*

Dietary tryptophan can be utilized by the organism to produce nicotinamide via kynurenine and going through 3-hydroxyanthranilic acid which is transformed into nicotinic acid. N<sup>1</sup>-methyl-nicotinamide (N<sup>1</sup>MN) and N<sup>1</sup>-methyl-2-pyridone-5-carboxamide (2-pyridone) are its main metabolites. Some alterations occur in this metabolic pathway owing to vitamin B<sub>6</sub> deficiency, since the vitamin has a catalytic action on this pathway (41). Vitamin B<sub>6</sub> occurs under several biologically active forms such as pyridoxol, pyridoxal, pyridoxamine and their respective phosphorylated forms. Its main inactive metabolite excreted in urine is 4-pyridoxic acid, which corresponds to about 70% of the metabolites of vitamin B<sub>6</sub> excreted in urine (42). The different forms of vitamin B<sub>6</sub> are converted to coenzymes in the organism, especially pyridoxal phosphate (PLP), which act by catalyzing a variety of biochemical reactions. PLP forms the prosthetic group of several enzymes, such as kynureinase, which participates in the metabolism of niacin production from tryptophan by converting 3-hydroxykynurenic acid to 3-hydroxyanthranilic acid.

In turn, zinc is a constituent of various enzymes involved in most of the major metabolic pathways, or affects the structural configuration on nonenzymatic organic compounds (43). Zinc is known to act as an activator of pyridoxal phosphokinase, an enzyme essential for pyridoxal phosphorylation, an important reaction for the functioning of vitamin B<sub>6</sub> in the organism (44).

These observations show several aspects of the possible interaction of these three nutrients. It is possible that niacin deficiency manifests itself clinically at the same time as vitamin B<sub>6</sub> and zinc deficiency, and that each is interdependent on the others or is worsened by selective deficiency of one of these nutrients.

Animals with tryptophan, niacin, vitamin B<sub>6</sub> and zinc deficiency received

for two weeks diets, respectively supplemented with niacin, vitamin B or zinc, while a control group received only sucrose and another, niacin plus vitamin B<sub>6</sub> plus zinc (45). With the addition of zinc there was a significantly higher excretion of niacin metabolites. At least two explanations can be proposed in this case. The first has to do with the fact that the enzyme pyridoxal phosphokinase is zinc-dependent. Thus it is possible that part of these compounds may not be activated owing to lack of the mineral cofactor. When this was offered and became available, the vitamin started to be activated to a greater extent. With this, the metabolic pathway of niacin production may become more efficient. The second possibility has to do with the direct action of zinc on the metabolic pathway of tryptophan. As a consequence, the biochemical reactions may take place by utilizing the substrates still available in the organism in order to produce niacin. On the basis of these results, it is possible to suggest the existence of interaction between niacin, vitamin B<sub>6</sub> and zinc in rats.

## CONCLUSION

From the examples presented herein, we emphasize the importance of the interaction existing between nutrients and in particular, between vitamins and minerals. We know that investigators in the field of nutrition tend to study them separately. The possible complexity of these interrelationships often makes it difficult to determine the optimum intake to be recommended for a given nutrient. Furthermore, in situations of primary or secondary alterations of nutritional status, the function of a nutrient may not be exerted fully because of the simultaneous deficiency of the other nutrient with which the former interacts at the biochemical level. Thus, these interactions should be better studied, since they are of fundamental importance for defining the exact role of each nutrient in the metabolic process, both under normal conditions and in states of disease.

## RESUMEN

### INTERACCION DE VITAMINAS Y MINERALES

Se sabe que ciertos nutrientes actúan sobre el metabolismo de otros nutrientes, así como de ciertas sustancias no nutrientes. La importancia nutricional que pueda ser atribuida a tales interrelaciones depende de los niveles considerados como fisiológicos para cada nutriente, y su mantenimiento en niveles aceptables en los tejidos, para la defensa del organismo.

La interacción entre las vitaminas y los minerales ha sido descrita en varias situaciones metabólicas y continúa siendo investigada por diferentes autores. Esta ocurre de tres formas por lo menos: a partir de la acción de las vitaminas sobre el metabolismo de minerales, de la acción de ambos nutrientes en la protección del organismo, y de la acción de los minerales sobre el metabolismo de las vitaminas.

En cuanto a la acción de las vitaminas sobre el metabolismo de los minerales, el ejemplo más significativo es el papel que la vitamina D ejerce sobre el metabolismo del calcio y del fósforo. También se comenta la interrelación entre la vitamina C y algunos

minerales, con énfasis a su relación con el hierro. Respecto a la acción sinérgica de vitaminas y minerales en la defensa del organismo, se discuten los principales datos en cuanto al papel bioquímico-fisiológico de la vitamina A y su interacción con el selenio. Finalmente, respecto a la acción de los minerales sobre el metabolismo de las vitaminas, se señala la interacción existente entre la vitamina A y el zinc. En lo que atañe a la posible interacción de macina, vitamina B<sub>6</sub> y zinc, se informan datos observados por el autor a nivel experimental en animales de laboratorio.

### BIBLIOGRAPHY

1. Kretsch, M.J., H.E. Sauberlich, H.L. Johnson & J.H. Skala. The effect of animal or plant protein consumption on the vitamin B-6 requirement of young women. *Fed. Proc.*, **41**: 277, 1982.
2. Long, R.G, Z. Varghese, E.A. Meinhard, R.K. Skinner, M.R. Wills & S. Sherlock. Parenteral 1,25-dehydroxycholecalciferol in hepatic osteomalacia. *Brit. Med. J.*, **1**: 75-77, 1978.
3. Hughes, R.E. In: *Vitamin C*. G.G. Birch and K. Parker (Eds.) London, Applied Science Publishers, Ltd. 1974, p. 68-77.
4. Sayers, M.H., S.R. Lynch, P. Jacobs, R.W. Charlton, T.H. Bothwell, R.B. Walker & F. Mayett. The effects of ascorbic acid supplementation on the absorption of iron in maize, wheat and soya. *Br. J. Haematol.*, **24**: 209, 1973.
5. Monsen, E.R., L. Hallberg, M. Layrisse, D.M. Hegsted, J.D. Cook, W. Mertz & C. Finch. Estimation of available dietary iron. Moderate dietary ascorbic acid has considerable effect on absorption of non-haeme iron. *Am. J. Clin. Nutr.* **31**: 134-141, 1978.
6. Cook, J.D. & E.R. Monsen. Vitamin C, the common cold and iron absorption in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**: 235-241, 1977.
7. Wapnik, A.A., S.R. Lynch, P. Krawitz, H.C. Seftel, R.W. Charlton & T.H. Bothwell. Effects of iron overload on ascorbic acid metabolism. *Br. Med. J.*, **3**: 704-707, 1968.
8. Jacobs, A., D. Greenman, E. Owen & I. Cavill. Ascorbic acid status in iron deficiency anemia. *J. Clin. Pathol.*, **24**: 694-697, 1971.
9. Evans, G.W. Copper homeostasis in the mammalian systems. *Physiol. Rev.*, **53**: 535-570, 1973.
10. Solomons, N.W., R.A. Jacob, O. Pineda, & F.E. Viteri. Studies on the bioavailability of zinc in man. III - Effects of ascorbic acid on zinc absorption. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 2495-2499, 1979.
11. Basu, T.K. Possible role of vitamin C in cancer therapy. *Inter. J. Vit. Nutr. Res. Suppl.*, **19**: 95-102, 1979.
12. Fredericks, R.E., K.R. Tanaka & W.N. Valentine. Variations of human blood cell zinc in disease. *J. Clin. Invest.*, **43**: 304-315, 1964.
13. Williams, R.B. & C.F. Mills. Relationships between zinc deficiency and folic acid status of the rat. *Proc. Nutr. Soc.*, **32**: 2A-3A, 1973.
14. Tamura, T.B. Shane, M.T. Baer, J. C. King, S. Margen & E.L.R. Stokstad. Absorption of mono- and polyglutamyl folates in zinc depleted man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 1984-1987, 1978.
15. Kaiser, L.L., T. Tamura, C.H. Halstad & L.S. Hurley. Intestinal and hepatic folate conjugase in zinc deficient rats. *Fed. Proc.*, **40**: 865, 1981.
16. Milne, D.B., W.K. Canfield, J.R. Mahalko & H.H. Sandstead. Effect of oral folic acid supplements on zinc, copper and iron absorption and excretion. *Am. J. Clin. Nutr.*, **39**: 535-539, 1984.

17. Diplock, A.T., H. Baum & J.A. Lucy. The effect of vitamin E on the oxidation state of selenium in rat liver. *Biochem. J.*, **123**: 721-729, 1971.
18. Schwarz, & C.M. Foltz. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *J.A. Chem. Soc.*, **79**: 3292-3293, 1975.
19. Thompson, J.N. & M.L. Scott. Impaired lipid and vitamin E absorption related to atrophy of the pancreas in selenium-deficient chicks. *J. Nutr.*, **100**: 797-809, 1970.
20. Rotrock, J.T., A.L. Pope, H.E. Gauthier, A.B. Swanson, D.G. Hageman & W.G. Hoekstra. Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science*, **179**: 588-590, 1973.
21. Hoekstra, W.G. Biochemical function of selenium and its relation to vitamin E. *Fed. Proc.*, **34**: 2083-2089, 1975.
22. Levander, A.O. Clinical consequences of low selenium intake and its relationship to vitamin E. *Ann. New York Acad. Sci.*, **393**: 70-85, 1982.
23. Burk, R.F. Selenium. In: *Present Knowledge in Nutrition*. 4th ed. New York, N.Y. The Nutrition Foundation, Inc., 1976, p. 312-318.
24. Pfeifer, P.M. & P.B. Mc Cay. Reduced triphosphopyridine nucleotide oxidase-catalysed alterations of membrane phospholipids. V. Use of erythrocytes to demonstrate enzyme-dependent production of a component with the properties of a free radical. *J. Biol. Chem.*, **246**: 6401-6408, 1971.
25. Chow, C.K., K. Reddy & A. L. Tappel. Effect of dietary vitamin E on the activities of the glutathione peroxidase systems in rat tissues. *J. Nutr.*, **103**: 618-624, 1973.
26. Noguchi, T., A.H. Cantor & M.L. Scott. Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of exudative diathesis in chicks. *J. Nutr.*, **103**: 1502-1511, 1973.
27. Mc Cay, P.B., D.D. Gibson & K. R. Hornbrook. Glutathione dependent inhibition of lipid peroxidation by a soluble, heat-labile factor not glutathione peroxidase. *Fed. Proc.*, **40**: 199-205, 1981.
28. Burk, R.F., M.J. Trumble & R.A. Lawrence. Rat hepatic cytosolic glutathione-dependent enzyme protection against lipid peroxidation in the NADPH-microsomal lipid peroxidation system. *Biochem. Biophys. Acta*, **618**: 35-41, 1980.
29. Correia, M.A. & R.F. Burk. Rapid stimulation of hepatic microsomal heme oxygenase in selenium-deficient rats: An effect of phenobarbital. *J. Biol. Chem.*, **253**: 6203-6210, 1978.
30. Huangi, H. & D.S. Goodman. Vitamin A and carotenoids. Intestinal absorption and metabolism of <sup>14</sup>C-labeled vitamin A. Alcohol and -carotene in the rat. *J. Biol. Chem.*, **240**: 2839-2844, 1965.
31. Peterson, P.A., L. Rask, L. Ostberg, L. Anderson, F. Kamwendo & H. Pertoft. Studies on the transport and cellular distribution of vitamin A in normal and vitamin A-deficient rats with special reference to the vitamin A-binding plasma protein. *J. Biol. Chem.*, **248**: 4009-4022, 1973.
32. Kanai, M., A. Raz & D. S. Goodman. Retinol-binding protein: The transport protein for vitamin A in human plasma. *J. Clin. Invest.*, **47**: 2025-2044, 1968.
33. Raz, A., T. Shiratori & D.S. Goodman. Studies on the protein-protein and protein-ligand interactions involved in retinol transport in plasma. *J. Biol. Chem.*, **245**: 1903-1912, 1970.
34. Rask, L. & V. Forsum. Functional aspects of the plasma retinol-binding protein. *Wld Rev. Nutr. Diet*, **31**: 71-76, 1978.
35. Smith, J.E., E.D. Brown & J.C. Smith Jr. The effect of zinc deficiency on the metabolism of retinol-binding protein in the rat. *J. Lab. Clin. Med.*, **84**: 692-697, 1974.
36. Smith Jr., J.C., E.D. Brown, E.G. McDaniel & W. Chan. Alterations in vitamin A metabolism during zinc deficiency and food and growth restriction. *J. Nutr.*, **106**: 569-

- 574, 1976.
37. Smith Jr., J.C., E.D. Brown, S.C. White, *et al.* Plasma vitamin A and zinc concentrations in patients with alcoholic cirrhosis. *Lancet*, i: 1251, 1975.
  38. Huber, A.M. & S.N. Gershoff. Effects of zinc deficiency on the oxidation of retinol and ethanol in rats. *J. Nutr.*, 105: 1486-1490, 1975.
  39. Sundaresan, P.R. Metabolic and turnover studies on retinol and retinoic acid. *Wld Rev. Nutr. Diet*, 31: 83-88, 1978.
  40. Whelam, P., B.E. Walker & J. Kelleher. Zinc, vitamin A and prostatic cancer. *Brit. J. Urology*, 55: 525-528, 1983.
  41. Bonjour, J.P. Vitamins and alcoholism. III - Vitamin B<sub>6</sub>. *Inter. J. Vit. Nutr. Res.*, 50: 215-230, 1980.
  42. Sauberlich, H.E. Vitamin B<sub>6</sub> status assessment: Past and present In: *Methods Vitamin B<sub>6</sub> Nutrition*. J.E. Lekhelm and R.D. Reynolds (Eds.). New York, N.Y., Plenum Press, 1981.
  43. Solomons, N.W. Biological availability of zinc in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35: 1048-1075, 1982.
  44. Mc Corwick, D.B., M.E. Gregory & E.E. Snell. Pyridoxal phosphokinases. I. Assay, distribution, purification, and properties. *J. Biol. Chem.* 236: 2076-2084, 1961.
  45. Vannucchi, H. & H.E. Sauberlich. Niacin and vitamin B<sub>6</sub> activation by zinc in rats. *Internat. J. Vitaminol. Nutr. Res.*, 56: 355-362, 1986.

***TRABAJOS DE  
INVESTIGACION***



# **PRENATAL DIET, NUTRIENT INTAKE AND PREGNANCY OUTCOME IN URBAN ECUADORIAN PRIMIPARAS**

**M. Margaret Weigel<sup>1-4</sup>, W. Marcelo Nárvaéz<sup>3-5</sup>, Amparo  
López4, Camilo Félix<sup>4</sup> and Patricio López<sup>4</sup>**

**University of Illinois at Urbana, Champaign, Illinois, USA,  
Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador,  
and  
Hospital Gineco-Obstétrico Isidro Ayora, Quito, Ecuador**

## **SUMMARY**

A nutritional survey was conducted in an urban public maternity hospital, Hospital Gineco-Obstétrico Isidro Ayora (HGOLA), located in Quito, Ecuador. Seventy-four primiparas in the third trimester of pregnancy were recruited to assess the influence of sociodemographic factors on food patterns and nutrient intake, and the interrelationship between prenatal nutrient intake, maternal weight gain and pregnancy outcome. Results of the regression analysis indicated that maternal education was the factor most strongly associated with nutrient intake, followed by monthly *per capita* income. Maternal nutrient intake was next analyzed and compared with the WHO (1974,1985) and NRC (1980) recommended daily allowances. Results also indicated the average daily intake of energy, protein, phosphorus, vitamins C and A, thiamine, riboflavin, and niacin met or exceeded the recommended daily allowances. Dietary calcium and iron intake, however, were below recommendations. Sodium and fat intake were both relatively high. Higher dietary fat intake was associated with increased birth weight, while lower protein intake was associated with increased risk of delivering a low-birth weight baby. Maternal weight gain during the third trimester predicted baby birth weight and height but not head circumference.

---

Manuscrito modificado recibido: 24-11-89

- 1-4 Divisions of Food and Nutrition<sup>1</sup>, Nutritional Sciences, and Department of Obstetrics & Gynecology, University of Illinois at Urbana-Champaign, IL<sup>2</sup>, USA, & Laboratorio de Metabolismo y Nutrición, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador<sup>4</sup>.
- 3-5 Department of Obstetrics & Gynecology, University of Illinois at Urbana, IL<sup>2</sup>, Laboratorio de Metabolismo y Nutrición, Universidad Central del Ecuador, Quito<sup>4</sup> and Departamento de Ginecología y Obstetricia, Hospital Gineco-Obstétrico Isidro Ayora, Quito, Ecuador<sup>4</sup>.
- 4 Laboratorio de Metabolismo y Nutrición, Universidad Central del Ecuador.

## INTRODUCTION

The relationship between maternal nutritional status and pregnancy outcome is well documented. In particular, nutrient deficiencies and insufficiencies have been correlated with suboptimal pregnancy outcome measures including low pregnancy weight gain (1, 2), pregnancy-induced hypertension (3-5), maternal anemia and postpartum hemorrhage (6,7), perinatal death (8), prematurity, low-birth weight, intrauterine growth retardation (1,2,7,9), and infectious disease (10,11). Undernutrition or malnutrition is regarded as one of the most significant public health problems in the Republic of Ecuador (7, 12-14). Poor preconception and prenatal nutritional status have been linked with the high incidence of maternal and perinatal mortality observed in urban and rural Ecuadorian populations (7, 12, 15). However, this hypothesized relationship has not been documented as yet, since little information exists on the specific prenatal dietary habits and nutritional status of pregnant Ecuadorian women, except for a recent study of serum iron values (16) and anecdotal observations (17). Unfortunately, although knowledge of specific social and demographic factors is crucial for effective nutrition and health program planning, almost nothing is known about the role of these (i. e., maternal income, education, occupation, etc.) in affecting prenatal nutritional status and/or pregnancy outcome in Ecuadorian women.

Thus, the overall objective of this study was to investigate the dietary habits, nutritional status, and pregnancy outcome of primiparas at an urban public maternity hospital in Quito, Ecuador in an attempt to identify the interrelationship of social and nutritional factors in influencing maternal and perinatal pregnancy outcomes. Specific objectives were to: 1) quantify maternal intake of 14 major nutrients and compare these with the WHO (1974, 1985) and NRC (1980) RDA's for pregnant women; 2) to assess the relationship of maternal sociodemographic factors with food patterns and nutrient intake; 3) ascertain the relationship between nutrient exposure and maternal weight gain patterns; 4) investigate the relationship between maternal weight gain patterns and pregnancy outcome, and 5) assess the relationship of nutrient status to maternal and perinatal pregnancy outcome measures.

## MATERIAL AND METHODS

### *Study Site and Subject Selection*

The study was conducted at the Hospital Gineco-Obstétrico Isidro Ayora (HGOIA), a large, full-service public maternity hospital in Quito operated by the Ministerio de Salud Pública (MSP). Primiparas in their third trimester of pregnancy were recruited from the HGOIA prenatal clinic during a 6-month period (July 1987-December 1987). The first interview time period (28-32 weeks) was chosen because we were interested in the effect of third-trimester nutrition on pregnancy outcome and because the subjects were also being evaluated to determine whether the "roll-over test", a non-invasive procedure could accurately predict the future development of pregnancy-induced hypertension (18). All patients who met the above criteria, who were free of any

serious underlying medical disorder (e.g., hypertension, diabetes, renal disease), and who agreed to participate were entered into the study (n=78). All subjects received normal prenatal care according to the MSP-HGOIA protocol (19). Seventy-four subjects (95%) completed the study while four subjects were excluded for non-compliance with the study protocol, e. g. failure to continue prenatal care at HGOIA.

### *Data Collection and Analysis*

All subjects were interviewed with a structured 3-part instrument, on two occasions, during the third trimester. The first interview occurred between 28 and 32 weeks of pregnancy and the second, four weeks later, between weeks 32 and 36. Interviews were conducted in the HGOIA prenatal clinics by three investigators (MMW, AL, MN) during regularly scheduled patient visits. The first portion of the interview included questions on patient sociodemographic characteristics and physical activity patterns. The second portion of the interview collected information on smoking and drinking patterns, use of prescription or over-the-counter medications, and intake of vitamin-mineral preparations and/or other dietary supplements. The third portion of the interview was a dietary recall which elicited information on foods and quantity consumed, methods of preparation, and eating patterns during the prior 24-hour period. The trained investigators used a variety of standard Ecuadorian plates, bowls, cups and other utensils as well as three-dimensional figures of certain food items (e.g., steak, hamburger, poultry, fish, seafood, cheeses) to determine food quantities and serving sizes. Each patient was also asked about types and quantity of individual ingredients, salt and other condiments used in all recipes. Food intake, frequency and portion sizes were then entered onto a standard form during the interview, and later coded for data entry and analysis. Dietary intake of calories, protein, fat, carbohydrates, calcium, phosphorus, iron, ascorbic acid, vitamin A, riboflavin, niacin, thiamine, sodium and fiber were analyzed using a computerized version of the 1965 *Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos (TCAE)* (20) developed by the primary author for use in the research population. Other nutrients of possible interest were not analyzed since, with the exception of sodium, they are not contained in the TCAE. Partial sodium consumption of subjects was measured by asking each individual about the amount of table salt added to each recipe or dish during preparation and/or consumption.

In addition, medical, obstetrical and maternal anthropometric data were recorded for each subject at each regular prenatal visit. These included weight, height, blood pressure, uterine fundal height, and serum and urinary biochemical analyses. Maternal and perinatal pregnancy outcome were recorded at delivery and included pregnancy weight gain, blood pressure patterns and pregnancy-induced hypertension development, gestation length, birth weight, height, head circumference, one- and five-minute Apgar scores, and presence/absence of fetal anomalies. These data, where available, were compared with those of Vasconez and colleagues (21) who conducted an analysis of the anthropometric characteristics of over 4,000 newborns at the HGOIA site.

Three analytic models employing correlational and multiple regression methods were used to address the study's basic objectives: Model #1 ascer-

tained the relationship between sociodemographic variables (maternal age, ethnic status, marital status, education, monthly *per capita* income, and maternal occupation and nutrient intake. Model #2 assessed the relationship between nutrient intake and pregnancy outcome (including pregnancy weight gain patterns). Model #3 investigated the relationship between pregnancy weight gain patterns and measures of pregnancy outcome. The multiple regression method utilized was the initial forced entry of all variables, with backward elimination of all non-significant ( $P > 0.05$ ) variables.

## RESULTS

### *Subject Sociodemographic Characteristics*

The mean maternal age of the sample was 20.8 years (range 15-44); almost 30% of the subjects were adolescents. Most subjects were of mestizo ethnic background (95%) and the majority were legally married (67.6%) by the time of the first interview. The major occupation of most women was that of housewife (56.8%) although 17.6% of the subjects also reported having a dual occupational status of housewife/student or housewife/white collar worker. Subjects were fairly well educated: 53% (n=39) had completed at least 10 years of formal schooling; 36% had completed at least one year of college or technical school. Only one-fourth of subjects had a primary school education or less. Mean maternal *per capita* income was \$9,000 sucres/month. None of the subjects reported drinking, smoking, or drug use during pregnancy. The results of repeated medical examinations appeared to confirm the absence of these behaviors in the subjects.

### *Maternal Nutrient Intake*

The results of the two 24-hour dietary recalls for 14 nutrients are presented in Table 1. The correlations between levels of nutrient intake for the first and the second visit were high for the majority of nutrients. In addition, there were no significant changes in mean intake of subjects between the first and second visits with respect to the majority of nutrients analyzed (Table 2: paired t-test).

### *Dietary Energy Intake*

The mean energy intake of 2663.6 kcal was 110% of the NRC (22) RDA or 104% of the WHO (23) recommendations (Table 2). Carbohydrates were the major energy source (59%) in the diet. As Table 2 shows, subjects consumed an average of 386.5 grams of carbohydrate/day, mainly derived from rice, potatoes, tubers, fruits, vegetables, and grains. Fats accounted for the second largest energy source in the diet (i. e., 27% of total kilocalories) or a mean intake of 85 grams/day (Table 2). Meat and other animal products such as milk and cheese contributed a large proportion of the dietary fat component. Another significant source were the added saturated animal and non-animal fats and oils (i. e., pork, beef, palm, coconut), commonly used in frying and baking, followed by soy and other non-saturated oils. Combined animal and

**TABLE 1**

**THIRD TRIMESTER NUTRIENT INTAKE IN ECUADORIAN PRIMIPARAS (n = 74)**

Nutrient	Visit I		Visit II		Pearson's r	p <sup>1</sup>	Mean diff.	p <sup>2</sup>
	Mean	(SD)	Mean	(SD)				
Energy (kcal)	2,660.7	(1,096.1)	2,666.5	(1,070.9)	0.552	0.001	-5.82	0.964
Protein (g)	101.6	(65.8)	91.8	(38.5)	0.432	0.001	9.82	0.204
Fat (g)	83.4	(51.6)	86.5	(47.5)	0.192	0.134	-3.09	0.701
Carbohydr. (g)	379.0	(167.3)	394.0	(188.4)	0.558	0.001	-14.99	0.485
Calcium (mg)	933.7	(475.2)	923.3	(562.4)	0.370	0.003	10.39	0.889
Phosph. (mg)	1,446.6	(543.0)	1,475.8	(584.1)	0.575	0.001	-8.87	0.894
Iron (mg)	19.1	(9.8)	17.8	(0.9)	0.468	0.001	1.26	0.279
Vit A. (µg RE)	1,046.9	(28.5)	1,039.9	(24.7)	0.134	0.236	7.01	0.804
Thiamine (mg)	1.9	(0.9)	1.9	(0.1)	0.556	0.001	0.02	0.799
Ribofl. (mg)	1.9	(0.8)	1.8	(0.8)	0.652	0.001	0.05	0.519
Niacin (mg)	22.5	(9.1)	22.9	(8.8)	0.345	0.006	-0.42	0.746
Vit. C (mg)	233.0	(177.5)	202.2	(155.2)	0.246	0.054	30.85	0.241
Sodium (mg)	3,499.6	(1,480.7)	3,491.1	(1,278.8)	0.326	0.010	8.48	0.967
Fiber (g)	9.9	(8.4)	12.1	(12.7)	0.096	0.454	-2.20	0.241

1 Two-tailed p for correlation coefficient.

2 Two-tailed p for individual change (paired t-test).

**TABLE 2**  
**COMPARISON OF MEAN NUTRIENT INTAKE WITH RDA's FOR ADULT PREGNANT**  
**WOMEN <sup>1, 2, 3</sup>**

Nutrient	Current study mean intake of subjects	(SD)	US RDA <sup>1</sup>	% of US RDA	WHO RDA <sup>2, 3</sup>	% of WHO RDA
Energy (kcal)	2,663.60	(954.7)	2,400.00	(111%)	2,550.00	(104%)
Protein (g)	96.73	(44.7)	74.00	(131%)	47.25	(204%)
Fat (g)	84.98	(38.3)				
Carbohydr. (g)	386.50	(157.1)				
Calcium (mg)	928.50	(430.1)	1,200.00	(77%)	1.0-1.2g	(77-92%)
Phosph. (mg)	1,471.38	(500.2)	1,200.00	(123%)		
Iron (mg)	18.49	(7.3)	30-60	(31-62%)	14-28	(66-132%)
Thiamine (mg)	1.96	(25.5)	1.50	(131%)	1.00	(196%)
Riboflavin (mg)	1.91	(0.8)	1.60	(119%)	1.50	(127%)
Niacin (mg)	22.76	(0.8)	16.00	(142%)	16.80	(135%)
Ascorbic acid (mg)	217.63	(7.3)	80.00	(272%)	30.00	(725%)
Vitamin A (µg RE)	1,043.45	(131.5)	1,000.00	(104%)	750.00	(139%)
Sodium (mg)	3,495.30	(1,125.1)				
Fiber (g)	11.01	(8.0)				

1 *Recommended Dietary Allowances*, NRC (1980) (22).

2 *Energy and Protein Requirements*, WHO (1985) (23).

3 *handbook on Human Nutritional Requirements*, WHO (1974) (24).

plant protein intake accounted for only 14% of the third trimester dietary energy sources but total mean daily protein intakes (96.7 g) exceeded both the NRC and WHO RDA's (22,23) for pregnant adult women as is noted in Table 2.

### *Dietary Mineral Intake*

Average daily calcium intake of 928.5 mg in the sample was about 77% of the NRC (22) and between 77-92% of the WHO (24) RDA for adult pregnant women (Table 2). The primary source of calcium in the diet was fluid milk (i. e., primarily as "café en leche") and other dairy products such as chesse and yoghurt. As the same Table indicates, mean phosphorus intake was 1,471. 4 mg/day or about 123% of the NRC (22) recommended daily allowance of 1,200 mg for adult pregnant women. Dietary iron intake averaged 18.5 mg/day as is depicted in Table 2 The NRC RDA (22) recommends increasing iron supplementation by 30-60 mg/day in women with inadequate pre-pregnancy iron stores, while the WHO (24) recommends from 14-28 mg elemental iron/day during pregnancy. Dietary iron was derived from a mixed diet of animal and vegetable sources and (inconsistently) from prenatal iron supplements.

There is no RDA for sodium, but the NRC (22) suggests that average daily intake for pregnant women should be an additional 69 mg/day of sodium over normal non-pregnant intake. Average daily sodium consumption of the pregnant subjects was almost 3,500 mg. Nevertheless, since the Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos (20) does not list sodium content in foods, this figure is an underestimation of the true sodium consumption of the subjects as we were only able to calculate the sodium added as salt during cooking or at the table was considered.

### *Dietary Vitamin Intake*

The dietary vitamin C content of the subjects diets was high, most of which came from the frequent consumption of a variety of fresh fruits, particularly tangerines, and fruit juices. In fact, the majority of subjects drank one to two 6-8 ounce glasses of juice per day during the third trimester. As table 2 shows, mean vitamin C intake was 217.6 mg/day or about 2.7 times the recommended U. S. RDA (22). In addition, average daily vitamin A intake was also above recommendations (i. e., 1,043.45, µg Re) as indicated in the same Table. other major sources of vitamins C and A were fresh salads incorporating fresh raw and slightly cooked vegetables, e. g., carrots, green beans, green peppers, tomatoes, potatoes, and green scallions. The average daily dietary intake of the B-vitamins thiamine, riboflavin and niacin met or exceeded the NRC (22) and WHO (24) RDA's for pregnant adults, as also shown in Table 2.

Soups were another significant source of both fat- and water-soluble vitamins as well as calories, protein, fats and carbohydrates. However, the Ecuadorian food composition table listed the nutrient values for only two of the 20+ cooked soups consumed by subjects in this survey. Thus, the true content of the amounts of vitamin C and other heat-labile vitamins affected by prolonged cooking times and frequent reheating in many of the soups was probably overestimated, since a number of the recipes contained the fresh rather than coked values for some of the ingredients (i. e., tomatoes, scallions).

### *Maternal and Perinatal Pregnancy Outcome*

Most subjects gained between 0.2 and 0.4 kg a week during the third trimester. Data on total pregnancy weight gain was unavailable, due to the fact that most women did not come to HGOIA for the first prenatal visit until the second trimester, and most did not know their pre-pregnancy weight. We also observed a relatively high incidence of pregnancy-induced hypertension in the sample (37.6%, n=28), but this is consistent with previous figures at HGOIA in Ecuadorian primiparas (25, 26). Nevertheless, no subjects developed eclampsia, and no maternal deaths were recorded. Table 3 describes the data for measures of perinatal outcome, including mean gestation length (39 weeks) and incidence of prematurity (11.1%), mean birth weight (2,952 g) and incidence of low-birth weight (8.1%), average baby height (48.26 centimeters), average head circumference (34.86 cm) and other related data. One neonatal death occurred within two hours of birth as a result of multiple congenital abnormalities. Table 3 also indicates that the perinatal characteristics of the sample were similar to those reported previously at the HGOIA site by Vasconez *et al.* in 1984 (21) for a large sample of women of mixed parity (n= 4, 197).

**TABLE 3**

**COMPARISON OF THE PERINATAL CHARACTERISTICS OF BABIES BORN TO HGOIA PRENATAL PATIENTS**

Perinatal characteristic	Current study	Vasconez <i>et al.</i> (21)
Gestation length (wk)	39.07 (SD 1.75)	38.96
Premature births (<37 wk)	11.10 % (n=7)	8.40 % (n=352)
Mean birth weight (g)	2,952.34 (SD 355.8)	3,052.00 (SD 399.0)
Low birth weight (<2,500 g)	8.10 % (n=6)	
Mean baby length (cm)	48.26 (SD 3.99)	48.40 (SD 2.0)
Mean head circumference (cm)	34.86 (SD 3.42)	33.80 (SD 1.1)

### *Maternal Sociodemographic Factors and Nutrient Intake*

The results of the multiple regression analysis revealed the presence of several relationships between maternal sociodemographic variables and nutrient intake. Maternal educational level had the strongest correlation with the intake of calories, fats, carbohydrates, calcium, and iron compared to the other maternal variables (Table 4). This relationship was independent of the effects of other maternal sociodemographic variables, including monthly *per capita* income, maternal age, marital status, and occupation. As Table 4 also indicates, monthly *per capita* income was the next factor most strongly associated with nutrient intake. Specifically, higher *per capita* income was significantly associated with decreased intake of calories, carbohydrates, and iron.

**TABLE 4**  
**ASSOCIATION OF MATERNAL SOCIODEMOGRAPHIC FACTORS**  
**WITH MEAN NUTRIET INTAKE<sup>1</sup>**

Nutrient	Family income	Education
Calories	-0.24 (P = 0.042)	0.34 (P = 0.003)
Fat		0.24 (P = 0.037)
Carbohydrates	-0.25 (P = 0.033)	0.28 (P = 0.018)
Calcium		0.27 (P = 0.019)
Iron	-0.27 (P = 0.019)	0.31 (P = 0.007)

1 Values expressed as partial correlation coefficients.

*Maternal Nutrient Intake and Pregnancy Outcome*

As Table 5 indicates, women who had higher fat intakes were significantly more likely to have babies with higher birth weights, independent of gestation length (P = 0.009), while those with lower dietary protein intakes during the third trimester were more likely to deliver low-birth weight infants ( $\leq 2,500$  g). Higher maternal riboflavin and niacin consumption was also correlated with delivering higher birth-weight infants. It was also found that increased calcium consumption was associated with significantly shortened gestation length (P < 0.02), although not with the risk of premature delivery (< 37 weeks). The only nutrient observed to be associated with average weekly maternal weight gain was riboflavin (P < 0.04).

**TABLE 5**  
**ASSOCIATION OF MATERNAL NUTRIENT INTAKE WITH PREGNANCY**  
**OUTCOME MEASURES<sup>1</sup>**

Nutrient	Average weekly wt. gain <sup>2</sup>	Gestation length	Birth weight <sup>2</sup>	Low birth weight <sup>2</sup> ( $\leq 2,500$ g)
Protein (g)				-0.30 (P = 0.037)
Fat (g)			0.30 (P = 0.09)	
Calcium (mg)		-0.29 (P = 0.013)		
Thiamine (mg)			-0.29 (P = 0.049)	
Riboflavin (mg)	0.41 (P = 0.036)		0.34 (P = 0.017)	
Niacin (mg)			0.36 (P = 0.013)	

1 Values expressed as partial correlation coefficients.

2 Delivery week as covariate.

*Maternal Weight Gain and Pregnancy Outcome*

Increased average maternal weekly weight gain was significantly associated with increased baby birth weight and length ( $P < 0.04$ ), although there was no apparent correlation between average weekly weight gain in the third trimester and baby head circumference (Table 6).

TABLE 6

**ASSOCIATION BETWEEN AVERAGE MATERNAL WEEKLY WEIGHT GAIN AND BABY ANTHROPOMETRIC MEASURES**

Baby weight	Baby height	Baby head circumference
0.3114 ( $P = 0.031$ )	0.3105 ( $P = 0.032$ )	0.2013 ( $P = 0.170$ )

## DISCUSSION

This study is the first to report on the dietary habits and nutrient intake of pregnant urban Ecuadorian women and the relationship of the latter with pregnancy outcome. Our results indicate that, based on their nutrient intake and weight gain patterns, this group of public hospital primiparas was relatively well nourished during the third trimester of pregnancy, at least for the nutrients analyzed. Although it is recognized that population-specific dietary recommendations are more appropriate for assessing the nutritional status of Andean area populations, such as our group of pregnant subjects, these are not yet available. Thus, this conclusion is based on comparisons with the NRC (22) and WHO/FAO (23, 24) RDA's.

As a group, the 74 subjects had diets which met or exceeded both the US (22) and WHO (23, 24) RDA's for energy, protein and six other major nutrients. The high carbohydrate intake observed in the current study is similar to data reported for Ecuadorian (12, 27) and other rural and urban Andean non-pregnant populations (28, 29). The quality of the mixed protein diet seemed adequate to meet the needs of pregnancy. The high fat content of the diet, however, especially the proportion contributed by saturated fats would appear to be greater than desirable (30, 31); this may be a contributing factor to the high population incidence of PIH.

The dietary intake of most of the minerals analyzed was sufficient to meet the needs of pregnancy, with a couple of exceptions. For example, although the reported calcium intake of our pregnant subjects was 500-600 mg/day more than that reported for most Andean (non-pregnant) populations (29, 32, 33), it still provided only one-half to three-fourths of the calcium NRC (22) RDA for pregnant adolescents and adults. Since a large proportion of babies in Ecuador are born to adolescent mothers, the low dietary calcium intake may represent a considerable risk, as girls in this age group require increased calcium intake

(as well as other micro- and macronutrients) to support their physical growth and development, in addition to that of the the growing fetus (34).

We had assumed *a priori* that calcium intake would be even lower than what we observed, as there is a common but as yet unproven popular belief that many Andean populations, including those in Ecuador, do not consume many dairy products due to a high incidence of adult primary lactase deficiency. Based on the results of the current data, however, it appears that this condition may be less common than previously suggested. On the other hand, it is also possible that the higher than expected consumption of dairy products could be due to a progressive adaptation to lactose during pregnancy, as Villar and colleagues (35) have found recently in Guatemalan women.

The finding that over 25% of the pregnant subjects had low calcium intakes (i. e., below 500 mg/day) is important, since low prenatal calcium intake has been strongly linked to poor pregnancy outcome, especially increased risk for pregnancy-induced hypertension (PIH) in diverse populations, including Andean Ecuador (25), Colombia (3, 5), Ethiopia (36) and India (37). On the other hand, calcium supplementation in these calcium-deficient populations has been shown to attenuate late pregnancy blood pressure and/or to decrease PIH risk (4, 25, 38). The epidemiologic and clinical evidence indicates that the incidence of PIH in Ecuador is elevated compared to many other populations (15, 39), reanging from to 13-36% depending upon the characteristics of the group investigated (25, 38, 40-45). In the present study, subjects who developed PIH, on the average, consumed about 100 grams less per day dietary calcium, compared to subjects who did not develop PIH, although this difference was not statistically significant. These subjects also tended to consume several hundred more milligrams sodium per day (from table salt ingestion) and more saturated dietary fat. Both calcium and sodium have been linked with increased blood pressure (31).

We would like to note that it is possible that the level of calcium intake in our subjects was somewhat overestimated, since the grater part of this mineral in the diet came from the consumption of milk. Our preliminary analyses of random milk samples from several different commercial establishments in Quito indicate that adulteration with water may be a common practice among some "lecheros" in the area.

Previous reports have suggested that the prevalence of iron-deficiency anemia is high in the Ecuadorian population, with women of reproductive age and children at greater risk (7, 12, 44). We observed a mean daily intake of only 18 mg in our pregnant subjects, which is below the US (22) 30-60 mg or WHO (24) 14-18 mg RDA's. It is possible that iron absorption in the subjects was enhanced due to their high ascorbic acid intake. Nevertheless, since the available evidence (7, 12) also suggests that Ecuadorian women have deficient stores prior to conception, it is unlikely that given the level of the observed intake, the effects of enhanced absorption would be sufficient to meet the increased maternal and fetal physiological requirements associated with late gestation. The combined deficient pre-pregnancy and prenatal iron exposure have important consequences for maternal and perinatal outcome. Indeed, a recent study conducted at the HGOIA site by Calle *et al.* (16), reported that over 68% of pregnant subjects (n=84) were found to be deficient in serum iron. Furthermore, 45% were diagnosed as having iron-deficiency anemia (i. e., hemoglobin less than 12.3 g/dl) at the time of delivery. Thus, the evidence from

our dietary intake study combined with biochemical evidence of Calle (16) and others (7, 12), suggest that the high incidence of iron deficiency may be a significant factor in the high incidence of infant anemia and postpartum hemorrhage notified in Ecuador (7, 12, 15).

The present study did find a relationship between maternal nutritional exposure and pregnancy outcome, although the mechanism for some of the specific observed associations is unclear. One would hypothesize that the relationship between specific nutrients and perinatal outcome measures would be more or less reflected in prenatal weight gain patterns. We found that maternal weight gain as well as nutrient intake were correlated with measures of birth outcome (e.g., infant birth weight). However, no single nutrient was observed to affect both maternal weight gain patterns and measures of pregnancy outcome with the exception of riboflavin, which was associated with average maternal weekly weight gain and baby birth weight. Thus, as previous studies (1, 45-48) have indicated, the interrelationship between prenatal nutrition, weight gain patterns and pregnancy outcome, is not a simple one, and is influenced by a multitude of factors related to stage of gestation, nutrient absorption and bioavailability, and individual differences.

Potential confounding influences in any population include factors affecting nutrient absorption and utilization, interactions among nutrients, and infection and disease (6). In particular, our Ecuadorian population has a high incidence of gastrointestinal disorders and infections associated with food- and water-borne microorganisms. Other possible confounders in our sample may also include young maternal age (49, 50), low pre-pregnancy weight and stature (51, 52) and the physiologic effects of residence at a high altitude on the mother and fetus (53-56). Such factors need to be taken into consideration with respect to the interpretation of the current study's findings.

The observed relationships between sociodemographic factors and nutrient content of the maternal diet were interesting. Previous studies have shown that maternal education and *per capita* income have a significant effect on maternal-child nutrient intake patterns (57, 58). Nevertheless, although we had expected that better educated subjects would consume better-quality foods with higher nutrient density, the strength of this relationship over that of income with increased caloric, fat, carbohydrate, calcium and iron intake, was somewhat surprising. It may have been influenced by the fact that the majority of subjects were reasonably well educated and, at the time of the survey, a large proportion of the sample (i. e., almost 20%), were students enrolled in higher technical or university programs, and were attending the HGOIA public maternity hospital since they met the low income eligibility criteria for prenatal care.

The finding that monthly *per capita* income was less predictive of nutrient intake and, in fact, tended to be negatively associated with caloric, carbohydrate and iron intake was unexpected, since our *a priori* hypothesis was that this variable would be the most highly correlated with nutrient intake. We assumed that individuals with higher incomes are more likely to be able to afford more and better-quality food items. The explanation for this observed relationship is not clear. One possible reason, however, may be that higher-income women often have concerns about the effect of excess weight gain during pregnancy on prenatal and postnatal body image. Although we did not

query our subjects about their perceptions of ideal body image, anecdotal observations of higher income private prenatal patients in Quito suggests that this is often the case. In contrast, we have observed that many lower-income Ecuadorian women are often less concerned with a slender body image and, in fact, many view a more rounded body image as being positively correlated with fertility and health. As Leslie, Pelto and Rasmussen have suggested, cultural perceptions of body image on women's food intake patterns (59) as well as social pressures may play a greater role than previously thought, and warrant further study.

In conclusion, it appears that the overall diet of our pregnant third-trimester primiparas was generally well-balanced with adequate amounts of protein, energy and most other major nutrients. Nevertheless, the low dietary calcium and iron intakes remain a source of considerable concern, especially in populations such as HGOIA's where about a third of all prenatal women are young adolescents with special nutritional needs. Furthermore, the increased nutritional needs associated with higher altitude and chronic gastrointestinal infections, may also affect dietary adequacy during pregnancy.

A recent epidemiologic investigation of the nutritional status of Ecuadorian children (44) and our pilot study of the nutritional status of women of reproductive status in a rural, marginal population (27), indicate that the problem of adequate alimentation may be more severe in the rural areas of the country. Therefore, the results of the current study should not be generalized to areas other than the urban HGOIA catchment area.

Finally, the results of the study herein discussed, indicate that since maternal education was such a strong predictor of overall nutrient intake during pregnancy, in-house hospital or community prenatal nutrition education programs maybe a particularly cost-effective way to improve nutritional status and reduce the high incidence of poor pregnancy outcome in the population (60). In addition, our results further suggest that the current intensive nation-wide literacy program being conducted by the Ecuadorian Ministry of Education in both urban and rural areas, may have the added long-term benefit of not only augmenting the economic capacity of the country, but also of improving the nutritional and health status of pregnant women and their offspring through increasing the level of maternal education.

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their appreciation to Dr. Rodrigo Yopez, Professor and former Dean of the Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Central del Ecuador in Quito, and Dr. Marco Sarzosa, Director of Hospital Gineco-Obstétrico Isidro Ayora who kindly granted permission for the study. The primary author was supported by the National Institute of Health, National Heart, Lung and Blood institute Behavioral Cardiology research Fellowship # 5 T32 HL07332 through the Department of Medical Psychology and Oregon Hypertension Program, Oregon Health Sciences University, during a portion of the study.

## RESUMEN

**DIETA PRENATAL, INGESTA DE NUTRIENTES Y  
RESULTADOS PERINATALES EN PRIMIPARAS ECUATORIANAS  
DEL SECTOR URBANO**

El presente estudio nutricional se llevó a cabo en el Hospital Gineco-Obstétrico "Isidro Ayora", del Ministerio de Salud Pública en Quito, Ecuador. Se valoró en 74 primigestas, durante el tercer trimestre de gestación, la influencia principalmente de factores sociodemográficos en los patrones de alimentación e ingesta de nutrientes; y la interrelación entre ingesta de nutrientes, peso materno ganado y resultados perinatales. El análisis de regresión demostró que la educación materna, seguida por el ingreso materno, fueron los factores más influyentes en la ingesta de nutrientes en general.

Se analizó esta última y se comparó con las recomendaciones diarias permitidas por la OMS (1974, 1985) y el NRC (1980), encontrándose que la ingesta de energía, proteínas, fósforo, vitaminas C y A, tiamina, riboflavina y niacina alcanzaban o excedían las cantidades recomendadas. No obstante, el nivel de consumo de hierro y calcio fueron inferiores a las recomendaciones. La ingesta de sodio y lípidos fue relativamente alta. Una mayor ingesta de lípidos se asoció con un mayor peso del recién nacido, mientras que una baja ingesta de proteínas se relacionó con peso bajo del recién nacido. La ganancia de peso materno durante el tercer trimestre predijo el peso y estatura del recién nacido, pero no su perímetro cefálico.

## BIBLIOGRAPHY

1. Institute of Medicine. **Preventing Low Birth Weight**. Report of the Committee to Study the Prevention of Low Birthweight. Washington, D. C., National Academy Press, 1985
2. Vermeersch J. Maternal nutrition and the outcome of pregnancy. In: **Nutrition in Pregnancy and Lactation**. 2nd ed. B. S. Worthington-Roberts, J. Vermeersch, and S. R. Williams (Eds.), St. Louis, Mo., CV. Mosby Co., 1981.
3. Belizán J.M. & J. Villar. The relationship between calcium intake and edema-proteinuria, and hypertension-gestosis: A hypothesis. *Amer. J. Clin. Nutr.*, **33**: 2202, 1980.
4. Villar J., J. Repke, J. M. Belizán *et al.* Calcium supplementation reduces blood pressure during pregnancy: Results of a randomized controlled clinical trial. *Obstet. Gynecol.*, **70**: 317, 1987.
5. Villar J, J.M. Belizán & P.J. Fischer. Epidemiologic observations on the relationship between calcium and eclampsia. *Internat. J. Gynecol. Obstet.*, **21**: 271, 1983.
6. Fairbanks V.F. & E Beutler. Iron. In: **Modern Nutrition in Health and Disease**. M.E. Shils and V.R. Young (Eds.). 7th ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1988, p. 969.
7. Pan American Health Organization. **Health Conditions in the Americas. 1981-84**, Washington, D. C., PAHO, 1986 (Scientific Publication No. 500).
8. Susser M. & Z. Stein. Prenatal diet and reproductive loss. In: **Human Embryonic and Fetal Death**. I. H. Porter and E. B. Hook (Eds.), New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1980, p. 183.
9. Ritchey S. J. & L. J. Taper. **Maternal and Child Nutrition**. New York, N. Y., Harper and Row, Publ., 1983.
10. Naeye R. L. Effects of maternal nutrition on the outcome of pregnancy. In: **Human**

- Embryonic and Fetal Death.** I. H. Porter and E. B. Hook (Eds), New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1980.
11. Whitehead R. G. Pregnancy and lactation. In: **Modern Nutrition in Health and Disease.** 7th ed. M. E. Shils and V. R. Young (Eds). Philadelphia, PA., Lea and Febiger, 1988.
  12. Naranjo P. **Desnutrición: Problemas y Soluciones.** Quito, Omeda Cia. Ltd., 1986.
  13. Rivadeneira Arroyo. M. Estudio nutricional. En: **Nutrición y Desarrollo en los Andes Ecuatorianos.** M. Varea Terán and J. Varea Terán (Eds.). Quito, Artes Gráficas, 1974, p. 47.
  14. Murgueytio, M. **Nutrición en el Ecuador.** Quito, Ecuador, Ministerio de Salud Pública, 1980.
  15. Pan American Health Organization. Basic elements for the study and prevention of maternal mortality. **Epidemiological Bulletin**, 7 (5/6): 1, 1986.
  16. Calle A., S. Hereberg, P. Estévez, *et al.* Indicadores bioquímicos y hematológicos del estado de hierro de la madre y el recién nacido. **Rev. de la Facultad de Cienc. Med. (Quito)**, 11 (1-2): 69, 1986.
  17. Pigott J. & K. Kolasa. Infant feeding practices and beliefs in one community in the sierra of rural Ecuador: A prevalence study. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 33 (1): 126, 1983.
  18. Narvaez W. M., M. M. Weigel, C. Félix, A. López & J. P. Lopez-Jaramillo. The clinical utility of the roll-over test in predicting pregnancy-induced hypertension in a high-risk Andean population. **Internat. J. Gynecol. Obstet.** In press.
  19. Ministerio de Salud Pública. **Manual de Normas para la Atención Materno Infantil.** 3a. Ed. Quito, Ecuador, 1988.
  20. Instituto Nacional de Nutrición. **Tabla de Composición de Alimentos Ecuatorianos.** Quito, Ecuador, Ministerio de Salud Pública, 1965.
  21. Vasconez, F., F. Sempertegui, C. Naranjo, *et al.* **Crecimiento Intrauterino en Quito.** Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Médicas, 1984.
  22. National Research Council. **Recommended Dietary Allowances.** 9th ed. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1980.
  23. World Health Organization/ FAO. **Energy and Protein Requirements.** Geneva, WHO, 1985 (Technical Report Seres No. 724).
  24. World Health Organization. **Handbook on Human Nutritional Requirements.** Geneva, WHO, 1974 (Monograph Series No. 61).
  25. Lopez-Jaramillo, J. P., W. M. Narvaez, R. M. Weigel & R. Yépez. Calcium supplementation reduces the risk of pregnancy-induced hypertension in an Andes population. **Br. J. Obstet. Gynecol.**, 96: 649-655, 1989.
  26. Narvaez, W. M. Hipertensión inducida por el embarazo: Predicción con "roll over test". **Rev. Facult de Cienc. Med.**, 11 (1-2): 15-18, 1988.
  27. Weigel M. M. & M. Mónaco. Ingesta de nutrientes en las mujeres de edad reproductiva en Cielo Verde. Unpublished report, Universidad Central del Ecuador-Quito/ University of Illinois at Urbana, Champaign, August 1989.
  28. Picón-Reátegui, E. Nutrition. In: **Man in the Andes**, P.T. Baker and M.A. Little (Eds.). Stroudsburg, PA., Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., 1976, p. 208.
  29. Ferroni M. A. Food habits and the apparent nature and extent of dietary nutritional deficiencies in the Peruvian Andes. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 32 (4): 850 - 866, 1982.
  30. Bengoa, J. M., B. Torún, M. Béhar & N. S. Scrimshaw. Nutritional goals for health in Latin America. **Food Nutr. Bull.** 11 (1): 4-20, 1989.
  31. U. S. Dept. Health and Human Services. **The Surgeon General's Report on Nutrition and Health.** Washinton, D. C., DHHS (PHS) Publ. No. 88-50210, 1988.

32. López-Jaramillo P., M. Nárvaez & R. Yépez. Effect of calcium supplementation on the vascular sensitivity to angiotensin II in pregnant women. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 156: 215, 1987.
33. Collazos, C., I. Moscoso, Y. Bravo de Rueda, *et al.* La alimentación y el estado de nutrición en el Perú. *Ann. Facult. Med. (Lima)*, 1960.
34. Frisancho, A. R., J. Matos, W. R. Leonard, *et al.* Developmental and nutritional determinants of pregnancy outcome among teenagers. *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 66: 247, 1985.
35. Villar J., E. Kestler, P. Castillo, *et al.* Improved lactose deficiency during pregnancy: A case of physiologic adaptation. *Obstet. Gynecol.*, 71: 697, 1988.
36. Hamlin R. H. J. Prevention of preeclampsia. *Lancet*, 1: 864, 1962.
37. Chadhuri S. T. Role of nutrition in the etiology of toxemia. *Amer. J. Obstet. Gynecol.*, 110 (1): 46, 1960.
38. Narváez, M., P. López-Jaramillo, & R. Yépez. Prevención con calcio de la hipertensión inducida por el embarazo en gestantes de riesgo indetificado por "roll-over test". *Rev. Facult. Cienc. Med. (Quito)*, 12 (3), 1987.
39. MacGillveray, I. *Pre-Eclampsia*. London, W. B. Saunders Co., 1983.
40. Orbe Garcés, F., A. Lara de Pozo, A. Dávila, *et al.* Epidemiología de preclampsia. *Rev. de la Facult. de Cienc. Med. (Quito)*, 11 (1-2): 9, 1986.
41. Jijón-Melón A. Actualización del tratamiento de la preeclampsia y eclampsia. Ed. *Med. Cont. Scherifarm*, C. A. (Quito) 12: 25, 1985.
42. Gonzalo, B. Hipertensión inducida por el embarazo en la maternidad de Latacunga. En: *Proc. Seminario Nacional Sobre la Prevención de Hipertensión Inducida por el Embarazo*. *Rev. Facult. de Cienc. Med. (Quito)* 1987, (Abstract).
43. Lara, A., F. Orbe, A. Dávila, *et al.* Eclampsia en el hospital Enrique Garcés. En: *Proc. Seminario Nacional sobre la Prevención de Hipertensión inducida por el Embarazo*. *Rev. de la Facult. de Cienc. Med. (Quito)* 1987, (Abstract).
44. Consejo Nacional de Desarrollo and Ministerio de Salud Pública. *Diagnóstico de la Situación Alimentaria, Nutricional y de Salud de la Población Ecuatoriana Menor de Cinco Años -DANS-*. Quito Namur Editores, 1988.
45. Weigel M. M. Calcio e hipertensión inducida por el embarazo. *Rev. Facult. Cienc. Med. (Quito)*, 12 (3-4): In press.
46. Puffer, R. R. & C. V. Serrano. *Patterns of Low Birth Weight*. Washington, D. C., Pan American Health Organization, 1987 (Scientific Publication No. 504).
47. Widdowson E. M. The demands of the fetal and maternal tissues for nutrients, and the bearing of these on the needs of the mother to "eat for two". In: *Maternal Nutrition in Pregnancy- Eating for Two?*, J. Dobbing (Ed). London, Academic Press, 1980, p. 1.
48. National Research Council. *Maternal Nutrition and the Outcome of Pregnancy*. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1970.
49. Naeye R. L. Teenaged and pre-teenaged pregnancies: Consequences of the fetal-maternal competition for nutrients. *Pediatrics*, 67: 146, 1980.
50. Zlatnick F. & L. Burmeister. Low gynecologic age: An obstetric risk factor. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 128: 1983, 1977.
51. Abrahams B.F. & R. K. Laros. Prepregnancy weight, weight gain and birth weight. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 154: 503, 1986.
52. Brown, J. E., H. N. Jacobson, L. H. Askue, *et al.* Influence of pregnancy weight gain on the size of infants born to underweight women. *Obstet. Gynecol.*, 57: 13, 1981.
53. Tufts D. A., J. D. Haas, J. L. Beard, *et al.* Distribution of hemoglobin and functional consequences of anemia in adult males at high altitude. *Am. J. Clin. Nutr.*, 42: 1, 1985.
54. Moore L. G., S. S. Rounds, D. Jahnigen, *et al.* Infant birth weight is related to maternal

- arterial oxygenation at high altitude. *J. Appl. Physiol.*, 52: 695, 1982.
55. Sobrevilla L. A., Q. F. I. Romero, F. Kruger, *et al.* Low estrogen excretion during pregnancy at high altitude. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 102: 828, 1968.
  56. Yip, R. Altitude and birthweight. *J. Pediatrics*, 11: 869-876, 1987.
  57. Abbi, R. P. Christian, S. Gujaral & T. Gopaldas. Mothers' nutrition and child nutritional status in India. *Food Nutr. Bull.*, 10 (3): 51-54, 1988.
  58. The role of maternal literacy and nutrition knowledge in determining children's nutritional status. *Food Nutr. Bull.*, 10 (4): 35-40, 1988.
  59. Leslie, J., G. H. Peltó & K. M. Rasmussen. Nutrition of women in developing countries. *Food Nutr. Bull.*, 10 (3): 4-7, 1988.
  60. Tangerman R. H. & A. Crespo. Perinatal Mortality in Ecuador. Report to the USAID Mission in Ecuador, 1988.

# BIODISPONIBILIDAD DE AMINOACIDOS EN EL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)<sup>1</sup>

Adriana Blanco<sup>2</sup> y Ricardo Bressani<sup>3</sup>

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

## RESUMEN

Se evaluó la disponibilidad biológica de los aminoácidos de tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en cuatro sujetos adultos sanos, mediante la técnica de absorción de aminoácidos y el método de balance de nitrógeno de corto plazo en dietas a base de frijol.

La composición aminoacídica se determinó según el método de intercambio iónico, y el triptofano se estimó por un método colorimétrico.

El patrón de los aminoácidos esenciales (AAE) y aminoácidos no esenciales (AANE) sugiere que no existen diferencias significativas en su contenido entre las tres variedades de frijol. Al comparar los patrones de AAE con los de la FAO/OMS, se encuentran como AA limitantes en orden decreciente: el triptofano, la valina y la treonina (no se están considerando los AA azufrados, porque la hidrólisis utilizada los destruye); y los AA que sobrepasan al patrón de referencia son los AA aromáticos y la isoleucina.

Las digestibilidades aparentes (DA) y verdaderas (DV) de los AAE oscilaron entre 33 y 59% y 60 y 85%, respectivamente, para el frijol negro. Para el frijol rojo estos resultados disminuyeron: 29 y 55% de DA y 64 y 81% de DV, mientras que para el frijol

---

Manuscrito modificado recibido: 31-01-89.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos del Ministry of Overseas Development (Reino Unido) y del Bea/Cowpea Collaborative Research Support Program. Contó con la valiosa colaboración de los Dres: Roberto Gómez-Brenes, Luiz G. Elías y Delia Navarrete.
- 2 Egresada de la maestría de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP. Actualmente funcionaria del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) en Tres Ríos, Costa Rica, C. A.
- 3 Coordinador de Investigación y Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, en la época en que se efectuó este estudio.

Publicación INCAP E-1367.

blanco os límites se ampliaron: 18 y 57% de DA y 36 y 86% de DV. La valina resultó ser el AAE de menor disponibilidad biológica, y la lisina y la fenilalanina los más disponibles. Se sugiere que la baja digestibilidad de la valina puede deberse al desbalance aminoacídico existente en la proteína del frijol, ya que existe un exceso de isoleucina y leucina en relación a la valina.

Las razones de las DA y DV de los AAE respecto a las de los AANE fueron de 0.89 y 0.98 para el frijol negro, 0.89 y 0.96 para el rojo y 0.77 y 0.90 para el blanco, lo que indica que la disponibilidad biológica de los AANE es mayor a la de los AAE.

Se confirma que la *determinación biológica de la DV de la proteína permite predecir la DV de los AA*, pues se encontró una correlación positiva ( $r = 0.93$ ), estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre ellos. Se recomienda utilizar el parámetro DV en vez del de DA para estimar la calidad de la proteína.

## INTRODUCCION

Uno de los alimentos que constituyen fuente importante de proteína en la dieta del centroamericano es el frijol (*Phaseolus vulgaris*). Este contiene factores antinutricionales que disminuyen la digestibilidad de su proteína, la que a su vez es incompleta y, como resultado, su calidad no es óptima.

Se ha indicado que la calidad de una proteína está determinada por la capacidad que ésta tenga de satisfacer los requerimientos de aminoácidos (AA) y de nitrógeno del organismo. Esto depende de la composición aminoacídica y la digestibilidad de la proteína, de la adecuación de la dieta, y del estado fisiológico, nutricional y de salud del individuo que la consume.

Para evaluar la calidad de este nutriente existe gran diversidad de metodologías (1). Una de ellas es la que se basa en la determinación biológica de la disponibilidad de los AA que forman parte de la proteína. La forma más común de medirla es mediante dos procedimientos: la absorción de AA, y la medición del crecimiento en animales alimentados con la proteína de interés.

En el presente estudio se evaluó la disponibilidad biológica de los AA de tres variedades de frijol común, en humanos adultos mediante la técnica de absorción de AA (1) y el método de balance de nitrógeno de corto plazo (2). Para ello fue necesario determinar el patrón aminoacídico de los alimentos ofrecidos a los sujetos, así como en sus respectivas heces fecales. Asimismo, se correlacionó la digestibilidad de la proteína con la de los AA de cada color de frijol.

## MATERIAL Y METODOS

El diseño del plan experimental, preparación de alimentos y estudio biológico utilizado, se describen en la primera de una serie de publicaciones (2) realizados sobre este tema.

### *Sujetos Experimentales*

Por razones de costo y tiempo se seleccionó a cuatro individuos de los 12 estudiados, para calcular la biodisponibilidad de los AA. El criterio utilizado para la selección de los sujetos experimentales fue el de la digestibilidad de la

proteína del frijol, escogiéndose un individuo con alta, otro con baja y dos con digestibilidad intermedia. En la Tabla 1 se indican las características físicas de estos sujetos.

**TABLA 1**  
**CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUJETOS**  
**EXPERIMENTALES SELECCIONADOS**

Sujeto	Edad, años	Talla, cm	Peso kg	
			Inicial	Final
AG	33	169	59.4	59.2
AS	23	158	48.1	46.7
CP	25	160	51.7	50.3
DV	39	153	51.3	51.3
$\bar{x}$	30	160	52.6	51.9
$\pm$ DE	6	5.8	4.2	4.6

### *Análisis Químicos*

En la publicación antes mencionada (2) se describe la preparación de las muestras en el laboratorio para su posterior análisis químico. Se proporcionan detalles únicamente de lo que no ha sido descrito en la misma.

El patrón de aminoácidos de la proteína del frijol en dietas basales, en la dieta de bajo contenido proteínico, y en las heces fecales, se determinó mediante cromatografía de intercambio iónico. Para ello primeramente se hidrolizó la proteína con HC1 6 N en un horno caliente a 140°C durante dos horas. El hidrolizado se evaluó en un analizador Technicon, según la metodología desarrollada por Spackman, Stein y Moore (3, 4) modificada por Moore y Stein (5) y por Piez y Morris (6). Se reconoce, sin embargo, que este procedimiento destruye los AA azufrados.

El triptofano se estableció en las muestras por el método colorimétrico y enzimático modificado por Villegas (7).

### *Cálculo de la Biodisponibilidad de los Aminoácidos*

La biodisponibilidad o digestibilidad aparente y verdadera de los AA se estimó mediante las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{ Digestibilidad aparente de AA} = \frac{\text{AA ingerido} - \text{AA fecal excretado}^*}{\text{AA ingerido}} \times 100$$

$$\% \text{ Digestibilidad verdadera de AA} = \frac{\text{AA ingerido} - \text{excretado}^* - \text{fecal}}{\text{AA ingerido}} \times 100$$

\*De dietas con proteína de frijol.

\*\*De dietas con bajo contenido de proteína.

La unidad de expresión utilizada para el AA ingerido y excretado fue: mg AA/kg de peso del individuo/día.

El AA ingerido se calculó a partir del patrón aminoacídico (mg AA/g N) respectivo, y de los mg de N ingerido/kg/día provenientes de la dieta basal. Del mismo modo, se calcularon los mg de AA excretados/kg/día, esto es, multiplicando los mg AA/g N por los mg N excretado/kg/día para cada AA, color de frijol, e individuo. Las materias fecales de la dieta de bajo contenido en nitrógeno sirvieron para establecer los niveles de aminoácidos de origen endógeno.

La digestibilidad de la proteína del frijol se calculó de la misma forma que la de los AA, sólo que en lugar de utilizar los mg AA/mg/d ingeridos y excretados, se usaron los mg N/kg/día.

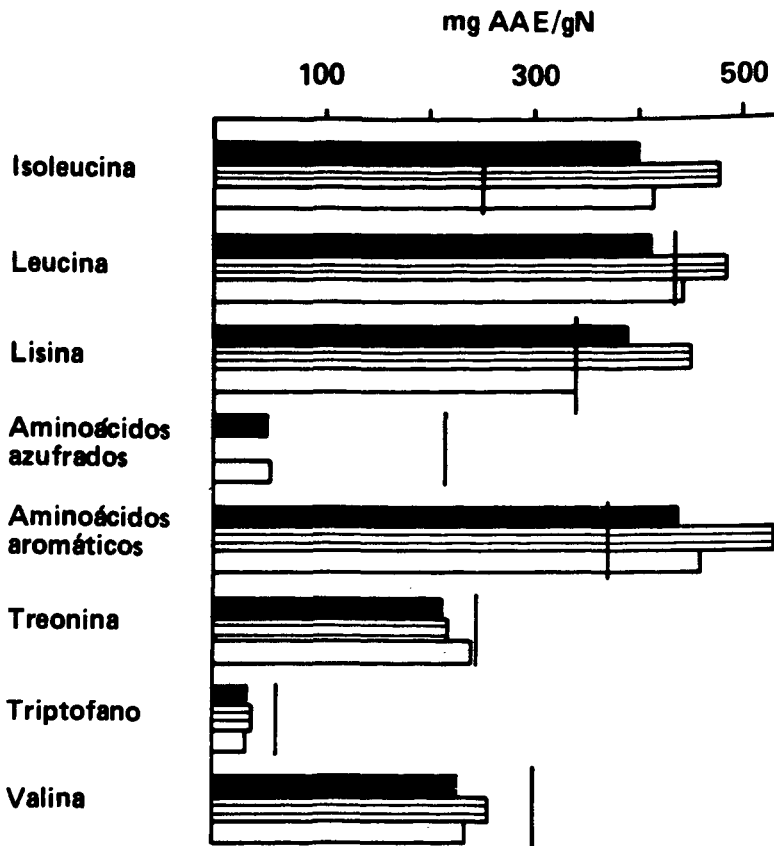
### *Análisis Estadístico*

Para determinar hasta qué punto las variables se encontraban asociadas, se hizo uso del coeficiente de correlación de Pearson (r), y para establecer la significancia estadística de los coeficientes de correlación obtenidos, se utilizó la prueba de F (8).

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

En las Figuras 1 y 2 se presenta en forma gráfica el patrón de aminoácidos esenciales (AAE) y de los aminoácidos no esenciales (AANE) para cada color de frijol. Se señala, mediante una línea vertical, el patrón de puntaje recomendado por FAO/OMS (9) para los AAE, el cual es apropiado para fines de detectar deficiencias o excesos de los aminoácidos esenciales.

Las tres variables de frijol difieren poco en su patrón de AA, por lo que no amerita una discusión al respecto. No obstante, al comparar la composición aminoacídica de las tres variables de frijol con la del patrón FAO/OMS (9), los AA limitantes de la proteína del frijol en orden decreciente son: la valina, el



(\*) Frijol cocido

- negro: 3,58 gN/100g BS
- rojo: 3,44 gN/100g BS
- blanco: 3,96 gN/100g BS
- | patrón de referencia FAO/OMS para cada AA (9)

Incap 89-3

FIGURA 1

Patrón de aminoácidos esenciales (AAE) de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) cocido \*

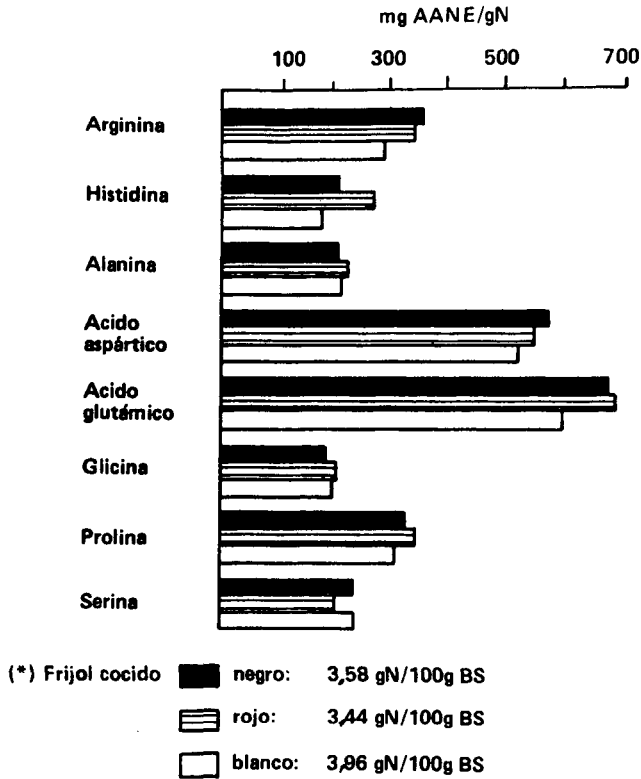


FIGURA 2

incap 89-4

**Patrón de aminoácidos no esenciales (AANE) de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) cocido.\***

triptofano y la treonina. Debe tenerse en cuenta que no están considerados los aminoácidos azufrados, que según la literatura (1, 10), son los primeros AA limitantes de la proteína del frijol.

De aquellos AAE que superan el 100% de adecuación de la recomendación, la isoleucina, seguida por los aminoácidos aromáticos, son los que se encuentran en mayor cantidad de todos.

Desde el punto de vista nutricional, los AANE son poco importantes. A pesar de ello, se exponen sus patrones en las tres muestras de frijol cocido (Figura 2). Esto permite completar, hasta donde es posible, el patrón aminoácido de la leguminosa.

En las Tablas 2, 3 y 4 se muestran los valores de ingesta, excreción y digestibilidad promedio de los AAE, en individuos alimentados con las variedades de frijol. El detalle se presenta únicamente para los AAE, y los AANE se indican como promedio, debido a su poco valor nutricional.

Según la Tabla 2, las ingestas de los AAE para el frijol negro oscilan entre 4.17 y 52.79 mg/kg/día, valores que corresponden al triptofano y la leucina,

TABLA 2

**INGESTA, EXCRECION Y DIGETIBILIDAD PROMEDIO DE AMINOACIDOS ESENCIALES  
EN INDIVIDUOS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE FRIJOL NEGRO**

AAE	Ingestión total mg AA/kg/d	Excreción		Digestibilidad, %	
		Frijol	DBN*	Aparente	Verdadera
Isoleucina	50.62 ± 1.54	25.60 ± 7.37	15.73 ± 3.16	49.2 ± 14.7	80.4 ± 9.1
Leucina	52.79 ± 1.61	22.79 ± 5.12	13.74 ± 2.73	56.6 ± 12.5	82.8 ± 7.0
Lisina	50.73 ± 1.55	21.42 ± 7.07	15.98 ± 4.42	57.5 ± 15.0	89.0 ± 20.0
Fenilalanina	38.83 ± 1.12	14.45 ± 3.82	8.47 ± 1.80	60.7 ± 11.1	83.8 ± 6.4
Tirosina	18.76 ± 0.62	10.86 ± 3.60	6.94 ± 1.66	41.6 ± 21.2	78.9 ± 11.6
Treonina	28.31 ± 0.86	13.74 ± 3.72	7.63 ± 1.28	51.2 ± 14.3	78.3 ± 10.3
Triptofano	4.17 ± 0.36	2.67 ± 1.14	1.88 ± 0.45	33.0 ± 26.2	81.8 ± 22.4
Valina	29.55 ± 0.90	29.82 ± 11.40	9.03 ± 6.00	29.1 ± 39.9	59.8 ± 32.1

\* DBN = Dieta de bajo contenido de nitrógeno.

**TABLA 3**

**INGESTA, EXCRECION Y DIGESTIBILIDAD PROMEDIO DE AMINOACIDOS ESENCIALES  
EN INDIVIDUOS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE *FRIJOL ROJO***

AAE	Ingestión total mg AA/kg/d	Excreción		Digestibilidad, %	
		Frijol	DBN*	Aparente	Verdadera
Isoleucina	52.17 ± 1.42	28.04 ± 3.43	15.73 ± 3.43	46.3 ± 5.6	76.4 ± 2.7
Leucina	53.40 ± 1.45	24.34 ± 2.06	13.74 ± 2.73	54.5 ± 2.7	80.2 ± 2.8
Lisina	50.16 ± 1.37	23.07 ± 8.94	15.98 ± 4.42	54.2 ± 17.1	86.1 ± 25.0
Fenilalanina	37.90 ± 1.04	16.43 ± 3.51	8.47 ± 1.84	56.8 ± 8.1	79.1 ± 4.9
Tirosina	19.21 ± 0.52	12.24 ± 2.55	6.94 ± 1.64	36.5 ± 11.4	72.5 ± 5.2
Treonina	25.05 ± 0.70	14.77 ± 1.44	7.63 ± 1.28	41.1 ± 4.1	71.6 ± 6.5
Triptofano	4.33 ± 0.14	3.08 ± 1.03	1.88 ± 0.45	29.0 ± 23.4	72.4 ± 14.9
Valina	28.59 ± 0.78	19.43 ± 10.1	9.03 ± 5.98	32.6 ± 33.0	64.1 ± 34.8

\* DBN = Dieta de bajo contenido de nitrógeno.

**TABLA 4**  
**INGESTA, EXCRECION Y DIGESTIBILIDAD PROMEDIO DE AMINOACIDOS ESENCIALES**  
**EN INDIVIDUOS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE FRIJOL BLANCO**

AAE	Ingestión total mg AA/kg/d	Excreción		Digestibilidad, %	
		Frijol	DBN*	Aparente	Verdadera
Isoleucina	43.83 ± 3.12	24.76 ± 4.01	15.98 ± 4.42	43.3 ± 9.3	79.8 ± 3.4
Leucina	55.24 ± 3.92	21.59 ± 1.88	13.74 ± 2.73	60.9 ± 3.1	85.9 ± 2.7
Lisina	48.83 ± 3.12	24.76 ± 4.01	15.98 ± 4.42	43.3 ± 9.3	78.8 ± 3.4
Fenilalanina	38.05 ± 2.71	13.59 ± 3.89	8.47 ± 1.84	64.5 ± 8.6	86.9 ± 7.5
Tirosina	10.40 ± 1.30	10.89 ± 3.04	6.94 ± 1.64	41.0 ± 14.6	78.7 ± 7.5
Treonina	30.84 ± 2.19	12.43 ± 1.25	7.63 ± 1.28	59.6 ± 3.6	84.5 ± 3.0
Triptofano	4.54 ± 0.08	3.21 ± 0.45	1.88 ± 0.45	29.3 ± 9.7	70.7 ± 9.9
Valina	30.01 ± 2.13	22.21 ± 6.13	9.03 ± 5.98	25.6 ± 21.3	55.9 ± 12.2

\* DBN = Dieta de bajo contenido de nitrógeno.

respectivamente. Aun cuando se aprecia baja variabilidad entre individuos en el consumo de cada AA, la variabilidad de las excreciones de AA fue mayor del 12%, sobrepasando en algunos casos el 100%. La digestibilidad aparente (DA) y verdadera (DV) de los AA osciló entre 29.1 y 60.7% y 59.8 y 89.0%, respectivamente, para el frijol negro.

La biodisponibilidad aparente más baja fue el de la valina (29.1%) y la más alta correspondió a fenilalanina (60.7%). En cuanto a la biodisponibilidad verdadera, la valina dio un valor de 59.8% mientras que para la lisina el valor fue de 89.0%.

De acuerdo con la Tabla 3, la DA de los AAE del frijol rojo fluctúan entre 29.0 y 56.8%, la verdadera, entre 64.1 y 86.1%. Como lo indican estos datos, el AA menos disponible en el frijol rojo es la valina, y el más disponible, la lisina.

Para el frijol blanco (Tabla 4), los valores de digestibilidad aparente y verdadera de los AAE varían entre 25.6 y 64.5%, y 55.9 y 86.9%, respectivamente. A partir de estos datos, se deduce que el AAE menos disponible es la valina, y el más digerible la fenilalanina.

A pesar de que se trató de reducir al máximo las diferencias biológicas entre individuos, se encontraron sujetos que absorbían los AA mejor que el resto de sus compañeros.

La variabilidad en cuanto a digestibilidad podría estar asociada a la microflora del aparato digestivo de los individuos incluidos en el estudio. Existe consenso en el sentido que cuando la digestibilidad es reducida como lo es en el caso del frijol, la actividad microbiológica aumenta, y de esta manera, influye sobre el contenido de aminoácidos. No obstante, con el frijol el tiempo de residencia en el aparato digestivo tiende a ser menor, lo que no permite un incremento en la actividad microbiológica.

En las tres variedades de frijol, la valina resultó ser el AAE con la menor digestibilidad, con un promedio para los tres colores de frijol de 59.4%. Esto puede deberse a un posible desbalance existente entre los AA del frijol, pues hay un exceso de isoleucina y leucina respecto a la valina.

El aminoácido más disponible para los frijoles negro y rojo fue la lisina; y para el blanco, la fenilalanina. Sin embargo, la disponibilidad promedio del aminoácido lisina para los tres frijoles fue de 84.6%. Este hallazgo es de interés, y explica el efecto suplementario significativo del frijol a los cereales. Es importante, por consiguiente, que el procesamiento del frijol no disminuya la biodisponibilidad de este aminoácido. Asimismo, es importante también que los programas de mejoramiento genético para aumentar la producción de frijol, no lo hagan a expensas de este aminoácido.

Los valores de ingesta, excreción y digestibilidad promedio de AAE y AANE en los individuos alimentados a base de frijol negro, rojo y blanco, respectivamente, se dan a conocer en las Tablas 5 a 7. En las tres variedades se observan ingestas promedio de AANE superiores a las de los AAE; del mismo modo, sus excreciones fueron mayores, aunque no en el caso del frijol blanco. Tanto la DA como la DV promedio de los AANE en los tres colores de frijol, fue siempre mayor a la de los AAE. Estas diferencias se observan principalmente en el frijol blanco (Tabla 7), en el que la razón de DA y DV de los AAE:AANE respectivas fueron de 0.77 y 0.90. En el caso de los frijoles colorados, la razón de DV de los AA difiere poco.

En vista que la cuantificación de los aminoácidos es mucho más laboriosa

TABLA 5

**INGESTION, EXCRECION Y DIGESTIBILIDAD PROMEDIO  
DE AAE Y AANE\* EN INDIVIDUOS ALIMENTADOS  
A BASE DE FRIJOL NEGRO**

	AAE*	AANE*	AAE/AANE
ingestión total**	32 ± 15	42 ± 21	
Excreción fecal total**	16 ± 9	19 ± 10	
Excreción fecal endógena**	10 ± 5	11 ± 4	
% digestibilidad aparente	47 ± 19	52 ± 18	0.89
% digestibilidad verdadera	78 ± 17	80 ± 16	0.98

\* AAE= Aminoácidos esenciales.  
AANE= Aminoácidos no esenciales.

\*\* mg AA/kg/d.

TABLA 6

**INGESTION, EXCRECION Y DIGESTIBILIDAD PROMEDIO  
DE AAE Y AANE\* EN INDIVIDUOS ALIMENTADOS A BASE  
DE FRIJOL ROJO**

	AAE*	AANE*	AAE/AANE
Ingestión total**	34 ± 17	40 ± 19	
Excreción fecal total**	18 ± 9	19 ± 8	
Excreción fecal endógena**	10 ± 5	11 ± 4	
% digestibilidad aparente	44 ± 16	50 ± 15	0.89
% digestibilidad verdadera	74 ± 14	77 ± 11	0.96

\* AAE= Aminoácidos esenciales.  
AANE= Aminoácidos no esenciales.

\*\* mg AA/kg/d.

TABLA 7

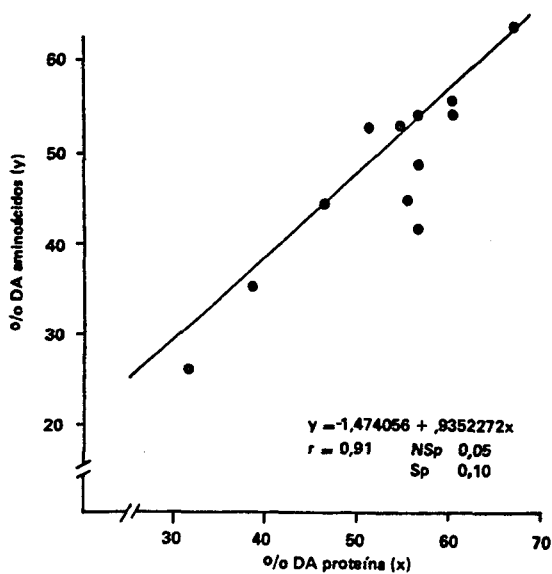
**INGESTION, EXCRECION Y DIGESTIBILIDAD PROMEDIO  
DE AAE Y AANE\* EN INDIVIDUOS ALIMENTADOS CON DIETAS  
A BASE DE FRIJOL BLANCO**

	AAE*	AANE*	AAE/AANE
Ingestión total**	31 ± 15	37 ± 18	
Excreción fecal total**	17 ± 8	16 ± 6	
Excreción fecal endógena**	10 ± 5	11 ± 4	
% digestibilidad aparente	41 ± 19	54 ± 13	0.77
% digestibilidad verdadera	76 ± 12	84 ± 12	0.90

\* AAE= Aminoácidos esenciales.

AANE= Aminoácidos no esenciales.

\*\* mg AA/kg/d.



Incap 89-2

FIGURA 3

**Regresión lineal entre la digestibilidad aparente (DA) de la  
proteína y la DA aminoacídica**

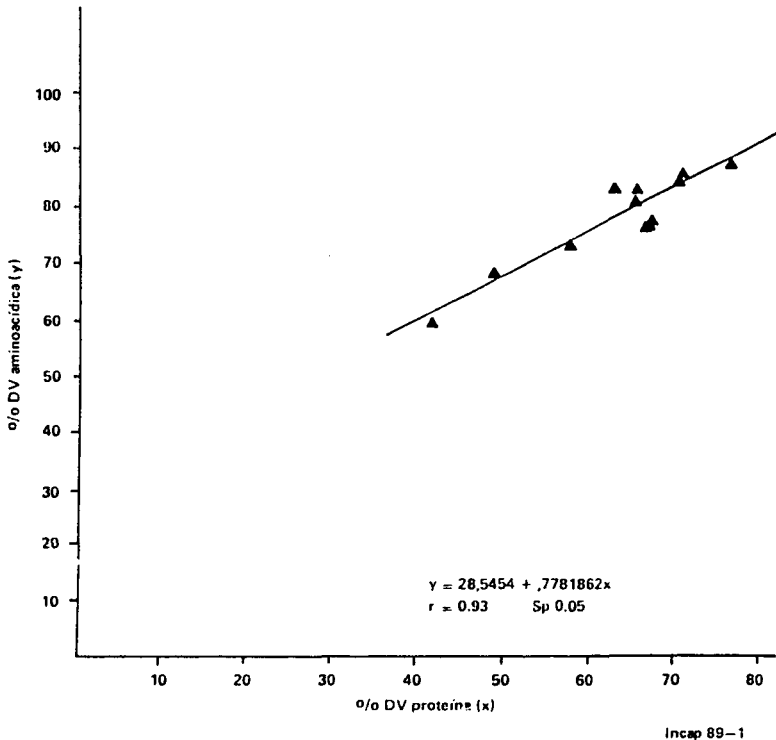


FIGURA 4

**Regresión lineal entre la digestibilidad verdadera (DV) de la proteína y la DV aminoacídica.**

y costosa que la cuantificación de la proteína total, se correlacionó la digestibilidad de la proteína con la digestibilidad aminoacídica promedio. De este modo, se pretende que la primera pueda utilizarse como un buen sustituto de la segunda. Ambas digestibilidades (proteínica y aminoacídica) se expresan en forma aparente (Figura 3) y en forma verdadera (Figura 4).

En la Figura 3 se indica que la correlación entre las digestibilidades aparentes de la proteína y de todos los aminoácidos fue positiva, de 0.91, y que no fue estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ). Cuando la digestibilidad se corrige por los aminoácidos endógenos (Figura 4), la correlación siempre es positiva, aumenta a 0.93, y presenta significancia estadística al nivel de 5%. Dicho hallazgo confirma lo informado en la literatura (1): "La DV de los AA es en la mayoría de los casos aproximadamente la misma que la DV del nitrógeno total de la dieta en cuestión". Esta confirmación tiene aplicación práctica, pues permite recomendar la utilización del parámetro digestibilidad de la proteína, en vez de la digestibilidad promedio de los aminoácidos para evaluar la calidad de la proteína. Además, se señala que la expresión de la digestibilidad debe corregirse por el nitrógeno endógeno para obtener un resultado más acorde con la realidad fisiológica.

## CONCLUSIONES

A pesar de la variabilidad en cuanto a la biodisponibilidad de aminoácidos encontrada entre sujetos y variedades de frijol, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se confirma el hecho que la determinación biológica de DV de la proteína permite predecir la DV de los AA.
2. La valina fue el AAE menos disponible de la proteína del frijol.
3. Los AAE de la proteína del frijol más disponibles son la lisina y la fenilalanina.
4. En general, la disponibilidad biológica de los AANE es mayor que la de los AAE.

## SUMMARY

### AMINO ACIDS BIOAVAILABILITY IN BEANS

(*Phaseolus vulgaris*)

Biological availability of amino acids of three common bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties was evaluated in four, healthy adult subjects, consuming bean-based diets by the amino acid absorption technique and the short-term nitrogen balance method.

The amino acid composition was determined according to the ionic interchange method, and tryptophan was estimated by a colorimetric procedure.

The essential amino acid (EAA) and non-essential amino acid (NEAA) pattern suggests that no significant differences in content exists in the three bean varieties. When the EAA patterns were compared with those of FAO/WHO, the limiting AA in decreasing order were found to be: tryptophan, valine and threonine (sulfur AA are not considered because the hydrolysis used in this study destroys them); and the AA surpassing the reference pattern were the aromatic AA and isoleucine.

Apparent (AD) and true (TD) digestibilities of the EAA fluctuated between 33 and 59% and 60 and 85%, respectively, for black beans. With red beans, these results diminished: 29 and 55% AD and 64 and 81% TD, while for white beans the limits extended: 18 and 57% AD and 36 and 86% TD. Valine proved to be the EAA of lower biological availability, and lysine and phenylalanine the most available. It is suggested that the low digestibility of valine could be due to the amino acid imbalance existing in the bean protein, since this contains an excess of isoleucine and leucine in relation to valine.

The AD and TD of the AAE with respect to the NEAA were of 0.89 and 0.98 for black bean, 0.89 and 0.96 for the red and 0.77 and 0.90 for the white, which indicates that biological availability of the NEAA is higher than that of the EAA.

Findings thus confirm that *biological determination of the TD of protein permits prediction of the TD of the AA*, since a positive correlation ( $r = 0.93$ ) statistically significant was found ( $p < 0.05$ ) among them. Utilization of the TD parameter instead of that of AD to estimate the protein quality is therefore recommended.

## BIBLIOGRAFIA

1. Pellet, L. & V. R. Young (Eds.) **Evaluación Nutricional de Alimentos Proteínicos**. Informe de un grupo de trabajo auspiciado por la Unión Internacional de Ciencias Nutricionales y por el Programa Mundial Contra el Hambre, de la Universidad de las Naciones Unidas. Tokio, Japón, Universidad de las Naciones Unidas, 1980 (Traducción directa del original en inglés "Nutritional Evaluation of Protein Foods"), p.43, 59-60 y 159.
2. Blanco, A., D. A. Navarrete, R. Bressani, J. E. Braham, R. Gómez-Brenes & L. G. Elías. Composición química y evaluación de la calidad de la proteína del frijol en humanos adultos por el método de balance nitrogenado de corto tiempo. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 36 (1): 79-97, 1986.
3. Moore, S., H. Spáckman & W. H. Stein. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. *Anal. Chem.*, 30: 1185-1190, 1958.
4. Spackman, D. G., W. H. Stein & S. Moore. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, 30: 1190-1205, 1958.
5. Moore, S. & W. H. Stein. Procedures for the chromatographic determination of amino acids on four percent cross-linked sulfonated polystyrene resins. *J. Biol. Chem.*, 211: 893-906, 1954.
6. Piez, K. H. & L. Morris. A modified procedure for automatic analysis of amino acids. *Anal. Biochem.*, 1: 187-201, 1960.
7. Villegas, E. An integral system for chemical screening of quality protein maize. In: **High Quality Protein Maize**. New York, N. Y., Halsted Press, a Division of John Wiley & Sons, 1975.
8. Downie, N. M. & R. W. Heath. **Métodos Estadísticos Aplicados**. México, Harla, S. A. de C. V., 1973, 373 p.
9. FAO/OMS. **Necesidades de Energía y de Proteínas**. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1973. (Serie de Informes Técnicos de la OMS No. 522; Serie de Reuniones sobre Nutrición de la FAO No. 52).
10. **Amino Acids Content of Foods and Biological Data on Proteins**. Rome, Food and Agriculture Organization, 1970 (FAO Nutritional Studies No. 24).

# VALORES RECOMENDABLES DE DENSIDAD ENERGETICA EN PREPARACIONES DE CONSISTENCIA TIPO SOPA O CREMA ESPESA, DESTINADAS A LA ALIMENTACION DEL PREESCOLAR<sup>1</sup>

*Héctor Araya*<sup>2,3</sup>, *Marcela Alviña*<sup>3</sup>, *Gloria Vera*<sup>3</sup> y *Nelly Pak*<sup>3</sup>

Universidad de Chile  
Santiago.Chile

## RESUMEN

La baja densidad energética de la dieta, tal cual se consume, ha sido propuesta por numerosos investigadores como un factor determinante del consumo energético insuficiente del preescolar de los países en desarrollo. Sin embargo, son escasos los estudios tendientes a evaluar con diseños controlados el volumen que los niños son capaces de ingerir cuando la densidad energética cambia.

El presente trabajo tuvo como objetivo establecer valores recomendables de densidad energética de preparaciones culinarias con consistencia tipo sopa o crema espesa. El estudio se llevó a cabo en 100 preescolares de 3 a 4 años, que asistían a un jardín infantil de Santiago, Chile. Se sometieron a ensayo seis formulaciones de harina extruida de arveja- arroz, con diferentes densidades energéticas: 0.8, 1.2 y 1.6 kcal/g, cada una con las siguientes viscosidades: 3,000 cp (tipo sopa) y 9,000 cp (tipo crema espesa). Estas condiciones se lograron modificando la concentración del producto en suspensión y la cantidad de harina de malta. Las observaciones de consumo se realizaron en el almuerzo. La adecuación energética se calculó utilizando los requerimientos de energía FAO/OMS/UNU, 1985. El consumo energético de los preescolares aumentó significativamente al incrementar la densidad energética de ambos tipo de preparaciones. La adecuación energética fluctuó entre 15% para las preparaciones con densidad de 0.8 kcal/g, y 35% para las densidades de 1.6 kcal/g. La densidad energética de 1.6 kcal/g cubrió alrededor del 100% del requerimiento de energía del almuerzo, y sería al valor recomendable para este tipo de preparaciones siempre que se programe

---

Manuscrito modificado recibido: 23-01-90.

- 1 Financiado parcialmente por Nestlé Nutrition Grant Programme 85/50.
- 2 Toda correspondencia y solicitudes de reimpresos debe enviarse al Dr. Araya a la dirección citada.
- 3 Científicos del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Independencia 1027, Santiago, Chile.

proporcionarlas como único alimento. La densidad energética de 1.2 kcal/g necesita un complemento equivalente a 120 kcal; valores inferiores serían inadecuados para la alimentación del preescolar.

Los resultados demuestran que es necesario disponer de valores recomendables para determinadas preparaciones debido a la relación que existe entre el tipo de preparación ofrecida y la cantidad de ésta que los niños son capaces de consumir.

## INTRODUCCION

La solución de los problemas nutricionales que afectan a amplios sectores de la población de los países en desarrollo, es compleja y escapa de los marcos de la nutrición y alimentación (1,2). Sin embargo, existen variados intentos de carácter focalizado que tratan de aminorar el daño, en espera de mejores condiciones para eliminar de raíz la desnutrición infantil. Entre éstos se encuentran los programas alimentarios y los de educación alimentaria a nivel de la comunidad. En ambas acciones se necesita disponer de información racional, derivada de estudios experimentales rigurosos, destinada a optimizar el valor nutritivo de los alimentos que suministran los programas, y elaborar recomendaciones enmarcadas en la realidad alimentaria de la comunidad. Para el cumplimiento de estos propósitos es imprescindible disponer de indicadores nutricionales confiables, con valores de referencia derivados de información experimental.

La baja densidad energética de las dietas ha sido privilegiada por numerosos investigadores (3-8) como un factor determinante del consumo energético de preescolares insuficiente de los países en desarrollo. No obstante, son escasos los estudios tendientes a determinar el volumen que los niños son capaces de consumir cuando la densidad energética y textura de las preparaciones cambian.

Para establecer valores de referencia a ser utilizados en las normas de alimentación de aquellos grupos etarios con menor capacidad gástrica (lactante mayor y preescolar), se requiere disponer de información confiable sobre la cantidad de preparación que se pueda ingerir en un tiempo de comida o en el día entero.

El principal objetivo del presente estudio fue establecer valores recomendables, basados en información experimental, de densidad energética de preparaciones con consistencia tipo sopa o crema espesa, destinadas a la alimentación del preescolar.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se efectuó en 100 preescolares de tres a cuatro años de edad, que asistían a un jardín infantil de Santiago de Chile. Se sometieron a prueba seis formulaciones de harina extruida de arveja y arroz con diferentes densidades energéticas y viscosidades. La composición de las fórmulas y los valores de las variables independientes estudiadas se ilustra en la Tabla 1. Las diferentes condiciones de densidad energética y viscosidad se lograron modificando la concentración del producto en la suspensión y la cantidad de harina de malta.

La elaboración de las fórmulas contempló las siguientes etapas:

**TABLA 1**

**COMPOSICION, VISCOSIDAD APARENTE Y DENSIDAD ENERGETICA DE LAS FORMULACIONES**

Fórmula	I	II	III	IV	V	VI
Densidad energética (kcal/g)	0.8		1.2		1.6	
Viscosidad aparente (cp)	3,000	9,000	3,000	9,000	3,000	9,000
Componentes (g/kg fórmula)						
Mezcla extruida arveja-arroz	130.3	162.9	189.1	189.1	247.8	248.6
Suero de leche	11.5	0.0	16.7	16.7	21.9	21.9
Cloruro de sodio	5.1	5.0	4.9	4.9	4.8	4.8
Aceite de girasol	27.9	23.9	40.4	40.4	53.0	53.1
Harina de malta	0.0	0.0	0.2	0.04	2.3	0.3
Saborizante	3.2	3.2	3.5	3.5	4.0	3.6
Agua	822.0	805.0	745.2	745.2	666.4	668.1

- 1 Cada ingrediente sólido se pesó en una balanza digital y luego se combinaron en una mezcladora Hobart, y los ingredientes líquidos se midieron en una probeta.
- 2 En una homogenizadora semi-industrial se emulsionó el agua con el aceite por un minuto; luego se agregó la mezcla de los sólidos, y se continuó la agitación por tres minutos.
- 3 Posteriormente, la mezcla se trasladó a un recipiente con capacidad de 25 litros, y se calentó en baño de maría hasta ebullición durante una hora, con agitación intermitente.
- 4 La suspensión se envasó en termos y éstos se trasladaron a los Jardines Infantiles, sirviéndolos a una temperatura de 40°C.

La densidad energética de las formulaciones tal como se consumieron se estimó del valor energético del producto calculado del análisis químico proximal según AOAC (8) utilizando los factores de Atwater, y de la concentración del producto en cada formulación. La viscosidad aparente se determinó mediante un viscosímetro rotacional Brookfield, Modelo RVT, a 50 rpm, spindle 6, a 40°C.

Las observaciones de consumo se realizaron en el almuerzo y la ingesta de cada formulación se determinó pesando la cantidad servida y la dejada por el niño, los que eran estimulados pero no obligados a comer. Si el niño lo solicitaba se ofrecía repetición. La mayor parte de los niños consumieron las 6 preparaciones en tres oportunidades y no se consideraron en el análisis final aquéllos que tenían sólo una observación por fórmula.

La adecuación energética se calculó de la siguiente expresión:

$$AE = \frac{\text{Energía consumida}}{\text{Requerimiento de energía}} \times 100$$

Se utilizó el requerimiento de energía según FAO-OMS-UNU 1985 (9). El análisis estadístico se efectuó empleando la prueba de "t" pareado, el análisis de varianza de una dirección, el test de Tukey y Kramer, y correlaciones entre dos variables, de acuerdo a Snedecor y Cochran (10).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El consumo de las preparaciones y de energía se muestra en la Tabla 2. Según se aprecia, hubo un importante y significativo aumento de la ingesta calórica al elevar la densidad energética de la preparación. Esta observación coincide con lo demostrado por varios autores, tanto en lactantes (11) como en preescolares (12), aunque en estos trabajos, se manifestaba una disminución en el consumo de alimentos. En el presente estudio se evidenció cierta tendencia a mantener o incrementar la cantidad de alimentos consumida al aumentar la densidad energética.

Las viscosidades sometidas a ensayo correspondieron a 3,000 y 9,000 cp, desde una consistencia tipo sopa a una de crema espesa. No obstante, en cada nivel de densidad energética, esta distinta textura no produjo efecto sobre el consumo. Estos hallazgos están en desacuerdo con lo comunicado por diversos autores (7,8,13), los que han observado, en lactantes mayores y preescolares, una disminución del consumo al incrementarse la consistencia de las prepara-

**TABLA 2**

**INGESTA DE PREPARACIONES Y DE ENERGÍA EN PREESCOLARES DE 3 A 4 AÑOS.**

Fórmulas	No. de niños	Volumen		Energía	
		(g)	(g/kg peso)	(kcal)	(kcal/kg peso)
I	65	293.1 ± 71.2*	18.4 ± 4.6 *	235.3 ± 57.7*	14.7 ± 3.7*
II	65	276.4 ± 61.8	17.4 ± 4.1	222.1 ± 49.2	13.9 ± 3.3
III	88	300.1 ± 56.8	18.8 ± 3.7	359.9 ± 60.8	22.6 ± 4.4
IV	88	299.8 ± 79.4	19.0 ± 5.0	355.0 ± 88.8	22.8 ± 6.0
V	78	354.6 ± 79.1	21.2 ± 5.2	567.4 ± 124.6	33.9 ± 8.3
VI	78	335.2 ± 81.8	20.4 ± 5.7	539.0 ± 131.2	32.6 ± 9.1

\* Valores promedio ± desviación estándar.

Significancia estadística:

a) Análisis de varianza (One-way ANOVA) para el efecto de la densidad energética sobre:

Volumen  
F-12.0; P < 0.001

Energía  
F-181.6; P < 0.001

Test Tukey-Kramer: Todas las comparaciones fueron significativas (P<0.09), excepto al comparar las fórmulas I versus III en volumen.

b) Método "t-pareado" para el efecto de la viscosidad: no todas las comparaciones fueron significativas, excepto:

Fórmulas  
V versus VI

Volumen  
P < 0.001

Energía  
P < 0.05

ciones ofrecidas. Cabe subrayar que en ninguno de estos estudios se ha modificado la concentración de hidratos de carbono de alto peso molecular, como es el caso del presente trabajo.

La adecuación energética de las fórmulas de diferente densidad calórica, así como su coeficiente de variación, se describen en la Tabla 3. Los valores de adecuación expresan el porcentaje de los requerimientos energéticos diarios que son cubiertos al ingerir las preparaciones en un tiempo de comida. Es necesario enfatizar que, al menos según las recomendaciones para la alimentación institucional del preescolar en Chile, el almuerzo debe satisfacer un 33% de las necesidades energéticas del día (14). Los resultados demuestran que la satisfacción de las demandas energéticas del preescolar dependen esencialmente de la densidad energética, en forma independiente de la consistencia de las preparaciones ofrecidas. El coeficiente de variación fue cercano al 25% en la mayor parte de las preparaciones.

**TABLA 3**

**ADECUACION ENERGETICA Y SU COEFICIENTE DE VARIACION**

Formulas	No. de niños	Adecuación energética* (%)	Coefficiente de variación (%)
I	65	15.6 ± 4.0	25.6
II	65	14.9 ± 3.9	24.2
III	88	23.7 ± 5.0	21.1
IV	88	24.0 ± 6.4	26.7
V	78	35.4 ± 9.1	25.7
VI	78	34.2 ± 9.5	27.8

\* Valores promedio ± desviación estándar.

Asimismo, los hallazgos demuestran que los preescolares de 3 a 4 años son capaces de satisfacer sus requerimientos de energía con preparaciones de consistencia tipo sopa o crema a base de cereal-leguminosa, siempre que se aplique un procedimiento para hidrolizar los almidones de los alimentos vegetales, lo que permite incorporar mayor cantidad de producto sólido a la preparación, y, así, lograr la densidad energética adecuada. Con este propósito, en el estudio objeto del presente artículo, se utilizó harina de malta y se obtuvo la densidad energética de 1.2 kcal/g que cubrió alrededor de 24% de los requerimientos calóricos y la de 1.6 kcal/g que cubrió las necesidades energéticas en una cifra tan alta como 35%.

Con los resultados de adecuación energética se puede hacer una estimación de cuál será la densidad energética recomendable para las preparaciones de tipo sopa o crema que se consumen en un tiempo de comida tan importante como el almuerzo. Así la Figura 1 ilustra la correlación entre la densidad energética de la preparaciones, y la adecuación de energía en niños de 3 a 4 años. Se obtuvo un  $r=0.772$  para las preparaciones tipo sopa (recta A), y un  $r=0.735$  para las preparaciones tipo crema (recta B). Los valores recomen-

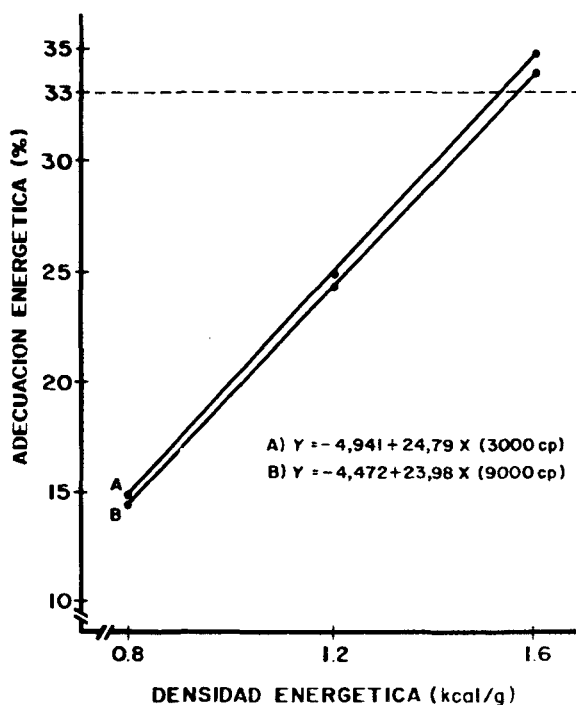


FIGURA 1

**Correlación entre densidad energética y adecuación energética en las fórmulas consumidas por niños de tres a cuatro años**

dables dependerán de algunos supuestos, por ejemplo, de si la preparación se programa para cubrir por sí sola el requerimiento energético del almuerzo, en cuyo caso la densidad de 1.6 kcal/g sería la ideal. Si se contempla incluir algunos complementos de menor valor energético, bastaría la densidad de 1.2 kcal/g. Densidades energéticas inferiores a 1.0 no serían adecuadas para preparaciones tipo sopa o crema.

En la literatura científica existe escasa información sobre cuáles serían las densidades energéticas recomendables para la dieta del preescolar. Mellander y Svenberg (15), utilizando un modelo similar al expuesto en este estudio, han postulado un valor de 1.25 kcal/g; Araya, Vera y Park (16), estudiando la dieta consumida por preescolares durante el día y por un período de 180 días, establecieron un modelo fundamentado en el intercepto de la recta de regresión resultante de correlacionar, para cada niño, el volumen consumido y la densidad energética y la relación entre el volumen que es necesario consumir para cubrir los requerimientos energéticos y la densidad energética de la dieta. Así, se derivó el valor de 1.1 kcal/g para la dieta del día. En consecuencia, el valor de 1.6 kcal/g recomendable para preparaciones tipo sopa o crema es apreciablemente superior a lo establecido en estudios

anteriores. Este hecho puede explicarse por el menor volumen de estas preparaciones que los niños pueden consumir en relación a lo observado en otro tipo de preparaciones como guisos, leche, pan y postres. Por otra parte, la recomendación de un valor tan alto como 1.6 kcal/g, estaría sustentando la afirmación que las preparaciones tipo sopa o crema—tal como se proporcionan habitualmente— no son adecuadas para la alimentación del preescolar, ya que sus densidades energéticas difícilmente alcanzan el valor de 1.0 kcal/g, salvo que exista la precaución de elaborarlas con procedimientos como los utilizados en nuestra investigación.

En síntesis, los resultados de este trabajo abren interesantes perspectivas para la utilización de productos vegetales de bajo costo, fácil conservación y transporte, y que proporcionan un alto valor energético con procesos simples y tradicionales que, incluso, pueden ser realizados a nivel de la comunidad. Por otra parte, los hallazgos del estudio sugieren la necesidad ineludible de realizar estudios de consumo de preparaciones habituales de la dieta de una comunidad, cuando difieran en sus características texturales y sensoriales y, así, disponer de recomendaciones de densidad energética adecuadas par diferentes tipos de preparaciones.

## SUMMARY

### RECOMMENDED ENERGY DENSITY VALUES IN PREPARATIONS WITH A SOUP OR GRUEL CONSISTENCY, DESTINED FOR THE FEEDING OF PRESCHOOL CHILDREN

The low energy density of the diets has been proposed by several authors as an essential factor which conditions the inadequate energy intake of preschool children of developing countries. However, there are few controlled studies in relation to the volumes which children are able to consume when energy density changes.

The objective of this reseach was to establish recommended values of energy density for preparations with a soup or gruel consistency. The study was carried out in 100 preschool children from 3 to 4 years old who attended a Day Care Center in Santiago, Chile. Six formulas of a mixture of extruded pea-rice with different energy densities and viscosities: 0.8, 1.2 and 1.6 kcal/g and 3,000 and 9,000 cp. were studied. These experimental conditions were obtained modifying the product concentration and adding malt flour. Food consumption was determined at lunch time. Energy adequacy was calculated using the 1985 FAO-OMS-UNU requirements. Children increased significantly their energy intake when energy density of both types of consistency, soup or gruel, was higher. Energy adequacy ranged from 15% when preparations had an energy density of 0.8 kcal/g to 35%, when the preparations had an energy density of 1.6 kcal/g. The formulas which had 1.6 kcal/g fulfilled 100% of the energy requirements of preschool children for lunch time, and should be the recommended energy density for soup or gruels, when they are given as the only food. The energy density of 1.2 kcal/g needs a food complement which supplies 120 kcal, and lower values would be inadequate for preschool children feeding purposes.

These results demonstrate that it is necessary to have specific recommended values of energy density for different preparations, due to the existing relationship between the types of preparations offered and the amount of food that children are able to consume.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Jonsson, U. The causes of hunger. *Food Nutr. Bull.*, 3: 1, 1981.
2. Berg, A. Estudios sobre Nutrición. Su Importancia en el Desarrollo Socioeconómico. México, D.F., Editorial Limusa, 1975, p.11-19.
3. Nicol, B.M. Protein and calorie concentration. *Nutr. Revs.*, 29: 83-88, 1971.
4. Payne, P.R. Safe protein-calorie ratio in diets. The relative importance of protein and energy intake as causal factors in malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28: 281-286, 1975.
5. Scrimshaw, N.S. W.O. A water Memorial Lecture. Through a glass: Darkly discerning the practical implications of human dietary protein-energy interrelationships. *Nutr. Revs.*, 35: 321-337, 1977.
6. Beaton, G.H. & L. Swiss. Evaluation of the nutritional quality of food supplies: Prediction of "desirable" or "safe" protein: calorie ratios. *Am. J. Clin. Nutr.*, 27: 485-504, 1974.
7. Church, M. Dietary factors in malnutrition: Quality and quantity of diet in relation to child development. *Proc. Nutr. Soc.*, 38: 41-49, 1979.
8. Ljungqvist, B.G., O. Mellander & O. Svanberg. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in preschool children. I. A problem description. *J. Trop. Ped.*, 27: 68-73, 1981.
9. FAO/WHO/UNU. Energy and Protein Requirements. Report of a Joint Expert Consultation Group. Geneva, World Health Organization, 1985. (WHO Technical Report Series No. 724).
10. Snedecor, G.W., & W.G. Cochran. *Statistical Methods*. Ames, Iowa, The Iowa University Press, 1972, p. 258-298, 331-337.
11. Fomon, S.J., L.I.J., Filer Jr., L.N. Thomas, T.A. Anderson & T.A. Nelson. Influence of formula concentration on caloric intake and growth of normal infants. *Acta Paediatr. Scand.*, 64: 172-181, 1975.
12. Araya, H., G. Vera & N. Pak. Effect of dietary energy density on food intake of preschool children in one meal. *Nutr. Repts. Internat.*, 29: 965-971, 1983.
13. Hellstrom, A., A.N. Hermansson, A. Karlsson, B. Ljungqvist, O. Mellander & U. Svanberg. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake with special reference to the feeding of preschool children. II. Consistency as related to dietary bulk. A model study. *J. Trop. Ped.*, 27: 127, 1981.
14. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Documento sobre: Bases Especiales de los Requisitos Generales de Servicio a Suministrar. Santiago, 1984.
15. Mellander, O. & U. Svanberg. 8. Compact calories, malting and young child. In: *Advances in International Maternal and Child Health*. D.B. Jelliffe and P. Jelliffe (Eds.). Vol. 4, p. 84-95, 1984.
16. Araya, H., G. Vera & N. Park. An experimental model to establish recommended values of energy density of diets for preschool children. *Nutr. Repts. Internat.*, 37: 241-248, 1988.

# **INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA 6 DIETETICOS, EN LA ACTIVIDAD DE ENZIMAS ASOCIADAS A LA FUNCION DE LA MEMBRANA MITOCONDRIAL DE HIGADO Y PLACENTA DE RATAS<sup>1</sup>**

*Julia Araya<sup>2</sup>, Ana María Aguilera<sup>3</sup>, y Cleofina Bosco<sup>4</sup>*

**Facultad de Medicina  
Universidad de Chile  
Santiago, Chile**

## **RESUMEN**

Ratas hembras vírgenes, cepa Wistar, se dividieron en tres grupos de 18 animales cada uno. Un grupo fue alimentado con una dieta que aportaba 45% de las calorías como grasa (45 g%), otro se alimentó con una dieta baja en grasa (15 g%), y el tercero sirvió como testigo. Para ambos niveles, alto y bajo, la relación ácidos grasos poliinsaturados a saturados (P/S) se ajustó a 2.0 sustituyendo los ácidos grasos saturados por aceite de maíz (Omega 6). A un grupo control se le ofreció una dieta preparada con 30% (30 g%) de las calorías grasas, con una relación P/S de 1.0. Cada grupo consumió sólo una de la dietas desde antes, y durante la preñez. A los 20 días de edad gestacional todas las ratas fueron sacrificadas y se les extrajeron los fetos, placentas, e hígado materno, y se aislaron las membranas mitocondriales de placenta e hígado. Luego se analizó la composición de los ácidos grasos de los fosfolípidos mitocondriales y la actividad de citocromo-c-oxidasa en la membrana interna, y de NADH citocromo o reductasa insensible a la rotenona en la membrana mitocondrial externa. La citocromo-c-oxidasa se vio activada por el aumento de los Omega 6 en los fosfolípidos, originado por la dieta de 45 g% P/S 2. La actividad de NADH citocromo-c- reductasa se redujo en el grupo que recibió 15 g%, P/S 2, y en ese grupo no se alteró la actividad de citocromo-c-oxidasa en relación al grupo control.

---

Manuscrito modificado recibido: 16-04-90.

- 1 Apoyado financieramente por el Departamento Técnico de Investigación de la Universidad de Chile, Proyecto N° 2669-8822.
- 2 Profesor Titular de la Universidad de Chile y Director del Departamento de Nutrición, Independencia 1027, 2°P, Santiago, Chile.
- 3 Tesista del citado Departamento.
- 4 Profesor Auxiliar de la Universidad de Chile.

En peso fetal del grupo de madres que consumió 45 g% P/S 2, experimentó un significativo aumento ponderal en relación a los otros dos grupos.

Este estudio indica que dietas análogas en el contenido de grasa y poliinsaturados Omega 6 a los potencialmente consumidos por humanos, pueden inducir cambios en los constituyentes estructurales de las membranas y en las funciones de las proteínas lípido-dependiente de membrana. Por lo tanto, se postula que un aumento de los poliinsaturados 6 en los fosfolípidos de la membrana mitocondrial favoreció la función celular de los órganos estudiados, reflejándose en el estímulo del crecimiento uterino fetal.

## INTRODUCCION

Durante la preñez, los ácidos grasos poliinsaturados son indispensables para la síntesis de fosfolípidos de las membranas celulares de la placenta y del feto. Además, son el sustrato necesario para la síntesis de prostaglandinas mediadoras de las contracciones uterinas y maduración cervical (1). Los ácidos grasos poliinsaturados han demostrado ser esenciales, particularmente en las funciones de las membranas mitocondriales del hígado (2).

Se ha comunicado que la biogénesis de los lípidos de las membranas se ve afectada por los ácidos grasos derivados de los lípidos dietéticos (3). Un aumento del grado de insaturación de los ácidos grasos incorporados a los fosfolípidos aumentó la fluidez de la membrana (4), e inversamente, la fluidez de la membranas disminuyó cuando a sus fosfolípidos se incorporaron ácidos grasos saturado (5). Robblee y Clandinin (6), han demostrado que la actividad de la ATPasa mitocondrial del corazón de rata puede ser alterada por los cambios en la composición lipídica de estas membranas.

Con estos antecedentes en mente, se estudió el efecto de alimentar a ratas preñadas con dietas con diferentes contenidos de grasa y ácidos grasos poliinsaturados de origen vegetal Omega 6, en la actividad de enzimas asociadas a la función de membranas mitocondriales de hígado y placenta. Un segundo objetivo fue determinar si las actividades enzimáticas mitocondriales correlacionan con la composición de los ácidos grasos de los fosfolípidos de membranas y su efecto en el crecimiento fetal.

## MATERIAL Y METODOS

### *Dietas y Animales*

*Dietas* — Se prepararon tres dietas similares en el contenido de nutrientes no grasos expresados por 1,000 kcal, pero diferentes en el contenido de ácidos grasos poliinsaturados Omega 6 según se detalla en la Tabla 1. Las dietas contenían 45%, 30% ó 15% de las calorías como grasa. Para el nivel de 45% y 15% la relación poliinsaturado a saturado (P/S) se ajustó a dos, utilizando aceite puro de maíz y sebo de vacuno. Para el nivel de 30%, el P/S fue de uno, similar a lo recomendado para consumo humano. Las dietas se prepararon diariamente, y el incremento en el contenido de poliinsaturados de la dieta se acompañó con adecuadas cantidades de vitamina E (0.4 mg de vitamina E por gramo de poliinsaturado).

**TABLA 1**  
**COMPOSICION DE LAS DIETAS\***

G% <sup>a</sup>	45	15	30
P/S <sup>b</sup>	2	2	1
Aceite de maíz	175.0	45.5	57.0
Sebo de vacuno	75.0	19.5	93.0
Aporte ácido linoleico	(87.5)	(22.7)	(28.5)
Caseína	289.25	289.25	289.25
DL-metionina	0.75	0.75	0.75
Maicena	210	210	210
Glucosa	100	180	150
Almidón	50	155	100
Mezcla mineral	50	50	50
Mezcla vitamínica	50	50	50
Suplemento vitamina E	0.050	0.013	0.019
Calorías/g (kcal)	4.85	3.92	4.10

\* Gramos por kg de dieta.

a Porcentaje de las calorías grasas.

b Relación poliinsaturado-saturado.

( ) Contenido de linoleico aportado por la mezcla de aceite de maíz-sebo de vacuno.

*Animales* — Ratas hembras vírgenes, cepa Wistar, con un peso promedio inicial de  $80 \pm 4$  gramos, se dividieron en tres grupos de 18 ratas cada uno. Desde entonces y durante toda la experiencia cada grupo recibió *ad libitum* una sola dieta: alta en grasa (45% P/S 2) o baja en grasa (15% P/S 2), y al grupo control se le ofreció la dieta con 30% P/S 1. Cuando las ratas de los tres grupos lograron pesos de  $150 \pm 6$  g, se cruzaron con machos controles, previa detección de la fase proestro en frotis vaginal. El macho permaneció solo 8 horas con la hembra, contándose como día 0, el momento en que se aisló al macho.

Las ratas preñadas volvieron a sus jaulas individuales y siguieron consumiendo la misma dieta que se les había ofrecido desde el comienzo. El agua de bebida, al igual que las dietas, se suministró diariamente, y su consumo fue voluntario. Las condiciones del vivero eran 25°C, 75% de humedad, 12 horas de luz y 12 horas de obscuridad.

A los 20 días de edad gestacional todas las ratas fueron sacrificadas por decapitación, desangrándolas de 10 a 20 segundos. Se extrajeron de inmediato los fetos, placentas e hígados, y se pesaron.

Los hígados separadamente de las placentas de cada rata se homogeneizaron en sacarosa 0.25% a 0° C al 10% peso/vol.

#### *Preparación de Membranas Mitocondriales*

Las mitocondrias fueron aisladas por centrifugación diferencial de los respectivos homogeneizados en sacarosa 0.25 M, en una Sorvall RC2-B a 0° C. Después de sedimentar la fracción nuclear a 600 g x 15 min, las mitocondrias

fueron separadas a partir del sobrenadante por centrifugación a 6,500 g por 20 minutos. Se descartó el sobrenadante, y el pellet se lavó dos veces con sacarosa 0.25 M. El pellet de mitocondrias lavado se dividió en dos fracciones, una se congeló a  $-80^{\circ}\text{C}$  para analizar posteriormente la composición de los fosfolípidos de las membranas, y la otra se suspendió de inmediato en buffer tris-fosfato 10 mM a pH 7.5. Luego, la suspensión se diluyó a 1/3 de su volumen con sacarosa 1.8 M que contenía ATP 2 mM y  $\text{MgSO}_4$  2 mM. Después de 10', las suspensiones de mitocondrias fueron sonicadas brevemente (15 s) en un sonicador Branson. Esta preparación fue entonces depositada sobre una solución de sacarosa 1.18 M y centrifugada en una Spinco a 24,000 rpm. por 3 horas, con el propósito de separar membrana mitocondrial, interna y externa.

### *Ensayos*

Se estudió la actividad de citocromo-c-oxidasa (E.C.1.9.3.1) en membrana mitocondrial interna, y la actividad de NADH citocromo-c-reductasa (E.c.1.6.2.1.) insensible a la rotenona en membrana mitocondrial externa según Sottocassa *et al.* (7).

Las actividades enzimáticas se midieron siguiendo la oxidación (citocromo-c-oxidasa) o reducción (NADH cit.-c-reductasa) del citocromo c a 550 m $\mu$  y a  $30^{\circ}\text{C}$ . La actividad se expresó en  $\mu\text{moles}$  de sustrato oxidado o reducido por mg de prot $^{-1}$  por minuto $^{-1}$ . La proteína de fracción submitocondrial se determinó según Lowry y colaboradores (8).

### *Extracción y Separación de Lípidos*

La fracción mitocondrial que fue congelada a  $-80^{\circ}\text{C}$  se homogeneizó en una mezcla de cloroformo: metanol (1:2) vol/vol que contenía, además, 0.1 mM de tocoferol y 0.001% de B.H.T. Los lípidos se extrajeron de acuerdo con el método de Kates (9). Se separaron los fosfolípidos por cromatografía en capa fina sílica gel h Merck N $^{\circ}$  5721 y 5724, según Yamaoka, Urade y Kito (10). Las placas se secaron para eliminar el solvente. Después de raspar las respectivas áreas desde las placas de sílica gel, los ácidos grasos incorporados a los fosfolípidos se metilaron con metanol: trifluoruro de boro, de acuerdo con la técnica de Morrison y Smith (11). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron cuantificados en un cromatógrafo gas-líquido Shimadzu GC 9 A Kyoto, Japón, con un flujo de  $\text{N}_2$  de 60 ml/min y con una temperatura programada de 160 a  $240^{\circ}\text{C}$ . Se usaron mezclas conocidas de ésteres metílicos de ácidos grasos como estándar.

### *Análisis Estadístico*

Todos los resultados se informan como promedios  $\pm$  una desviación estándar. Las diferencias entre los promedios se analizaron según la prueba "t" de Student.

## RESULTADOS

*Actividad de enzimas* — En la Tabla 2 se expone la actividad de citocromo-c-oxidasa, expresada por mg de proteína<sup>-1</sup> por minuto<sup>-1</sup> en la membrana mitocondrial interna de hígado y placenta de ratas con 20 días de edad gestacional. Según se observa, la actividad de la enzima en hígado y placenta fue significativamente mayor en el grupo que consumió la dieta con el contenido más alto de lípidos (45 g%) y con una alta relación P/S de 2. No se observaron diferencias entre los grupos que consumieron las dietas con 30% y 15% de las calorías por lípidos.

### TABLA 2

#### ACTIVIDAD DE CITOCROMO-C OXIDASA EN MITOCONDRIAS DE HIGADO Y PLACENTA DE RATAS PREÑADAS. EFECTO DE DISTINTOS NIVELES DE GRASA Y DE POLIINSATURADOS OMEGA 6 DIETETICOS

Grupos	*Hígado	*Placentas
G% 45 P/S 2	<sup>o</sup> a 0.55 ± 0.2	c 0.53 ± 0.1
G% 15 P/S 2	b 0.40 ± 0.1	d 0.27 ± 0.1
G% 30 P/S 1	b 0.39 ± 0.04	d 0.29 ± 0.2

\*  $\mu$ moles de citocromo c oxidado a 550  $\lambda$  por minuto a 30° C por miligramo de proteína de membrana interna mitocondrial.

<sup>o</sup> Valores promedio  $\pm$  desviación estándar de 18 diferentes preparaciones para cada promedio.

a Los valores promedio con diferente letra son significativamente diferentes ( $P < 0.001$ ).

La actividad de NADH citocromo-c-reductasa insensible a la rotenona en subfracción mitocondrial de hígado y placentas determinadas en los tres grupos experimentales se muestran en la Tabla 3. Puede advertirse que la actividad de esta enzima no se modificó en el grupo con 45% y P/S respecto al control (30% P/S 1), pero en ambas fue significativamente superior tanto en hígado como en placentas al ser comparadas con la actividad de la enzima del grupo que consumió dieta con 15% de las calorías grasas y con un P/S de 2.

TABLA 3

**ACTIVIDAD DE CITOCROMO-C REDUCTASA INSENSIBLE  
A LA ROTENONA EN MITOCONDRIAS DE HIGADO Y PLACENTAS  
DE RATAS. EFECTO DE DISTINTOS NIVELES DE GRASA Y  
DE POLIINSATURADOS OMEGA 6 DIETETICOS**

Grupos	*Hígado	*Placentas
45% 45 P/S 2	<sup>o</sup> a 1.92 ± 0.8	a 0.39 ± 0.2
15% 15 P/S 2	b 1.21 ± 0.5	b 0.17 ± 0.05
30% 30 P/S 1	a 2.30 ± 0.7	a 0.39 ± 0.2

\*  $\mu$ moles de citocromo reducido a 550  $\lambda$  por minuto a 30° C por miligramo de proteína de membrana externa mitocondrial.

<sup>o</sup> Valores promedio  $\pm$  desviación estándar de 18 diferentes preparaciones.

Los valores promedio acompañados de diferente letras son significativamente diferentes ( $P < 0.001$ ).

*Composición de los Ácidos Grasos de los Fosfolípidos Mitocondriales de Placenta*

La composición de los ácidos grasos incorporados a los fosfolípidos de mitocondrias de las placentas de ratas alimentadas con distintos niveles de lípidos y de ácidos grasos poliinsaturados Omega 6, se informa en la Tabla 4. Puede apreciarse que el contenido de Omega 6 fue significativamente superior en el grupo que consumió la dieta con 45% (P/S 2) que en el grupo con 30% (P/S 1) y, en éste, significativamente superior que en el grupo que consumió la dieta con 15% (P/S 2), demostrando así que la composición de los ácidos grasos de los fosfolípidos fue afectada por la dieta. Se indica, además en la misma Tabla 3, que el ácido linolénico y sus derivados estaban significativamente disminuidos en el grupo con alto consumo de Omega 6.

*Ganancia de Peso Materno y Peso Fetal*

Al final de los 20 días de preñez la ganancia ponderal de las madres preñadas fue similar en los grupos que consumieron las dietas con 45% y 30% de las calorías grasas, y en ambas la ganancia fue significativamente mayor que la del grupo alimentado con 15% (Tabla 5).

Los tres grupos consumieron diariamente cantidades similares de energía expresada como kcal/100 gramos de rata. El grupo alimentado con la dieta con bajo aporte graso (15% P/S 2) consumió más de la dieta (g/100 g rata), que los otros dos grupos. El peso de los fetos del grupo de preñadas que ingirieron la

TABLA 4

**COMPOSICION DE LOS ACIDOS GRASOS INCORPORADOS A LOS FOSFOLIPIDOS DE MITOCONDRIAS DE LAS PLACENTAS DE RATAS ALIMENTADAS CON DISTINTOS NIVELES DE GRASA Y DE POLIINSATURADOS OMEGA 6**

Acido graso*	45% P/S 2	30% P/S 1	15% P/S 2
Saturados	<sup>o</sup> 2.06 ± 0.41	2.86 ± 0.41	2.03 ± 0.42
Monoinsaturados	0.90 ± 0.18	1.20 ± 0.21	1.70 ± 0.48
Linoleico	<sup>a</sup> 2.60 ± 0.10	<sup>b</sup> 1.02 ± 0.16	<sup>c</sup> 0.41 ± 0.11
Araquidónico	<sup>a</sup> 1.80 ± 0.11	<sup>a</sup> 1.02 ± 0.16	<sup>b</sup> 0.53 ± 0.11
Linolénico	Tr	<sup>b</sup> 0.10 ± 0.01	<sup>b</sup> 0.07 ± 0.02
Derivados linolénico	<sup>a</sup> 0.01 ± 0.001	<sup>b</sup> 0.45 ± 0.10	<sup>a</sup> 0.06 ± 0.03
Total Omega 6	<sup>x</sup> 4.40 ± 0.20	<sup>y</sup> 2.04 ± 0.18	<sup>z</sup> 0.94 ± 0.15
Fosfolípidos mcg/mg de proteína mitocondrial	217 ± 10.6	201 ± 15.0	197.7 ± 13.3

\* Acidos grasos incorporados a los fosfolípidos de membrana, expresados en mg por g de grasa mitocondrial.

° Valores promedio ± desviación estándar de 6 distintas preparaciones de mitocondrias placentarias en cada grupo.

Los promedios que se acompañan de diferentes letras son estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ) a, b, c; ( $P < 0.001$ ) x, y, z.

Tr = Trazas.

dieta con 45% de las calorías grasas, fue significativamente diferente ( $P < 0.001$ ) si se comparan con el peso fetal de los otros dos grupos.

## DISCUSION

La extensión de la modificación de los ácidos grasos de los fosfolípidos de membrana mitocondrial de hígado y placenta de rata en respuesta a la cantidad y tipo de los ácidos grasos dietéticos, concuerda con los hallazgos informados en otras investigaciones y en otros órganos de rata (12, 13, 16). En este estudio, la dieta alta en poliinsaturados (45%) Omega 6 dio como resultado un aumento de la actividad mitocondrial de citocromo-c-oxidasa, sin afectar la actividad de NADH citocromo-c-reductasa insensible a la rotenona. Aunque la dieta baja en grasa (15%), no alteró la actividad de citocromo-c-oxidasa, redujo a la mitad la actividad de NADH citocromo-c-reductasa en relación al grupo con 30% y 45% de las calorías grasas en hígado y placenta.

Cuando el efecto de la dieta con 30% y P/S 1 —que refleja el nivel recomendado para uso humano— se compara con el efecto de los otros dos

TABLA 5

**INGESTA Y GANANCIA DE PESO MATERNO Y PESO FETAL  
A LOS 20 DÍAS DE EDAD GESTACIONAL, EN RATAS**

<i>Dieta</i>			
G%	45	30	15
P/S	2	1	2
<i>Ingesta</i>			
	<sup>o</sup> a	a	b
(g/100 g)	5.1 ± 0.93	6.1 ± 0.53	6.7 ± 0.21
(kcal/100 g)	24 ± 2.0	27 ± 1.3	22 ± 2.0
<i>Δ Peso</i>			
Ganancia de peso Materno + crías (g)	a	a	b
	125 ± 25	132 ± 19	59 ± 6.8
<i>Peso fetal (g)</i>			
<sup>oo</sup> 1 cría	a	b	b
	4.78 ± 0.30	3.56 ± 0.25	3.38 ± 1.09

<sup>o</sup> Valor promedio ± desviación estándar de 18 ratas por grupo.

Los valores promedio que se acompañan de diferentes letras son significativamente diferentes (P<0.01).

<sup>oo</sup> El número de crías a los 20 días de edad gestacional fue similar en las ratas preñadas de los tres grupos (9 crías por camada).

niveles (45% y 15% P/S 2), se observa que estos dos niveles alteraron de manera diferente la actividad de enzimas mitocondriales estudiadas. Como las dietas formuladas contenían los mismos nutrientes esenciales por caloría, se observó que a medida que la grasa poliinsaturada aumentaba en la dieta, la incorporación de ellos (en este caso Omega 6), a los fosfolípidos de membranas se elevó y se estimuló la actividad de la enzima asociada a la membrana interna mitocondrial. Cuando los poliinsaturados y el aporte de grasa dietética disminuyeron, sólo se afectó la enzima de membrana externa mitocondrial, asociada a una menor incorporación de los Omega 6 a los fosfolípidos y a un estímulo a la incorporación de monoinsaturados.

Las enzimas mitocondriales sometidas a ensayo respondieron de manera diferente a los tratamientos dietéticos. Esto podría atribuirse a la distinta ubicación morfológica de las dos enzimas en la misma membrana. Mientras la citocromo-c-oxidasa está localizada en la membrana interna, la NADH citocromo-c-reductasa insensible a la rotenona es una enzima de la superficie de la mitocondria. Yamaoka, Urade y Kito (10) al modificar los ácidos grasos de los fosfolípidos de las membranas mitocondriales de corazón de rata, acusaron distinta respuesta en la actividad de citocromo-c-oxidasa y F<sub>1</sub>-F<sub>c</sub>-

ATPasa. Haeffner y Privett (14) demostraron una disminución de la actividad de citocromo-c-oxidasa y un aumento de la ATPasa mitocondrial de corazón, al disminuir los Omega 6 a través de manipulaciones dietéticas.

Podría, pues, postularse que las funciones metabólicas de la célula asociadas a la membrana pueden ser controladas vía manipulación dietética de los lípidos. El mayor y significativo peso de los fetos a los 20 días de edad gestacional de las ratas madres que consumieron desde antes y durante la preñez dieta con alto contenido de grasa (45%) y poliinsaturados (P/S 2), permite sugerir una influencia positiva del alto contenido de poliinsaturados dietéticos en la función de las membranas celulares de órganos materno-fetales.

## SUMMARY

### EFFECT OF A DIETARY FAT LEVEL AND POLYUNSATURATED OMEGA 6 FATTY ACID CONTENT ON THE RAT LIVER AND PLACENTAL MITOCHONDRIAL MEMEBRANE-BOUND ENZYME ACTIVITIES

Female virgin rats, Wistar strain, divided into three groups of 18 each, were fed either a diet containing 45% of calories as fat (45 g%), the second received low-fat diet (15 g%), before and throughout pregnancy, and the third served as control. For both dietary fat levels, the polyunsaturated to saturated fatty acid (P/S) ratio was adjusted by substitution of saturated fatty acids for corn oil, to provide P/S of 2.0. The control group was fed a diet containing 30% of calories, as fat, with a P/S ratio of 1.0. Rats were sacrificed by decapitation 20 days after mating; fetuses, placenta and liver were then removed and weighed. Liver and placenta mitochondria were isolated. Phospholipids were extracted from mitochondrial membranes, and fatty acid tail composition was determined. Cytochrome c oxidase ( $a_3$ ) and rotenone-insensitive-NADH cytochrome c reductase (NADH cyt c red) in mitochondria subfractions were also essayed. The high-fat diet (45 g%) resulted in an increase in both liver and placental  $a_3$ , but NADHcyt-c-red, activity did not change. The low fat diet (15 g%) reduced th activity of insensitive rotenone-NADH cytochrome c reductase.

The fetal weight of the mothers fed the high-fat diet was higher ( $p < 0.001$ ) than in the other groups. No difference in fetal weight was observed between the pregnant groups fed 30% or 15% of calories (fat diets).

These results suggest that changes in the fatty acid mitochondrial phospholipids which reflects the composition of dietary fat can result in changes in lipid-dependent function of integral membrane-bound enzymes. Therefore, it can be postulated that the increase of membrane fatty acid Omega 6 enhanced the  $a_3$  enzyme activity, which correlated with an increase in fetal growth.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cardot, Ph., J. Chambaz, G. Thomas, I. Rayssiguier & G. Berezziat. Essential fatty acid deficiency during pregnancy in the rat: Influence of dietary carbohydrates. *J. Nutr.*, 117: 1504-1513, 1987.
2. Whale, K.W.J. Fatty acid modification and membrane lipids. *Proc. Soc.* 42: 273-287, 1983.

3. Innis, Sh. M. & M.T. Clandinin. Dynamic modulation of mitochondrial inner-membrane lipids in rat heart by dietary fat. *Biochem. J.*, **193**: 155-167, 1981.
4. Mc Murchie, E. J. & J. K. Raison. Membrane lipid fluidity and its effect on the activation energy of membrane-associated enzymes. *Biochem, Biophys. Acta*, **554**: 364, 1979.
5. Tsao, Y. K. & W. E. M. Lands. Cell growth with trans fatty acid is affected by Adenosine 3' 5' monophosphate and membrane fluidity. *Science*, **207**: 777, 1980.
6. Robblee, N. M. & M. T. Clandinin. Effect of dietary fat level and polyunsaturated fatty acid content on the phospholipid composition of rat cardiac mitochondrial membranes and mitochondrial ATPase activity. *J. Nutr.*, **114**: 263-269, 1984.
7. Sottocasa, G. L, B. Kuylenstierna, L. Ernster & A. Bergstrand. An electron-transport system associated with the outer membrane of liver mitochondria. A biochemical and morphological study. *J. Cell. Biol.*, **32**: 415-438, 1967.
8. Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr & R. J. Randall. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265-275, 1951.
9. Kates, M. Lipid extraction procedures. In: *Laboratory Techniques in Biochemistry and Molecular Biology: Techniques of Lipidology*. R. H. Burdun and P. H. van Knippenberg. Amsterdam. Elsevier, p. 103-104.
10. Yamaoka, S., R. Urade & M. Kito. Mitochondrial function in rats is affected by modification of membrane phospholipid with dietary sardine oil. *J. Nutr.*: 290-296, 1988.
11. Morrison, W. R. & L. M. Smith. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.*, **5**: 600-608, 1964.
12. Tahin, Q. S., M. Blum & E. Carafoli. The fatty acid composition of subcellular membranes of rat liver, heart, and brain: Diet-induced modifications. *Eur. J. Biochem.*, **121**: 5-13, 1981.
13. Divakaran, P. & A. Venkataraman. Effect of dietary fats on oxidative phosphorylation and fatty acid profile of rat liver mitochondrial. *J. Nutr.*, **107**: 1621-1631, 1977.
14. Haeffner, E. W. & O. S. Privett. Influence of dietary fatty acids on membrane properties and enzyme activities of liver mitochondria of normal and hypophysectomized rats. *Lipids*, **10** (2): 75-81, Feb. 1975.

**ESTUDIO DEL VALOR BIOLÓGICO DE LA PROTEÍNA  
UNICELULAR DE  
*Kluyveromyces marxianus var. lactis*<sup>1</sup>**

*Marta S. Carrasco de Mendoza*<sup>2,3</sup>, *Juan C. Basílico*<sup>3</sup>,  
*Graciela Umansky*<sup>3</sup> y *Hugo E. Scarinci*<sup>3</sup>

**Facultad de ingeniería Química  
Universidad Nacional del Litoral  
Santa Fe, Argentina**

**RESUMEN**

La agudización del problema de contaminación ambiental y la escasez de proteínas, nos condujo a producir biomasa proteínica a partir de suero efluente de quesería, habiendo seleccionado para ello una cepa de *Kluyveromyces marxianus var. lactis*. La misma acusó una relación adecuada entre su contenido proteínico (53.3 % b. s.) y el de RNA (4.63 % b. s.)

Por otra parte, la distribución de sus aminoácidos esenciales es balanceada, aunque deficitaria en metionina, cuyo valor es de 1.5 g/16 g N.

El objeto del presente estudio fue evaluar la calidad biológica de este concentrado proteínico para su aprovechamiento en alimentación animal.

La calidad de la proteína se determinó por el método de utilización proteínica neta (NPU), según la técnica de Miller y Bender.

Se prepararon tres dietas balanceadas (10% de proteína), la testigo con caseína y las dos restantes con biomasa proteínica, una de ellas suplementada con metionina (0.5g/100g dieta).

A partir de los resultados, se puede concluir que la biomasa sometida a ensayo posee un valor biológico adecuado (55.37%) para su empleo en alimentación animal, especialmente cuando a la misma se le incorpora metionina (60.23%).

---

Manuscrito modificado recibido: 26-9-89.

- 1 Este trabajo se llevó a cabo bajo los auspicios de la Secretaría de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Justicia y Educación de la Nación Argentina (SECYT), Subsidio No. 11782/84 - 03.
- 2 Directora del Proyecto de SECYT: "Investigación de la Naturaleza Proteínica de Biomásas Celulares Producidas con Levaduras Lácteas Usando Suero de Quesería". Las solicitudes de reimpresos deben dirigirse a la Dra. Carrasco de Mendoza, Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santiago del Estero 2829 (3,000) Santa Fe, Argentina.
- 3 Miembros del citado Departamento.

## INTRODUCCION

La escasez de alimentos de alto contenido proteínico y la agudización de la contaminación ambiental, han impulsado la búsqueda de nuevos recursos y metodologías para enfrentar y solucionar dichos problemas.

Entre estos recursos están los numerosos desechos de diversos tipos y orígenes que, mediante un procesamiento adecuado, pueden ser convertidos en alimento para humanos, forrajes, fertilizantes, etc. (1-3). Se han efectuado numerosos estudios sobre la factibilidad de producir proteínas por métodos no convencionales.

En nuestro país, el suero de quesería es uno de los efluentes contaminantes del ambiente, y es en su mayor parte desaprovechado. Por su bajo contenido en proteínas, no constituye un elemento apto para su uso directo en la alimentación, a pesar de su buena composición en aminoácidos y vitaminas (4-6).

Por los motivos expuestos, procedimos al estudio del valor biológico de la proteína unicelular de una cepa de *Kluyveromyces marxianus var. lactis*. Esta se propagó utilizando suero de quesería como sustrato base, siendo seleccionada de acuerdo a su composición química adecuada, según un trabajo anterior de los mismos autores denominado "Estudio de la composición química de biomasa celular de levaduras", el cual fue sometido para su publicación a la *Revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA DE LA BIOMASA PROTEINICA  
(100 g base seca)

Análisis	<i>Kluyveromyces marxianus var. lactis</i>
N total	8.81
Proteína total <sup>a</sup>	55.06
Proteína verdadera <sup>b</sup>	53.47
N digerible	8.50
NSI <sup>c</sup>	44.04
RNA	4.63

a g de proteína total = g N x 6.25.

b Determinada con reactivo de Folin.

c Expresado como: g N en solución / g N total.

TABLA 2

**COMPOSICION EN AMINOACIDOS ESENCIALES DEL PREPARADO PROTEINICO, CASEINA, ALBUMINA DE HUEVO, HARINA DE SOJA Y REQUERIMIENTOS DE LA FAO/OMS PARA INFANTES**

Aminócidos	Biomasa proteínica	Caseína	Albúmina de huevo	Harina de soja	FAO/OMS
g/16 g N					
Lisina	6.2	8.0	6.5	6.2	5.2
Treonina	4.8	4.3	5.1	5.3	4.4
Metionina	1.5	3.1	3.2	1.3	2.9 <sup>a</sup>
Cistina	1.1	0.4	2.4	1.3	—
Triptofano	1.1	1.3	1.6	1.3	0.89
Isoleucina	4.1	6.6	6.7	4.5	3.5
Leucina	7.5	10.5	8.5	7.7	8.0
Valina	4.6	7.4	7.3	4.5	4.7
Fenilalanina	3.9	5.4	5.8	5.1	6.3 <sup>b</sup>

a Metionina + cistina.

b Fenilalanina + tirosina.

## MATERIAL Y METODOS

*Microorganismos* — Se empleó una cepa de *Kluyveromyces marxianus* var. *lactis* aislada de kefir, seleccionada en un trabajo previo (7, 8).

*Propagación* — Esta se llevó a cabo en las condiciones óptimas de crecimiento celular utilizando suero de quesería como sustrato base (9).

Al final del período experimental, el peso alcanzado por los animales del lote II, fue máximo. No hubo diferencias con los grupos restantes que tuvieron una evolución ponderal muy próxima.

En la Tabla 3 se consignan los valores de NPU, digestibilidad verdadera y valor biológico.

La NPU obtenida para la biomasa fue 51.53, valor que habla de un aprovechamiento bajo de nitrógeno. Este resultado, predecible en parte debido al bajo tenor en aminoácidos azufrados de la biomasa, nos llevó a realizar simultáneamente la experiencia con la misma dieta suplementada con metionina. El valor así obtenido aumentó 9%. No obstante el incremento logrado, dicho valor es aún bajo, ya que dietas a base de caseína suplementadas con metionina (16) alcanzan una NPU de 88. Esto podría deberse a que algunos de los aminoácidos presentes no serían biológicamente disponibles.

El valor biológico determinado (55.37) es concordante con el que se obtiene analizando proteínas de levaduras de diferentes géneros. Este se logra mejorar adicionándole metionina (60.23).

Podemos concluir, que aun cuando la biomasa no acusa un valor biológico, la distribución de sus aminoácidos esenciales —en particular su contenido en lisina— permite su asociación con harinas vegetales deficientes en dicho

**TABLA 3**  
**VALOR BIOLÓGICO DEL PREPARADO PROTEÍNICÓ OBTENIDO**  
**POR FERMENTACIÓN**

Fuente de proteína en la dieta	NPU	DV	VB (%)
Caseína	57,52	93,05	61.82
Biomasa proteínica	51.53	93.07	55.37
Biomasa proteínica + DL-metionina	56.20	93.32	60.23

aminoácido y con buenos valores de azufrados. Así se logra un producto balanceado de mejor calidad proteínica y apto para ser utilizado en alimentación animal.

Por último, cabe destacar que la transformación del suero de queso por el proceso fermentativo que nos ocupa, además de generar un producto con valor comercial, permite resolver parte del problema de polución que origina su eliminación sin el tratamiento adecuado.

*Análisis químico* — El concentrado proteínico fue liofilizado y sometido a los siguientes análisis químicos:

Humedad por el método gravimétrico (10);

Nitrógeno total, aplicando el método de Kjeldahl (micro) (10);

Proteína verdadera, se determinó según la técnica de Folin-Ciocalteu (11);

Nitrógeno digerible, por la técnica enzimática (10);

Índice de solubilidad de nitrógeno (NSI), de nuevo por micro Kjeldahl (12); y nucleoproteínas. En este caso se usó el procedimiento espectrofotométrico, utilizando el reactivo de orcinol (13).

La determinación de aminoácidos se efectuó como sigue: La muestra fue tratada con HCL 6N en autoclave. y analizada utilizando un equipo automático Beckman-Spinco Modelo 120, de acuerdo con la técnica descrita por Vary y Johnson (14).

*Determinación del valor biológico* — El valor biológico del preparado proteínico fue determinado según Miller y Bender (15, 16), a partir del valor de utilización proteínica neta (NPU) y el de digestibilidad verdadera (D).

La experiencia se llevó a cabo utilizando ejemplares machos de la cepa Wistar de  $30 \pm 1$  día de edad.

Se formaron al azar lotes de cinco ratas cada uno, los que se alojaron en jaulas metabólicas y en cámaras reguladas a 23 °C, con ciclos luz-oscuridad de 12 horas.

Las dietas preparadas, adecuadas para la especie y fase de crecimiento (17-19) eran similares para todos los lotes, siendo su composición básica:

Proteína .....	10.0%
Grasa .....	15.0%
Almidón .....	46.5%
Glucosa .....	15.0%
Sales minerales .....	4.0%
Vitaminas .....	1.5%
Celulosa .....	8.0%

En lo referente a la fuente proteínica (10%), para cada lote, ésta estuvo constituida como se detalla seguidamente:

Lote I	(blanco)	Sin proteína
Lote II	(testigo)	Caseína
Lote III		Biomasa proteínica
Lote IV		Biomasa proteínica adicionada de DL-metionina (0.5 g/100g dieta)

La comida y agua de beber fueron suministradas *ad libitum*, llevándose a cabo el control ponderal de los animales cada 24 horas, durante un período de 10 días. Al término de la experiencia los animales fueron pesados, sacrificados y sus carcasas, desecadas a 105 °C.

Se procedió luego a la determinación del contenido de nitrógeno total en las carcasas y heces de cada lote, utilizando el método de Kjeldahl.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presenta la composición química de la biomasa obtenida por fermentación.

Como lo indican los datos, el contenido proteínico es alto, apreciándose, asimismo, un bajo tenor de RNA. Ambos parámetros son muy importantes cuando el propósito es destinar la proteína unicelular a la alimentación animal o humana. Además, se observa una buena solubilidad y digestibilidad enzimática.

La distribución de aminoácidos esenciales del preparado proteínico en comparación con la caseína, albúmina de huevo y harina de soja se muestra en la Tabla 2, consideradas como proteínas representativas en dietas de alimentación. De la misma se deduce que el contenido de metionina es marcadamente inferior al que presentan la caseína y la albúmina de huevo, siendo similar al de la harina de soja. Respecto a los otros aminoácidos esenciales, acusa una distribución adecuada y equilibrada.

En la Figura 1 podemos observar la evolución ponderal de los animales sometidos a las dietas con diferentes fuentes proteínicas.

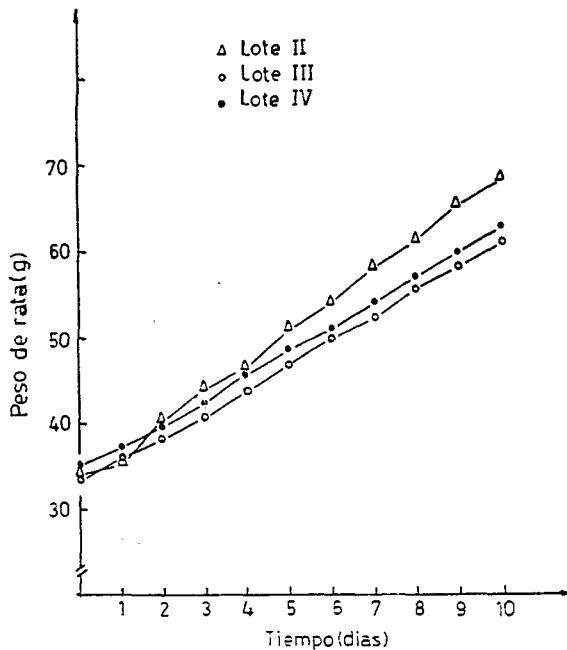


FIGURA 1

Evolución ponderal.

## SUMMARY

### STUDY OF THE BIOLOGICAL VALUE OF THE UNICELLULAR PROTEIN OF *Kluyveromyces marxianus*, var. *lactis*

The ever increasing problem of environmental pollution and protein scarcity led us to begin producing protein biomass from cheese whey, having selected for this aim, *Kluyveromyces marxianus* var. *lactis* strain, which represents the right relationship between its protein content (53.3% d. w.) and that of the RNA (4.63% d.w.).

On the other hand, the distribution of its essential amino acids is balanced, although it shows a deficiency in methionine, its value being 1.5 g/16 gN. The purpose of this work was to assess the biological quality of this protein concentrate, so as to use it in animal feeding.

Protein quality was determined by the NPU method (net protein utilization), according to Miller and Bender's technique.

Three balanced diets were prepared (10% protein), the test sample with casein, and the rest with protein biomass, one of them supplemented with methionine (0.5 g/100 g food).

Based on the results it can be concluded that the biomass analyzed has an adequate biological value (55.37%) for use in animal feeding, especially when methionine is added (60.23%).

## BIBLIOGRAFIA

1. Hedenskog, G & H. Mogren. Some methods for processing of single-cell protein *Biotech, and Bioing*, **40**: 129 - 142 - 1973.
2. Molina, O., D. Callieri & N. Perotti de Gálves. Producción de proteínas bacteriana a partir de médula de bagazo de caña de azúcar. *Rev. Latinoamericana de Microbiología*, **22**: 123 - 129, 1980.
3. Hoogerheide, j. & K. Yamada. Guidelines for testing of single-cell protein destined as protein source for animal feed. *Appl. Chem.*, **51**: 2537 - 2560, 1979.
4. Mignone, C., A. Balatti & L. Mazza. Obtención de un preparado proteico por fermentación. Valoración biológica y estudios de alimentación con aves. *Rev. Latinoamericana de Microbiología*, **24**: 25 - 33, 1982 .
5. Rose, H. Biomass from whey. In: *Economic Microbiology*. New York, N.Y. Academic Press, Inc., 1979, p. 208-269.
6. Vananuvat, P. & J. Kinsella. Production of yeast protein from crude lactose by *Saccharomyces fragilis*. Batch culture studies. *J. Food Sci.*, **40**: 336 - 339, 1975.
7. Bonino, A., M. Carrasco, A. Flamini, M. Olivo & F. Pomar. Aislamiento y conservación de cepas de levaduras lácticas autóctonas. *Rev. Fac. de Ing. Qca UNL*, **44**: 123 - 132, 1980.
8. Kriger Van Rij, N. J. *The Yeast*. 3rd ed., B. V. Gromigen, the Netherlands, Elsevier Sc. Publishers, 1984.
9. Bainotti, A., J. C. Basílico & M. carrasco de Mensoza. Optimización de condiciones para la producción discontinua de proteína unicelular utilizando suero de leche. *Rev. Arg. de Microbiología*, **19**: 1 - 7, 1987.
10. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13 th. ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
11. Lawry, O., N. Rosembrough, A. Farr & R. Randall. Protein measurement with Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 295 - 297, 1951.
12. American Oil Chemists Society. *Official and Tentative Methods of the AOCS Nitrogen solubility index*. BA 11 - 65. ed. Champaign, Illinois, AOCS, 1973.
13. Trevelyan, W. & J. Harrison. Studies of yeasts. *Biochem. J.*, **63**: 23 - 33, 1956.
14. Vary, P. & M. Johnson. Cell yields of bacteria grown on methane. *Appl. Microbiol*, **15**: 1473 - 1478, 1956.
15. Miller, D. & A. Bender. The determination of the net utilization of protein by a shortened method. *Brit. J. Nutrition*, **9**: 382 - 388, 1955.
16. Pellett, P. & V. Young. *Nutritional Evaluation of Protein Foods*. Tokyo, the United Nations University, 1980.
17. Report of the American Institute of Nutrition *ad hoc* Committee on Standards for Nutritional Studies. *J. Nutrition*, **107**: 1340 - 1348, 1977.
18. Second report of the American Institute of Nutrition *ad hoc* Committee on Standards for Nutritional Studies. *J. Nutrition*, **110**: 1726, 1980.
19. Sambucetti, M., G. Gallegos & J. Sanahuja. Estudio de la proteína extraída de semilla de lino. Valor nutritivo e inocuidad. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **23**: 79 - 86, 1973.

# APLICACION DE TECNOLOGIAS APROPIADAS ARA ELEVAR LA CALIDAD SANITARIA Y LOS RENDIMIENTOS DEL QUESO DE CABRA DE MINIFUNDIOS<sup>1</sup>

*Lavinia Camacho<sup>2</sup>, Cecilia Sierra<sup>3</sup>, Jorge Jarpa<sup>3</sup> y Eliana Retamal<sup>3</sup>*

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

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue el de elevar la calidad sanitaria y los rendimientos del queso de cabra elaborado a nivel rural. Para ello se diseñaron tecnologías apropiadas para el proceso de elaboración, utilizándose un tanque de cuajada calentado por gas licuado, y liras adaptables a las dimensiones del tanque. Además, se diseñó una mesa de escurrimiento de bajo costo y moldes de PVC sanitario.

Las variables sometidas a ensayo consistieron en la pasteurización de la leche, la utilización de fermento láctico de aplicación directa, la sustitución del cuajo de cabrito por cuajo de ternero comercial, y la maduración del queso durante un mes. La muestra control fue el queso de cabra elaborado tradicionalmente por los pequeños capricultores. El proceso y las variables se evaluaron mediante análisis químico proximal, recuentos microbiológicos de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y fecales y *S. aureus*, así como por evaluación sensorial de calidad y aceptabilidad.

Se encontró que la tecnificación del corte de la cuajada redujo significativamente las pérdidas de sólidos en el suero. La calidad sanitaria se elevó a las exigencias reglamentarias mediante la incorporación de fermento y posterior maduración del queso, y por la utilización del equipamiento descrito. A pesar de que la pasteurización fue el tratamiento más efectivo para reducir las contaminaciones bacterianas, esta técnica resultó engorrosa para las condiciones de zonas áridas. El cuajo comercial no difirió significativamente del de cabrito en las características analizadas. Las variables en estudio no afectaron la calidad sensorial del queso de cabra.

---

Manuscrito modificado recibido: 18-10-89.

- 1 Este estudio forma parte del Proyecto TCP/CHI/2306, financiado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- 2 Ingeniero Agrónomo, Jefe Unidad Agroindustrias, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago, Chile.
- 3 Ingeniero agrónomo del citado Instituto (INTA).

## INTRODUCCION

Según la FAO (1), en 1985 la masa de caprinos de América Latina y el Caribe sobrepasaba de 32 millones de cabezas, con una producción de leche de 485,000 toneladas. A pesar de esta alta producción, existe una disponibilidad insuficiente de leche por habitante en la mayoría de los países de la Región. La leche de cabra, sin embargo, es más rica en materia grasa y proteínas que la de vaca, lo que no solamente influye en el valor nutricional sino también en los rendimientos cuando se elabora queso.

La explotación de caprinos es una actividad de pequeños agricultores de las zonas áridas, en torno a la cual se agrupan más de 500,000 familias cuyos ingresos provienen principalmente de la venta del queso de cabra. El factor común en todos los países de la Región es la falta de sanidad e higiene que caracteriza al proceso artesanal. Camacho y Sierra (2) hicieron una evaluación sanitaria y tecnológica del proceso, encontrando una alta prevalencia de *Staphylococcus aureus* y coliformes fecales en cada una de las etapas que constituyen la elaboración del queso. Dangla *et al.* (3) describen una situación sanitaria parecida para el queso de vaca producido por pequeños agricultores de Costa Rica.

Las condiciones de marginalidad en que subsisten los pequeños agricultores dificultan la aplicación de tecnologías tradicionales para mejorar la calidad sanitaria y los rendimientos del queso de cabra, por lo que se requiere adaptar el proceso industrial a la realidad del medio rural de las zonas áridas.

El trabajo objeto de este artículo, corresponde a la segunda etapa de un programa integral que recibe el apoyo de la FAO, en el cual —basándose en el diagnóstico sanitario y tecnológico informado por Camacho y Sierra (2)— adaptó el proceso industrial de quesería a las condiciones del medio rural, evaluándose sobre el terreno diversas variables operacionales que pudiesen influir en el mejoramiento sanitario y tecnológico del proceso artesanal del queso de cabra.

## MATERIAL Y METODOS

### *Localización de los Experimentos*

Los ensayos de quesería se llevaron a cabo en seis minifundios de la comuna de Lampa, ubicada a 40 km de Santiago, y en los cuales la principal actividad productiva es la elaboración del queso de cabra. Cada ensayo se realizó con tres repeticiones experimentales, a modo de incluir la variabilidad susceptible de producirse dentro de un mismo predio.

### *Procesamiento*

Previo al ordeño, se sanitizaron las ubres de las cabras, utensilios y manos de los ordeñadores, con detergente y agua clorada, efectuándose el ordeño en un corral protegido, con suelo de concreto. La leche de cabra se filtró sobre un paño poroso limpio, y se pasteurizó en baño maría a 65°C durante 30 min. Luego se incorporó en un estanque de cuajada de acero inoxidable de 90 x 50 x 60 cm, de doble pared, unida a una manguera que comunica el espacio entre

las paredes a una tubería de agua, y también unido a un balón de gas licuado. Valiéndose de este tanque, se pudo controlar la temperatura de coagulación. Se agregó 0.02% de cloruro de calcio a la leche pasteurizada, y se inoculó con 2% de una suspensión de esporas de fermento láctico mesófilo de aplicación directa, fabricado por Eurozym, Francia. Una vez que la acidez inicial de la leche había aumentado en 2°D, se incorporó el cuajo en las dosis necesarias para provocar la coagulación en 45 min. El corte de la cuajada se hizo con liras de acero inoxidable de 30 cm, al adquirir el suero un color amarillo verdoso. Luego del corte, se elevó la temperatura a 35°C, se desueró y se llenaron moldes de PVC sanitario de 10 x 18 cm de altura y diámetro, respectivamente, dotado de orificios de 3 mm. El prensado se realizó a una presión de 1 kg/kg de queso durante 30 min, incrementándose luego a 2 kg/kg. Los quesos se salaron por aplicación directa de 2% de cloruro de sodio, luego de lo cual se maduraron durante 28 días en una sala mantenida a una temperatura y humedad relativa aproximadas de 12°C y 85%, respectivamente.

Se hicieron ensayos con leche pasteurizada y sin pasteurizar, con y sin inoculación con fermento. Se estudió, además, el reemplazo del "lonco" o cuajo de cabrito preparado tradicionalmente por los capricultores, por cuajo comercial liofilizado, fabricado por Hansen, Dinamarca. La muestra control fue el queso de cabra elaborado tradicionalmente por los capricultores.

#### *Análisis Microbiológico*

Se extrajeron muestras representativas de 5 g de cada queso, se diluyeron en 45 ml de una solución ringer al 0.1%, y se homogeneizaron. Posteriormente, se prepararon diluciones decimales sucesivas hasta 10<sup>8</sup>, y se sometieron a análisis microbiológico de recuento de bacterias aerobias mesófilas según FAO (4), número más probable de coliformes totales y fecales y recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa (+) por los métodos estándares de la American Public Health Association (APHA), (5). Las muestras de queso se tomaron semanalmente durante todo el período de maduración. La leche de cabra utilizada en la elaboración de queso se analizó de la misma manera.

Luego, los resultados se compararon con los de queso de cabra obtenido por los campesinos usando las técnicas artesanales tradicionales.

#### *Análisis Químico*

La leche y los quesos de cabra se sometieron a análisis de proteínas (N x 6.38), sólidos totales y cenizas, según los métodos estándares de la AOAC (6). La materia grasa se determinó por los métodos de Gerber y Gerber van Gulik, respectivamente, ambos descritos por Pinto y Houbraken (7). Se analizó también la acidez titulable en leche y suero por el procedimiento de la AOAC (6). Los cambios de pH durante la maduración del queso se registraron usando un pH metro Beckmann.

La muestra control fue el queso de cabra obtenido artesanalmente por los agricultores.

#### *Análisis Organoléptico*

Se efectuaron, asimismo, análisis organolépticos de calidad y aceptabili-

dad en los quesos madurados de calidad microbiológica, de acuerdo con el Reglamento Sanitario de Alimentos de Chile (8). La calidad se evaluó por el método de puntaje (scoring) con una escala del 1 al 9 (1: mínima intensidad; 9: extrema intensidad) y 12 panelistas entrenados. Los atributos analizados fueron apariencia, cuerpo, aroma, acidez, amargor y sabor. La aceptabilidad se determinó usando una escala hedónica de 1 a 9 (1: me disgusta extremadamente; 9: me gusta extremadamente) y 24 jueces escogidos al azar (9).

### *Análisis Estadístico*

Para este análisis se utilizaron diseños de bloques completamente aleatorizados de estructura simple con tres repeticiones experimentales. En los casos en que se detectaron diferencias significativas en el estadígrafo F, se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 95% (10).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Efecto de las Variables Ensayadas en la Composición Química del Queso de Cabra*

En la Tabla 1 se aprecia que las variables sometidas a ensayo no afectaron significativamente los contenidos de sólidos totales del queso de cabra, los que están constituidos mayoritariamente por las proteínas y materia grasa retenidas en la cuajada. No obstante, al comparar los tratamientos con el queso producido tradicionalmente en el minifundio, se observó que la retención de sólidos totales en la cuajada fue significativamente menor en este último. La pérdida de materia grasa en el suero fue el principal factor que afectó el contenido de sólidos totales retenidos en el queso de cabra elaborados por los campesinos.

El contenido de proteínas no varió significativamente entre los tratamientos, los que a su vez fueron estadísticamente iguales al del queso de cabra tradicional de minifundio. Este hallazgo indica que el cuajo líquido de cabrito o "lonco" acusó una actividad proteolítica similar a la del cuajo liofilizado. De acuerdo a Green (11) y Mc Mahon y Brown (12), la pérdida de proteínas en el suero es consecuencia de la hidrólisis de otros enlaces peptídicos, además del enlace 105-106 de la kappa caseína. La especificidad por este último enlace es indicación de una actividad proteolítica adecuada. Por lo tanto, al mejorar las condiciones tecnológicas y sanitarias, se podría continuar el uso del cuajo líquido de cabrito preparado tradicionalmente por los campesinos de las zonas áridas.

En la citada Tabla 1 también se aprecia que el queso de cabra artesanal presentó un contenido promedio de materia grasa estadísticamente inferior a los contenidos en los tratamientos, entre los cuales no hubo diferencias significativas. Camacho y Sierra (2) indican que a nivel del minifundio, el corte de la cuajada es manual, lo que incide directamente en las pérdidas de materia grasa en el suero. Esta observación la corrobora este estudio, ya que al instrumentalizar esa operación se reducen las pérdidas de este componente.

Las variables estudiadas y el proceso utilizado no afectaron significativa-

**TABLA 1**

**COMPOSICION QUIMICA DE LOS TRATAMIENTOS DE QUESO DE CABRA EN COMPARACION AL ARTESANAL**

Muestra	Componente (g/100 g)*			
	Sólidos totales	Cenizas	Proteínas (N x 6.38)	Mat. grasa
Leche de cabra	14.88	0.81	4.44	5.13
Queso artesanal	44.90	2.52	18.70	23.70
<i>Queso de leche cruda</i>				
Cuajo comercial	50.02 <sup>a</sup>	2.77 <sup>a</sup>	19.86 <sup>a</sup>	25.75 <sup>a</sup>
Cuajo de cabrito o "lonco"	48.84 <sup>a</sup>	3.12 <sup>a</sup>	18.60 <sup>a</sup>	25.40 <sup>a</sup>
Fermento y cuajo	50.03 <sup>a</sup>	3.27 <sup>a</sup>	19.95 <sup>a</sup>	25.00 <sup>a</sup>
Fermento y "lonco"	50.09 <sup>a</sup>	2.56 <sup>a</sup>	19.75 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>
<i>Queso de leche pasteurizada</i>				
Cuajo comercial	48.00a	2.79a	18.30a	25.30a
Cuajo de cabrito o "lonco"	48.37a	2.76a	18.13a	25.60a
Fermento y cuajo	48.31a	2.87a	18.64a	25.20a
Fermento y "lonco"	50.73a	2.55a	19.68a	26.90a

\* Variabilidad (P < 0.05).

mente los contenidos de cenizas, siendo éstos principalmente el resultado de la etapa de salazón del queso.

Aun cuando no hubo diferencias estadísticas, la pasteurización de la leche redujo la retención de sólidos en el queso, incluidos en ellos todos los componentes analizados.

### *Efecto de las Variables Ensayadas en la Calidad Microbiológica del Queso de Cabra*

En una etapa anterior de investigación, Camacho y Sierra (2) encontraron que durante el proceso artesanal de elaboración de queso, los recuentos de bacterias aerobias mesófilas (RAM) aumentan en tres a cuatro ciclos logarítmicos, concluyendo que este incremento no solamente resultó del crecimiento de las bacterias lácticas, sino también de las contaminaciones bacterianas añadidas durante el proceso. Las conclusiones de estos autores se confirman en este estudio, observándose en la Tabla 2 un incremento de tres ciclos logarítmicos por efecto del proceso artesanal. Sin embargo, la aplicación de los procesos de ensayo redujo significativamente el recuento de bacterias aerobias mesófilas en el queso. En efecto, la pasteurización provocó una importante reducción en los recuentos bacterianos iniciales, influyendo así en los niveles finales de bacterias presentes en el queso. La competencia por el sustrato entre el fermento láctico agregado y las bacterias contaminantes influyó también en la reducción observada en el RAM del queso, con incorporación de fermento. Asimismo, el proceso general utilizado para la elaboración del queso contribuyó a una disminución de las bacterias contaminantes.

De acuerdo con los datos en la Tabla 2, también se aprecia que sólo la pasteurización influyó significativamente en la reducción de los recuentos de coliformes totales y fecales y de *S. aureus*, aun cuando el número de gérmenes de este último también fue afectado por la aplicación del fermento láctico.

Según se muestra en las Tabla 3, 4 y 5, la maduración del queso de cabra es un proceso obligatorio para mejorar la calidad sanitaria del producto elaborado con leche cruda. Los RAM iniciales de los diferentes tratamientos se elevan ligeramente durante la primera semana de maduración. Ello se atribuiría a la multiplicación del fermento láctico en las primeras etapas del almacenaje, luego de lo cual se aprecia una leve disminución en los RAM, como resultado de la competencia que ejerce el fermento por el sustrato con las otras bacterias contaminantes. Estas observaciones se corroboran en las Tablas 4 y 5, donde se muestra un claro descenso de los recuentos de coliformes totales y fecales (Tablas 3 y 4) y de *S. aureus* (Tabla 5) a partir de la segunda semana de maduración. Se observa, en ambas Tablas 3 y 4, que la incorporación de fermento láctico llevó al mes de maduración, a una reducción de los recuentos de las bacterias analizadas a niveles cercanos a los exigidos por el Reglamento Sanitario de Alimentos (8) y por la Federación Internacional de Lechería (13) para queso madurado. Los resultados microbiológicos obtenidos en el queso madurado, elaborado con leche cruda, se alcanzaron a la primera semana de maduración cuando el queso se elaboró con leche pasteurizada.

La sustitución del cuajo de cabrito por cuajo liofilizado de ternero no tuvo un efecto significativo en la calidad microbiológica del queso madurado de cabra.

**TABLA 2**

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS TRATAMIENTOS DE QUESO DE CABRA  
EN COMPARACION AL ARTESANAL**

Muestra	Análisis (colonias/g)*			
	Aerobios mesófilos	Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>S. aureus</i>
<i>Leche de cabra</i> (col/ml)	1.5 x 10 <sup>7b</sup>	1100	1100	—
Queso artesanal control	2.0 x 10 <sup>10c</sup>	1100 <sup>b</sup>	1100	1600 <sup>b</sup>
<i>Queso de leche cruda</i>				
Cuajo comercial	3.0 x 10 <sup>8c</sup>	1100 <sup>b</sup>	1100	1013 <sup>b</sup>
Cuajo de cabrito o "lonco"	1.1 x 10 <sup>8c</sup>	1100 <sup>b</sup>	1100	560 <sup>bc</sup>
Fermento y cuajo	5.4 x 10 <sup>7b</sup>	1100 <sup>b</sup>	1100	20 <sup>a</sup>
Fermento y "lonco"	4.1 x 10 <sup>7b</sup>	1100 <sup>b</sup>	1100	7 <sup>a</sup>
<i>Leche de cabra pasteurizada</i>	4.0 x 10 <sup>3</sup>	0	0	0
<i>Queso de leche pasteurizada</i>				
Cuajo comercial	4.2 x 10 <sup>5a</sup>	32 <sup>a</sup>	0	0
Cuajo de cabrito o "lonco"	8.3 x 10 <sup>5a</sup>	32 <sup>a</sup>	0	0
Fermento y cuajo	1.7 x 10 <sup>5a</sup>	7 <sup>a</sup>	0	0
Fermento y "lonco"	1.5 x 10 <sup>5a</sup>	3 <sup>a</sup>	0	0

\* Variabilidad (P < 0.05).

**TABLA 3**  
**EVOLUCION DE LOS RECuentOS DE BACTERIAS AEROBIAS MESOFILAS DE LOS QUESOS DE CABRA**  
**DURANTE LA MADURACION**  
**(colonias/g)**

Muestra	Tiempo de maduración (semanas)				
	0	1	2	3	4
<i>Queso de leche cruda</i>					
Cuajo comercial	$3 \times 10^8$	$1.5 \times 10^8$	$1.3 \times 10^8$	$8 \times 10^7$	$2.2 \times 10^7$
Cuajo de cabrito o "lonco"	$1.1 \times 10^8$	$5.3 \times 10^7$	$3.9 \times 10^7$	$1.4 \times 10^7$	$1.1 \times 10^7$
Fermento y cuajo	$5.4 \times 10^7$	$9.4 \times 10^7$	$4.2 \times 10^7$	$2.4 \times 10^7$	$1.4 \times 10^7$
Fermento y "lonco"	$4.1 \times 10^7$	$1.3 \times 10^8$	$5.1 \times 10^7$	$2.6 \times 10^7$	$3.6 \times 10^6$
<i>Queso de leche pasteurizada</i>					
Cuajo comercial	$4.2 \times 10^5$	$3.3 \times 10^5$	$2.3 \times 10^5$	$1.8 \times 10^5$	$1.4 \times 10^5$
Cuajo de cabrito o "lonco"	$8.3 \times 10^5$	$4.6 \times 10^5$	$4.2 \times 10^5$	$2.3 \times 10^5$	$1.9 \times 10^5$
Fermento y cuajo	$1.7 \times 10^5$	$1.9 \times 10^6$	$3.2 \times 10^5$	$1.9 \times 10^5$	$5.4 \times 10^4$
Fermento y "lonco"	$1.5 \times 10^5$	$3.3 \times 10^6$	$4.1 \times 10^5$	$1.9 \times 10^5$	$4.0 \times 10^4$

**TABLA 4**

**EVOLUCION DE LOS RECuentOS DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES DE LOS QUESOS DE CABRA  
DURANTE LA MADURACION  
(colonias/g)**

Muestra	Semanas	Coliformes totales					Coliformes fecales				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
<i>Queso de leche cruda</i>											
Cuajo comercial		1,100	1,100	1,100	1,100	590	1,100	1,100	617	173	93
Cuajo de cabrito o "lonco"		1,100	1,100	1,100	1,100	307	1,100	1,100	558	138	36
Fermento y cuajo		1,100	893	376	76	18	1,100	577	56	23	3
Fermento y "lonco"		1,100	830	323	48	15	1,100	495	53	18	0
<i>Queso de leche pasteurizada</i>											
Cuajo comercial		32	13	3	0	0	0	0	0	0	0
Cuajo de cabrito o "lonco"		26	11	5	0	0	0	0	0	0	0
Fermento y cuajo		7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fermento y "lonco"		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLA 5

**EVOLUCION DEL RECUESTO *Staphylococcus aureus* DE LOS QUESOS DE CABRA ELABORADOS CON LECHE CRUDA DURANTE LA MADURACION**

Queso	Tiempo de maduración (semanas)				
	0	1	2	3	4
Cuajo comercial	1,093	907	313	111	33
Cuajo de cabrito o "lonco"	560	338	111	62	25
Fermento y cuajo	20	1	0	0	0
Fermento y "lonco"	3	0	0	0	0

*Características Sensoriales del Queso de Cabra*

Como se aprecia en la Tabla 6, la incorporación del cuajo comercial en reemplazo del cuajo de cabrito afectó negativamente la apariencia del queso cuando éste se elaboró con leche pasteurizada. Efectivamente, el producto presentó un cuerpo más débil, tendiendo a deformarse levemente durante la maduración. Este defecto correlaciona con los resultados obtenidos para el cuerpo del producto. Tanto para este último atributo como para su apariencia, el mejor producto se obtuvo con la combinación de variables de fermento, y cuajo de cabrito con leche cruda.

Las variables sometidas a ensayo no afectaron significativamente al aroma y sabor del queso madurado de cabra, presentando valores normales para ambos atributos, lo que indicaría una hidrólisis apropiada de los componentes químicos del queso durante la maduración. Por consiguiente, como ya se indicó, la principal acción del fermento láctico sería la de actuar como competidor por sustrato con otras bacterias mesófilas, siendo el beneficio más importante el de reducir las contaminaciones bacterianas. Los resultados del análisis sensorial para sabor y aroma indican que las salas de elaboración de las queserías rurales tienen un microambiente con la carga suficiente de bacterias lácticas como para producir un efecto fermentador durante la maduración.

Aunque se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, los valores de acidez y amargor estuvieron dentro de las intensidades normales para queso madurado. Esto indicaría que el proceso de elaboración y las variables ensayadas fueron adecuados provocándose una acidificación normal durante la coagulación, así como una suficiente producción de péptidos amargos como resultado de la acción de las proteasas sobre la caseína.

Los resultados de calidad sensorial guardan buena relación con los de aceptabilidad, los que también se muestran en la Tabla 6. La pasteurización de la leche de cabra afectó negativamente la aceptabilidad del queso, exceptuando la de aquél preparado con fermento láctico y cuajo de cabrito. Los quesos elaborados con leche cruda acusaron la mayor aceptabilidad, aun

**TABLA 6**  
**CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DEL QUESO DE CABRA MADURADO\***

	Apariencia	Cuerpo	Aroma	Acidez	Amargor	Sabor	Aceptabilidad
<i>Queso de leche cruda</i>							
Fermento y cuajo	6.42	5.08	4.67	4.00	2.92	5.42	6.13
Fermento y "lonco"	6.58	5.92	4.75	4.25	2.92	5.58	6.58
<i>Queso de leche pasteurizada</i>							
Cuajo comercial	4.92	4.66	4.67	3.67	3.00	5.08	5.00
Cuajo artesanal o "lonco"	6.33	5.00	4.68	4.33	2.42	5.25	5.75
Fermento y cuajo	4.67	5.67	5.33	4.58	3.25	5.25	5.96
Fermento y "lonco"	5.75	5.83	5.50	5.25	2.67	5.17	6.58

\* Variabilidad (P < 0.05) .

cuando la utilización del cuajo de cabrito como fuente de proteasas mejoró levemente los valores obtenidos para este importante factor de calidad.

## CONCLUSIONES

La importancia social y económica del caprino en el Tercer Mundo se aprecia en su debida dimensión, cuando se considera que el 93.7% de la existencia mundial de esta especie se encuentra en los países pobres. América Latina no es ajena a esta situación, siendo dicho rumiante un recurso importante de las zonas áridas de Chile, Perú, Argentina y Brasil (1, 14, 15). En todos esos países, el caprino es explotado por pequeños agricultores de extrema pobreza, bajo iguales condiciones de marginalidad.

La solución global al problema socioeconómico del capricultor de las zonas áridas no basta con la intervención tecnológica, sino de cada uno de los componentes agroindustriales, considerando la realidad de marginación de estos grupos rurales.

En el trabajo aquí descrito se confirmó la dificultad de alcanzar una pasteurización comercial en las condiciones de insuficiencia de agua y energía en que subsisten las familias de capricultores. No obstante, al utilizar las tecnologías apropiadas propuestas en este estudio, se logra satisfacer los requerimientos microbiológicos y de calidad necesarios como para mejorar la comercialización del producto. Se llega así a la conclusión que bajo las condiciones de infraestructura actual de las queserías rurales, es posible efectuar las elaboraciones con leche cruda solamente si se incorpora fermento láctico y se madura el queso durante un periodo mínimo de un mes. De esta forma, el producto final cumple con las estipulaciones microbiológicas del Reglamento Sanitario de Alimentos (8) para queso, al mismo tiempo que se mejoran las características organolépticas del producto. El fermento láctico recomendado es de aplicación directa, por lo que no se requiere de equipos de frío para su preparación. En este estudio, se comprobó asimismo, que mientras se mantengan las condiciones de higiene, no es necesario sustituir el cuajo de cabrito tradicionalmente preparado por el capricultor para la elaboración del queso por el cuajo de ternero comercial.

Finalmente, se describe el uso de instrumental de acero inoxidable que permite mecanizar el proceso a bajo costo, lo que redundaría en un beneficio sanitario y en mejores rendimientos en queso.

## SUMMARY

### APPLICATION OF APPROPRIATE TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE SANITARY QUALITY AND YIELD OF GOAT CHEESE PREPARED AT FARM LEVEL

The purpose of this study was to increase the microbiological quality and yields of goat cheese prepared at farm level. For this purpose, appropriate technologies for the cheese-making process were designed, using a curd tank heated by gas, and cheese knives adjusted to the tank dimensions. Moreover, a low-cost table for whey draining and PVC moulds, were designed.

Variables assayed were milk pasteurization, utilization of lactic acid starter by direct application, substitution of the kid rennet by commercial calf rennet, and cheese maturation for a one-month period.

The control sample was goat cheese traditionally made by the small farmers. Processing and variables were evaluated by proximate chemical analysis, microbiological counts of aerobic mesophilic bacteria, total and fecal coliforms, and *S. aureus*; as well as by sensory evaluation of quality and acceptability.

It was found that the cutting of curd with cheese knives significantly decreased solid losses in the whey. The addition of the starter and then the cheese maturation, as well as the use of the equipment previously described, increased the microbiological quality of cheese to standard sanitary regulation. Although pasteurization was the most effective treatment in decreasing bacteria contamination, this thermal treatment was difficult to be done under arid zones conditions. Commercial calf rennet did not differ significantly from kid rennet in the characteristics analyzed in this assay. Variables studied did not affect the normal sensory quality of goat cheese.

### BIBLIOGRAFIA

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Anuario de Producción*. Roma, FAO, 1982.
2. Camacho, L. & C. Sierra. Diagnóstico sanitario y tecnológico del proceso artesanal del queso fresco de cabra en Chile. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 38 (4): 935-954, 1988.
3. Dangla, I., R. Murillo, C. Barquero & B. Núñez. Calidad microbiológica de los quesos producidos a nivel artesanal en Costa Rica. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 35 (3): 466-479, 1985.
4. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Manual de Control de Calidad. Análisis Microbiológico*. Roma, FAO, 1979.
5. American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. Microbiological and Chemical. New York, APHA, 1965.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*, Washington, D. C. The Association, 1980.
7. Pinto, C. & A. Houbraken. *Métodos de Análisis Químicos de Leche y Productos Lácteos*. Santiago, FAO, 1976.
8. Servicio Nacional de Salud. *Reglamento Sanitario de los Alimentos*. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, SNS, 1982.
9. Amerine, M., R. Pangborn & E. Roessler. *Principles of Sensory Evaluation of Foods*. New York, N. Y., Academic Press, 1965.
10. Snedecor, G. & W. Cochran. *Métodos Estadísticos*. México D. F., Editorial Continental, 1964.
11. Green, M. Review of the progress of dairy science: Milk coagulants. *J. Dairy Res.*, 44:159-188, 1977.
12. Mc. Mahon, D. J. & R. J. Brown. Enzyme coagulation of casein micelles. A review. *J. Dairy Sci.*, 67: 919-929, 1984.
13. Federation Internationale de Lacterie. *Behaviour of Pathogens in Cheese*. Bruselles, FIL-IDF, 1980.
14. García, H., R. Higaonna, F. Villena, A. Schlundt & T. Cordero. *Hábitos de Pastoreo del Ganado Caprino en la Pradera Natural de Olmos*. Programa Colaborativo INIPA/U. California/U. Lima, Pedro R. Gallo, 1984. (Informe Técnico No. 47).
15. Furtado, M. & A. Pombo. Leite de cabra: nova opção para fabricação de queijos no Brasil. *Lechería Latinoamericana*, 16: 48-54, 1980.

# **OBTENÇÃO DE LEITE CONDENSADO A PARTIR DE UMA MISTURA COM EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA EM PÓ E LEITE DE VACA<sup>1</sup>**

*Sila Mary R. Ferreira<sup>2</sup> e Eliane Rose Serpe<sup>3</sup>*

**Universidade Federal do Paraná (UFPR)  
Curitiba, Paraná, Brasil**

## **RESUMO**

Foram elaboradas três formulações de leite condensado misto com extrato hidrossolúvel de soja em pó e leite de vaca nas proporções de 10%, 20% e 30%.

Os produtos foram concentrados até 31% e 33.65% de sólidos em evaporador a vácuo, numa temperatura entre 45° e 58° C e pressão de 540 mmHg até a eliminação de água exigida no processo.

Os produtos obtidos apresentaram características satisfatórias na avaliação sensorial, quando comparados com o leite condensado padrão.

## **INTRODUÇÃO**

Desde os tempos históricos e, talvez durante milhares de anos da pré-história, o homem tem utilizado do leite dos animais como recurso alimentar. Atualmente, o leite de vaca é o que mais se consome em quase todos os países do mundo, embora também se use em muitas partes o leite de cabra, de ovelha, de égua e de outros animais (1).

O leite é o primeiro alimento na primeira fase da vida de determinadas espécies animais; contém proteínas, lactose, gorduras, vitaminas, minerais e

---

Manuscrito modificado recebido 5-9-90.

- 1 Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Recife, Pernambuco, Brasil.
- 2 Professora de disciplina Técnica Dietética do Departamento de Nutrição, Setor de Ciências da Saúde, UFPR, é aluna de Pós-Graduação em Tecnologia Química: Área concentração: Alimentos, UFPR, Brasil.
- 3 Professora da Disciplina de Higiene Social do Departamento de Saúde Comunitária, Setor de Ciências da Saúde, UFPR é aluna de Pós-Graduação em Tecnologia Química: Área concentração: Alimentos, UFPR.

enzimas. Estes constituintes diferem entre si, no tamanho molecular e na solubilidade, tornando o leite um complexo sistema físico-químico (2).

As características físico-química média do leite de vaca é a seguinte: densidade, 1,031; água, 86.8; gordura, 3.0; caseína, 3.2; albumina, 1.2; lactose, 4.3; sais, 0.7; pH, 6.6; vitamina a, 130 UI; B<sub>1</sub>, 0.04 mg; B<sub>2</sub>, 0.16 mg; nicotinamida, 0.09 mg; vitamina C, 1.8 mg e 71 kcal em 100g (3).

A lactose, o açúcar do leite, pertence ao grupo dos hidratos de carbono. Encontra-se dissolvido no leite, é menos doce que a aglicose, solúvel na água e insolúvel no álcool e no éter (3).

Da produção de leite de vaca, 68% são consumidos diretamente, cerca de 12% destina-se ao fabrico de queijo, 6.3% e 3.5% são usados, respectivamente, no preparo de leite condensado e de leite em pó e, em pouco mais de 5% são transformados em manteiga (3). Nas grandes capitais no período de entressafra, sempre existe escassez. Entretanto, esta escassez que existe em relação ao leite para consumo, não ocorre com seus derivados, tais como doce de leite, pudins, queijos, leite condensado e iogurte, que sempre podem ser encontrados nos grandes supermercados, mesmo quando há falta de crise para o consumidor (4).

Em decorrência da insuficiência de proteína animal, a tendência da indústria moderna de alimentos é procurar matérias-primas alternativas que possam substituir ou complementar as proteínas de origem animal nas formulações de seus produtos (5). É dentro deste contexto que as proteínas de origem vegetal, principalmente as da "soja" tem despertado grande interesse e apoio cada vez maior em todo mundo, principalmente de autoridades ligadas á instituições governamentais (6, 7).

O soja, também conhecida por feijão soja, ervilha chinesa, ou feijão da mandchúria, é nativa do leste da Asia. O nome correto é *Glycine max* (L) Merrill, de acordo com as normas botánicas internacionais, segundo Markley, citado por Messon (8).

No Brasil, os hábitos alimentares constituem provavelmente o principal fator limitante á ampla aceitação de produtos contendo soja. Em alguns casos, os preconceitos contra soja são conseqüências de preparo incorreto de alguns produtos, sem aplicação de tecnologia adequada (8).

A composição química da soja é a seguinte: em 100g: 395 kcal; 30 de glicídios; 36.10 de proteínas; 17.50 de lipídios; 226 mg, calcio; 546 mg de fósforo; 8.8 de ferro; retinol, 2 µg; tiamina, 660 µg; riboflavina, 220 µg; niacina, 2200 µg. (9).

O teor de sólidos do leite de soja, conforme Ferreira *et al.* é de 6.25% (10).

O extrato hidrossolúvel de soja apresenta as seguintes características de qualidade, a saber:

- Características organolépticas: aspecto de pó fino; solúvel em água; cor creme claro; odor e sabor característico, não rançoso;
- Características físicas: umidade máxima 3.0% (11).

O leite condensado é um produto concentrado do leite, obtido por meio de sua desidratação parcial e, conservado por adição de açúcar (1).

Para fabricar o leite condensado, adicionase açúcar ao leite fresco na proporção de 18%. Na preparação do leite condensado ocorre a eliminação de água combinado, em ação conjunta, grau de vácuo e temperatura moderada (3) entre 45°C (1) e 65°C (3) onde se utiliza normalmente uma temperatura de operação 58°C (3).

Considerando que o fornecimento e o custo do leite no Brasil, são altamente instáveis e influenciados por diversos fatores, procurou-se desenvolver formulações de leite condensado com extrato hidrossolúvel de soja.

## MATERIAIS E METODOS

### *Materiais*

*Matéria-prima* — Foram utilizados leite de vaca pasteurizado tipo C, extrato de soja em pó hidrossolúvel, e açúcar refinado comercial.

O extrato de soja em pó hidrossolúvel foi fornecido pela Indústria e Comércio de Alimentos Nutritional - São José dos Pinhais - Pr, com a seguinte composição química: proteínas, mínimo 42.0%; lipídios, mínimo 23.0%; cinzas, máximo 5.0%; fibras, máximo 1.0%; urease, máximo 0.1%. (11).

### *Métodos*

*Determinação de sólidos totais e densidade* — O teor de sólidos totais foi realizado no determinador de umidade com lâmpada infravermelho, até peso constante. A densidade foi determinada em lacto-densímetro de Quevenne.

A reconstituição do extrato hidrossolúvel de soja para determinação de sólidos totais e densidade, foi de 6.5% (10).

*Preparação* — Foi elaborado leite condensado padrão com leite de vaca e leite condensado de soja com concentrações diferentes de extrato de soja em pó.

*Amostra* — Para obtenção do concentrado, partiuse de um volume de 5000 ml de matéria-prima.

*Formulações* — Para elaboração das 4 formulações, conforme Tabela 1, o extrato de soja em pó hidrossolúvel, foi reconstituído de maneira tal que o teor de sólidos fosse o mesmo ao do leite de vaca, isto é, 11.5%.

TABELA 1  
FORMULAÇÕES DE LEITE CONDENSADO

Formulações	Padrão (A)		10% (B)		20% (C)		30% (D)	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Leite de vaca	82	4,100	72	3,600	62	3,100	52	2,600
Extrato de soja em pó hidrossolúvel	-	-	10	57.5	20	115	30	172.5
Açúcar	18	900	18	900	18	900	18	900
Água de reconstituição	-	-	-	442.5	-	885	-	1,327.5
Total	100	5,000	100	5,000	100	5,000	100	5,000

*Processamento*

*Preparo da mistura* — Os ingredientes foram misturados com auxílio do misturador Wallita Mix. Na seqüência para melhor homogeneização da mistura, as formulações com extrato de soja em pó, passaram por um emulgador, três vezes em relação ao volume inicial.

*Evaporação* — Verificada a concentração de sólidos totais e densidade elaborou-se o cálculo para o controle do teor final de sólidos, tendo como referencial uma concentração de 30% de sólidos, conforme Tabela 2.

**TABELA 2**

**BALANÇO DE MATERIAL PARA ELABORAÇÃO DE LEITE  
CONDENSADO DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES NA  
CONCENTRAÇÃO DE 30% COMO REFERENCIAL**

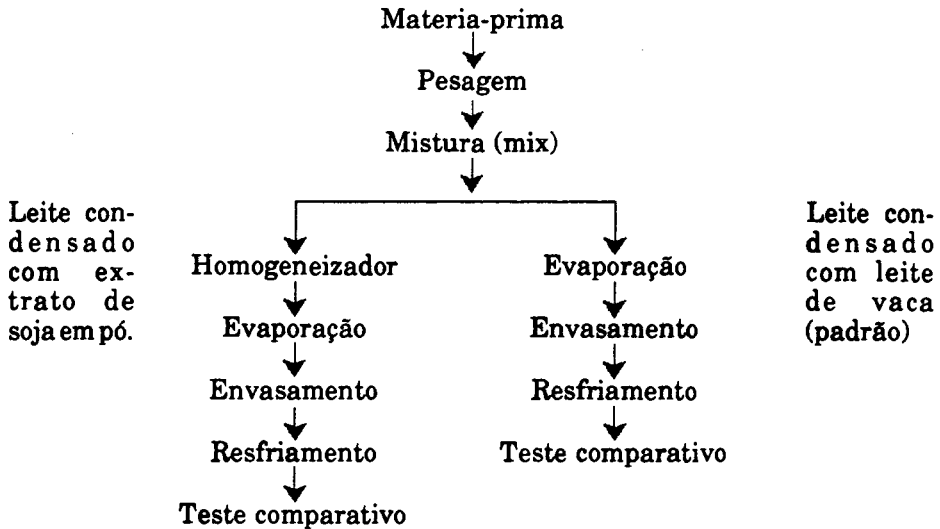
Concentração	Sólido (g)	Líquido (g)		Total (g)	
		Referencial 30%	Formulações A, B, C e D	Referencial 30%	Formulações A, B, C e D.
Alimentação	593.97	4,571.03	4,571.03	5,165.00	5,165.00
Saída	593.97	1,385.94	1,385.94	1,979.91	1,979.91
Massa água evaporada	-	3,185.09	3,185.09	3,185.09	3,185.09

O leite condensado foi processado em evaporador à vácuo nas seguintes condições de trabalho: Temperatura de 45° a 58° C e pressão absoluta de 220 mmHg. (vácuo 540 mmHg).

*Envasamento* — O produto retirado do evaporador numa temperatura entre 45° a 58°C foi envasado em frascos de vidro esterilizados com capacidade de 750 ml e devidamente fechados.

*Resfriamento* — Os frascos foram resfriados gradativamente até atingir uma temperatura de 24° a 30°C.

*Fluxograma do processamento* — O fluxograma para obtenção do leite condensado pode ser visualizado a seguir:



*Avaliação sensorial* — Os produtos obtidos, após 4 dias, foram avaliados por 13 provadores pelo teste classificatório - Perfil de características, mediante pontuação dos atributos de 1 a 5.

Para melhor visualização no gráfico, os valores dos atributos, aparência, cor, aroma, sabor e textura, foram multiplicados por 2.

## RESULTADOS E DISCUSSAO

### *Teor de sólidos e densidade*

Os sólidos totais foram de 11.5% e 6.2% para o leite de vaca e o extrato de soja em pó reidratado, respectivamente.

A densidade de ambos foi de 1,033 g/cm<sup>3</sup>.

### *Processamento*

Após o processamento, a formulação do leite condensado padrão (A) atingiu uma concentração de 33.65%, como pode ser observado na Tabela 3.

As diferentes formulações apresentaram comportamentos desiguais, quanto ao volume de evaporado. A formulação A (padrão) apresentou maior quantidade de evaporado, em quanto que, as formulações com extrato de soja em pó (B, C e D) tiveram menor quantidade (Tabela 2 e 3), devido ao tempo de 30 minutos, enquanto que, a formulação A necessitou de 1 hora para obter a consistência adequada.

Após o processamento, as formulações com extrato de soja em pó atingiram uma concentração de 31%, enquanto que, a concentração da formulação A (padrão) atingiu 33.65%, superando o referencial previsto de 30%, conforme Tabela 3.

**TABELA 3**

**BALANÇO DE MATERIAL DO REFERENCIAL E DAS FORMULAÇÕES OBTIDAS DURANTE O PROCESSO**

Fatores \ Concentração	Sólido 30, 31 e 33.65%	Líquido (g)			Total (g)		
		Referencial	Formulação A	Formulação B, C e D	Referencial	Formulação A	Formulação B, C e D
		30%	33.65%	31%	30%	33.65%	31%
Alimentação	593.97	4,571.03	4,571.03	4,571.03	5,165.00	5,165.00	5,165.00
Saída	593.97	1,385.94	1,171.03	1,322.08	1,979.91	1,765.00	1,916.05
Massa água evaporada		3,185.09	3,400.00	3,248.95	3,185.09	3,400.00	3,248.5

TABELA 4

DADOS OBTIDOS NA AVALIAÇÃO SENSORIAL DO LEITE CONDENSADO COM LEITE DE VACA E DAS DIVERSAS FORMULAÇÕES DO LEITE CONDENSADO DE EXTRATO DE SOJA EM PO

Características	A		B		C		D	
	Valor	Media	Valor	Media	Valor	Media	Valor	Media
Sabor	108	8.30	111	8.53	105	8.07	108	8.30
Aparencia	98	7.53	120	9.23	111	8.53	120	9.23
Odor	105	8.07	97	7.43	102	7.84	107	8.23
Cor	99	7.61	120	9.23	111	8.53	118	9.07
Textura	91	7.00	123	9.46	98	7.53	116	8.92

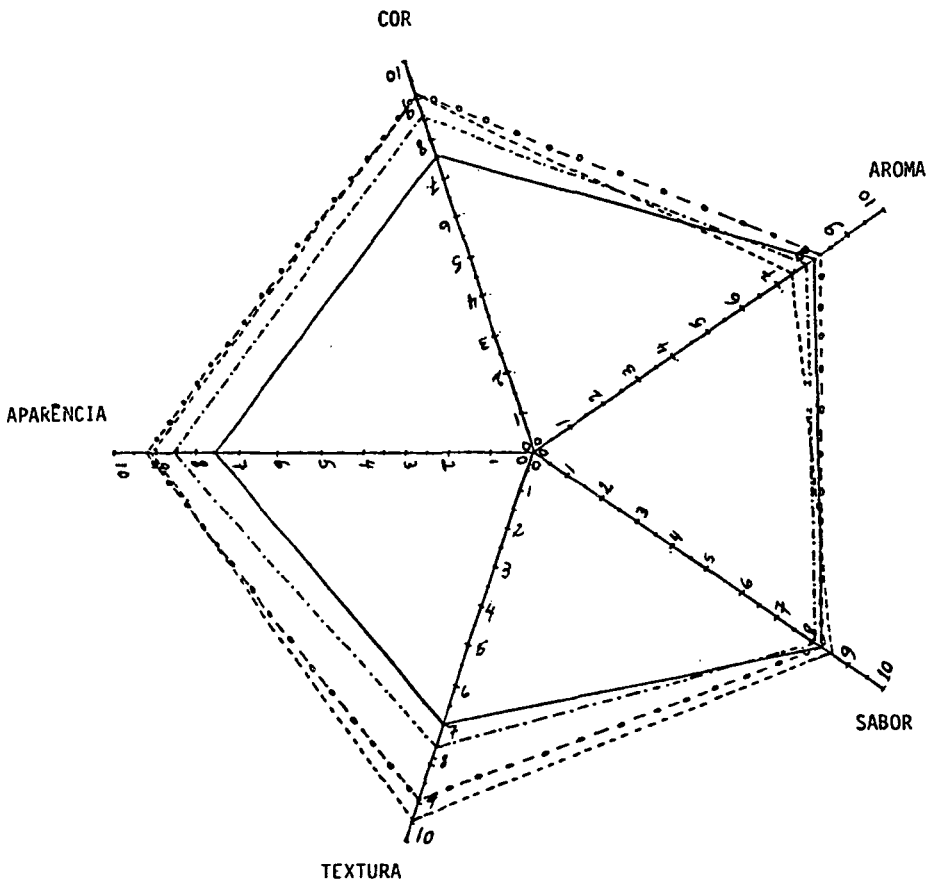


FIGURA 1

**Perfil de características do leite condensado com leite de vaca e das diversas formulações de leite condensado de extrato de soja em pó**

### *Avaliação Sensorial*

A média dos atributos avaliados nas amostras pelo painel de provadores, pode ser visualizado na Tabela 4.

Observou-se que em relação ao sabor, as formulações B, C e D estão próximas a formulação A (padrão). (Tabela 4 e Figura 1). Quando ao aroma, as formulações C e D (20 e 30%), obtiveram valores semelhantes a formulação A, enquanto que a B atingiu média abaixo.

A cordas diferentes formulações, B, C e D, superaram ao do padrão, devido a cor característica do extrato hidrossolúvel de soja. O mesmo ocorrendo com o atributo aparência. (Tabela 4 e Figura 1).

Em relação a textura dos productos B e D, obtiveram melhor pontuação comparados com o padrão, devido ao maior tempo de evaporação destes durante o processamento, enquanto que, a formulação C, apresentou valor próximo ao padrão, atribuído a característica arenosa detectada pelos provadores.

## CONCLUSÃO

De acordo com os experimentos realizados observouse que:

- a) O aroma, sabor, cor e aparência das diferentes formulações obtidas do leite condensado com extrato de soja em pó apresentaram excelentes resultados, conforme o perfil de características.
- b) A formulação C (20%) apresentou valores intermediários entre a formulação A (padrão) e as formulações B (10%) e D (30%).

Desta forma, os productos obtidos apresentaram de um modo geral, características satisfatórias quando comparados com leite condensado padrão.

## SUMMARY

### CONCENTRATED MILK OBTAINED FROM A MIXTURE OF SOYBEAN POWDER HYDROSOLUBLE EXTRACT AND COW'S MILK

Three formulations of mix concentrated milk with hydrosolubles extract of soybean powder and cow's milk were prepared.

The products were condensed up to 31% and 33.65% of solids in a vacuum evaporator at temperature of 45° and 58° C with a vacuum pressure of 540 mmHg.

The products obtained were compared with standard concentrated milk through sensory evaluation showing satisfactory characteristics.

## BIBLIOGRAFIA

1. Hodgson, H. E. & O. E. Reed. Manual de Lactínicos para a América Tropical. Washington, D. C., Repartição de Linguas estrangeiras de Secretaria de Estado, dos Estados Unidos da América, 324 p.
2. Griswold, R. Estudo Experimental dos Alimentos. Rio de Janeiro, Ed.

- Edgard Blücher Ltda, 1972, 469 p.
3. Soroa, J. M. *Indústrias Lácteas*. 3a ed. Lisboa, Biblioteca Técnica Litexa, 1980, 376 p.
  4. Souza, G. *et al.* Aceitabilidade do doce de leite pastoso misto de leite de vaca e extrato proteico líquido de soja. *Boletim ITAL*, Campinas, 18 (3): 395-411, jul./set., 1981.
  5. Andres, C. Spotlight on ingredients soy isolate dairy blends. *Food Processing*, 41 (5): 54, 1980.
  6. Zilio, J. As proteínas de soja. *Rev. Atualidade Samba*, No. 66: 28-30, 1979.
  7. Wolf, W. What is soy protein. *Food Techn.*, 26 (5): 44-45, 1972.
  8. Masson, M. L. *Estudo do Processo de Criotexturização de Proteínas de Soja*. Tese de Mestrado. Curitiba, Paraná, 1987.
  9. Franco, G. *Nutrição*. 6a. ed. São Paulo, Ed. Atheneu, 1982, 230 p.
  10. Ferreira, V. L. P. *et al.* Estabilidade e aceitabilidade do leite de soja formulado. *Boletim ITAL*, Campinas, 23 (4): 425 - 436 out. /dez., 1986.
  11. *Nutritional Indústria e Comércio de Alimentos*. São José dos Pinhais, Paraná.
  12. Behmer, M. L. A. *Tecnologia do Leite*. 15a ed. São Paulo, Livraria Nobel, S. A., 1985, 624 p.
  13. Bender, A. E. *Dicionário de Nutrição e Tecnologia de Alimentos*. 4a ed. São Paulo, Ed. Roca, 1982, 213 p.
  14. Canto, W. *et al.* Leite de soja líquido: Uma opção alimentar. *Estudos Econômicos - Alimentos Processados*. *Boletim ITAL*, Campinas, No. 13, 1982.
  15. Crawford, A. M. *Alimentos, Seleção e Preparo*. São Paulo, Ed. Record, 1966, 388 p.
  16. Costa, S. I. *et al.* O emprego da soja na alimentação humana. *Boletim ITAL*, Campinas No. 56: 27 - 49, mar./abr., 1978.
  17. Costa, S. I. & E. E. M. Mori. Principais formas de aproveitamento da soja na alimentação humana. *Boletim ITAL*, Campinas, No.56: 27 - 49, mar./abr., 1978.
  18. Evangelista, J. *Tecnologia de Alimentos*. 1a. ed. Rio de Janeiro, Libreria Atheneu, 1987, 675 p.
  19. ENDEF. *Tabela de Composição Química dos Alimentos*. Rio de Janeiro, 1977, 213 p.
  20. Ferreira, V. L. P. *et al.* O comportamento do leite de soja " Vital " natural quanto aos aspectos físico - químico organolépticos. *Boletim ITAL*, Campinas (53): 53 - 68, 1977.
  21. Frenzel, O. Produção e consumo do leite e derivados no Brasil. *Rev. do Inst. Lactícnios "Candido Tostes", Juiz de Fora*, 35 (211): 9 - 13, 1980.
  22. Ornellas, L. H. *Técnica Dietética: Seleção e Preparo de Alimentos*. 3a ed. Rio Janeiro, Júlio Reis, 1979, 320 p.
  23. Souza, G. *et al.* Estudos preliminares sobre a produção de doce pastoso misto de leite de soja. *Boletim ITAL*, Campinas 16 (1): 35-40, jan./mar., 1979.
  24. Travaglini, D. *et al.* Composição química e característica nutricional do extrato de soja em pó. *Boletim ITAL*, Campinas 18 (3): 385-393, jul./ set., 1981.
  25. Walstra, P. & R. Jenness. *Química y Física Lactológica*. 1a ed. Zaragoza, Editorial Acibia, S. A. 1987, 424 p.

# **OBTENÇÃO DE MACARRÃO TIPO ESPAGUETE A PARTIR DE UMA MISTURA COM FARINHA DE TRIGO E FARINHA DE MILHO PRÉ-GELATINIZADA<sup>1</sup>**

*Sila Mary R. Ferreira<sup>2</sup>, Eliane Rose Serpe<sup>3</sup>,  
Cristina Ramirez Toro<sup>4</sup> e Nina Wasczynsky<sup>5</sup>*

**Universidade Federal do Paraná (UFPr),  
Curitiba, Paraná, Brasil**

## **RESUMO**

Foram elaboradas cinco formulações de macarrão tipo espaguete de farinha de trigo e com 10%, 20%, 30%, 40% e 50% de farinha de milho pré-gelatinizada.

Para avaliação dos produtos comparou-se a formulação padrão através dos seguintes testes: teste de umidade, tempo de cozimento, teor de sólidos na água de cozimento, mastigabilidade de (textura), sabor, pegajosidade (colamento), aparência, cor e rendimento.

Os produtos obtidos, além de serem viáveis economicamente, apresentaram de um modo geral, boa aceitabilidade em relação a cor, aparência e demais características avaliadas.

## **INTRODUÇÃO**

O milho nas suas várias formas constitui um dos alimentos básicos de grande parte da população latino-americana. No Brasil, o seu consumo já foi bastante elevado, diminuindo sua utilização à medida que aumentou a importação e subsídio do trigo mantido pelo Governo. Hoje, a situação é inversa.

---

Manuscrito modificado recebido: 5-9-90.

- 1 Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Recife, Pernambuco, Brasil.
- 2 Professora do Departamento de Saúde Comunitária, Setor de Ciências da Saúde, UFPr.
- 3 Professora do Departamento de Nutrição, Setor de Ciências da Saúde, UFPr.
- 4 Aluna de Pos-Graduação em Tecnologia Química, Área de Concentração: Alimentos.
- 5 Professora do Departamento de Tecnologia Química, Setor de Tecnologia, UFPr.

Com o aumento do cultivo do milho, com a queda do subsídio do trigo e a falta deste em função da importação reduzida, procuramos uma forma de diminuir os custos dos produtos derivados do trigo, através de alternativas de matérias-primas.

O trigo é o cereal de maior consumo mundial, seja em forma de farinha para pães, pastas alimentícias, biscoitos ou mesmo na forma de grãos em substituição ao arroz.

Uma pasta alimentícia de boa qualidade deve possuir uma cor uniforme de odor e sabor agradável, sem ser fermentada ou azeda, frágil, dura, semitransparente, quase vítrea.

A classificação da pasta seria em função da qualidade de trigo usado. Segundo Nogara (1), uma pasta com a adição de farinha diferente da de trigo é considerada como "falsificada".

Hoje, para nós, passa a ser uma pesquisa constante, a procura de um diluente ideal para a farinha de trigo, fornecendo pastas alimentícias tão saborosas quanto a manufatura só com a farinha de trigo, de alto valor nutritivo, de fácil digestibilidade e economicamente viáveis.

Em função do exposto acima, optamos pelo uso da farinha de milho pré-gelatinizada como diluente para a farinha de trigo, pois a mesma proporciona uma cor uniforme ao produto, dispensando o uso de corantes e/ou ovos, a qual pode ser encontrada pronta para o consumo industrial.

## MATERIAIS E METODOS

### *Materiais*

*Materia-primas* - Farinha de milho pré-gelatinizada e farinha de trigo comercial. A farinha de milho pré-gelatinizada foi fornecida pela PROTISA-Indústria de Produtos Alimentícios S/A, de Curitiba - Paraná, apresentando a seguinte composição físico-química: proteína 7%, cinzas máx. 0.5%, lipídeos 1%, índice de solubilidade em água 26 e absorção de água 7.2.

### *Equipamentos*

Homogeneizador com rosca sem fim com crivo: máquina manual para laboratório com trefila para espaguete; estufa de bandeja com circulação de ar forçada; e aparelho de umidade com lâmpada infra-vermelha.

### *Métodos*

Amostra-Para elaboração dos diferentes macarrotes foi utilizada 200 g de amostra.

### *Formulações*

Para o preparo do macarrão, partiu-se de formulações, nas quais fez-se a diluição da farinha de trigo com milho pré-gelatinizada nas seguintes proporções: 10%, 20%, 30%, 40% e 50%, conforme demonstrado abaixo:

- Amostra 01 - 100% FT \*
- Amostra 02 - 10% FM \*\* ± 90% FT
- Amostra 03 - 20% FM ± 80% FT
- Amostra 04 - 30% FM ± 70% FT
- Amostra 05 - 40% FM ± 60% FT
- Amostra 06 - 50% FM ± 50% FT

\* FT = Farinha de trigo.

\*\* FM = Farinha de milho pré-gelatinizada.

### *Processamento*

*Hidratação e empastamento* - Após a mistura dos ingredientes, a água foi acrescentada aos poucos, numa temperatura 30-45°C, até obter a consistência de farofa, representando a umidade ideal das misturas formuladas Tabela 2.

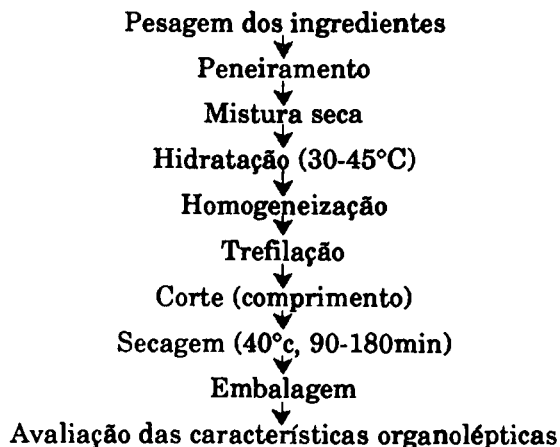
*Homogeneização ou amassamento* - Após a massa adquirir a textura desejada, procedeu-se o amassamento da mesma em homogeneizador de rosca' sem fim com crivo.

*Moldagem ou Trefilação* - A seguir à massa foi moldada na trefila com formato de espaguete.

*Secagem* - O produto foi acondicionado em bandejas metálicas e colocadas em estufa com circulação de ar FABBE à uma temperatura de 40°C por aproximadamente 2 horas.

*Embalagem* - Após a secagem dos produtos de cada formulação, procedeu-se o empacotamento nas embalagens plásticas e seladas, sendo uma parte utilizada a fim de determinar o teor de umidade da massa seca, conforme Tabela 2.

*Fluxograma* - O fluxograma do proceso pode ser visualizado na Figura 1.



**FIGURA 1**

*Análises Físico-Químicas*

A determinação de umidade á 105°C e cinzas foi de acordo com AOAC (2).

Os sólidos na água de cozimento foi realizado semelhante á técnica de unidade a 105°C até peso constante do resíduo.

Além dessas análises, foram realizados testes de cozimento e rendimento. O tempo de cozimento foi de acordo com a textura desejada ao produto (Tabela 3).

*Análise das Características Organolépticas*

Para realizar os testes das características, cada formulação foi cozida na proporção de 1:10 de água sem sal.

Os atributos observados pelos provadores foram: aparência, textura (mastigabilidade), sabor, cor e pegajosidade (colamento).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO***Teor de Umidade e Cinzas*

As características físico-químicas da farinha de trigo e farinha de milho pré-gelatinizada, estão na Tabela 1.

Os valores encontrados para a farinha de trigo são compatíveis com a literatura encontrada, como pode ser observado na Tabela 1.

*Hidratação e Teor de Umidade nas Formulações*

A água necessária para hidratação das formulações, bem como, o teor de umidade estão na Tabela 2.

Observou-se que, enquanto houve um acréscimo no teor da farinha de milho pré-gelatinizada das formulações, o teor de umidade das mesmas também aumentou, enquanto que a água de hidratação manteve-se cons-

**TABELA 1****TEOR DE UMIDADE E CINZAS DA FARINHA DE TRIGO E FARINHA DE MILHO PRÉ-GELATINIZADA**

Matéria-prima	Umidade		Cinzas	
	Utilizada	Referências	Utilizada	Referências
Farinha de trigo	13.90	12.6 (3); 14.53 (4); 13.85 (5); 13.86 (6) 12.85 (7)	0.32	0.37 (8); 0.55 (5) 0.33 (6); 0.40 (7)
Farinha de milho pré-gelatinizada	9.30	10.88 (6)	0.39	0.56 (6)

TABELA 2

**AGUA ADICIONADA PARA A HIDRATAÇÃO POR FORMULAÇÃO  
E TEOR DE UMIDADE FINAL**

Formulações	Água de hidratação (ml)	Teor de umidade %
01	70	9.8
02	65	9.2
03	60	10.5
04	70	12.4
05	75	10.9
06	60	13.3

tante. Estes resultados confirmam os trabalhos desenvolvidos por Lucisano *et al.* (9) e Leitão *et al.* (4).

*Tempo de Cozimento, Teor de Sólidos, Água de Absorção e Pegajosidade*

Pode-se observar na Tabela 3 e Gráfico 1, que ocorreu um aumento do teor de sólidos na água de cozimento das formulações em relação à formulação padrão, enquanto que, a absorção de água diminuiu a medida que aumentou-se a concentração de farinha de milho pré-gelatinizada.

O tempo de cozimento manteve-se igual ao padrão até a concentração de 20% de farinha de milho pré-gelatinizada, confirmando os resultados de Lucisano *et al.* (9), enquanto que a formulação de 30% teve um ligeiro decréscimo e aumentando na concentração de 50%.

A pegajosidade observada pelos provadores (Tabela 3) foi igual ao encontrado por Leitão *et al.* (8), até a formulação de 30%, enquanto que as

TABELA 3

**TEMPO DE COZIMENTO, TEOR DE SÓLIDOS, ÁGUA DE ABSORÇÃO E  
PEGAJOSIDADE**

Formulação	Rendimento %	Tempo de cozimento (min)	Teor de sólidos %	Água de absorção (g)	Pegajosidade
Padrão 1	340	9	2.20	120	Pouca
2	320	9	5.16	110	Pouca
3	280	9	5.07	90	Pouca
4	220	6	4.50	60	Pouca
5	200	5	3.96	50	Não houve
6	220	10	6.86	60	Não houve

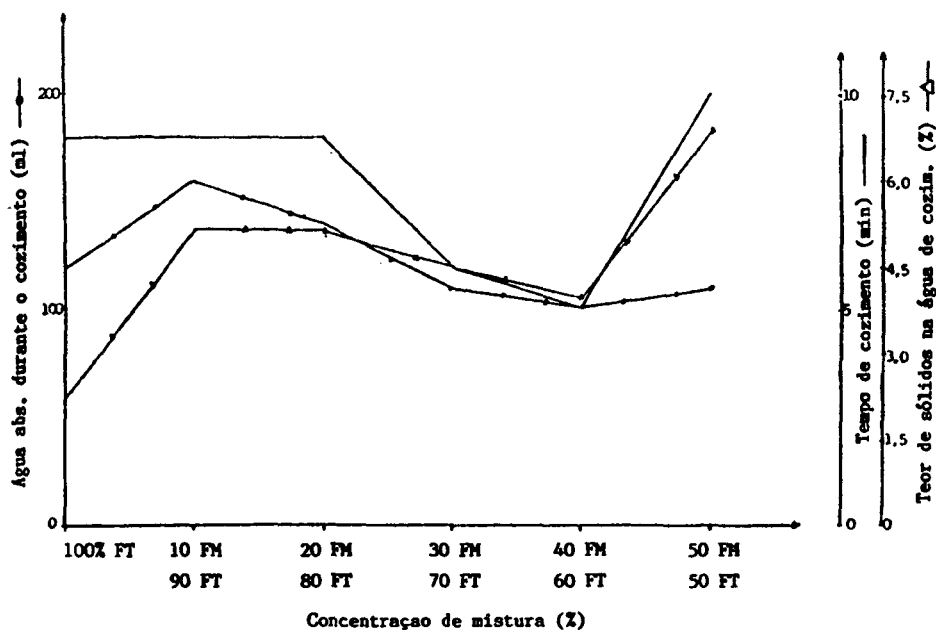


GRAFICO 1

### Massa alimentícia com farinha de milho pré-gelatinizada

demais, o mesmo autor reporta uma pegajosidade normal na formulação com 40% e ligeiramente pegajoso a de 50% de farinha de milho pré-gelatinizada.

O rendimento obtido até a formulação de 20% foi igual ao encontrado por Lucisano *et al.* sendo que, para as demais, houve um decréscimo atribuindo este nas formulações de 30 a 40%, talvez pelo baixo tempo de cozimento das mesmas, porém este mesmo rendimento foi observado na formulação de 50% para um tempo de cozimento de 10 minutos.

### Avaliação das Características Organolépticas

**Aparência, Textura, Sabor e Cor** - Os produtos formulados segundo os provadores, apresentaram ótima aparência, tanto cru como após o cozimento. Da mesma forma, em relação ao sabor, que não foi alterado, nem perceptível até a formulação de 50%.

Quanto a textura, as formulações de 30, 40 e 50% apresentaram mastigabilidade mais difícil. As demais apresentaram textura próxima ao padrão, confirmando os dados de Leitão *et al.* (8).

O macarrão com farinha de milho pré-gelatinizada, apresentou inicialmente uma cor amarelo-creme, a qual foi intensificando, a medida que, aumentou-se as concentrações. Cor esta, muito bem aceita pelos provadores.

**Custo** - A medida que, aumentou-se o percentual da farinha de milho pré-gelatinizada, ocorreu a redução do custo na formulação (Tabela 4).

TABELA 4

CUSTO DE 60 QUILOS DE MISTURA DE FARINHA DE TRIGO E FARINHA DE MILHO PRÉ-GELATINIZADA, NAS DIFERENTES FORMULAÇÕES

	Preço unit. Cz\$	Padrão		10%		20%		30%		40%		50%	
		kg	Cz\$	kg	Cz\$	kg	Cz\$	kg	Cz\$	kg	Cz\$	kg	Cz\$
Farinha de trigo	64.00	60	3,840	54	3,456	48	3,072	42	2,688	36	2,304	30	1,920
Farinha de milho pré-gelatinizada	48.00	—	—	6	288	12	576	18	864	24	1,152	30	1,440
Total	—	60	3,840		3,744		3,648		3,552		3,456		3,360
Valor em OTN	—		3.38		3.29		3.21		3.12		3.04		2.96

- Referente ao valor da O.T.N. do mês de maio de 1988. (Cz\$ 1,135.00).

A formulação padrão com 100% da farinha de trigo custa 3.38 OTN, enquanto que, a formulação como 50% da farinha de trigo e 50% da farinha de milho pré-gelatinizada custa 2.96 OTN para 60 kg de matéria-prima.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos na análise, observamos que:

- a) Todas formulações apresentaram boas características, tanto em relação a cor, como na aparência, dos produtos e ótima aceitação em relação ao sabor.
- b) A pegajosidade desapareceu à medida que, a concentração da farinha de milho pré-gelatinizada aumentou, ou seja acima de 30%.
- c) Para obter melhor textura das formulações em 30%, 40% e 50% de diluição da farinha de trigo, recomenda-se uma maior investigação com relação a textura, tempo de cocção e teor de sólidos na água de cozimento.
- d) A mistura de farinha de trigo e farinha de milho pré-gelatinizada oferece excelente alternativa econômica para fabricação de macarrão seco tipo espaguete, inclusive dispensando' o uso de corantes e/ou ovos.

Desta forma, sugerimos que a produção de macarrão seco tipo espaguete com concentração de farinha de milho pré-gelatinizada até 50% pode ser desenvolvida industrialmente.

## SUMMARY

### MACARONI OBTAINED FROM WHEAT FLOUR MIXTURE AND PRE-GELATINIZED CORN FLOUR

Pasta products were formulated using 10, 20, 30, 40 and 50% substitution of wheat flour with pre-gelatinized corn flour.

Products were submitted to evaluation tests by comparing their main characteristics with those of the pattern, such as humidity, cooking time, water absorption, solubility in cooking water, texture, color, appearance and yield.

The products obtained were economically available with good acceptability in relation to color, appearance and other characteristics evaluated.

## BIBLIOGRAFIA

1. Nogara, S. *Elaboración de Pastas Alimenticias*, 3a ed. Barcelona, Editorial Sintet, 1964, 138 p.
2. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 14 Th ed. Washington, D. C., The Association, 1984.
3. Sales, A. M. & P. I. Vitti. Estudo preliminar sobre as propriedades tecnológicas de panificação da farinha mista de trigo e amaranto. *Boletim do ITAL*, 17 (1): 49-53 jan./jun., 1987
4. Leitão, R. F. F., P. Vitti, A. Pizzinato, S. O. S. Campos, E. E. M. Mori & J. Shirose. Farinha de tritcale em panificação. *Coletânea ITAL, Campinas*, 10: 45-58, 1979.
5. Vitti, P. Emprego da farinha de milho pré-gelatinizada em bolo e bolacha. *Coletânea*

- ITAL., 3: 293-311, 1969/1970.
6. Leitão, R. F. F., P. Vitti & E. E. M. Mori. A mistura de trigo, milho, mandioca e soja em pástas alimentícias. *Boletim do ITAL., Campinas*, 50: 187-204, mar/abr., 1977.
  7. Leitão R. F. F., A. Pizzinato A., I. B. Figueiredo & E. E. M. Mori. O trigo-mourisco em pastas alimentícias. *Boletim do ITAL.,* 52: 91-112, Jul. / ago., 1977.
  8. Leitão, R. F., P. Vitti, E. Angelucci & J. S. Tango. Farinhas de milho pré-gelatinizada em pastas alimentícias. *Coletânea ITAL.,* 3: 325-335, 1969/1970.
  9. Lusitano, M., E. M. Casiraghi & R. Barbieri. Use of defatted corn germ flour in pasta products. *J. Food Sci.,* 49: 482-497, 1984.
  10. Gueddes, W. F. Recent developments in foods from cereals. *J. Agric, Food Chem.,* 7: 605, 1959.
  11. Leitão, R. F. F. *et al.* Determinações das características mais importantes dos macarrões comerciais. *Boletim ITAL,* 38: 63-76, junho, 18-974.
  12. Monteiro, C. L. B. *Técnicas de Avaliação Sensorial.* 2a. ed. Curitiba, Gráfica da UFPr., 1984, 100 p.
  13. Vitti, P. *et al.* Preparo de uma farinha de milho integral e desengordurada e seu uso em produtos de panificação. *Boletim ITAL., Campinas,* 17 (4): 451-467, out. / dez., 1980.
  13. Leitão, R. F. Condições ideais para obtenção de uma pasta alimentícia. *Boletim do ITAL.,* 34: 79-87, junho, 1973.

# **EFFECTO DE LA EXTRUSION SOBRE LA ACEPTABILIDAD Y DIGESTIBILIDAD DE DIETAS PARA PERROS EN CRECIMIENTO**

*Juan I. Egaña M.<sup>1</sup>, Alejandro López V.<sup>1</sup> y Quesner Quezada M.<sup>1</sup>*

**Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias  
Universidad de Chile  
Santiago. Chile**

## **RESUMEN**

En ocho cachorros ovejeros alemanes de alrededor de 75 días de edad y con un peso inicial cercano a 11 kg se evaluó una dieta formulada según el NCR (1985) sometida a dos procesamientos diferentes: peletización (DP) y extrusión (DP). La evaluación se efectuó a través de un test de cafetería para determinar su aceptabilidad, así como mediante un ensayo de digestibilidad de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto no nitrogenado (ENN), energía (E) Ca y P.

Al inicio y finalización del ensayo de digestibilidad se tomó una muestra de sangre a los cachorros para efectuarles un perfil bioquímico. Los resultados del test de cafetería mostraron que la extrusión mejoró de manera significativa ( $P < 0.01$ ) el consumo de la dieta, siendo para la DE de 512 g dieta/animal/día, en relación a la DP que fue de 253 g. La extrusión también mejoró la digestibilidad ( $P < 0.01$ ) de la MS, PC, EE, ENN y E, las que alcanzaron al 82.6, 75.2, 83.9, 90.8 y 83.6% en la DE, y de 68.0, 64.6, 76.7, 73.5 y 69.7% en la DP. La digestibilidad de la FC, el Ca y el P no sufrió modificaciones debido al procesamiento ( $P > 0.01$ ). Los parámetros bioquímicos evaluados sólo sufrieron modificaciones menores, considerándose los valores obtenidos como habituales.

Se concluye que el proceso de extrusión permite mejorar de manera significativa la aceptabilidad y utilización biológica de las dietas para perros.

---

Manuscrito modificado recibido: 30-4-90.

1 Miembros del Departamento de Fomento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. Casilla 2 Correo 15 La Granja, Santiago, Chile.

## INTRODUCCION

Los alimentos secos para perros presentan una serie de ventajas, tales como su alta concentración de nutrientes y fácil conservación. Sin embargo, se describe que su aceptación es menor que la de alimentos de alta humedad o de humedad intermedia.

Los alimentos para perros, si bien tienen un contenido proteínico y lipídico elevado, los constituyentes mayoritarios corresponden a carbohidratos, específicamente almidones, los cuales constituyen la principal fuente energética de estas dietas.

Existe amplia información demostrativa de que el almidón proveniente de tubérculos y cereales es utilizado pobremente por el perro, cuando se suministra crudo en la dieta (1). No obstante, la adición de un tratamiento térmico, incrementa significativamente su digestibilidad.

Entre los diferentes procesamientos térmicos utilizados en los alimentos, destaca por su creciente utilización, la extrusión. Este proceso consiste en someter el alimento a altas temperaturas (hasta 250°C), por tiempos relativamente cortos (generalmente 1 2 minutos), a altas presiones (hasta 25 m Pa), bajo intensas fuerzas de fricción y, en la mayoría de los casos, a niveles de humedad relativamente bajos (inferiores al 30%) (2).

Entre los efectos más relevantes que produce la extrusión en la mezcla alimenticia cabe destacar la gelatinización de almidones; denaturalización proteínica; inactivación de enzimas, destrucción de factores tóxicos y disminución de la carga microbiana en el producto final (3). Como consecuencia de estos cambios fisicoquímicos se produce un mejoramiento significativo en las propiedades organolépticas y en la utilización biológica de los alimentos.

En aquellos países donde la industria elaboradora de alimentos para mascotas ha alcanzado un grado de adecuado desarrollo, la extrusión constituye el procesamiento más difundido para la elaboración de dietas destinadas a perros y gatos. A diferencia, en nuestro país es de uso reciente, y su aplicación aún es reducida.

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto de la extrusión sobre la aceptabilidad y utilización biológica de una dieta para perros.

## MATERIAL Y METODOS

### *Animales*

Se utilizaron ocho cachorros machos de la raza ovejero alemán, de aproximadamente 75 días de edad, los cuales fueron sometidos a estricto control sanitario, antes y durante el ensayo.

### *Dietas*

Se formuló una dieta en base a los requerimientos nutritivos para perros establecidos por el NRC en 1985 (4) cuya composición y análisis químico se detalla en la Tabla 1. Esta dieta fue suministrada en dos formas diferentes: peletizada y extruida. Para el peletizado se utilizó una peletizadora Hyflo (California Mill. Co.) que procesa a 65°C de temperatura, la que se reguló para

**TABLA 1**  
**COMPOSICION Y APORTE NUTRITIVO DE LAS DIETAS**  
**PELETIZADA Y EXTRUIDA**

ingredientes	Porcentaje
Maíz grano	46.4
Trigo afrechillo	9.0
Carne y huesos harina	8.4
Soya afrecho	32.0
Sebo	3.0
Sal común	1.0
Vitaminas y minerales <sup>1,2</sup>	0.150
Etoxiquina	0.008

Aporte nutritivo de las dietas (g/100 g M. S.)

	Dieta	
	Peletizada	Extruida
Materia seca	92.8	93.6
Proteína cruda (N x 6.25)	26.9	26.2
Extracto etéreo	8.1	8.5
Fibra cruda	4.2	2.1
Extracto no nitrógeno	46.90	50.6
Calcio	0.94	1.00
Fósforo	0.96	0.88
Cenizas	6.7	6.3
Energía bruta (cal/g)	4.6	4.7

- (UI/kg alimento) 4.500 vitamina A; 495, vitamina D<sub>3</sub>; 15, vitamina E, (mg/kg alimento) 1, menadiona; 4, riboflavina; 20, niacina; 17, ácido pantoténico; 0.3 ácido fólico; 1,400, colina; 5, manganeso; 100, hierro; 12, cobre; 1.5, yodo; 80, zinc; 9,000, potasio; 400, magnesio; 0.10, selenio: (µg/kg alimento) 10, cianocobalamina. Otros aditivos; (mg/kg alimento): 80, etoxiquina.
- Deficiencias en el aporte de vitaminas E (30 UI/kg alimento) y B<sub>12</sub> (10 µg/kg alimento) se cubrieron por la adición en el agua de bebida (8g) de suplemento (juvecan, Drah Pharma Invetec Ltda.).

entregar pellets de 10 x 6 mm.

La extrusión se efectuó en un extrusor monotornillo Anderson (Anderson International Corp.), que trabajó a una temperatura de 121° C por 8 segundos, que dió un expandido de 22 x 11 mm.

### *Jaulas*

Durante todo el ensayo los animales se alojaron en jaulas metálicas individuales (55 x 60 x 50 cm) de doble fondo de malla, a fin de separar las heces de la orina.

### *Evaluaciones*

Se efectuaron dos ensayos: uno de aceptabilidad de las dietas, y el otro de determinación de los coeficientes de digestibilidad de las principales fracciones nutritivas.

Para el ensayo de aceptación de las dietas, durante 12 días se hizo una prueba de cafetería, a lo largo de los cuales todos los sujetos experimentales disponían simultáneamente, dentro de una jaula, de las dos formas de presentación de la dieta: peletizada y extruida, pudiendo elegir la cantidad a ingerir de cada una de ellas. Durante todo el período se invirtió a diario la ubicación de los comederos dentro de la jaula, y la ingesta de alimento se calculó por diferencia de peso entre lo ofrecido y las sobras diarias, durante los últimos cuatro días del período.

En el ensayo de digestibilidad la cantidad de dieta ofrecida fue ajustada al 90% del consumo obtenido con la dieta de menor ingesta durante el ensayo de aceptación. Para esta evaluación se utilizó un diseño de secuencia con intercambio (5) asignando cuatro cachorros a cada dieta, siendo el período de acostumbamiento también de cuatro días. Estos fueron seguidos por un período de recolección de igual duración, y cambiándose posteriormente de dieta.

Se llevó a cabo una recolección diaria y completa de heces, las que fueron almacenadas a -20°C. Luego se homogeneizaron, obteniéndose una muestra de 10% para efectuar los análisis químicos.

En ambas dietas se determinó la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, extracto no nitrogenado, energía, calcio, y fósforo.

### *Determinaciones*

Tanto las dietas como las heces se sometieron a análisis químico de materia seca, proteína cruda (N x 6.25) extracto etéreo, fibra cruda y cenizas, según métodos de la AOAC (6). La determinación de calcio se efectuó por espectrofotometría de absorción atómica (7), y la del P, por colorimetría de acuerdo al procedimiento de Fiske y Subbarow (8).

Para la determinación de la energía bruta de las dietas y heces se utilizó una bomba calorimétrica tipo adiabática (Gallenkamp).

Tanto al inicio como al final del ensayo de digestibilidad se tomaron muestras de sangre a cada cachorro y se realizó un perfil bioquímico que incluyó las siguientes determinaciones plasmáticas: nitrógeno úrico, hemo-

globina, glucosa, bilirrubina, proteína total, globulinas, albúminas, Ca, P y las enzimas gama glutamil transpeptidasa (GGT), transaminasa glutámico-pirúvica (GPT) y fosfatasa alcalina (AP). El propósito de estas determinaciones fue contar con índices químicos y metabólicos que avalaran el estado de salud de los sujetos experimentales.

### *Análisis Estadístico*

Los resultados obtenidos fueron descritos a través del promedio y desviación estándar, y los promedios comparados a través de la prueba de "t" de Student (9).

## RESULTADOS

El consumo diario individual y promedio de la dieta extruida (Tabla 2) fue significativamente mayor, duplicando al obtenido con la dieta peletizada ( $P < 0.01$ ). Salvo el animal No. 6 que ingirió una mayor cantidad de la dieta peletizada. Aun cuando el consumo de alimento se determinó sólo durante los últimos cuatro días del ensayo de aceptabilidad, los registros de reposición de dietas indican que la dieta extruida fue consumida en mayor cantidad, ya a partir del primer día de la prueba de cafetería. La variación observada en el consumo fue mayor en el caso de la dieta peletizada, la que alcanzó un coeficiente de 42.3% en relación al 13.4% obtenido con la dieta extruida.

Al expresar el consumo diario de materia seca por unidad de peso metabólico (kg 0.75) éste fue de 0.20 y 0.40 para las dietas peletizada y extruida, respectivamente ( $P > 0.01$ ).

**TABLA 2**  
**CONSUMO PROMEDIO DIARIO DE LAS DIETAS PELETIZADAS Y EXTRUIDAS EN CACHORROS (g dieta/animal/día)**

Animal	Dietas		Relación consumo P: E x 100
	Peletizada (P)	Extruida (E)	
1	117.4	423.9	41
2	342.8	525.7	65
3	316.2	581.2	54
4	152.3	532.2	28
5	207.9	577.2	36
6	430.3	398.3	107
7	179.4	545.8	33
8	276.3	514.8	53
	252.8 <sup>a</sup> ± 106.9	512.4 <sup>b</sup> ± 67.0	52

a, b: Las letras diferentes señalan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ).

TABLA 3

**PESO VIVO DE LOS CACHORROS AL INICIO Y FINAL  
DEL ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD (kg)**

Animal	Peso vivo	
	Inicial	Final
1	11.0	12.1
2	13.8	15.1
3	14.1	14.5
4	11.7	13.2
5	12.0	13.5
6	11.7	12.6
7	12.8	14.4
8	13.9	15.8

Durante el ensayo de digestibilidad los animales presentaron una ganancia ponderal diaria adecuada (Tabla 3) aunque se mantuvieron levemente restringidos en el consumo de las dietas.

La digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, extracto no nitrógeno y energía, sufrieron un considerable incremento por efecto de la extrusión de la dieta, los valores cercanos al 20% en la digestibilidad de materia seca y de energía (Tabla 4).

La digestibilidad del Ca fue baja en ambas dietas, alcanzando 23.6% en la peletizada, y 30.6% en la extruida; estos valores, sin embargo, no fueron estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

TABLA 4

**COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LAS PRINCIPALES FRACCIONES NUTRITIVAS DE LAS DIETAS PELETIZADA Y EXTRUIDA (%)**

Fracción	Coeficiente de digestibilidad de la dieta	
	Peletizada	Extruida
Materia seca	68.0 ± 4.0 <sup>b</sup>	82.6 ± 1.9 <sup>a</sup>
Proteína cruda	64.4 ± 5.0 <sup>b</sup>	75.2 ± 2.7 <sup>a</sup>
Extracto etéreo	76.7 ± 6.4 <sup>b</sup>	83.9 ± 4.1 <sup>a</sup>
Extracto no nitrogenado	73.5 ± 4.8 <sup>b</sup>	90.8 ± 2.2 <sup>a</sup>
Fibra cruda	12.6 ± 2.3	8.5 ± 5.9
Energía	69.7 ± 4.1 <sup>b</sup>	83.6 ± 2.0 <sup>a</sup>
Calcio	23.6 ± 3.0	30.6 ± 10.7
Fósforo	43.4 ± 8.4	47.6 ± 8.5

a, b: Las letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.01$ ).

Por el contrario, la digestibilidad de la fibra cruda, y el P no sufrieron modificaciones debido al tipo de procesamiento empleado, alcanzando, en ambas dietas, valores cercanos al 10% y 45% respectivamente.

Los indicadores bioquímicos plasmáticos analizados, si bien mostraron algunas diferencias menores entre los valores iniciales y finales obtenidos en el ensayo de digestibilidad, todos se mantuvieron dentro de los rangos considerados como normales para esta especie (Tabla 5).

**TABLA 5**

**INDICADORES BIOQUIMICOS PLASMATICOS DE LOS CACHORROS  
AL INICIO Y FINAL DEL ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD**

	Concentración plasmática	
	Inicial	Final
Proteína g/dl	5.68 ± 0.23	6.08 ± 0.40
Albumina g/dl	2.60 ± 0.09	2.83 ± 0.14
Globulina g/dl	3.07 ± 0.20	3.25 ± 0.43
Nitrógeno uréico mg/dl	16.2 ± 2.08	19.8 ± 3.67
CPT U/L	16.1 ± 7.5	21.4 ± 3.5
CGT U/L	5.5 ± 1.8	9.0 ± 4.4
Fosfatasa alcalina U/L	78.2 ± 14.2	72.2 ± 9.2
Calcio mg/dl	12.5 ± 1.9	11.1 ± 1.5
Fósforo mg/dl	6.0 ± 1.3	6.7 ± 0.8
Filirrubina total mg/dl	0.16 ± 0.04	0.19 ± 0.04
Glucosa mg/dl	99.8 ± 5.4	102.9 ± 4.9

**DISCUSION**

La composición química de las dietas acusó diferencias menores en el contenido de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas. En cambio, el contenido de fibra cruda de la dieta extruida fue sólo de 50% de la presente en la dieta peletizada, aún siendo ambos valores habituales en dietas para perros.

El mayor consumo observado con la dieta extruida se explica tanto por su mejor palatabilidad como por una mejor utilización biológica de los principales nutrientes.

En aquellos alimentos cuyos componentes mayoritarios son cereales, el almidón constituye la fuente mayoritaria de la energía dietaria, pero también es responsable de la textura, palatabilidad y estructura del alimento (3, 10).

El proceso de extrusión produce importantes cambios físicoquímicos en los almidones, los que se traducen en una mayor solubilidad en agua y liberación, parcial a completa, de la amilasa y amilopectina del gránulo de almidón en que se encuentran al estado nativo (11).

En el trabajo objeto del presente artículo, no se determinó directamente la digestibilidad del almidón, pero sí la del extracto no nitrógenado, que

constituye un buen estimador del contenido de almidón de la dieta. la extrusión produjo un importante incremento en la digestibilidad del extracto no nitrogenado, el que alcanzó el 24%, respecto al valor obtenido en la dieta peletizada.

La digestibilidad de la proteína aumentó en 16.7% por efecto de la extrusión. Esta mayor digestibilidad proteínica está bien estudiada, y se origina por la texturización que sufren las proteínas por efecto de la extrusión. Esta consiste en una denaturalización por efecto de las altas temperaturas del procesamiento, y la formación de nuevas uniones entre los aminoácidos que resultan en que la proteína tome una estructura fibrilar, la cual es más fácilmente degradable por las enzimas proteolíticas digestivas (2, 12).

El extracto etéreo también incrementó su digestibilidad en más o menos 11%. Esta mayor digestibilidad de la fracción lipídica por efecto de la extrusión no esta documentada en la literatura consultada.

La digestibilidad de la fibra cruda no sufrió modificaciones significativas por efecto del tipo de procesamiento a que se sometió, siendo en ambos casos bastante bajos. El NRC (4) señala que los perros presentan una superficie colónica-rectal bastante pequeña, lo que se traduce en bajas tasas de fermentación bacteriana de la fibra dietaria.

La digestibilidad aparente de la energía también experimentó un incremento del 20% por efecto de la extrusión. Si bien parte de este incremento se originó con la mayor digestibilidad de las proteínas y extracto etéreo, éste se debe mayoritariamente a la mayor digestibilidad de la fracción carbohidratada, específicamente los almidones.

Al comparar los coeficientes de digestibilidad del extracto no nitrogenado, proteína cruda y extracto etéreo obtenidos en este experimento en el caso de las dietas extruidas, con los recomendados por el NRC para el cálculo del contenido de energía metabolizable de las dietas para perros, que son de 85, 80 y 90%, respectivamente, estos últimos tienden a sobreestimar la digestibilidad de la proteína cruda y extracto etéreo, y lo inverso ocurre con el extracto no nitrogenado. En el caso de las dietas peletizadas, la estimación del contenido energético a través de los valores propuestos por el NRC (4) produce una sobreestimación del contenido energético de las dietas.

Resultados similares a los obtenidos en el trabajo que nos ocupa, informan Huber *et al.* (13), quienes evaluaron la digestibilidad de las principales fracciones nutritivas de cuatro alimentos secos para perros.

La digestibilidad aparente del calcio en ambas dietas, resultó ser inferior a los valores notificados por otros autores (4), posiblemente asociado al hecho de que en las dietas utilizadas, la relación Ca:P no fue la óptima que oscila entre 1.2 y 1.4:1.

A pesar de la baja biodisponibilidad del Ca dietario, los niveles plasmáticos de este mineral se mantuvieron sin modificaciones significativas durante el ensayo.

En base a los hallazgos ya discutidos, se concluye que la extrusión de los alimentos secos permite una mejora sustancial de su valor nutritivo.

## SUMMARY

### EFFECTS OF EXTRUSION ON THE ACCEPTABILITY AND DIGESTIBILITY OF GROWING DOG DIETS

Eight German Shepherd pups, about 75 days old and a live weight of 11 kg at the beginning of the trial, were used to assay a diet formulated according to NRC, 1985 (*Nutrient Requirements of Dogs*). The diet was administered either pelletized (PD) or extruded (ED). Acceptability was evaluated through a cafeteria test, and diet utilization by a digestion trial, wherein dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (CF), nitrogen-free extract (NFE), energy (E), Ca and P were considered.

At the beginning and at the end of the digestibility trial, venous blood samples were obtained to run biochemical profiles. Results of the cafeteria test showed that extrusion-cooking improved significantly ( $P > 0.01$ ) diet consumption, which for the ED was 512 and for the PD, 253 g/animal/day.

Extrusión also improved significantly ( $P < 0.01$ ), the digestibility of DM, CP, EE, NFE and E, reaching values of 82.6, 75.2, 83.9, 90.8 and 83.6% for ED, and 68.0, 64.6, 76.7, 73.5 and 69.7 for PD, respectively. For CF, Ca and P, there was no effect ( $P > 0.05$ ) of extrusion over digestibility. The biochemical profiles, only exhibited minor changes, all figures being considered within the normal range for puppies. It is concluded that extrusion - cooking significantly improves acceptability and biological utilization of normal diets for dogs.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración que tuvieron a bien proporcionarles los Dres. A. Albala B., y G. Montes O., así como la Dra. Lucía Mora V.

## BIBLIOGRAFIA

1. Corbin, J. Feeding of dogs. In: *Livestock Feeds and Feeding*. D. C. Church, 1984, p. 260 - 271.
2. Cheftel, J. C. Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chem.*, 20: 263 - 283, 1986.
3. Harper, J. M. *Extrusion of Foods*. Fort Collins, Colorado, CRC Press, 1979, v. 1, v.2.
4. National Research Council. *The Nutient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Dogs*. 9a. ed., Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1985.
5. Li, CH. CH. *Introducción a la Estadística Experimental*. Barcelona, Casanova, 1969, 227 p.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*, 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980., 956 p.
7. Fick, K. R., S. Miller, J. Funk, L. MC Dowell, & R. Houser. *Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales*. Gainesville, Florida, Universidad de Florida, Instituto de Ciencias Alimentarias y Agropecuarias, 1976, 82 p.
8. Fiske, C. H. & Y. Subbarow. The Colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 66: 375, 1925.

9. Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. **Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biology Research**. San Francisco, Cal., 1969, Freeman, W. H., 776 p.
10. Bjorck, I., N.G. Asp, D. Birkhed & J. Lundqvist. Effects of processing on starch availability *in vitro* and *in vivo*. Extrusion-cooking of wheat flours and starch. *J. Cereal Sci.*, 2: 91 - 103, 1984.
11. Zoebel, H. Gelatinization of starch and mechanical properties of starch pastes. In: **Starch: Chemistry and Technology**. R. L. Whistler, J. N. McMiller and E. F. Paschall (Eds), New York, N. Y., Academic Press, 1984, 718, p.
12. Molina, M. R., J. E. Braham & R. Bressani. Some characteristics of whole corn; whole soybean (70:30) and rice; whole soybean (70:30) mixtures processed by simple extrusion-cooking. *J. Food Sci.*, 48: 434-437, 1983.
13. Huber, L. T., R. C. Wilson & S. A. McGarity. Variations in digestibility of dry dog foods with identical label-guaranteed analysis. *J. Am. An. Hosp. Assoc.*, 22: 571-575, 1985.

## NUEVOS LIBROS

**Manipulación Correcta de los Alimentos - Guía para gerentes de establecimientos de alimentación. — Michael Jacob. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1990 vi + 160 páginas (publicado también en francés y en inglés). ISBN 92 4 354245 1. Precio: Fr. s. 25, US\$20.00. No. de pedido: 3150314.**

Este libro constituye una guía detallada de las medidas que la industria de servicios de alimentación puede aplicar para evitar la contaminación de los alimentos y proteger a los consumidores, de las enfermedades transmitidas por éstos. La obra, dirigida a gerentes y supervisores de hoteles, restaurantes y otros establecimientos de este tipo, responde a los conocimientos científicos indicativos de que la mayor parte de los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos pueden achacarse a errores claros en la preparación y almacenamiento de los mismos. Partiendo de ese punto de vista, el libro se concentra en datos y consejos que pueden utilizarse para enseñar a los manipuladores de alimentos, tanto los principios como los detalles de las buenas prácticas higiénicas. Se recuerda también a los lectores el elevado costo de enfermedades transmitidas por los alimentos —en particular la pérdida de clientela y el daño al turismo— y la protección que se logra cuando se enseña a los manipuladores a evitar los errores comunes.

La obra consta de 15 capítulos divididos en cuatro partes. En las partes I a III se dan detalles de los mecanismos por los que se produce la contaminación de los alimentos, y cómo ésta se puede prevenir mediante diversas medidas, entre ellas la manipulación de los alimentos en condiciones de seguridad. La Parte IV será de particular ayuda para que los gerentes puedan organizar esta información en un curso de capacitación destinado al personal que ha de manipular alimentos.

El autor ha tenido en cuenta lo muy diversa que es la formación del personal gerente y supervisor de los establecimientos de servicios de alimentación. Los puntos más importantes de cada capítulo, por lo tanto, se recopilan en los cuadros titulados "Puntos importantes para la capacitación". Estos abarcan: bacterias, contaminantes de los alimentos; orígenes y transmisión de los contaminantes de alimentos; estructura y planta de las instalaciones para la preparación de alimentos; equipo, limpieza; personal; refrigeración, y preparación culinaria.

Para adquirir este libro, se sugiere a los lectores dirigirse a: Distribución y Ventas de la OMS, 1211 Ginebra 27, Suiza. Se deberá adjuntar el cheque correspondiente, e identificar la obra con el No. de pedido que se indica en el epígrafe.

## OTRAS PUBLICACIONES

**Por Una Mejor Alimentación - Evaluación de Programas Destinados a Mejorar el Consumo Alimentario y el Estado Nutricional de Familias Pobres en Brasil. — Philip Musgrove (Asesor de Economía en Salud) ISBN 92 75 33025 6. Washington, D.C., Organización Panamericana de la Salud, 1989, 116 p. (Serie de Cuadernos Técnicos - Cuaderno Técnico No. 25).**

Esta publicación, como su nombre lo indica, atañe principalmente al Brasil, y concierne a un reciente estudio cuyo propósito fue analizar y evaluar los diferentes programas de acción que persiguen mejorar el estado nutricional de la población pobre del país.

Su contenido se presenta en ocho capítulos, como sigue: 1. Antecedentes. 2. La Desnutrición y sus Causas. 3. Objetivos e Ideología de los Programas. 4. Evolución de los Programas hasta 1982. 5. Evaluación de los Programas: Operación. 6. Evaluación de los Programas: Resultados. 7. Programa de Prioridades Sociales, 1985 y Después. Por último, el Capítulo 8, intitulado Conclusiones y Recomendaciones. La publicación se acompaña de una extensa bibliografía.

Este Cuaderno puede obtenerse solicitándolo de la Oficina de Servicios Editoriales de la Organización: 525 - Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, USA.

## NOTAS

**VIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE ENFERMEDADES  
DE TRANSMISION SEXUAL Y SIDA  
Santiago, Chile  
1 a 4 de septiembre de 1991**

Este Congreso, realizado por la Unión Latinoamericana contra las Enfermedades de Transmisión Sexual (ULACETS), que será patrocinado por la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), tendrá su organización a cargo de la Fundación Nacional contra el SIDA (FUNACS).

De conformidad con datos disponibles al momento, este evento se dividirá por especialidades, tanto médicas como no médicas, sociología, leyes, teología, educadores, etc., y se dará especial importancia al profesional joven con el fin de estimular el interés por el tema, que ocupará por muchos años el quehacer social y médico latinoamericano.

Desde ahora, pues, se hace del conocimiento de todos los profesionales que cualquiera de ellos que considere puede aportar algo a este Congreso, envíe su tema y *curriculum vitae* para avalar su petición. Los mejores trabajos de los jóvenes serán premiados con estadía e inscripción gratuita y otras modalidades que se están estudiando en conjunto con la Organización Panamericana de la Salud.

Según reza la nota que a este particular nos enviara gentilmente el Dr. Juan Bernal, Editor de la *Revista Chilena de Enfermedades de Transmisión Sexual* (ETS), y Presidente del VIII Congreso Latinoamericano ETS y SIDA, para Latinoamérica, la cuota de inscripción será de US\$100.00, y la recepción de trabajos durará hasta el 31 de mayo de 1991.

En vista de la gravedad de las proyecciones del SIDA, tan pronto tengamos mayores detalles en lo relativo a este evento, gustosos los haremos del conocimiento de los lectores en un número próximo de ALAN.

**IX CONGRESO LATINOAMERICANO DE NUTRICION****"CONRADO F. ASENJO"****PRIMER CONGRESO IBEROPANAMERICANO DE NUTRICION****San Juan, Puerto Rico, Septiembre 22-26 de 1991**

**Para mayor información sobre el particular, se sugiere a los interesados  
escribir a:**

**G.P.O. Box 2156. San Juan, Puerto Rico 00936  
Teléfono (809) 758-2525 Ext. 1433 y 1460. FAX (809)759-6719**

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

**ENTIDADES PATROCINANTES**

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

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

KELLOGG'S AMERICA LATINA

PRODUCTOS ROCHE (GUATEMALA), S. A.

## INFORMACION PARA LOS AUTORES

### A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. Los *Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. Los *Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los trabajos de *Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de nuestras poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

### B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las diversas contribuciones deben ser originales, a máquina, a doble espacio y en triplicado.
2. Los trabajos serán remitidos al Editor General de la Revista después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.
3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés, según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio del Editor General, ocupen desproporcionado espacio.

### C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

### 1. *Título*

La primera página del manuscrito debe contener el título completo del trabajo en mayúsculas, nombre completo y apellido del autor, institución de origen con letras iniciales mayúsculas y el resto en minúscula. (En la página siguiente debe indicarse el cargo que cada autor desempeña, identificándolos debidamente).

### 2. *Resumen en el idioma original del artículo*

Este debe ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones.

### 3. *Introducción*

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas.

### 4. *Material y Métodos*

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substanciales del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de uso general.

### 5. *Resultados*

Estos se presentarán en lo posible en *Tablas y/o Gráficas* que serán respaldadas por cálculos estadísticos, evitando la repetición de datos y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados. Si hubiera subdivisiones ellas se encabezarán con un subtítulo.

a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías de papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.

b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto original. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.

c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.

d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.

e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.

f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados, incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.

g) En cada columna se indicará claramente la medida usada, por ej., mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión % sino, por ej. g/100 g ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.

h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráfica.

## 6. *Discusión*

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de RESULTADOS Y DISCUSION. Lo expresado en los incisos a) a h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

## 7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

## 8. *Agradecimiento* (si lo hubiere)

## 9 *Citas bibliográficas y Bibliografía*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la Sección *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

### a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J.M. Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. *Arch. Venez. Nutr.*, 5: 39-50, 1954.

### b) De libros:

Gómez, P., F. Silvio & R. Gámora. *Los Aminoácidos en Alimentos*. Caracas, Ed. Futura, 1972, p. 30.

## c) De libros sin autor individual:

Asociacion of Official Agriculturas Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975, p. 30.

## d) De un artículo o capítulo de un autor(es) consignado en un libro publicado por casa editora:

Hoskins, W.G. & M. Charles. Macaroni production. En: **The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed**. S.A. Matz (Ed.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1959, p. 274-320.

## e) De cita de compendios:

Krebs, H.A. & K. Henseleit. Urea formation in animal body. **Z. Physiol. Chem.**, 210: 33-66, 1932. (Original no consultado; compendiado en **Chem. Abst.**, 26: 5624, 1923).

## 10. *Notas al pie de la página*

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos, consecutivos colocados como post-fijo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

## 11. *Abreviatura y siglas*

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de las del idioma original del artículo, por ej., DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

## 12. *Nomenclaturas*

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

## 13. *Resultados numéricos*

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

#### **D. SEPARATAS**

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

#### **E. CARGO POR PAGINA**

La Revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US\$12.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor(es). Tan pronto como su factura sea cancelada, se les proporcionará 25 separatas libres de costo.

## **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. Jaime Ariza – *Presidente*  
Dr. Eleazar Lara Pantín – *Vicepresidente*  
Prof. Hilda Díaz – *Secretaria*  
Lic. María de los Angeles Díaz – *Tesorera*  
Dr. Sergio Valiente – *Presidente saliente*  
Lic. María Teresa Menchú – *Vocal*  
Dr. José María Bengoa – *Vocal*  
Dr. José Maguiña – *Vocal*  
Dr. Helio Vannucchi – *Vocal*  
Dra. Sara Josefina Closa – *Presidente Capítulo Argentino*  
(Consejo Directivo 1989–1991)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1991:

Facultad de Ciencias Biosociales y Escuela Graduada de Salud Pública  
Universidad de Puerto Rico  
Recinto de Ciencias Médicas  
G.P.O. Box 2156  
San Juan, Puerto Rico 00936

## **DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION**

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición  
Editor General: Dr. Ricardo Bressani  
Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez  
Encargada de Asuntos Administrativos: Srta. Carmen Noemi Castro

## **MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1989–1991**

Dr. Juan Alvarado	Dr. J.E. Dutra de Oliveira
Dr. Héctor Araya	Dr. Werner G. Jaffé
Dra. Julia Araya	Dr. Franco M. Lajolo
Lic. Adriana Blanco	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dr. José Belizán	Dr. Reynaldo Martorell
Lic. Concha M. de Bosque	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Héctor Bourges	Dra. Josefina Morales
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Nelly Pak
Dr. José Félix Chávez	Dr. Nelson de Souza
Dr. Hernán Delgado	Dr. Emilio Vargas

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

## CONTENIDO

	Página
EDITORIAL .....	5
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
Interaction of vitamins and minerals. — <i>Helio Vannucchi</i> .....	9
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>NUTRICION HUMANA</b>	
Prenatal diet, nutrient intake and pregnancy outcome in urban Ecuadorian primiparas. — <i>M. Margaret Weigel, W. Marcelo Narváez, Amparo López, Camilo Félix and Patricio López</i> .....	21
Biodisponibilidad de aminoácidos en el frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ). — <i>Adriana Blanco y Ricardo Bressani</i> .....	38
Valores recomendables de densidad energética en preparaciones de consistencia tipo sopa o crema espesa destinadas a la alimentación del preescolar. — <i>Héctor Araya, Marcela Alviña, Gloria Vera y Nelly Pak</i> .....	53
<b>BIOQUIMICA NUTRICIONAL</b>	
Influencia del contenido de ácidos grasos poliinsaturados Omega 6 dietéticos en la actividad de enzimas asociadas a la función de la membrana mitocondrial de hígado y placenta de ratas. — <i>Julia Araya, Ana María Aguilera y Cleofina Bosco</i> .....	62
<b>CIENCIAS DE ALIMENTOS</b>	
Estudio del valor biológico de la proteína unicelular de <i>Kluyveromyces marxianus</i> var. <i>lactis</i> . — <i>Marta S. Carrasco de Mendoza, Juan C. Basílico, Graciela Umansky y Hugo E. Scarinci</i> .....	72
Aplicación de tecnologías apropiadas para elevar la calidad sanitaria y los rendimientos del queso de cabra de minifundios. — <i>Lavinia Camacho, Cecilia Sierra, Jorge Jarpa y Eliana Retamal</i> .....	79
Obtenção de leite condensado a partir de uma mistura com extrato hidrossolúvel de soja em pó e leite de vaca. — <i>Sila Mary R. Ferreira e Eliane Rose Serpe</i> .....	92
Obtenção de macarrão tipo espaguete a partir de uma mistura com farinha de trigo e farinha de milho pré-gelatinizada. — <i>Sila Mary R. Ferreira, Eliane Rose Serpe, Cristina Ramírez Toro e Nina Wasczynsky</i> .....	102
<b>NUTRICION ANIMAL</b>	
Efecto de la extrusión sobre la aceptabilidad y digestibilidad de dietas para perros en crecimiento. — <i>Juan I. Egaña M., Alejandro López V. y Quesner Quezada M.</i> .....	111
NUEVOS LIBROS .....	121
OTRAS PUBLICACIONES .....	122
NOTAS .....	123
ENTIDADES PATROCINANTES .....	125
INFORMACION PARA LOS AUTORES .....	126