

ARCHIVOS
LATINOAMERICANOS
DE

NUTRICION



CONTINUACION DE
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

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

El precio de la suscripción es de US\$ 20.00 o Bs. 85.00 por volumen (4 números), incluyendo correo.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition principally throughout the American Hemisphere. It accepts articles in Spanish, English, Portuguese and French, both from the society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General Papers (critical scientific reviews); 2. Research Papers (original); 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 the Archivos).

The subscription is US\$20.00 per yearly volumen (4 numbers) including mail.

ENTIDADES PATROCINANTES

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

Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela
F. Hoffmann-La Roche & Co., Basilea, Suiza
Espalsa, Especialidades Alimenticias S.A.
Asociación Americana de Soya
C.A. Venezolana de Alimentos (Gerber)

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición
Apartado 2049
Caracas, Venezuela

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.

**TRABAJOS DE
INVESTIGACION**

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVII

JUNIO 1977

No. 2

CONTENTS

Page.

RESEARCH PAPERS

Prevention of vitamin A deficiency by fortification of sugar. A field study.— <i>O. Toro, S. de Pablo, M. Aguayo, V. Gattás, I. Contreras y F. Monckeberg</i>	169
Effect of various processes on the protein quality of a food based on corn and whole soybeans.— <i>Juana Tejerina, Roberto A. Gómez-Brenes and Ricardo Bressani</i>	181
Soluble iron and available iron in vegetable foods.— <i>Valentina Wallis and Werner G. Jaffe</i>	195
Influence of some processing methods on the quality of apple slices: II Cultivar Melrose.— <i>João Nunes Nogueira</i>	205
Protein digestibility of some legume foods.— <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elías and Mario R. Molina</i>	215
Selenium blood levels in cattle from Venezuela.— <i>E. R. Otaiza V., H. Valeri S. and V. Cumare</i>	233
Studies on the nutritive value of precooked mixtures of common beans and cowpeas produced by drum drying and extrusion cooking.— <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elías, María Teresa Huezo and J.E. Braham</i>	247
Latin American Bibliography	261
New Books	267
Others Publications	269
Notes	271

PREVENTION OF VITAMIN A DEFICIENCY BY FORTIFICATION OF SUGAR. A FIELD STUDY

*Toro, O., de Pablo, S., Aguayo, M., Gattán, V.,
Contreras, I. Monckeberg, F.*

Department of Nutrition and Food Technology, University
of Chile, Casilla 15138 Santiago 11
Chile

SUMMARY

The small amount of vitamin A in the diet of people living in some regions of Chile can be increased by adding this vitamin to sugar.

In order to evaluate the effectiveness of a sugar fortification program, vitamin A fortified sugar was distributed to four indian villages in the mountainous region of Arica, whose inhabitants showed a severe vitamin A deficiency. The results of this study demonstrate that sugar fortification program is able to correct vitamin A deficiency by elevating the vitamin intake and consequently improve the circulating retinol, without substantially increasing the cost or modifying the organoleptic characteristics of sugar.

INTRODUCTION

During the last years, the importance of vitamin A in Nutrition has been studied extensively (1,2). It has been described that its deficit produces growth retardation and modifications in different tissues, especially epithelial membrane and mucosa, reducing at the same time resistance to infections (3). Visual alterations are probably the more severe leading to total blindness (4). Lately it has been demonstrated that vitamin A deficit interferes with the utilization of proteins in the diet (5).

Different analyses done in underdeveloped countries have concluded that hypovitaminosis A constitutes a great problem in Public Health, probably being the most important vitamin deficiency (1,6). Studies done in Chile have also confirmed this situation (7,8).

The logical recommendation to solve this deficiency would be to increase the ingestion of natural sources of this vitamin, such

as those of animal origin (codfish liver oil, bovine etc.), and vegetables rich in β -carotene. However, this is not easy, especially in those low income socioeconomic groups, due to their low purchasing power or poor food habits or to a deficiency in the infrastructure of marketing. The administration of oral individual doses of vitamin A, especially in the poorer areas has been proposed (9). This procedure, however, appears to face some difficulty and for this reason it seems convenient to look for other solutions to assure adequate and continued supply of vitamin A to the whole population. In Latin America the INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) was pioneer in developing a process for the fortification of sugar with vitamin A. (10). Considering what has been done to fight iodine deficiency, we have also, thought to add vitamin A to a low cost foodstuff widely consumed. We have chosen different possibilities in search of an appropriate vehicle; this vehicle should have the following characteristics (10):

1. A wide and constant consumption by the population.
2. The addition of vitamin A should not change the organoleptic characteristics of the original product.
3. The vehicle should have a long shelf life.
4. The fortification process should not substantially raise the price of the product.

From an analysis of the Chilean diet, two types of foods display these characteristics:

- a) Wheat flour, widely consumed by all of the population, especially in those groups of low socio-economic conditions, to whom wheat flour means 50% of their daily calories (a percentage that diminishes in groups of higher socio-economic level) and
- b) sugar: according to the National Nutrition survey, a consumption of 30-40 grs. per person per day is average and this amount is distributed to the population more or less evenly. At first thought it seems more logical to fortify wheat flour which could more easily cover the eventual organoleptic alterations, but the implementation seems difficult because in our country there are 200 mills producing wheat flour. Eighty percent chilean sugar however, is produced in only two plants.

At present there are water dispersable vitamin A preparations among them retinol palmitate 250-SD and retinol acetate 325-L, Hoffmann La Roche, whose absorption in vitamin A depleted experimental animals is very efficient (11). For this reason we have analyzed in a population study, the feasibility of preventing vitamin A deficiency by the fortification of sugar.

MATERIALS AND METHODS

Study of absorption of retinol acetate in normal individuals

As a verification of previous studies (done on experimental animals) (11), the absorption of retinol acetate 325 L was evaluated in the human. In a group of ten normal individuals, all volunteers, the fasting basal levels of serum retinol were determined. After administering a single dose of 25,000 I.U. (7,5000 ug of retinol equivalents), blood samples were drawn two, three and four hours later, thus obtaining an absorption curve. Seven days later, the individuals were submitted to the same test, but vitamin A was given together with a breakfast consisting of a cup of coffee and cheese sandwich. The total caloric intake was 380 Kcal and the total lipid content of the food was 8 g.

Stability Study

To study the stability of vitamin A added to sugar, samples were kept at 5°C in a cold room, at room temperature (18°C – 30°C) with varying humidity and at room temperature with high humidity (80%). Stability was determined after three, six and eight months respectively.

The method of Nield and Pearson adapted by Hoffmann La Roche was used to determine vitamin A content of the fortified sugar.

Population Study

To carry out the field studies an isolated population of very low socioeconomic level with a high prevalence of vitamin A deficiency (90% of the population consumed less than 1250 I.U. (375 ug) per day) was chosen. The test area was four native villages with about 1600 inhabitants situated along the borders between Chile, Peru and Bolivia in a mountainous area near Arica at 3,000 to 3,500 m above sea level. Sugar was provided by four stores operated by the Government. There were no other inhabited places for more than 200 km, so there was no obvious possibility for this population to consume sugar other than that supplied by these stores.

Sugar was fortified with water dispersable retinol acetate 325 L (Hoffmann La Roche product) which consists of a pre-mixture of sugar and vitamin A acetate with similar particle size to that of the end product.

The selection of the level of the fortification was based on

the recommended daily allowance of vitamin A for the adult as cited by the National Research Council (12).

Inasmuch as the National Survey showed 40 grams of sugar to be the average intake of the population from which our volunteers came it was decided to fortify to the level that each 40 grams of sugar would contain sufficient vitamin A to meet the National Research Council recommendation or 5000 IU (1.500 ug).

In the four villages (Chapiquiña, Socoroma, Belén and Putre) a previous study was done that included following parameters:

- I. Nutritional survey: Designed to show the daily consumption of vitamin A in 10 – 15% of the population.
- II. Clinical Examination: The same population sample was used to evaluate the nutritional status of the population and to detect symptoms and signs attributable to vitamin A deficiency.
- III. Serum levels of retinol and β – carotene from a total of 160 school children and 60 adults. (13).

After initial sampling and examination of the sample, the whole of the population was given sugar fortified with vitamin A for a three month period. This was a blind study with consumption ad libitum. At the end of this period, blood serum determination of retinol and β Carotene were carried out on the same individuals as previously described.

After those three months of ingestion of fortified sugar, this was replaced by regular sugar, and three months later, the same parameters were determined in the population.

RESULTS

Study of vitamin A absorption in normal adults.

Table 1 shows fasting retinol levels at time O. (Basal levels) and at the maximal level reached after the administration of a single dose. The same table shows the results of a modified repetition of the test in which vitamin A was administered with a breakfast. In the first case, the maximal improvement level was close to 50% of the basal value. The administration of vitamin A together with caloric and lipidic intake also produced an increase in retinol plasma concentration significantly higher ($p < 0.001$) if compared with the previous test in which vitamin A was given without food.

Stability study of the mixture of sugar and vitamin A.

Table 2 shows the values in percentage of retinol acetate activity in sugar when the samples were subjected to the conditions previously described for periods of three, six and eight months.

TABLE 1

Absorption study of water dispersable Vitamin A, (retinol acetate 325-L, Hoffmann La Roche) in 10 normal adult individuals submitted to a single dose, on two different occasions (single dose: 25.000 I.U. (7500 ug of retinol equivalents))

	Fasted		Breakfast, 380 Kcal	
	X	S.D.	X	S.D.
Blood serum retinol at zero time (ug/100 ml)	46 ± 20.6		48 ± 15.1	
Blood serum retinol; maximum observed (ug/100 ml)	65 ± 25.0		104 ± 44.2	p < 0.01
	p < 0.01		p < 0.001	
Average percent increase over zero time	48.5%		116%	

TABLE 2

Stability study of fortified sugar with water dispersable vitamin A, during a storage period of 3, 6 and 8 months. Retinol acetate 325-L, Hoffmann La Roche (37.5 ug/g sugar)

	0	3 months	6 months	8 months
A	100%	98.7%	95.0%	80.3%
B	100%	89.2%	82.4%	95.6%
C	100%	91.6%	86.0%	88.4%

A: Cold room at 5°C

B: Room temperature (18°C – 30°C) with varying humidity

C: Room temperature with high humidity (80%)

Study of organoleptic changes.

In order to determine the possible organoleptic changes in sugar due to vitamin A fortification, a taste panel was made up of previously trained personnel working at the Department of Nutrition and Food Technology, University of Chile.

The paired and triangular tests were used in this study using a

level of probability of 1% in samples of coffee, powdered juices and cakes.

The acceptability study showed good results and there was no rejection of the products with fortified sugar.

While fortified sugar with vitamin A showed no flavor changes when added to cakes and powdered juices it could be detected when mixed with coffee. The taste was not described as disagreeable but as a slightly medicinal taste.

Field study

A clinical and anthropometric study was conducted prior to the fortification of sugar with vitamin A. A representative sample of the population was taken, and important differences were detected when compared to the parameters given for the population measurements of Iowa. (Table 3). At the same time, a high frequency of clinical signs attributable to a vitamin A deficiency (specially in skin and conjunctival xerosis) were observed. Approximately 70% of the population showed some of this signs, but only one adult showed keratomalasia.

Table 4 shows the results obtained from the nutritional surveys made during different periods of the experiment; before starting the fortification of sugar, receiving the fortified sugar, and three months after having discontinued the fortified sugar. The mean caloric intake was low and showed little variation during all

TABLE 3

Anthropometric study in adults and children of four native villages of the mountainous area near Arica, Chile

	Over 18 years of age	
	Weight (kg)	Height (cm)
Males	59.5 $\pm$ 1.4	160.8 $\pm$ 0.9
Females	53.1 $\pm$ 1.2	148.9 $\pm$ 0.7
	Under 18 years of age	
	Percentage below 25th Percentile Iowa (13)	
	Weight (%)	Height (%)
Males	63.5	88.5
Females	61.5	96.3

TABLE 4

Intake of nutrients in children and adults of four native villages of the mountainous area of Arica, before and after three months of fortified sugar consumption and three months after it was discontinued

	N	Calories	Proteins total (g)	Proteins, animal source (%)	Carbohy- drate (g)	Lipids (g)	Retinol Natural sources (g)	Retinol Natural sources $\pm$ reti- nol from forti- fied sugar (ug.)
Children	0 (basal)	1.561	50.3	46.0	271.3	32.4	423	—
	3 months	1.663	51.0	39.0	294.0	35.0	219	1.221
	6 months	1.580	48.0	31.0	257.7	33.6	344	—
	Recommendations: (12)	2.500	43.0	75.0	350.0	97.0	1.300	1.300
Adults	0 (basal)	1.586	53.0	32.0	349.0	23.6	306	—
	3 months	2.057	73.0	45.0	381.0	51.0	344	1.298
	6 months	1.391	41.0	11.0	246.0	25.4	193	—
	Recommendations: (12)	2.300	50.0	25.0	320.0	90.0	1.500	1.500

study periods. The same low intake was true regarding protein intake from animal origin and also the natural vitamin A intake from the meal pattern. This observation was similar in both adults and children.

Table 5 shows the serum retinol concentration and of β -carotene before starting the experiment, after three months fortified sugar and three months after discontinuing the fortified sugar. Before giving vitamin A fortified sugar, 76% of the infantile population showed serum retinol levels below 20 ug/100 ml, 59% of the adult population showed retinol serum levels below 20 ug/100 ml.

β -carotene serum levels were also low. Some 57% of the infantile population and 61% of the adults showed values below 50 ug/100 ml.

After receiving vitamin A fortified sugar for three months, a marked increase of serum retinol concentration was observed. Only 29% of the children and no adults showed values below 20 ug/100 ml. β -Carotene serum levels showed no substantial difference, the same percentage of individuals with values below 50 ug/100 ml persisted. Three months after discontinuing the fortification of sugar with vitamin A, a marked increase was observed in the number of individuals reverting to low serum retinol levels: 51% of the infantile population and 50% of the adult population. There were no significant changes during the study period in serum β -carotene concentrations. This was to be expected in that eating habits remained constant.

Surprisingly clinical symptoms attributable to a vitamin A

TABLE 5

Serum retinol and carotene in 160 school children and 60 adults of four native villages of the mountainous area of Arica, before and after three months of receiving sugar with vitamin A and three months after it was discontinued.

		Basal	Fortified sugar	Non-fortified sugar
		0	3 months	6 months
Serum retinol: Percent of individuals below 20 ug/100 ml.	School Children	76%	29%	51%
	Adults	59%	0%	50%
Serum carotene: Percent of individuals below 50 ug/100 ml.	School Children	57%	60%	63%
	Adults	61%	51%	61%

deficiency showed no modifications in their frequencies during the three periods studied.

During the study no individual, adult or child, perceived organoleptic changes in the vitamin A fortified sugar. We must point out however that our studied population belonged to a low socioeconomic and non-western cultural category (Indian population).

DISCUSSION

Different surveys have pointed out the fact that an important part of the world's population, especially in underdeveloped areas, shows a deficit in vitamin A intake (1, 2, 6) and that this interferes in the processes of growth, development and health conditions.

Because of the poor socioeconomic development of these populations and their low purchasing power, the probability of correcting this deficit in a short period of time by increasing the consumption of the conventional foods rich in preformed vitamin A or even β -Carotene is very low. Results obtained in this experiment showed that it is feasible to fortify a widely consumed and low cost food with vitamin A to obtain increases in serum concentrations of vitamin A. In the populations studied after three months of receiving vitamin A fortified sugar, a significant increase in serum retinol level could be observed. It could further be shown that this level decreased with interruption of the fortification. From this experiment it seems evident that changes observed in serum retinol were the result of an increase in vitamin A intake the population received when sugar was fortified with this nutrient.

On the other hand, during whole of the study period, no variations were observed in serum carotene values, which was not unexpected since that carotene was exclusively received from the vegetables of the ordinary meals. The β -carotene intake during the study period was not modified as shown by the dietary survey made in each period.

The clinical signs attributed to vitamin A deficiency showed no changes among the population during the administration of vitamin A fortified sugar. This could be because the administration period was short, the evaluation was relatively subjective and/or because the clinical signs are not necessarily pathognomonic. There may be some stresses resulting in alterations which interfere with the interpretation of the clinical signs.

These results indicate that the procedure of fortifying a determined product that is widely consumed by the population, especially that of low incomes, could be a desirable solution. In this case, sugar seems to be the most adequate product to be fortified but undoubtedly, other populations can fortify other pro-

ducts in relation to their food habits, marketing systems or socio-economic conditions.

RESUMEN

La prevención de la deficiencia de Vitamina A mediante la fortificación del azúcar, un estudio de campo.

El escaso aporte de vitamina A en la dieta de los habitantes de algunas regiones chilenas, puede ser mejorada incluyendo esta vitamina en un vehículo alimenticio de amplio y regular consumo.

Para evaluar un programa en terreno, se distribuyó azúcar fortificada con vitamina A en cuatro poblados indígenas de la precordillera de Arica, cuyos habitantes presentaban una severa deficiencia de vitamina A. La evaluación de este programa demuestra que una medida de este tipo puede corregir la ingesta insuficiente de este nutriente, acercándola al óptimo requerido y consecuentemente elevar los niveles del retinol circulante, sin introducir modificaciones sustanciales en las características organolépticas y costos del azúcar.

BIBLIOGRAPHY

1. "Vitamin A metabolism and Deficiency". in: *Proceedings Western Hemisphere Nutrition Congress II*. Section V, 1968. American Medical Association Division Scientific Activities. Dept. of Food and Nutrition, Chicago, Illinois 60610, U.S.A.
2. "Vitamin A" *Proceedings Western Hemisphere Nutrition Congress III* Section III, 1971. Am. Med. Assoc. Chicago, Illinois 60610, USA.
3. Nelson W.E. *Tratado de Pediatría*. Vol. I 557. V. ed. 1965 W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA.
4. Escapini, H. "Vitamin A its ocular stigmata" in *Proc. Western Hemisphere Nutrition Congress II*. Section V, 127 - 132, 1969.
5. Arroyave, G. Interrelations Between Proteins and Vitamin A metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 22: 1119, 1969.
6. Hipovitaminosis A en las Américas. Informe de un Grupo Técnico de la OPS. Publ. Científica No. 198, Washington D.C. USA.
7. Chile Nutrition Survey 1960. Interdepartmental Committee of Nutrition for National Defense (ICNND), 23, 1961. Office of Assistance, Secretary of Defense, Washington 25 DC, USA.
8. Arteaga A., Lacassie Y., Castro N. Estudio de la alimentación y del estado nutritivo de la población indígena de la precordillera de Arica, Chile. *Rev. Chil. Ped.* No. 8, 631 - 643, 1968.
9. "Distribution of Vitamin A to a populations Groups" in: *Proceeding*

- Western Hemisphere Nutrition Congress III. Section III, 1971. American Medical Association. Division Chicago, Illinois 60610 USA.
10. Fortificación del azúcar con vitamina A en Centro América y Panamá. Guatemala. Talleres Gráficos INCAP, 1974.
 11. Saleh A., (Ballester, D., Yáñez, E.: Directores de Tesis). *Evaluación biológica del enriquecimiento de azúcar con vitamina A.* Tesis de grado. Anales Facultad de Química y Farmacia U. de Concepción, Chile 1972.
 12. Recommended Dietary Allowances, 8 th ed. 1974 printing and publication office. Nat. Academy of Science 2101 Constitution Avenue. Washington D.C. 20418 USA.
 13. Bessey O.A., Lowry O.H., Brock M.J. and López J.A. The determination of vitamin A and carotene in small quantities of blood serum. *J. Biol. Chem.* 166: 177, 1946.
 14. Nelson, W.E. *Tratado de Pediatría*. Vol. I, 50-55. W.B. Saunders Company, V. Ed. Philadelphia, USA.

EFECTO DE VARIOS PROCESOS SOBRE LA CALIDAD PROTEINICA DE UN ALIMENTO A BASE DE SOYA Y DE MAIZ¹

*Juana Tejerina², Roberto A. Gómez-Brenes³ y
Ricardo Bressani⁴*

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

RESUMEN

En el presente estudio se informa sobre la evaluación del efecto de varios métodos de procesamiento en el valor proteínico de Maisoy, una mezcla que contiene 30% de soya íntegra y 70% de maíz. Los procesos evaluados fueron: a) cocción húmeda alcalina usando hidróxido de calcio; b) tostación, y c) extrusión usando un equipo conocido como el Brady Crop Cooker. Además de procesar la misma mezcla por los tres métodos indicados, se evaluó una muestra de Maisoy producida en Bolivia con el equipo de extrusión a que se alude. La evaluación de todas las mezclas de los 3 procesos se realizó aplicando el método del índice de eficiencia proteínica (PER). Dos de las preparaciones, la producida por cocción alcalina y la producida por tostación fueron también evaluadas en su capacidad de inducir cambios en el contenido de ácido deoxirribonucleico, ácido ribonucleico y proteína del músculo, y del hígado. El resultado de la cocción alcalina y de la cocción por extrusión fue un alimento cuyo índice de eficiencia proteínica osciló entre 2.30 y 2.60. Ambos procesos destruyeron los factores antifisiológicos de la soya. El proce-

Recibido: 25-2-1976

¹ Este trabajo se llevó a cabo con ayuda financiera de la Research Corporation, N.Y. (Subvención INCAP No. 740).

² Becaria del curso de posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP.

³ Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

⁴ Jefe de la citada División.

so de tostación dio un producto de sabor muy agradable pero de baja calidad proteínica. La adición de metionina mejoró la calidad del alimento procesado por cocción alcalina, pero no la del producto tostado, el cual acusó un pequeño mejoramiento al agregarle metionina y lisina. Los efectos adversos de la tostación se observaron también en la síntesis proteínica en el músculo y en el hígado a juzgar por los cambios en su contenido de proteína total y ácidos deoxirribonucleico y nucleico. A pesar de que el proceso de tostación produce un alimento de sabor y palatabilidad muy agradables, éste destruye significativamente la calidad proteínica, la que no se logra mejorar con la adición de aminoácidos.

INTRODUCCION

Recientemente se logró desarrollar un alimento rico en proteína de buena calidad y de contenido relativamente alto en grasa, conocido como Maisoy (1), usando un proceso de cocción alcalina similar al que se utiliza para la preparación de tortillas (2). Este alimento, consistente en una mezcla de 70 partes de maíz y 30 partes de soya íntegra, es de valor proteínico relativamente alto, ya que los aminoácidos de los dos componentes se complementan entre sí. En vista de esto, se consideró de interés establecer si la mezcla retenía su valor proteínico usando además del método de cocción húmeda y alcalina, otros métodos de procesamiento. Uno de ellos fue a través de cocción por extrusión, y el otro método, el de tostación. Ambos procesos hacen uso de altas temperaturas, con la diferencia de que el primero requiere corto tiempo, mientras que el segundo requiere mayor duración. Por otro lado, la tostación da origen a productos de mejor sabor. Es un hecho bien establecido que las altas temperaturas tienden a reducir la calidad de la proteína (3) por inactivación de ciertos aminoácidos o por destrucción de los mismos.

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar la calidad proteínica del alimento de maíz/soya procesado de las tres maneras indicadas, y conocer el efecto de la suplementación con posibles aminoácidos limitantes. La evaluación de todas las mezclas de los 3 procesos se llevó a cabo usando el método del índice de eficiencia proteínica (PER). Dos de las preparaciones, la derivada del proceso de cocción húmeda y alcalina y la tostación fueron también evaluadas a través de los cambios en el contenido de ácido deoxirribonucleico, ribonucleico y proteína del músculo y del hígado de ratas que consumieron el alimento procesado, con y sin suplementación de aminoácidos. Las muestras obtenidas por extrusión no se sometieron a este análisis por falta de suficiente material.

MATERIALES Y METODOS

Procesamiento del Alimento

En todos los casos se obtuvo una mezcla de maíz y de grano de soya en la proporción de 70/30 por peso. Una parte de la mezcla se procesó usando una cocción húmeda alcalina con 0.5% de hidróxido de calcio en base al peso del grano, según el procedimiento ya descrito (4). Luego, el material cocido, lavado y molido se dividió en dos porciones iguales: una fue deshidratada en un secador de bandejas a 60°C por 24 horas, y la otra se deshidrató en un secador de tambores de 4 rpm. Ambos productos fueron molidos a un grueso de 60 mallas.

Otra parte de la mezcla de maíz y soya en crudo se introdujo en el cilindro de un tostador rotatorio, habiéndose sometido a la temperatura de 325°C por 20 minutos. Después de enfriar el material se molió en la forma indicada.

La tercera parte de la mezcla se cocinó con un aparato de extrusión conocido como Brady Crop Cooker, diseñado para procesar el grano de soya a nivel de producción de esta leguminosa. La mezcla se sometió a cocción a la temperatura de 350°F y a una velocidad de producción de 350 kg/hora. Además, se obtuvo una muestra con la misma composición de ingredientes que la procesada en Bolivia⁵ con el mismo tipo de equipo.

Todas las muestras fueron analizadas para determinar su contenido de proteína.

EVALUACION BIOLOGICA

Experimento 1

En este primer ensayo se utilizaron 48 ratas Wistar de 21 días de edad, de la colonia de INCAP, las cuales fueron distribuidas en 6 grupos experimentales, usando 8 animales por grupo. Las ratas se alojaron en jaulas individuales y fueron alimentadas *ad libitum* por 28 días con las dietas preparadas a base del alimento Maisoy, crudo y procesado por los métodos ya indicados. Las dietas contenían 10% de proteína derivada exclusivamente de la mezcla maíz/soya y suplementadas con 4% de minerales (5) y 2% de aceite de soya o sea un total de 6% de aceite en la dieta; se le agregó asimismo, 1% de aceite de hígado de bacalao y almidón hasta ajustar a 100%. Además, se le adicionó 5 ml de una solución de vitaminas del complejo B (6).

⁵ Maisoy. Producida por el Sr. Pedro Bleyer Presser, Maysoy, S.A., Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

A partir de los datos de aumento en peso y consumo de alimento se calculó el índice de eficiencia proteínica. Al término del experimento, los animales fueron sacrificados y se les extrajo el páncreas, el cual se pesó.

Experimento 2

En el caso de este segundo experimento se utilizó un total de 72 ratas Wistar, también de 21 días de edad, las cuales se dividieron en 6 grupos de 12 animales cada uno, usando el mismo número de machos y hembras por grupo. Los animales fueron alimentados con las dietas descritas en la Tabla 1. A los 14 días se sacrificaron 6 ratas de cada grupo y las 6 restantes, a los 28 días.

A todos los animales se les extrajo el hígado y el músculo gastrocnemio, materiales que fueron almacenados bajo congelación hasta el momento de someterlos a análisis por proteína, DNA y RNA por el método de Hutchison y Munro, modificado por Wannemacher (7).

Estos análisis fueron efectuados en una muestra de 3 ratas, de tal manera que de cada grupo se obtuvo un total de 4 muestras. Estas fueron analizadas en triplicado.

RESULTADOS

Los datos del primer experimento se detallan en la Tabla 2. Según se observa, los mayores aumentos ponderables fueron obtenidos con las mezclas preparadas de la cocción alcalina secada en horno de bandejas, y los dos productos obtenidos por extrusión. El producto tostado produjo pérdida de peso, lo que no sucedió con el producto crudo. El índice de eficiencia proteínica guardó concordancia con los resultados de aumento ponderal logrados con el producto tostado, dando valores negativos para la relación de aumento en peso/proteína ingerida. El producto obtenido por cocción alcalina así como los resultantes del proceso de extrusión dieron valores altos.

La Tabla 2 también muestra el peso del páncreas que, con la excepción del de los animales alimentados con el producto tostado, fue menor para el grupo alimentado con soya cruda que con soya procesada por los métodos ya indicados.

Los aumentos en peso que las ratas acusaron a los 14 y 28 días de iniciado el experimento No.2 se muestran en la Tabla 3. En este experimento sólo se sometieron a prueba la mezcla producida por cocción alcalina y la obtenida por tostación, con el agregado de metionina en el primer caso, y de metionina y metionina más lisina, en el segundo. Según revelan los datos, la adición de metioni-

TABLA I
DIETAS ELABORADAS A BASE DE MAIZ/SOYA ENRIQUECIDAS CON LISINA Y METIONINA

(Experimento No. 2)
g/100 g

Ingredientes de la dieta	Dieta No.					
	1	2	3	4	5	6
Harina experimental	54.35	54.35	50.00	50.00	50.00	—
Minerales	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Aceite de soya	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Aceite de hígado de bacalao	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Metionina	—	0.20	—	0.20	0.20	—
Lisina	—	—	—	—	0.20	—
Caseína	—	—	—	—	—	11.36
Almidón	35.65	35.45	40.00	39.80	39.60	78.64
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Vitaminas, mg/100g	5	5	5	5	5	5

Producto 1: maíz/soya por cocción alcalina y secado en horno de bandeja (Dietas No. 1 y 2).

Producto 4: maíz/soya tostada (Dietas No. 3, 4 y 5).

Cada dieta contenía 10% de proteína. (La dieta No. 6 contenía caseína).

TABLA 2

AUMENTO EN PESO Y EFICIENCIA (PER) DE LAS RATAS
ALIMENTADAS CON MAISOY PROCESADO DE DIFERENTE
FORMA

Producto procesado	Aumento en peso, g	Alimento ingerido, g	PER	Peso del páncreas, g
Crudo	20 ± 3.2	197 ± 15.0	1.03	0.344 ± 0.021
Tostado	-2 ± 1.0	143 ± 9.6	—	0.191 ± 0.014
Cocción alcalina*	82 ± 5.7	320 ± 22.1	2.60	0.531 ± 0.020
Cocción alcalina**	70 ± 6.8	294 ± 18.5	2.30	0.434 ± 0.032
Brady Crop Cooker	82 ± 5.7	331 ± 17.0	2.60	0.444 ± 0.039
Brady Crop Cooker***	78 ± 5.2	299 ± 35.3	2.43	0.461 ± 0.029

* Deshidratación en horno de bandeja.

** Deshidratación por rodos.

*** Preparada en Bolivia.

na a la mezcla procesada por cocción alcalina indujo un mayor aumento en peso que la mezcla no suplementada, efecto más evidente a los 28 que a los 14 días. En el caso de la mezcla tostada, tanto la que no fue suplementada como la que fue suplementada con metionina indujeron pérdidas de peso. La adición de metionina y lisina a este preparado rindió aumentos ponderales pero éstos estuvieron muy por debajo de los obtenidos con la muestra cocida en álcali sin suplemento de metionina. La Tabla también muestra el consumo de alimento y los valores de eficiencia proteínica. Al igual que como los de aumento en peso, estos datos de nuevo indican el efecto positivo de la adición de metionina a la mezcla procesada por cocción alcalina, y un ligero aumento en la mezcla tostada y suplementada con lisina y metionina. Los datos del PER no concuerdan con los anteriores, ya que se refieren al período específico de 0-14 días y de 14 a 28 días.

El contenido de proteína del hígado y del músculo a los 14 y 28 días, de las ratas alimentadas con las diferentes dietas, se resume en la Tabla 4. Para la mezcla cocida en álcali, la adición de metionina aumentó el contenido proteínico tanto en el músculo como en el hígado, efecto que se hizo más evidente a los 14 que a los 28 días, tiempo en el que las diferencias tienden a reducirse. En el caso de la mezcla de soya/maíz tostado, el efecto de los aminoácidos sobre la deposición de proteína acusó diferencias en el músculo y en el hígado. La adición de metionina indujo deposición de

TABLA 3
AUMENTO EN PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y PER, DETERMINADOS A LOS 14 Y 28 DIAS,
EN RATAS ALIMENTADAS CON MAISOY SUPLEMENTADO CON AMINOACIDOS

Proceso	Suplemento	Aumento en peso, g		Alimento ingerido		PER*	
		14 días	28 días	14 días	28 días	14 días	28 días
occión lcalina	Ninguno	44 ± 3.2	74 ± 6.4	176 ± 8.8	361 ± 21.0	2.50	2.05
occión lcalina	Metionina	50 ± 3.2	93 ± 7.2	145 ± 5.7	412 ± 24.0	3.45	2.26
ostado	Ninguno	-4 ± 0.7	-6 ± 0.8	62 ± 5.3	155 ± 25.9	—	—
ostado	Metionina	-3 ± 0.5	-4 ± 0.6	73 ± 3.3	170 ± 19.7	—	—
ostado	Metionina Lisina	4 ± 1.9	17 ± 4.3	100 ± 10.1	206 ± 19.6	0.40	0.80
aseína	—	51 ± 3.5	99 ± 10.8	158 ± 5.6	327 ± 48.7	3.23	3.03

El índice de eficiencia proteínica se refiere a valores de 6 ratas obtenidos a los 14 días y a 6 ratas, a los 28 días, calculado para los últimos 14 días.

TABLA 4

VALORES DE PROTEÍNA EN HIGADO Y MUSCULO DE RATAS
ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE SOYA MAS
LISINA Y METIONINA

Dietas	Proteína		Proteína	
	Hígado	Hígado	Músculo	Músculo
	14 días	28 días	14 días	28 días
	mg/g de tejido		mg/g de tejido	
Soya cocida con cal y secada en horno de bandeja	58.6	78.2	55.2	69.2
Soya cocida con cal y secada en horno de bandeja + 0.2% de metionina	75.8	81.5	66.8	76.9
Soya tostada	46.8	41.9	18.9	25.9
Soya tostada + 0.2% de metionina	53.1	43.4	45.0	45.5
Soya tostada + 0.2% de lisina y metionina	47.7	36.9	46.1	46.1
Caseína	91.5	91.5	71.6	80.6

proteína en el hígado y en el músculo, pero fue mayor en el segundo que en el primero, tanto a los 14 como a los 28 días de experimentación. El agregado de lisina y metionina, sin embargo, no indujo mejor deposición de proteína en el hígado que la producida por la adición de solo metionina, tanto así que los valores fueron ligeramente inferiores a los obtenidos sin suplementación. Ahora bien, en el caso del músculo, el agregado de los dos aminoácidos causó un ligero incremento en el contenido de proteína por encima del valor encontrado cuando la mezcla se suplementó sólo con metionina.

Finalmente, la mezcla cocida con álcali y suplementada con metionina acusó valores que se aproximaban bastante a los observados con la dieta de caseína. El contenido de DNA en hígado y músculo se presenta en la Tabla 5. Para la mezcla de soya y maíz cocido en álcali, la adición de metionina no cambió el DNA/g de tejido ni en el músculo ni en el hígado. En el caso de la elaborada

TABLA 5
VALORES DE DNA EN HIGADO Y MUSCULO DE RATAS
ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE SOYA Y MAIZ

Dietas	DNA		DNA	
	Hígado	Hígado	Músculo	Músculo
	14 días	28 días	14 días	28 días
	mg/g de tejido		mg/g de tejido	
Soya cocida con cal y secada en horno de bandeja	0.90	1.00	0.69	0.70
Soya cocida con cal y secada en horno de bandeja + 0.2% de metionina	0.85	0.90	0.68	0.70
Soya tostada	0.57	0.74	0.33	0.35
Soya tostada + 0.2% de metionina	0.66	0.82	0.42	0.48
Soya tostada + 0.2% de lisina y metionina	0.57	0.86	0.53	0.55
Caseína	1.12	1.20	0.69	0.73

con soya y maíz tostado se observó un pequeño aumento en el contenido de DNA del hígado y mayor en el músculo al adicionarle metionina y metionina más lisina. Estos valores no llegaron a ser los constatados con la dieta de caseína, exceptuando los del músculo en las ratas alimentadas con la mezcla cocida en álcali y suplementada con metionina. Por último, la Tabla 6 muestra el contenido de RNA en mg/g de tejido, en el músculo y en el hígado, respectivamente. La adición de metionina a la mezcla cocida en álcali no produjo ningún cambio, pero la de metionina y de metionina más lisina a la mezcla tostada, sí aumentó el RNA en el músculo pero no en el hígado, siguiendo tendencias parecidas a las que causó el contenido de proteína.

DISCUSION

Los resultados del primer experimento indican una baja calidad proteínica de la mezcla de soya/maíz cruda, debido posible-

TABLA 6

VALORES DE RNA EN HIGADO Y MUSCULO DE RATAS
ALIMENTADAS CON DIETAS A BASE DE SOYA Y MAIZ MAS
LISINA Y 0.2% DE METIONINA

Dietas	RNA		RNA	
	Hígado 14 días	Hígado 28 días	Músculo 14 días	Músculo 28 días
	mg/g de tejido		mg/g de tejido	
Soya cocida con cal y secada en horno de bandeja	7.3	9.4	0.97	1.03
Soya cocida con cal y secada en horno de ban- deja + 0.2% de metio- nina	7.6	9.0	0.93	1.12
Soya tostada	4.9	1.4	0.52	0.72
Soya tostada + 0.2% de metionina	5.2	1.8	0.87	0.88
Soya tostada + 0.2% de lisina y metionina	6.2	1.6	0.99	1.00
Caseína	9.2	10.4	1.35	1.89

mente al efecto de los inhibidores presentes en la soya, según lo sugiere el peso del páncreas de los animales. Estos efectos de la soya cruda han sido plenamente reconocidos (8). Es de interés indicar que el proceso de cocción alcalina es efectivo en destruir esos factores y mantener una calidad proteínica relativamente alta como ya se informara en el caso de este producto procesado por el mismo método (1). Asimismo, el método de cocción por extrusión destruyó esos factores, siendo el resultado también un alimento de alto valor proteínico. Por el contrario, el proceso de tostación que rinde un producto de sabor sumamente agradable, destruye su valor proteínico.

Es un hecho documentado que los procesos de alta temperatura destruyen o inactivan los aminoácidos (3), efecto que explica el bajo valor proteínico de este preparado. Es probable que el uso de condiciones menos extremas habría proporcionado un alimento de mejor calidad proteínica, aunque no tan bueno como el obtenido por cocción alcalina húmeda.

Es de interés subrayar que el tratamiento alcalino de la soya reduce su calidad proteínica y produce sustancias de acción fisiológica adversa, tales como los aminoácidos lisilalanina, lantimina y metilaminoalanina (9). Este efecto no se observó en el presente caso, ya que el pH fue de 9-10, y el tiempo de cocción sólo de 90 minutos. La combinación de un pH alcalino de 12 y tiempos de contacto de más de 2 horas induce los cambios indicados.

Los efectos suplementarios de la metionina y de la metionina más lisina observados en el segundo experimento corroboran los dichos con respecto a la mezcla tostada. La mezcla cocida con álcali y por extrusión es deficiente en metionina (1), por lo que la suplementación con este aminoácido es necesaria. No obstante, la tostación alteró el orden de deficiencia, inactivando o destruyendo la lisina y posiblemente otros aminoácidos, de manera que la metionina ya no llegó a constituir el aminoácido más deficiente. El hecho de que aun con el agregado de lisina y metionina el PER mejoró en muy poco grado, sugiere que otros aminoácidos están involucrados.

Los efectos de los aminoácidos sobre la síntesis proteínica son de interés con respecto a la actividad metabólica de dos tejidos orgánicos: uno sumamente activo como es el hígado, y el otro más lento como lo es el músculo, de acuerdo a los resultados concernientes — contenido de proteína, DNA y RNA de esos órganos.

La relación de proteína a DNA mide el tamaño de la célula tanto en el músculo como en el hígado, así como la relación de RNA/DNA (7). En general, y según lo destaca la Figura 1, la adición de metionina a la mezcla cocida en álcali indujo un pequeño aumento en RNA/DNA, alza que fue mayor en la relación proteína/DNA, tanto en el hígado como en el músculo. Sin embargo, esto no ocurrió en los animales que consumieron el producto tostado suplementado con metionina o metionina más lisina, salvo en la relación de proteína/DNA del músculo. En esos casos hubo un pequeño descenso sugerente de degradación del RNA para compensar los aminoácidos adicionados, que posiblemente fueron utilizados por los animales para la síntesis de otras proteínas que no podían producirse a través de la ingesta de la dieta.

El total de RNA/DNA y proteína/DNA del hígado están relacionados con la calidad de la dieta, ya que se puede observar un descenso de estos valores en el período comprendido entre los 14 y los 28 días en las ratas que consumieron las mezclas tostadas, con o sin suplemento de aminoácidos. Estos resultados indican que la síntesis proteínica no pudo mantenerse a expensas de la dieta, debido posiblemente al daño que la proteína sufrió por la tostación, proteína cuyo valor no pudo mejorarse por la adición de lisina y metionina. Las células hepáticas de los animales que consumieron

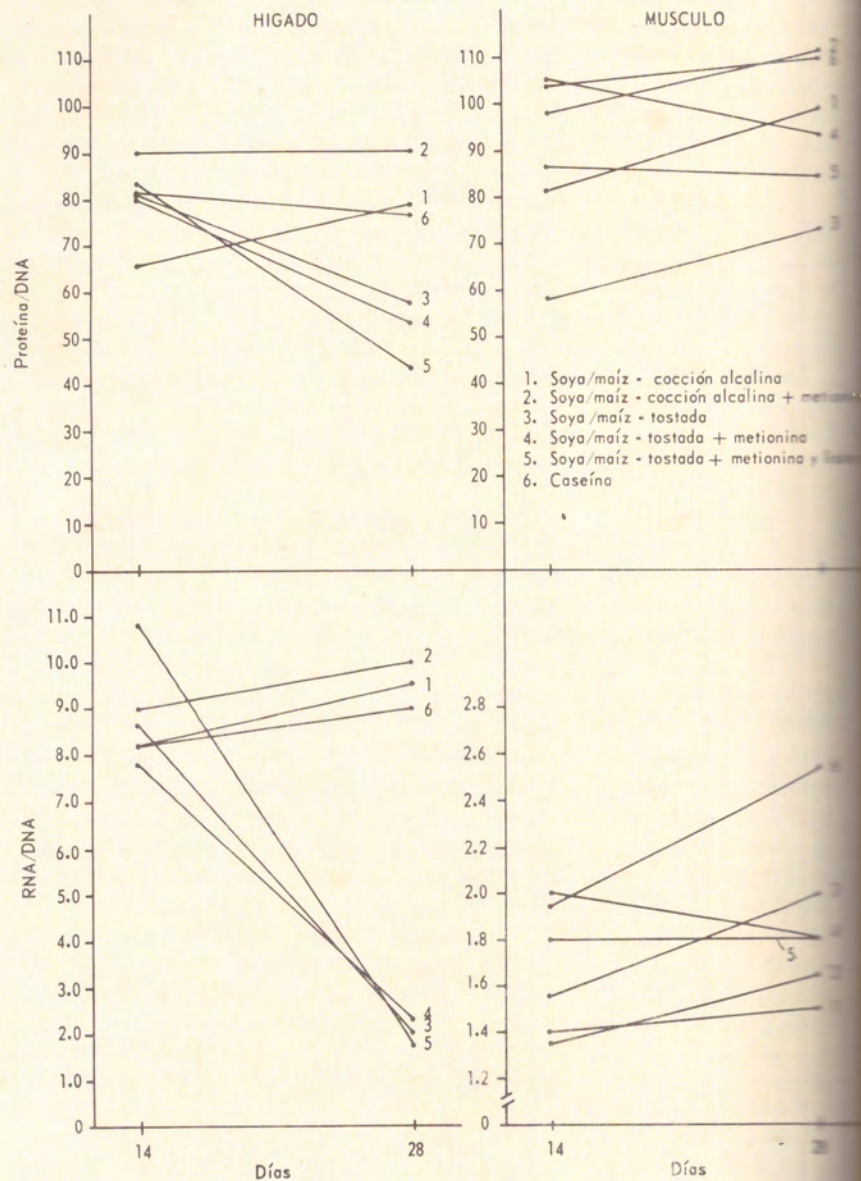


FIGURA 1

Relación RNA/DNA y de proteína/DNA en hígado y músculo de ratas alimentadas con dietas a base de soya y maíz.

las mezclas procesadas por cocción alcalina, y la de las ratas control alimentadas con caseína, almacenaron cantidades considerablemente mayores de proteína celular. Se puede asimismo observar que los valores a los 28 días reflejan bastante bien los índices de eficiencia proteínica encontrados en este estudio. Otros investigadores informan resultados similares en pollos alimentados con proteína de trigo suplementada con lisina (10).

La relación proteína/DNA del músculo refleja también el efecto de la calidad de la dieta, pudiéndose observar valores menores de este parámetro con las dietas a base de soya tostada. Respecto a la relación RNA/DNA de este órgano, los cambios observados no reflejan el efecto de la dieta tan dramáticamente como el hígado, lo que sugiere que el músculo es un tejido más resistente a la depauperación proteínica y menos activo metabólicamente que el hígado, a través de un menor catabolismo proteínico.

Los datos, por consiguiente, sugieren un aumento en tamaño de la célula muscular debido a la suplementación. Este incremento está relacionado a la calidad del producto destruido por el proceso de tostación, y no se puede corregir totalmente por la adición de metionina y lisina. En el caso de la mezcla procesada por álcali, el hígado creció a causa del aumento en el tamaño celular, lo que no ocurrió al utilizarse el producto tostado.

Estos datos indican, por consiguiente, que el valor nutritivo de las proteínas - medido a través de los métodos disponibles - está muy correlacionado con el desarrollo y mantenimiento de células y tejidos individuales del organismo animal.

SUMMARY

Effect of various processes on the protein quality of a food based on corn and whole soybeans

The present study deals with the effect of various processing methods on the protein value of Maisoy, a blend of 30% whole soybean and 70% corn. The processes evaluated were: a) lime cooking using calcium hydroxide; b) roasting, and c) extrusion cooking, using an equipment known as the Brady Crop Cooker. The same blend of soybean/corn was processed by the same three methods. In addition, a sample of Maisoy - blend produced in Bolivia with the extrusion equipment previously indicated - was also evaluated. The evaluation of all products was carried out using the protein efficiency ratio method (PER). The capacity of two of the blends, with and without amino acid supplementation, of causing changes of deoxyribonucleic acid, ribonucleic acid, and protein in the content of muscle and liver was also measured.

Lime cooking as well as extrusion cooking yielded a food with a protein efficiency ratio which varied from 2.30 to 2.60. Both processes destroyed the antiphenological factors of soybean.

The toasting process yielded a product of pleasant flavor, but of very low protein quality. The addition of methionine improved the quality of the food processed by lime cooking, but not by toasting. A slight increase was obtained when methionine and lysine were added. The adverse effects of toasting were observed also in protein synthesis in muscle and liver, as judged by the changes in the content of total protein, deoxyribonucleic acid, and nucleic acid. Although the toasting process renders a product pleasant in taste and in palatability, it significantly destroys the protein quality, which does not improve even with the amino acids addition.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., B. Murillo & L.G. Elías. Whole soybeans as a means of increasing protein and calories in maize-based diets. *J. Food Sci.*, 39: 577-580, 1974.
2. Bressani, R., R. Paz y Paz & N. S. Scrimshaw. Corn nutrient losses. Chemical changes in corn during preparation of tortillas. *J. Agr. Food Chem.*, 6: 770-774, 1958.
3. Bressani, R. & N. S. Scrimshaw. Lime-heat effects on corn nutrients. Effect of lime treatment on in vitro availability of essential amino acids and solubility of protein fractions in corn. *J. Agr. Food Chem.*, 6: 774-778, 1958.
4. Ellis, G.P. The Maillard reaction. *Adv. Carbohydrate Chem.*, 14: 63-134, 1959.
5. Hegsted, D.M., R.C. Mills, C.A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
6. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
7. Wannemacher, R. W. Jr., W. L. Banks, Jr. & W. H. Wunner. Use of a single tissue extract to determine cellular protein and nucleic acid concentrations and rate of amino acid incorporation. *Anal. Biochem.*, 11: 320-326, 1965.
8. Wolf, W.J. Soybean proteins: their production, properties, and food uses. A selected bibliography. *World Soy Protein Conference*, Munich, Germany, Nov. 11-14, 1973.
9. Sternberg, M., C. Y. Kim & R.A. Plunkett. Lysinoalanine determination in proteins. *J. Food Sci.*, 40: 1168-1170, 1975.
10. Akinwande, A.I. & D. B. Bragg. Effect of dietary lysine level in a wheat protein diet on growth and changes in DNA, RNA and protein composition in the tissue of broiler chicks. *Poultry Sci.*, 53:134-143, 1974.

HIERRO SOLUBLE E HIERRO APROVECHABLE EN ALIMENTOS VEGETALES

Valentina Wallis y Werner G. Jaffé

División de Investigaciones - Instituto Nacional de Nutrición
Apartado 2049 - Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se investigó la posible relación entre las cantidades de hierro soluble y hierro aprovechable fisiológicamente en muestras de 7 alimentos vegetales. Se determinó hierro total, hierro soluble y, en algunos casos, ácido fítico. También se estudió la recuperación en forma de hierro soluble de una cantidad conocida de hierro agregado a diferentes alimentos. Los valores obtenidos se compararon con los de otros autores sobre la absorción en humanos del hierro marcado. Los resultados de estos dos métodos totalmente diferentes, coinciden muy bien en algunos casos, mientras que en otros no. Esto puede ser debido a las grandes variaciones individuales en la capacidad de absorber el hierro por parte de diferentes personas y las diferencias en las cantidades de hierro soluble en distintas muestras de un mismo alimento.

En los frijoles crudos se observó una correlación negativa entre el porcentaje de hierro soluble y la concentración de ácido fítico, no así en las mismas muestras cocidas, en las cuales la cantidad de hierro soluble es mucho más baja que en las muestras crudas. Evidentemente, durante la cocción actúan factores distintos del ácido fítico que insolubilizan gran parte del hierro presente.

INTRODUCCION

La alta incidencia de anemias por deficiencia de hierro indica el precario balance entre la absorción de este elemento de los alimentos y los requerimientos del hombre. Utilizando hierro radioactivo administrado a humanos en alimentos diversos de origen animal o vegetal, se ha demostrado que existen importantes diferencias con respecto a la disponibilidad fisiológica de este elemento el cual es muy poco absorbido de la mayoría de los productos vegetales (1).

Algunos autores han encontrado que parte del hierro presente en alimentos comunes puede ser extraído bajo condiciones parecidas a las que prevalecen en el estómago, o sea, una solución de pepsina-HCl y que sólo una fracción del hierro de los alimentos vegetales estudiados es solubilizado bajo estas condiciones (2).

El hierro total proveniente de muchas fuentes vegetales es de poco valor desde el punto de vista nutricional. La determinación del hierro soluble podría ser un parámetro útil, si realmente indicara la parte aprovechable por los humanos (3).

En este trabajo tratamos de investigar, si es posible establecer alguna relación entre el hierro soluble y el hierro aprovechable fisiológicamente.

MATERIAL Y METODOS

Se hicieron determinaciones de hierro total, hierro soluble y, en algunos casos, de ácido fítico, en muestras de 7 alimentos vegetales. También se estudiaron muestras de sal y azúcar, para investigar la recuperación del hierro soluble de una cantidad conocida de hierro agregado.

Las muestras analizadas fueron, en su mayoría adquiridas en mercados locales y algunas variedades conocidas de frijoles y maíz procedieron de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay. El material usado para la determinación de hierro soluble se lavó con ácido clorhídrico y agua bidestilada, el otro material con agua destilada. Se tomaron todas las precauciones necesarias para evitar ulterior contaminación con este elemento (4). Todos los reactivos usados fueron de calidad purísima y las diluciones necesarias se hicieron con agua bidestilada.

El hierro total fue determinado por el método del A.O.A.C. (5), utilizando hidroquinona y o-fenantrolina para desarrollar el color. La prueba de recuperación de hierro adicionado a muestras de soya, arroz, trigo, sal y azúcar se efectuó de la siguiente manera: se disolvió una cantidad de FeSO_4 equivalente a 4 mg de Fe/100 g de muestra en el agua que sirvió para la cocción por 30 min. de las muestras molidas. Estas se secaron con ventilador, se molieron y se efectuó el análisis de hierro soluble. Para el cálculo se tomaron en cuenta la cantidad de hierro existente en la muestra y la adicionada.

Para la determinación de ácido fítico, se siguió el método de Makower (6), el cual consiste en la extracción del ácido con HCl 0,5N, precipitación del fitato con cloruro férrico y la subsecuente determinación de hierro por el método colorimétrico. Los valores de ácido fítico fueron calculados asumiendo que cuatro iones férricos se combinan con una molécula de ácido fítico (6).

La determinación de hierro soluble se efectuó combinando

los procedimientos de los métodos descritos por Jacobs and Greenman (2), Tennant and Greenman (7) y Caraway (4).

Se pesan 2 g de muestra y se homogenizan con 10 ml de solución de pepsina al 0,25% en HCl 0,1 N, se incuba a 37° por 90 min., se centrifuga por 10 a 30 min. Se toman 0,6 ml del sobrenadante, se añade 1 ml de agua bidestilada o 1 ml. de permanganato (7), en el caso de que la solución presente alguna coloración. Se añaden 0,4 ml de ácido ascórbico al 20% y se deja reposar por 5 min. Se añade 1 ml. de ácido tricoloracético al 20% y 1 ml. de cloriformo, se agita vigorosamente por 10 a 15 seg. y se centrifuga por 10 min. o hasta que la solución esté completamente clara. Se toman 2 ml del sobrenadante y se añaden 0,2 ml de tripiridiltrina al 0,1% (4) y 0,8 ml de acetato de amonio al 10%. Se lee a 590 mμ en el espectrofotómetro Coleman. En todas las determinaciones se desarrolló un estándar preparado de 1 ml de una solución de 20 mg/100 ml de hierro y llevando a 25 ml con solución de pepsina HCl y un blanco de reactivos con el cual se llevó el aparato a 100% de transmitancia.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los valores de hierro total, hierro soluble, porcentaje de hierro soluble con respecto al hierro total y ácido fítico en 21 muestras de frijoles crudos y cocidos. Los niveles encontrados varían para hierro total de 6,52 a 13,48 mg/100 para las muestras crudas y de 5,88 a 12,80 mg/100 para las muestras cocidas. No se observan diferencias debidas a la cocción de las muestras. Para el hierro soluble se observa una pérdida notable. Los valores para las muestras crudas fluctúan entre 0,47 y 3,39 mg/100 g y para las cocidas entre 0,05 y 0,63 mg/100 g. El porcentaje de hierro soluble con respecto al hierro total varía de 4,5 a 28,9% en las muestras crudas y de 0,7 a 6,6% en las cocidas. Evidentemente, la cocción disminuye la solubilidad del hierro de los frijoles.

No se observa diferencia entre las muestras crudas y cocidas en el contenido de ácido fítico. Los valores encontrados por nosotros son parecidos a los reportados por Makower (6).

Se calcularon los índices de correlación lineal entre los distintos parámetros determinados i.e. hierro total y soluble en muestras crudas y cocidas y ácido fítico. Resulta que las correlaciones entre hierro soluble en muestras crudas y ácido fítico, e hierro total en muestras cocidas e hierro soluble en muestras cocidas, eran las únicas estadísticamente significativas ($r = -0,4946$, $p < 0,01$ y $r = 0,4606$, $p < 0,05$ resp.). Llama la atención que no hay correlación significativa entre la cantidad de hierro soluble en las mues-

TABLA 1
HIERRO Y ACIDO FITICO EN 21 MUESTRAS DE FRIJOLES

	Hierro total		Hierro soluble		Porciento de Fe sol calculado sobre Fe Total		Acido fítico	
	Crudo mg/100g	Cocido mg/100g	Crudo mg/100g	Cocido mg/100g	Crudo %	Cocido %	Crudo mg/g	Cocido mg/g
Valor promedio	9.18 ± 1.85	8.89 ± 0.79	1.28 ± 0.79	0.34 ± 0.16	13.94 ± 8.23	3.82 ± 1.60	8.29 ± 1.33	8.24 ± 1.4
Valor máximo	13.48	12.80	3.39	0.63	25.15	4.92	10.57	10.52
Valor mínimo	6.52	5.88	0.47	0.05	7.21	0.85	5.94	5.57

TABLA 2
PORCENTAJE DE HIERRO SOLUBLE

UESTRAS:	Número de muestras analizadas	Fe Total mg/100g.	Fe Soluble mg/100g.	% Fe Soluble
arroz	2	1,93 ± 0,41	0,04 ± 0,00	2,07 ± 0,68
spinaca	6	2,58 ± 0,36	0,25 ± 0,03	9,69 ± 0,67
araotas	21	8,89 ± 0,40	0,34 ± 0,03	3,82 ± 0,35
arepa de maíz	6	2,90 ± 0,68	0,33 ± 0,02	11,38 ± 2,65
arepa de maíz + 8% soya	4	4,57 ± 0,74	0,46 ± 0,03	10,07 ± 1,40
laíz corriente	5	2,57 ± 0,18	0,44 ± 0,07	17,12 ± 1,86
laíz opaco II	5	2,35 ± 0,58	0,24 ± 0,05	10,21 ± 3,98
echuga	5	1,98 ± 0,21	0,16 ± 0,03	7,94 ± 1,89
rigo	7	3,35 ± 0,29	0,62 ± 0,06	18,51 ± 2,90
oya	4	14,84 ± 1,71	0,91 ± 0,09	6,13 ± 0,72

tras cocidas y el ácido fítico ($r = -0,2778$). La reacción química que ocurre durante la cocción y que resulta en la reducción de la solubilidad del hierro, por tanto, no se debe al ácido fítico. La pérdida de hierro soluble durante la cocción debe atribuirse más bien a la insolubilización por otras reacciones químicas en las cuales no interviene el ácido fítico de manera significativa.

En la tabla 2 se presentan los valores promedio de hierro total e hierro soluble para muestras de diferentes alimentos con el cálculo del porcentaje de hierro soluble.

Los valores son 1,93% para el arroz, para la espinaca varían de 11,70 a 7,48%, en los frijoles los límites son de 6,6% a 0,7%, en la arepa de maíz los valores fluctúan de 20,42% a 5,48%, en la arepa de maíz con 8% de harina de soya desgrasada los límites son 14,57% a 8,35%. También se estudiaron el maíz corriente y el maíz opaco 2, cuyos límites son 20,92% al 11,36% y 26,12% a 4,21% respectivamente. En la lechuga se observaron valores de 14,74 a 4,02% para el trigo de 29,77% a 9,29%. Llama la atención la existencia de estas grandes variaciones entre muestras de un solo alimento. Cabe destacar que los resultados de las repeticiones de análisis de una misma muestra no fluctúan nunca en más de 1,5%.

El contenido de hierro total no tiene relación directa con el hierro soluble. El trigo por ejemplo, parece aportar mayor cantidad de hierro soluble que el maíz y a su vez el arroz mucho menos (8).

En la tabla 3 comparamos los resultados de Layrisse y Marti-

TABLA 3
COMPARACION DE ABSORCION DE HIERRO
E HIERRO SOLUBLE

Muestra	% Absorción de ^{59}Fe	% Fe Soluble
Arroz	0,9	2,0
Espinaca	1,3	9,9
Frijoles	2,3	3,8
Arepa de maíz	3,7	14,2
Lechuga	4,0	8,5
Trigo	5,0	19,8
Soya	6,9	6,3

Por ciento del hierro presente en las muestras que es absorbido por humanos según Layrisse y Martinez-Torres (9) y por ciento del hierro total presente que se solubiliza.

por Torres, (9), sobre la absorción del hierro en humanos de los mismos alimentos, con los obtenidos en este estudio por el método químico.

En la tabla 4 se nota que el porcentaje del hierro adicionado a azúcar y sal, encontrado en forma de hierro soluble, es tan alto como el de la solución patrón, mientras que en los cereales y la soya existe una interferencia evidente que se manifiesta en bajos valores de recuperación.

TABLA 4

HIERRO SOLUBLE EXPRESADO COMO POR CIENTO DEL HIERRO
TOTAL EN MUESTRAS ADICIONADAS CON 4mg Fe⁺⁺ /100 g. Y
SOMETIDAS A COCCION POR 30 MIN, A PRESION ATMOSFERICA

Muestra:	% del Fe total presente encontrado como Fe soluble
Harina de soya	23
Harina de arroz	27
Harina de trigo	43
Sal	83
Azúcar	90
Solución de FeSO ₄	90

DISCUSION

El problema de las anemias ferroprivas es uno de los más preocupantes en el campo nutricional. La falta de una metodología sencilla y accesible para la determinación de la aprovechabilidad del hierro de los alimentos vegetales y de las sales de hierro usadas en diferentes vehículos con el propósito del enriquecimiento, sin duda ha sido un freno para el avance en este campo.

En numerosas publicaciones (9,10,11,12,13) se ha probado que el hierro proveniente de fuentes vegetales es muy poco absorbido. La capacidad del organismo para absorber el hierro de estas fuentes vegetales está probablemente influenciada por varios factores, aumenta si se combinan con alimentos de origen animal y, por el contrario, la absorción de hierro de fuentes animales disminuye en combinación con alimentos de origen vegetal (10). Es evidente que estos últimos contengan factores inhibidores, que impiden la absorción, no solo del hierro intrínseco, sino también el de otros alimentos.

Varios autores han señalado que el ácido fítico puede interferir en la absorción del hierro, por formar sales insolubles con este metal (14,15). La correlación negativa existente entre la cantidad de ácido fítico y de hierro soluble en las 21 muestras de frijoles crudos debe interpretarse en el sentido de que este elemento se encuentra parcialmente insolubilizado en forma de fitato en las semillas. El interesante resultado de que no existe tal correlación en las muestras cocidas, significa probablemente que durante el proceso de la cocción se forman otros compuestos insolubles de hierro en tal cantidad que el fitato pierde su papel dominante. Este resultado está de acuerdo con recientes publicaciones sobre la falta de relación entre ácido fítico e hierro asimilable en ensayos biológicos con muestras de pan (16). Otros autores han estudiado la relación del ácido fítico sobre la absorción del ^{59}Fe de semillas de soya en ratas y encontraron que la disponibilidad de este elemento no estaba directamente relacionada con el contenido de fitatos (17). Así parece que existen otros factores que disminuyen la disponibilidad del hierro. Se ha afirmado, por ejemplo, que el contenido en fibra cruda determina en gran parte la disponibilidad fisiológica de metales divalentes en el pan, (18).

Los valores obtenidos por los métodos totalmente diferentes de la determinación del hierro soluble y la absorción de ^{59}Fe en humanos coinciden en algunos casos muy bien, mientras que en los casos de espinaca, maíz y trigo se observa cierta diferencia (Tabla 3). Si se toma en cuenta las grandes variaciones individuales en la capacidad de absorber el hierro por parte de diferentes personas, observadas por Layrisse y col (10) y las variaciones de hierro soluble de muestra a muestra, observadas por nosotros, estos resultados son explicables. Se espera poder repetir en una futura oportunidad las determinaciones del hierro soluble y de la absorción en las mismas muestras para poder llegar a resultados más seguros.

Los conocimientos sobre aprovechamiento fisiológico de sales de hierro adicionales a diferentes alimentos son de interés para decidir sobre posibles vehículos para el enriquecimiento con este elemento. Por esta razón, se realizaron determinaciones de recuperación en forma de hierro soluble en 5 muestras diferentes a las cuales se les agregaron 4 mg. de $\text{Fe}/100\text{ g.}$ de muestra en la forma de sulfato ferroso y se sometieron a cocción.

La recuperación en forma de hierro soluble después de la cocción dieron resultados que, hasta cierta medida, coinciden con las observaciones sobre absorción de hierro en condiciones comparables, la cual es excelente si se usa azúcar como vehículo y muy pobre si los vehículos son cereales o leguminosas (19). Los resultados presentados indican que la determinación del hierro soluble como índice del hierro aprovechable en alimentos de origen vegetal puede ser un instrumento analítico útil. Sin embargo, se requieren es-

estudios adicionales sobre posibles modificaciones metodológicas y comparación de los resultados obtenidos con un número de muestras con los dos métodos para llegar a conclusiones certeras.

SUMMARY

Soluble Iron and Available Iron in Vegetable Foods

The relation ship between the quantities of soluble iron and iron available for humans reported by other authors in seven different vegetable foods was investigated. Total iron content, soluble iron, and in some cases also phytic acid were determined.

The recovery in soluble form of iron added as iron sulphate to some foods was also studied. The results were compared with those reported in the literature for the amount of iron absorbed in humans from these same foods. In some cases the quantities of soluble iron and available iron were very similar but in some others the values differed considerably. There was a marked variation in the amount of soluble iron in different samples of the some vegetable product and also the iron absorption reported from a single food in different persons. These facts may explain, at least in part, the lack of coincidence mentioned.

A significant negative correlation exists between the soluble iron and the phytic acid content in raw beans. In cooked beans no such correlation was observed. The amount of soluble iron is much lower in the latter as compared with the raw beans. The decrease in soluble iron during cooking must therefore be due to unknown factors different from phytic acid.

BIBLIOGRAFIA

1. Hussain, R.; Walker, R.B.; Layrisse, M.; Clark, P. and Finch, C.A. Nutritive value of Food iron. *Am. J. Clin. Nutr.* 16: 464-471, 1975.
2. Jacobs, A. and Greenman, D.A. Availability of food iron. *Brit. Med. J.* 1: 673-676, 1969.
3. Shackleton, L. and Mc Cance, R.A. The ionisable iron in foods. *Biochem. J.* 30: 582-591, 1936.
4. Caraway, W.T. Macro and micro methods for the determination of serum iron and iron-binding-capacity. *Clin. Chem.* 9: 188-199, 1963.
5. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist.* 9th. ed. Washington, D.C., 1960.
6. Makower, R.U. Extraction and determination of phytic acid in beans. *Cereal Chem.* 47: 288 - 295, 1970.
7. Tennant, G.B. and Greenman, D.A. Determination of iron in solutions containing iron complexes. *J. Clin. Path.* 22: 301-303, 1969.
8. Anónimo. Total and ionizable iron in common Indian cooked foods. *Am. J. Clin. Nutr.* 27: 455-457, 1974.

9. Layrisse, M. and Martínez-Torres, C. Food iron absorption-Iron supplementation of food. *Prog. in Hemat.* 7: 137-160, 1971.
10. Layrisse, M.; Martínez-Torres, C. and Roche, M. Effect of interaction of various foods on iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 21: 1175-1183, 1968.
11. Bothwell, T.H.; Pirzio-Biroli, G. and Finch, C.A. Iron absorption I. Factors influencing absorption. *J. Lab. Clin. Med.* 51: 24-36, 1958.
12. Cook, J.D., Layrisse, M. and Finch, C.A. The measurement of iron absorption. *Blood* 33: 421-429, 1969.
13. Layrisse, M., Cook, J.D.; Martínez-Torres, C. Food iron absorption. A comparison of vegetable and animal foods. *Blood* 33: 430-443, 1969.
14. Kon, S., Olson, A.C., Frederick, D.P., Eggling, S. B. and Wagner, J.R. Effect of different treatments on phytate and soluble sugars in California small white beans. *J. Food Science* 38: 215-217, 1973.
15. Anónimo. Effect of phytate on iron absorption. *Nutr. Reviews* 25: 218-222, 1967.
16. Renhotra, G.S.; Loewe, R.J. and Puyat, L.V. Effect of dietary phytic acid on the availability of iron and phosphorus. *Cereal Chem.* 51: 323-329, 1974.
17. Welch, R.M. and Van Campen, D.R. Iron availability to rats from soybeans. *J. Nutr.* 105: 253-256, 1975.
18. Reinhold, J.G., Ismail-Beigi, F. and Faradji, B. Fibre vs. phytate as determinant of the availability of calcium, zinc and iron of breadstuffs. *Nutr. Reports Int.* 12: 75-85, 1975.
19. Layrisse, M., Martínez-Torres, C., Renzi, M., Vélez, F. and González, M. Sugar as a vehicle for iron fortification *Am. J. Clin. Nutr.* 29:8-18, 1976.

INFLUENCE OF SOME PROCESSING METHODS ON THE QUALITY OF APPLE SLICES: II - Cultivar Melrose¹

João Nunes Nogueira²

Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Tecnologia Rural
Piracicaba, S.P., Brasil

SUMMARY

The influence of three browning treatments (blanching, SO_2 and ascorbic acid) and three processing methods (canning, freezing and freeze-drying) on the quality of apple slices of the cultivar Melrose was studied. Immediately upon arrival at the pilot plant, half of the fruits was processed and the remainder was held in storage for six weeks at 4.4°C to be processed later.

The results showed that the best treatment was the blanching-freezing combination for all attributes of quality, except for color, in which the SO_2 -freezing combination was superior. Storage appeared to have some influence on the quality of apple slices, so that the zero week storage samples were judged superior for all attributes of quality. Blanching was the best browning treatment for freezing, but for freeze-drying the samples treated with SO_2 was superior to the blanched ones.

INTRODUCTION

The processing of apple slices is an important industry today. From the total apple production in the United States, about half is processed, the great part in the form of slices.

Most of the sliced apple pack is sold in wholesale quantities to institutional feeding units and commercial bakeries. The slices are then reprocessed into baked products of which the double crust apple pie is presently one of the most important (Dalrymple and Feustel, 1).

¹ This work was carried out in the Department of Horticulture of the Ohio State University, Columbus, Ohio, U.S.A.

² Professor Assistente Doutor.

Apples for processing should be of fair size and reasonably free from blemishes (Smock and Neubert, 2). They should also be of good color, flavor and texture, and preserve these characteristics as much as possible after processing (Cruess, 3).

According to Gallander (4) the selection of a suitable cultivar is one of the most important factors in producing a high quality processed apple slices. When the raw product arrives at the plant it must have the desired characteristics for the purpose it was designed for. Lewis and Martin (5), Martin et al. (6) and Wills (7) stated that storage must be also considered because during this period many physical and chemical changes take place which can improve or deteriorate the quality of the fruits, depending upon the cultivar and conditions during storage.

Ponting (8), Bouchilloux (9), Braverman (10) and Corse (11) reported that most of the darkening that occurs in apple slices is due to enzymatic oxidation. Several materials have been recommended to control the enzymatic browning of apple slices (Ponting, 8). However, according to Caldwell et al. (12), Gullett (13) and Hope (14) there has been no agreement as to the most satisfactory method of controlling the brown discoloration in apple slices.

According to Davis (15), Luyet (16), Salunkhe et al. (17) and Sterling (18) the quality of apple slices is also affected by the processing method used. Thus, the choice of the right cultivar for the right processing method is of great importance.

With the knowledge of these problems, the present work was designed with the following objectives:

- a) To ascertain if the cultivar under study is suitable for processing.
- b) To study the influence of some processing methods on the quality of the apple slices.
- c) To study the efficiency of some browning treatments.
- d) To determine the effect of storage on the quality of the apple slices.

MATERIAL AND METHODS

The cultivar under study, Melrose, was picked at the firm ripe stage of maturity and was grown in the orchards of The Ohio Agricultural Research and Development Center at Wooster, Ohio. The fruits were harvested and immediately transported to the Horticulture Fruit and Vegetable Processing and Technology Division Pilot Plant at The Ohio State University where they were prepared for canning, freezing and freeze-drying. 350 Kgs. of apples were used in this experiment.

Immediately upon arrival at the pilot plant 150 Kgs. of fruits

were processed. The remainder was held in storage for six weeks at 4.4°C after which it was also processed, receiving the same treatments applied to the samples not stored. Six treatments were used in this experiment and they were designated as follows: A (blanching-canning), B (ascorbic acid-freezing), C (SO₂-freezing), D (blanching-freezing), E (SO₂-freeze-drying) and F (Blanching-freeze-drying).

The raw apples were peeled, cored, and sliced mechanically. A Boutell MFG. Co. peeling and coring machine was employed to peel and core the apples. The fruits were then discharged directly into an F.B. Pease Co. slicer where they were inspected and trimmed by hand and immediately sliced into twelve parts. The slices were received in trays containing a 2% solution of sodium chloride to temporarily prevent browning. The slices were kept in this solution until the permanent browning treatment (blanching, SO₂ or ascorbic acid) was applied.

Blanching: This operation was accomplished in a steam chamber where the slices were submitted to steam flow for one minute and forty-five seconds, after which they were cooled with water sprays. The slices were then canned, frozen and freeze-dried.

Sulfur Dioxide: In this treatment, sodium bisulfite was used as source of SO₂. The temperature of the dipping solution was approximately 21°C and it was prepared at 2,500 ppm concentration of SO₂. The slices were immersed in this solution for one minute and held in trays for a period of eight hours and thirty minutes to assure penetration of SO₂ into the slices. The slices so treated were used for freezing and freeze-drying. In both blanch and sulfur dioxide treated slices the polyphenol oxidase activity was evaluated using 1% catechol solution (Ponting, 8). The slices were transversely cut and the solution applied to the surface newly exposed to test the efficiency of the treatment in the enzyme inactivation. The blanching and SO₂ treatments used in this experiment represent the best conditions for inactivation of polyphenol oxidase as indicated by the catechol test.

Ascorbic Acid: The slices were treated with ascorbic acid at 385 mg per Kg. of fruit. The acid was added to the syrup and this treatment was applied only to the slices that were to be frozen.

Packing: The slices were hand filled into 303 x 406 fruit enamel cans. Each can was filled with 227 g of chemical treated slices (SO₂ or ascorbic acid) and with 284 g of blanched slices. A 40% sucrose syrup was added to each can in the proportion of two parts of slices to one of syrup by weight.

Canning: The packed slices containing the syrup were exhausted under a steam flow for two minutes and forty-five seconds, and sealed in an American Can Co. 006 closing machine. The cans were placed into a steel retort and processed for ten minutes at

100°C. The canned apple slices were immediately water cooled and stored at room temperature for three months.

Freezing: The lot of cans that were to be frozen were taken to the closing machine and sealed. The cans were frozen in a freezer at -29°C and stored at -23°C for three months.

Freeze-drying: The slices to be freeze-dried were placed on trays and frozen in a freezer at -29°C. The trays were then put in a Stokes pilot model freeze-dehydrator, and vacuum was applied without any plate heating in order to refreeze any surface moisture which may have melted on transferring the samples. When the product temperature was approximately -32°C, the plate temperature was brought to 24°C and two hours later to between 46 to 49°C. The latter temperature was maintained until drying was completed, which required from 12 to 16 hours depending upon the size and thickness of the slices. The product and plate temperatures of each drying cycle were recorded by copper-constantan thermocouples and a six point recording potentiometer.

The drying cycle was considered to be finished when the product temperature reached the temperature of the plates. The dryer was then shut off and the vacuum in the chamber broken with air. The dried slices were immediately placed into 303 x 406 fruit enamel cans, and the cans were sealed and stored at room temperature for three months.

Taste Panel Evaluation: Apple pies were used for the quality evaluation of the processed apple slices (Gould, 19).

Eight-inch pie plates and a standard pastry recipe with some modifications were used for making the double crust apple pies (McDermott et al., 20). No additives such as nutmeg or lemon juice was used to prevent any adverse effect to the apple flavor. The double crust apple pies were baked in a preheated automatic oven for 15 minutes at 204°C and then for 35 minutes at 177°C.

The slices of the apple pies were evaluated in terms of color, flavor and texture by a trained taste panel consisting of ten members. Evaluations were completed for the various treatments in each storage period (zero and six weeks), and each sample was served in duplicate to assure a better judgment of the product. Each sample consisted of one-twelfth of an eight inch pie. The samples previously coded were served on trays and the panel members were asked to score the acceptability of the treatments for color, flavor and texture, according to the following system: score 1 off, scores 2-3 poor; scores 4-6 fair; scores 7-9 good and score 10 perfect. The judgment was accomplished in cabins specially designed for this purpose.

Analysis of Data: Analysis of data was made on the basis of the whole group of judges (Gould, 19). The average values of di-

uplicate samples were used for evaluation of the treatments, and overall quality scores of treatments were calculated by taking the average of the scores given by each judge for color, flavor and texture.

Analysis of variance (Gould, 19) was used in the statistical analysis with the LSD (least significant difference) calculated when F values was equal to or greater than F table.

RESULTS AND DISCUSSION

The results here presented for color, flavor, texture and overall quality are the mean scores given to each treatment by ten judges.

TABLE 1
EFFECT OF PROCESSING TREATMENTS ON THE QUALITY OF
APPLE SLICES AT ZERO WEEK STORAGE

Treatments	Color	Mean of treatments (10 judges)		
		Flavor	Texture	Overall
A - Bl.-can.	5.90	7.65	5.90	6.48
B - Asc.ac.-fr.	7.25	7.60	7.30	7.38
C - SO ₂ - fr.	8.15	6.70	6.65	7.16
D - Bl.-fr.	8.10	8.00	7.80	7.96
E - SO ₂ - fr.dr.	7.65	7.05	6.40	7.03
F - Bl.-fr.dr.	5.85	5.20	5.55	5.53
LSD	0.73**	0.83**	0.98**	0.64**

The effect of processing treatments on the quality of the apple slices was evident for the cultivar under study, as can be observed on TABLES 1 and 2. Of all processing treatments used, treatment D was judged the best for all attributes of quality regardless the storage period, except for color, in which treatment C was superior. On the other hand, the flavor of the slices of the latter treatment was affected by the presence of SO₂, which was detected by some of the judges. According to Smock and Neubert (2), Caldwell et al. (12) and Ponting (8) this is the major objection to the use of SO₂ as inhibitor of enzymatic browning in apple slices for freezing. In treatment E none of the judges was able to detect the presence of SO₂, which means that most of it was lost in the drying process. Treatment F received the lowest scores for all attributes of quality, except for color at six week storage.

TABLE 2

EFFECT OF PROCESSING TREATMENTS ON THE QUALITY OF
APPLE SLICES AT SIX WEEK STORAGE

Treatments	Color	Mean of treatments (10 judges)		
		Flavor	Texture	Overall
A - Bl. - can.	5.30	7.40	6.20	6.30
B - Asc.ac.-fr.	6.95	6.70	6.15	6.60
C - SO ₂ - fr.	7.35	5.85	6.25	6.48
D - Bl.- fr.	7.10	7.50	6.40	7.00
E - SO ₂ - fr.dr.	6.65	6.10	5.90	6.21
F - Bl.- fr. dr.	5.80	5.75	5.40	5.65
LSD	0.67*	0.80**	0.50*	0.42**

(*) Significant at 5% level.

(**) Significant at 1% level.

The samples that were blanched-canned (treatment A) were found to be darker than the others. This same observation has been reported by Davis (15) which found the canned apple slices darker than the frozen ones. In general treatments E and F, both freeze-dried, did not receive good scores for texture. This fact can be explained because the samples may not have been frozen quickly enough to avoid the formation of ice crystals which crushed the cells, resulting then in a product of a fair texture after the freeze-dried samples were rehydrated. This observation has also been reported by Luyet (16), Salunkhe et al. (17) and Sterling (18).

At zero week storage, blanching was the best browning treatment for freezing (treatment B, C and D) for all attributes of quality, except for color, in which the SO₂ was scored higher. However, for freeze-drying (treatment E and F) the samples treated with SO₂ was superior to the blanched ones.

Observing the Figures 1, 2, 3 and 4, a general view of the experiment can be obtained. Thus, according to the acceptability of the product and considering both storage periods, the treatments can be classified in the following order (decreasing):

- a) Color: C, D, E, B, F, and A
- b) Flavor: D, A, B, E, C, and F
- c) Texture: D, B, C, E, A and F
- d) Overall quality: D, B, C, E, A and F

Storage appeared to have some influence on the quality of apple slices (Figures 1, 2, 3 and 4). In general the zero week storage

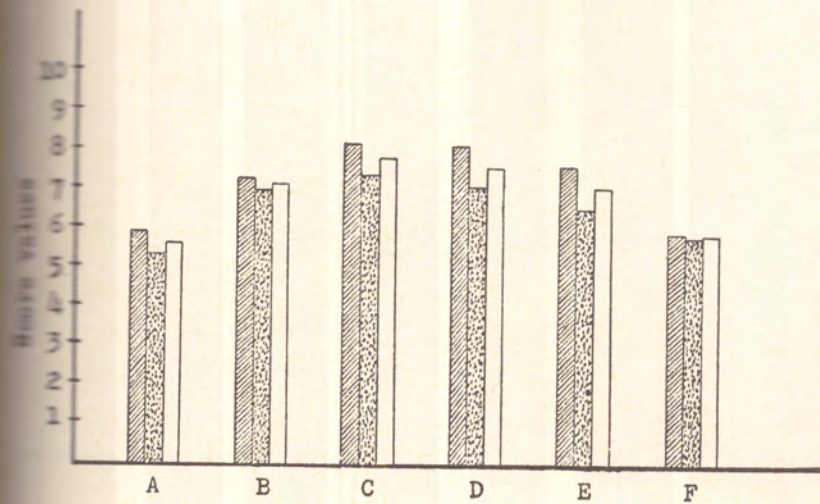


Figure 1. Effect of processing treatments by storage time on the color of apple slices.

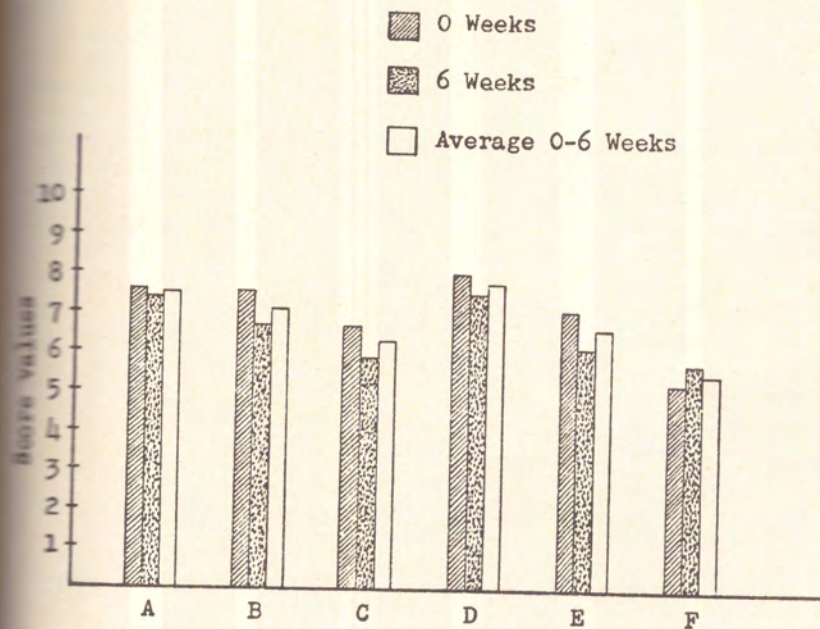


Figure 2. Effect of processing treatments by storage time on the flavor of apple slices.

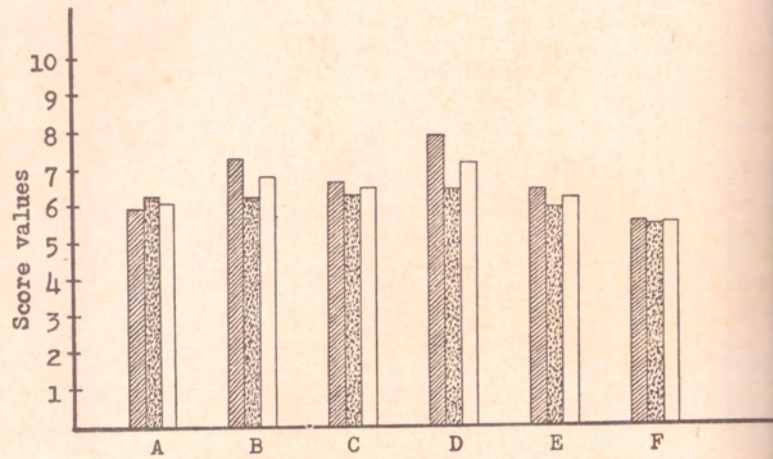


Figure 3. Effect of processing treatments by storage time on the texture of apple slices.

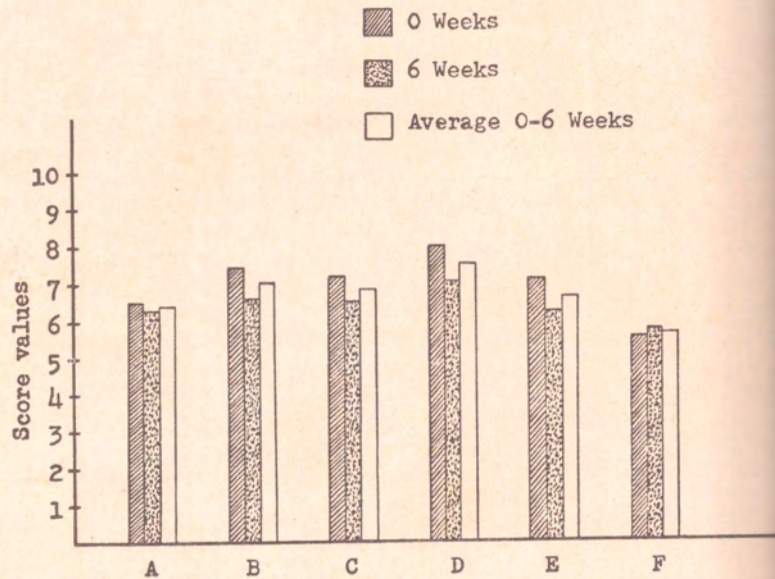


Figure 4. Effect of processing treatments by storage time on the overall quality of apple slices.

ge samples received the highest scores for all treatments and attributes of quality, except for treatment F (flavor and overall quality) and treatment A (texture) in which the six week storage samples were slightly preferred.

ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to express his appreciation and gratitude to the U.S. Agency for International Development through OSU/ESALQ contract, under which his studies at The Ohio State University were financed.

RESUMO

Influência de alguns metodos de processamento na qualidade da maçã em pedaços: II- Cultivar Melrose

Foi estudada a influência de tres tratamentos para evitar o escurecimento enzimico (branqueamento, SO_2 e ácido ascórbico) e de tres métodos de processamento (appertização, congelação e liofilização) nas propriedades organolépticas de maçã em pedaços do cultivar Melrose. Imediatamente após seu recebimento na planta piloto, metade das frutas foi processada permanecendo o restante armazenado por seis semanas a $4,4^\circ\text{C}$ para ser posteriormente processado.

Os resultados mostraram que o melhor tratamento foi a combinação branqueamento-congelação para todos os atributos de qualidade, exceto para cor, em que a combinação SO_2 -congelação foi superior. O armazenamento passou a exercer certa influência nas propriedades organolépticas da maçã em pedaços, de modo que, as amostras correspondentes à parte não armazenada foram julgadas superiores para todos os atributos de qualidade. Para a congelação, o melhor tratamento para o controle do escurecimento enzimico foi o branqueamento, porém para a liofilização as amostras tratadas com SO_2 foram superiores às branqueadas.

BIBLIOGRAPHY

1. Dalrymple, D.G. & Feustel, I.C. Recent developments in the production and marketing of apple sauce and slices. U.S. Department of Agriculture. 1965.
2. Smock, R.M. & Neubert, A.M. Apples and Apple Products. Interscience Publ., New York, 1950.
3. Cruess, W.V. Commercial Fruit and Vegetable Products. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1958.
4. Gallander, J.F. Recommended fruit varieties for canning and freezing. Research Progress Reports, No. 339, OARDC, Wooster Ohio, 1968.
5. Lewis, T.L. & Martin, D. Protein nitrogen content and phosphorylati-

- ve activity of apple fruits during ripening and senescence. *Aust. Journ. Biol. Sci.*, 18: 1093-1101, 1965.
6. Martin, D., Lewis, T.L. & Cerny, J. Nitrogen metabolism during storage in relation to the breakdown of apples. Changes in protein nitrogen level in relation to incidence. *Aust. Journ. Agr. Res.*, 18: 271-278, 1967.
 7. Wills, R.B.H. Influence of water loss on the loss of volatiles by apples. *Journ. Sci. Food and Agr.*, 19: 354-356, 1968.
 8. Ponting, J.D. The control of enzymatic browning of fruits. In: Schultz, H.W. (ed. *Food Enzymes*. The AVI Publ. Co., Incl., 1960.
 9. Bouchilloux, S. Enzymatic browning reaction. In: Runeckles, V.C. (ed.) *Plant Phenolics and Their Industrial Significance*. Proceedings of a symposium of the Plant Phenolic Group of North America, 1962, p. 1-14.
 10. Braverman, J.B.S. *Introduction to the Biochemistry of Foods*. Elsevier Publ. Co., New York, 1963.
 11. Corse, J. The enzymatic browning of fruits and vegetables. In: Runeckles, V.C. (ed.) *Phenolics in Normal and Diseased Fruits and Vegetables*. Proceedings of a symposium of the Plant Phenolic Group of North America, 1964. p. 41-42.
 12. Caldwell, J.S., Culpepper, C.W. & Demaree, K.D. Quality of frozen apples related to variety and ripeness. *Agr. and Food Chem.*, 3: 513-518, 1955.
 13. Gullett, E.A. Control of browning in frozen apple slices. *Report of the Horticultural Expt. Sta. and Products Laboratory*, Vineland, Ontario, Canada, 1957-1958. p. 143-150.
 14. Hope, G.W. The use of antioxidants in canning apple halves. *Food Technol.*, 15: 548-550, 1961.
 15. Davis, D.R. Variety and pretreatment of fruit important for frozen apple pies. *Ohio Farm and Home Research*, March-April, 1961. p. 27-28.
 16. Luyet, B.J. Effect of freezing rates on the structure of freeze-dried materials and on the mechanism of rehydration. In: Fisher, F.R. (ed.) *Freeze-drying of Foods*. Proceedings of a conference at Chicago, Illinois, 1961. p. 194-211.
 17. Salunkhe, D.K., Olson, L.E. & Nury, F.S. — Chemistry of quality in fruits and fruit products. *Farm and Home Sci.*, September, 1965. p. 66-70.
 18. Sterling, C. Effect of low temperature on the structure and firmness of apple tissue. *Journ. Food Sci.*, 33: 577-580, 1968.
 19. Gould, W.A. *Quality Evaluation and Control Manual for Fruits, Vegetables and Related Foods*. Department of Horticulture and Forestry, Ohio State University, Columbus, Ohio, 1968.
 20. McDermott, I.E., Trilling, M.B. & Nicolas, F.W. *Food for Modern Living*. J.B. Lippincott Co., New York, 1967. p. 478-483.

ESTUDIOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA DE VARIAS ESPECIES DE LEGUMINOSAS¹

Ricardo Bressani,² Luiz G. Elías,³ y Mario R. Molina³

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

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue investigar más a fondo el problema de la baja digestibilidad de la proteína de las leguminosas de grano. Se estudiaron así tres muestras de frijol común (*P. vulgaris*) de color blanco, negro y rojo, y una de caupí (*V. sinensis*), otra de gandul (*C. cajan*) y, por último, harina de soya, obtenida por extracción con solventes y bajas temperaturas. Se utilizó la caseína como proteína de referencia. Los estudios se llevaron a cabo en perros jóvenes en crecimiento, los que fueron alimentados con dietas que contenían harinas precocidas de las diferentes leguminosas. La evaluación se hizo por mediciones de balance de nitrógeno, digestibilidad aparente y verdadera, y digestibilidad de la materia seca y de la energía. Además, el frijol cocido se fraccionó en nitrógeno soluble en agua o en 0.1 M de NaCl y nitrógeno insoluble; lo mismo se hizo con las heces, y a partir de los datos resultantes se estimó la digestibilidad de cada fracción.

Los datos sugieren que entre los frijoles, los de color blanco son superiores en calidad a los negros y a los rojos. Entre las otras tres leguminosas estudiadas el orden de calidad es: soya, caupí, y gandul.

La digestibilidad de la proteína fue significativamente menor en las die-

Recibido. 29 - 9 - 1976

¹ Este trabajo se llevó a cabo con fondos de la Research Corporation, con sede en la ciudad de Nueva York, N. Y., E.U.A. (Subvención No. INCAP 740).

² Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

³ Jefe del Programa de Alimentos Básicos y Jefe del Programa de Tecnología de Alimentos de la citada División, respectivamente.

tas a base de leguminosas que en la preparada con caseína, y en todos los casos, salvo en el del frijol rojo, aumentó en función del nivel de ingesta.

La digestibilidad de la materia seca y de la energía disminuyó a medida que aumentaba la ingesta (más frijol en la dieta) con la excepción de la soya y de la caseína.

Los datos también indicaron que la digestibilidad de ambas fracciones, la soluble y la insoluble, es baja, pero de las dos, la digestibilidad de la fracción de N soluble fue significativamente menor que la fracción insoluble.

Se propone que el procedimiento en cuestión podría usarse como un método de estudio más detallado del problema de la digestibilidad de las leguminosas, identificando mejor las fracciones. Finalmente, se concluye que posiblemente son cuatro los factores que de una manera u otra influyen en la baja digestibilidad de la proteína. Estos son: los inhibidores de la tripsina, el procesamiento, ciertas fracciones proteínicas resistentes a la hidrólisis y quizás la presencia de sustancias como los fenoles, que reaccionan con las proteínas.

INTRODUCCION

La mayor parte de los estudios nutricionales o bioquímicos con leguminosas de grano conciernen principalmente a dos factores importantes en la determinación del valor nutritivo y utilización de los nutrientes que contienen. El primero de esos factores son los compuestos de acción antifisiológica como los inhibidores de tripsina y hemaglutininas (1) los que se destruyen durante la cocción a que se someten previo a su consumo (1,2). Por consiguiente, este hecho sugiere que dichos factores no son determinantes de la baja digestibilidad de la proteína de las leguminosas comestibles. El segundo factor de importancia nutricional es la deficiencia de aminoácidos azufrados de que adolece la proteína de las leguminosas de grano (3), deficiencia que, sin embargo, no afecta la digestibilidad de la proteína, notándose su efecto más bien a nivel metabólico.

A pesar de lo expuesto, existen varios informes demostrativos de una gran variación en la digestibilidad de la proteína de las leguminosas. Jaffé (4), por ejemplo, pudo comprobar una variación significativa en este sentido entre especies y dentro de una misma especie. Por su parte, Esselbaugh y colaboradores (5) en sus estudios en humanos, encontraron que la proteína de la arveja (*Pisum sativum*) tenía una digestibilidad aparente de 78.8%, en comparación con la proteína del huevo, cuyo valor es de 85.6%; la adición de metionina no mejoró la digestibilidad de su proteína. Rosales Arzú (6) en sus estudios con niños, informa que el nitrógeno fecal del nitrógeno ingerido de leche acusó un valor equivalente al 19% del nitrógeno ingerido, mientras que cuando se les alimentó con frijol (*Phaseolus vulgaris*), el nitrógeno fecal fue de 36% del nitrógeno ingerido. Estos datos rindieron un valor de nitrógeno absorbido de

90.5% del nitrógeno ingerido en el caso de la leche y de sólo 64.3% en el del frijol. Seidl, Jaffé y Jaffé (7), informaron de la acción inactivadora de una fracción proteínica de leguminosas de grano sobre varias enzimas proteolíticas, pero los factores responsables o las razones del por qué de esa acción, no han sido aún elucidados. Varios factores podrían ser los responsables; en general, la digestibilidad de las proteínas de origen vegetal tiende a ser menor que la de aquellas de origen animal (8), posiblemente debido a su estructura. Las condiciones de cocción también pueden influir sobre la digestibilidad de la proteína (9, 10), y lo mismo sucede con los pigmentos de la cáscara (11) y la velocidad de su paso por el aparato digestivo (6,12).

El presente estudio se llevó a cabo con el propósito de aportar más información sobre el problema de digestibilidad de la proteína de las leguminosas de grano.

MATERIALES Y METODOS

Las leguminosas de grano sometidas a estudio fueron tres selecciones de frijol común (*P. vulgaris*) de color negro, rojo y blanco, una selección de caupí, variedad Mississippi Silver Skin (*Vigna unguiculata*) y una de gandul (*Cajanus cajan*), variedad Pinto. Además se utilizó harina de soya (ISN de 76%), y caseína como proteína de referencia.

Tanto el frijol común como el caupí y el gandul (20 kg de cada uno) se sometieron a cocción en el autoclave a 15 lb de presión, durante 20 minutos y después de haber permanecido en reposo por el término de 2 horas. Luego se eliminó el agua sobrante y el material fue deshidratado con aire caliente (55 – 60° C). Una vez deshidratadas, las muestras fueron molidas y analizadas por su contenido de grasa, fibra cruda y nitrógeno total por el método de Kjeldahl (13) y las calorías totales se determinaron por medio de un calorímetro de bomba. Estos materiales fueron utilizados para preparar las dietas descritas en la Tabla I, en el que también se muestra el contenido de nitrógeno, grasa, fibra cruda y calorías de las harinas de leguminosas bajo estudio. Todas las dietas contenían la misma concentración de proteína y fibra cruda y cantidades similares de calorías. Además, las dietas fueron suplementadas con minerales y vitaminas.

El nitrógeno de las muestras cocidas y deshidratadas fue fraccionado en nitrógeno soluble e insoluble en agua. Para estos propósitos, dos muestras de un gramo cada una fueron suspendidas y agitadas en 50 cc de agua dos veces, haciendo así un total de 20 minutos. Luego se centrifugaron midiendo el sobrenadante total y pesando el residuo, los cuales fueron analizados por nitrógeno. El

mismo procedimiento se efectuó para determinar el nitrógeno soluble e insoluble en cloruro de sodio 0.1 M.

TABLA 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS USADAS EN EL ESTUDIO,
ELABORADAS A BASE DE VARIAS LEGUMINOSAS

Ingredientes	Dietas No.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Frijol blanco	62.1	—	—	—	—	—	—	—
Frijol rojo	—	76.6	—	—	—	—	—	—
Frijol negro	—	—	71.6	—	—	—	—	—
Gandul	—	—	—	79.9	—	—	—	—
Caupí	—	—	—	—	56.1	—	—	—
Soya, harina	—	—	—	—	—	32.7	—	—
Caseína	—	—	—	—	—	—	18.9	—
Aceite de soya	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Minerales	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Vitaminas	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Celulosa	3.4	2.8	3.0	—	3.4	5.5	6.1	6.0
Azúcar	4.4	—	—	—	4.4	4.4	4.4	4.4
Dextrina	10.0	0.5	5.3	—	16.0	37.3	50.5	65.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Solución de vitaminas y minerales	4	4	4	4	4	4	4	4
Proteína, %	16.9	15.6	16.3	16.2	16.2	16.7	15.7	16.0
Grasa, %	15.8	16.0	16.0	16.4	15.8	15.3	18.0	15.0
Fibra cruda, %	6.0	5.3	5.0	6.6	5.7	4.5	4.9	4.0
Calorías/100 g	475.0	468.0	466.0	480.0	456.0	481.0	498.0	480.0

Para los estudios de digestibilidad y balance de nitrógeno se utilizaron 8 perros, 4 hembras y 4 machos, cuyo peso varió entre 5.01 y 8.16 kg. Se formaron dos grupos de 4 perros cada uno, con dos de cada sexo. Un grupo se alimentó con las dietas del frijol común (*P. vulgaris*) en sus 3 colores; con caseína, y con una dieta libre de nitrógeno. El otro grupo recibió las dietas de caupí (*V. sennensis*), gandul (*C. cajan*), soya, caseína y una dieta libre de nitrógeno.

La ingesta proteínica fue de 2, 3 y 4 g/kg de peso /día y la de energía, de 120 kcal/kg/día. Cada nivel fue ofrecido a los animales

durante 7 días: 3 de adaptación y 4 de balance. Las dietas fueron ofrecidas al azar, de manera que todos los perros recibieron las diferentes dietas en diferentes tiempos, consumiendo así todos los niveles de ingesta proteínica. Para ajustar la ingesta de calorías se utilizó la dieta libre de nitrógeno.

Las heces, orina y dietas fueron analizadas por su contenido de nitrógeno valiéndose del método de Kjeldahl (13), así como por su contenido de agua y energía. Las muestras fecales del último

TABLA 2

BALANCE DE NITROGENO EN PERROS ALIMENTADOS CON
DIETAS DE LEGUMINOSAS

Ejemplar (P. vulgaris)	Ingesta	Balance de nitrógeno				Retenido
		Fecal	Urinario	Absorbido	mg/kg/día	
Negro	285 ± 20.5	89 ± 8.6	120 ± 30.4	196 ± 24.0		76 ± 9.8
	465 ± 7.7	128 ± 15.7	139 ± 29.6	337 ± 14.3		198 ± 28.4
	627 ± 4.3	167 ± 15.3	250 ± 38.4	460 ± 11.5		210 ± 38.4
Rojo	287 ± 11.2	101 ± 18.2	72 ± 17.4	186 ± 14.5		114 ± 24.9
	392 ± 18.7	168 ± 6.7	81 ± 15.1	224 ± 13.1		143 ± 6.9
	597 ± 10.0	238 ± 18.2	172 ± 30.4	359 ± 11.9		187 ± 40.4
Blanco	290 ± 13.0	118 ± 9.8	86 ± 17.4	172 ± 5.2		86 ± 14.7
	479 ± 2.6	149 ± 6.2	119 ± 19.7	330 ± 7.0		211 ± 26.1
	624 ± 4.1	185 ± 21.1	149 ± 29.5	439 ± 22.9		290 ± 32.9
Caseína	314 ± 1.9	59 ± 3.9	106 ± 6.1	255 ± 5.7		149 ± 6.9
	470 ± 2.3	56 ± 9.4	109 ± 25.8	414 ± 7.8		305 ± 22.9
	599 ± 7.5	65 ± 3.9	161 ± 33.0	534 ± 10.1		373 ± 27.7
Soya (harina)	308 ± 9.2	162 ± 11.7	94 ± 8.6	146 ± 3.8		52 ± 12.4
	479 ± 2.5	198 ± 6.4	113 ± 7.4	281 ± 6.7		168 ± 12.3
	614 ± 4.9	220 ± 15.4	154 ± 9.7	394 ± 20.5		240 ± 26.2
Caupí	321 ± 1.9	118 ± 13.8	115 ± 9.3	203 ± 12.3		88 ± 21.0
	474 ± 0.6	139 ± 14.4	150 ± 2.6	335 ± 13.8		185 ± 12.8
	614 ± 1.7	172 ± 5.5	178 ± 17.6	442 ± 5.3		264 ± 13.0
Gandul	312 ± 7.5	147 ± 15.8	142 ± 18.0	165 ± 11.9		23 ± 16.8
	477 ± 1.9	173 ± 10.3	132 ± 12.2	304 ± 10.6		172 ± 20.2
	583 ± 3.1	227 ± 8.1	191 ± 7.9	356 ± 7.7		165 ± 11.4
Caseína	318 ± 0.9	51 ± 3.4	100 ± 3.9	267 ± 3.5		167 ± 6.3
	465 ± 1.0	59 ± 5.3	116 ± 7.8	406 ± 6.2		290 ± 13.6
	604 ± 1.6	60 ± 5.5	157 ± 9.5	544 ± 5.3		387 ± 14.2

balance, o sea cuando se les ofreció 4 g de proteína/kg/día, fueron utilizadas para obtener el nitrógeno soluble e insoluble en agua. Cada muestra fue suspendida, en duplicado, con 50 cc de agua, agitada por 20 minutos y luego centrifugada, analizándose el extracto y el residuo por su contenido de nitrógeno total. Lo mismo se hizo con las materias fecales del período en que los animales consumieron la dieta de caseína y la dieta libre de nitrógeno.

RESULTADOS

Los datos de balance de nitrógeno para las muestras de frijol común (*P. vulgaris*) se resumen en la parte superior de la Tabla 2 y en la parte inferior del mismo se consignan los datos de balance nitrogenado para el caupí, el gandul, la soya y su control de caseína. En ambos casos se nota que a mayor ingesta de nitrógeno de cualquiera de las leguminosas estudiadas o de caseína, corresponde una mayor retención nitrogenada, lo que era de esperar. A partir de los datos de nitrógeno ingerido y del nitrógeno absorbido se calculó la regresión al nitrógeno retenido. Las ecuaciones se resumen en la Tabla 3, las cuales indican que posiblemente el frijol blanco es superior al negro y al rojo, siendo este último el de calidad proteínica inferior. Asimismo, los datos indican que la calidad de la proteína del caupí es similar a la de la soya y que ambos son superiores en este sentido al gandul.

TABLA 3

REGRESION DE NITROGENO INGERIDO A NITROGENO
RETENIDO, Y DE NITROGENO ABSORBIDO A RETENIDO, DE LOS
ESTUDIOS DE BALANCE EFECTUADOS EN PERROS ALIMENTADOS
CON LEGUMINOSAS

Leguminosa	NR = a + b NI	r*	NR = a + b NA	r*
Frijol negro	- 82.87 + 0.52	0.90	-63.41 + 0.66	0.90
Frijol rojo	- 68.99 + 0.48	0.86	-59.98 + 0.78	0.97
Frijol blanco	-100.74 + 0.63	0.95	-71.13 + 0.84	0.96
Caseína	-106.50 + 0.83	0.92	-68.94 + 0.86	0.99
Soya	-113.65 + 0.57	0.97	-72.05 + 0.82	0.99
Caupí	-107.74 + 0.61	0.98	-74.23 + 0.77	0.99
Gandul	-111.28 + 0.51	0.95	-88.52 + 0.76	0.96
Caseína	-104.91 + 0.82	0.97	-73.55 + 0.86	0.97

* Coeficiente de correlación.

En la Tabla 4 se reseña la digestibilidad de la proteína, tanto la aparente como la verdadera. Según muestran los datos, la digestibilidad aparente mejora al aumentar la ingesta de nitrógeno en todas las muestras, incluyendo la caseína, salvo en el caso del frijol negro. La relación entre el aumento en la ingesta y la digestibilidad no es del todo clara, ya que en algunos casos aumenta, mientras que en otros disminuye.

En la Tabla 5 muestra la digestibilidad de la materia seca con respecto al nivel de alimento consumido, pudiéndose notar que esa

TABLA 4

DIGESTIBILIDAD PROTEINICA APARENTE Y VERDADERA DE
LAS LEGUMINOSAS BAJO ESTUDIO

Leguminosa	Ingesta mg N/kg/ día	Digestibilidad de la proteína, %	
		Aparente	Verdadera
Frijol negro	285	68.8 ± 4.3	80.7 ± 4.1
	465	72.5 ± 3.2	79.8 ± 3.1
	627	73.4 ± 2.3	78.8 ± 2.1
Frijol rojo	287	64.8 ± 5.6	76.6 ± 6.4
	392	57.1 ± 1.0	65.8 ± 1.4
	597	60.1 ± 2.6	65.8 ± 2.5
Frijol blanco	290	59.3 ± 1.8	71.0 ± 1.8
	479	68.9 ± 1.3	76.0 ± 1.1
	624	70.3 ± 3.5	75.8 ± 3.6
Caseína	314	81.2 ± 1.3	92.0 ± 1.9
	470	88.1 ± 2.0	95.3 ± 1.6
	599	89.1 ± 0.7	94.8 ± 0.6
Soya	308	47.4 ± 2.4	62.0 ± 2.4
	474	58.7 ± 1.3	68.1 ± 1.8
	614	64.2 ± 2.9	71.4 ± 2.8
Lupini	321	63.2 ± 4.1	77.3 ± 4.3
	474	70.7 ± 3.0	80.2 ± 3.9
	614	72.0 ± 0.9	79.3 ± 1.1
Gandul	312	52.4 ± 4.4	60.3 ± 3.7
	477	63.7 ± 2.2	73.2 ± 2.3
	583	61.1 ± 1.3	68.8 ± 2.1
Caseína	318	84.0 ± 1.1	98.1 ± 1.0
	465	87.3 ± 1.2	97.0 ± 1.0
	604	90.1 ± 0.9	97.5 ± 0.9

digestibilidad disminuye conforme la ingesta aumenta en todas las leguminosas, excepto con la soya. Esta última se comportó como la caseína, en la que la digestibilidad de la materia orgánica no fue afectada por la ingesta.

La distribución del nitrógeno en soluble en agua e insoluble

TABLA 5

DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA INGERIDA

Leguminosa	Ingesta de leguminosa, g/4 días	Digestibilidad de la materia seca, %
Frijol negro	212	86.8 ± 1.13
	406	81.7 ± 1.48
	607	78.4 ± 0.95
Frijol rojo	226	87.7 ± 2.21
	331	78.4 ± 0.84
	596	71.5 ± 4.63
Frijol blanco	175	84.3 ± 0.95
	310	82.2 ± 1.21
	444	80.6 ± 2.03
Caseína	62	87.5 ± 1.04
	98	89.3 ± 1.57
	145	89.0 ± 0.40
DLN*		84.3 ± 1.82
Soya	82	87.2 ± 0.78
	136	88.2 ± 0.96
	197	86.4 ± 0.99
Caupí	146	84.8 ± 1.14
	240	83.7 ± 1.62
	395	79.3 ± 0.17
Gandul	205	83.8 ± 1.82
	369	82.3 ± 1.35
	558	76.6 ± 0.88
Caseína	51	89.3 ± 0.54
	80	88.8 ± 0.92
	123	90.6 ± 1.03
DLN*	—	83.2 ± 1.07

* DLN = Dieta libre de nitrógeno.

TABLA 6
DISTRIBUCION DEL NITROGENO SOLUBLE E INSOLUBLE EN AGUA EN LA LEGUMINOSA
COCIDA Y EN LAS HECES DERIVADAS DEL CONSUMO DE ESA LEGUMINOSA
 (Expresada en términos de porcentaje)

Leguminosa	En frijol		En heces	
	Soluble en agua	Insoluble en agua	Soluble en agua	Insoluble en agua
frijol blanco	23.3 (21.1)	76.7 (78.9)	45.5	54.5
frijol negro	15.2 (15.6)	84.8 (84.4)	36.2	63.8
frijol rojo	17.1 (16.3)	82.8 (83.7)	33.1	66.9
aseína	3.8 (2.3)	96.2 (97.4)	52.2	47.8
oaya	57.4 (59.1)	42.6 (40.9)	43.7	56.3
apú	40.9 (33.4)	59.1 (66.6)	49.0	51.0
andul	18.2 (16.9)	81.8 (83.1)	36.1	63.9
aseína	3.8 (2.6)	96.2 (97.4)	59.5	40.5
dieta libre de nitrógeno	—	—	47.4	52.6

Las cifras entre paréntesis representan: nitrógeno soluble e insoluble en 0.1% de NaCl.

en agua, tanto en las harinas cocidas de las leguminosas como en las materias fecales, se presenta en la Tabla 6. El nitrógeno soluble en agua, según se observa, fue menor que el nitrógeno insoluble tanto en las leguminosas como en la caseína, salvo en la soya. Los resultados del análisis de heces revelan una mayor cantidad de nitrógeno insoluble que soluble, con excepción de la caseína. Es de interés notar que las heces de los animales alimentados con la dieta libre de nitrógeno, también contenían más nitrógeno insoluble en agua que soluble.

Usando esta información, así como la correspondiente al balance de nitrógeno, se calculó la digestibilidad de la fracción de nitrógeno soluble en agua y de la insoluble en agua.

Los datos de estos cálculos se resumen en la Tabla 7, notándose que, en general, la digestibilidad del nitrógeno soluble en agua fue siempre menor que la del nitrógeno insoluble, exceptuando la soya. Entre los frijoles comunes, el blanco y el negro tuvieron una fracción soluble en agua más digerible que la del frijol rojo, y el gandul se comportó como este último. La digestibilidad del nitrógeno insoluble fue alta y menos variable que la del nitrógeno soluble. Por último, en la Tabla 8 se detallan los datos concernientes a la digestibilidad de la energía, y se incluye también la ingesta de leguminosas de cada balance. Como lo revelan los datos, en todas

TABLA 7
DIGESTIBILIDAD DE LA FRACCION DE NITROGENO SOLUBLE
E INSOLUBLE EN AGUA

(Expresada en términos de porcentaje)

Leguminosa o proteína	Digestibilidad	
	Fracción de nitrógeno soluble en agua	Fracción de nitrógeno insoluble en agua
Frijol negro	36.4 ± 10.2*	79.9 ± 0.9
Frijol blanco	41.2 ± 7.9	78.7 ± 2.5
Frijol rojo	14.2 ± 5.6	64.3 ± 5.6
Caseína	—	94.5 ± 0.6
Soya	72.7 ± 2.2	52.6 ± 3.9
Caupí	66.7 ± 1.7	76.0 ± 1.5
Gandul	22.5 ± 7.3	69.5 ± 1.7
Caseína	—	96.0 ± 0.4

* Promedio ± Error Estándar.

Las leguminosas su mayor consumo redujo la digestibilidad de la energía, salvo en el caso de la harina de soya que no indujo un cambio notable, siendo más bien parecido al observado con la harina.

TABLA 8

**DIGESTIBILIDAD DE LA ENERGIA DE LAS DIFERENTES DIETAS
PREPARADAS A BASE DE LEGUMINOSAS DE GRANO**

Leguminosa	Ingesta de energía kcal/4 días	Ingesta de frijol g/4 días	Digestibilidad aparente de la energía, %
Frijol negro	3089	212	88.1 ± 0.84
	3976	406	83.3 ± 1.55
	4558	607	78.7 ± 1.20
Frijol rojo	3004	226	88.4 ± 1.94
	2907	331	80.5 ± 0.92
	4195	596	70.9 ± 5.23
Frijol blanco	3221	175	86.1 ± 0.90
	3801	310	83.5 ± 1.80
	4142	444	80.6 ± 2.10
Harina	3916	62	90.7 ± 0.72
	4015	98	91.7 ± 1.97
	4419	145	89.8 ± 0.42
Soya	2841	82	88.5 ± 0.89
	3163	136	89.3 ± 1.23
	3471	197	87.0 ± 0.70
Cajupí	2800	146	85.3 ± 1.59
	2821	240	85.4 ± 1.49
	3560	395	79.5 ± 1.19
Candul*	2797	205	85.6 ± 1.78
	3836	558	77.9 ± 1.28
Harina	3114	51	91.3 ± 0.99
	3263	80	91.4 ± 0.76
	3766	123	91.7 ± 1.05
Mante*	3301	—	84.4 ± 2.33
	3524	—	84.0 ± 1.17

* Fueron las muestras del segundo balance.

TABLA 9
REGRESION ENTRE EL NITROGENO INGERIDO Y EL
NITROGENO FECAL

Leguminosa	NF = a + bNI	r*
Frijol negro	24.62 + 0.22	0.80
Frijol rojo	16.67 + 0.44	0.92
Frijol blanco	57.25 + 0.20	0.76
Caseína	51.57 + 0.02	0.19
Soya	103.94 + 0.19	0.76
Caupí	55.95 + 0.18	0.73
Gandul	50.13 + 0.29	0.83
Caseína	41.70 + 0.03	0.40

* r = coeficiente de correlación.

DISCUSION

Los resultados de calidad proteínica obtenidos con el bala nitrogenado, confirman los hallazgos de otros estudios sobre el mismo tema, usando otros métodos de evaluación (4, 5, 10). En las muestras de *P. vulgaris* utilizadas, el frijol blanco y el negro mostraron ser superiores al frijol rojo, y de las otras tres leguminosas, el caupí y la soya fueron superiores al gandul.

La calidad proteínica de todas las leguminosas fue inferior a la caseína. Un dato que llamó la atención fue el que la calidad de la proteína de la soya utilizada no superara a la del caupí. Estos resultados no pueden explicarse a menos que la harina de soya todavía tuviera cierta actividad antitripsina, ya que es un producto comercial de alta solubilidad de nitrógeno, o sea de poco tratamiento térmico.

El examen de los resultados revela que independientemente del nivel de ingesta de nitrógeno, las cantidades de nitrógeno fecal fueron de 3 a 4 veces mayores que las de los animales que ingirieron caseína, hecho demostrativo de la característica ya bien conocida de la menor digestibilidad de las proteínas de las leguminosas en comparación con las de origen animal. Esto lo indican claramente los valores de digestibilidad proteínica, tanto aparente, como verdadera. Así mismo, la Tabla 9 presenta las regresiones del nitrógeno ingerido sobre el nitrógeno fecal. Como se podrá observar entre las muestras de frijol común el coeficiente para el frijol

El frijol rojo es dos veces mayor que el del frijol negro o blanco, lo que en otras palabras significa que para la misma ingesta de los tres frijoles, el rojo daría más nitrógeno fecal que los otros dos. La correlación entre nitrógeno ingerido y fecal fue mayor en este último que cuando los animales ingirieron los otros dos frijoles comunes.

En cuanto a las otras leguminosas, el coeficiente de regresión del gandul fue mayor, así como la correlación que para el caupí y la soya. Finalmente, es de interés comparar esos datos con los de la caseína, los que demostraron un coeficiente de regresión pequeño, por un lado, y una correlación no significativa, por el otro.

La digestibilidad de la materia seca ingerida, según se observa, tiende a disminuir conforme la ingesta de la leguminosa aumenta, es diferente a la respuesta de los animales a la dieta a base de caseína, en cuyo caso la digestibilidad de la materia seca se mantiene constante. Esto sugiere que la capacidad del aparato digestivo disminuye a causa de la mayor ingesta de materia seca que contienen las leguminosas. Este efecto no es atribuible a la proteína de origen vegetal, ya que en el caso de la soya, la digestibilidad de la materia seca se mantuvo relativamente constante con respecto a una mayor ingesta.

El descenso en la digestibilidad de la materia seca tuvo como consecuencia una menor utilización de la energía de la dieta, ya que ésta se comportó de manera similar como lo muestran los datos expuestos, exceptuando la soya y la caseína. Sin embargo, la digestibilidad de la proteína no se comporta de manera similar a la de la materia seca o de la energía ingerida. Estos resultados parecen sugerir, pues, que la menor digestibilidad de la energía y materia seca podrían ser factores de importancia en cuanto a mantener bajo el consumo de leguminosas; éstos son factores agregados a las inconveniencias propias del consumo de leguminosas, como son la provocación de acidez, y la producción de gas (flatulencia) (1, 12).

Ahora bien, la información de que se ha dado cuenta indica que la fracción del nitrógeno soluble en agua o en cloruro de sodio del frijol cocido, es menos digerible que la fracción insoluble. Sin embargo, esta última se encuentra en mayor concentración en el frijol, de manera que ello también contribuye a los bajos valores de digestibilidad proteínica notificados a través de un aumento en la excreción de nitrógeno por las heces.

Es importante mencionar que el material usado para determinar el N soluble e insoluble en agua, había sido sometido a un tratamiento térmico, lo que puede explicar lo reducido del N soluble en agua o en sal, el cual es alto en las leguminosas no cocidas (7). Asimismo, se debe admitir que por el momento no existe ninguna seguridad de que esas fracciones del frijol cocido sean las mismas que se determinan en las materias fecales, problema que, desde lue-

go, debe ser resuelto. Si bien es cierto que la fracción soluble en agua es relativamente pequeña en el *P. vulgaris*, no lo es en las otras leguminosas como el caupí y la soya. Por otro lado, la fracción insoluble es más digerible que la soluble, pero en todo caso menor que la misma fracción de nitrógeno de caseína.

Con base en los datos de que se ha dado cuenta y en los informes de varios investigadores (1, 2, 4, 7), es factible sugerir que la digestibilidad de la proteína de las leguminosas de grano está relacionada a las cuatro condiciones que se presentan en la Figura 1. Existe amplia información de que las leguminosas de grano en estado crudo tienen una digestibilidad proteínica baja (1, 14). Esta tiene relación directa con los inhibidores de la tripsina (2, 4), pero el calentamiento controlado destruye los inhibidores, dando como resultado un aumento de la digestibilidad, el cual depende del control de la temperatura, presión y tiempo de cocción (9, 15). El incremento en digestibilidad de la proteína probablemente es el resultado de la destrucción de la estructura terciaria de ciertas proteínas que ofrecen resistencia a la hidrólisis enzimática. Sin embargo, esto puede ser un factor común en muchas proteínas de origen vegetal; asimismo, un rompimiento de la pared celular puede traducirse en un aumento en digestibilidad. Como un último comentario, otro aumento en digestibilidad de mayor o menor magnitud puede obtenerse reduciendo, controlando o destruyendo el efecto de sustancias que reaccionen con la proteína, como son los compuestos fenólicos y otros (11, 16, 17). No cabe ninguna duda acerca de la necesidad de obtener más evidencia para cada uno de los factores señalados, en particular para los dos últimos. El modelo (Figura 1), sólo se presenta con miras a lograr evidencia en favor o en contra de la hipótesis propuesta.

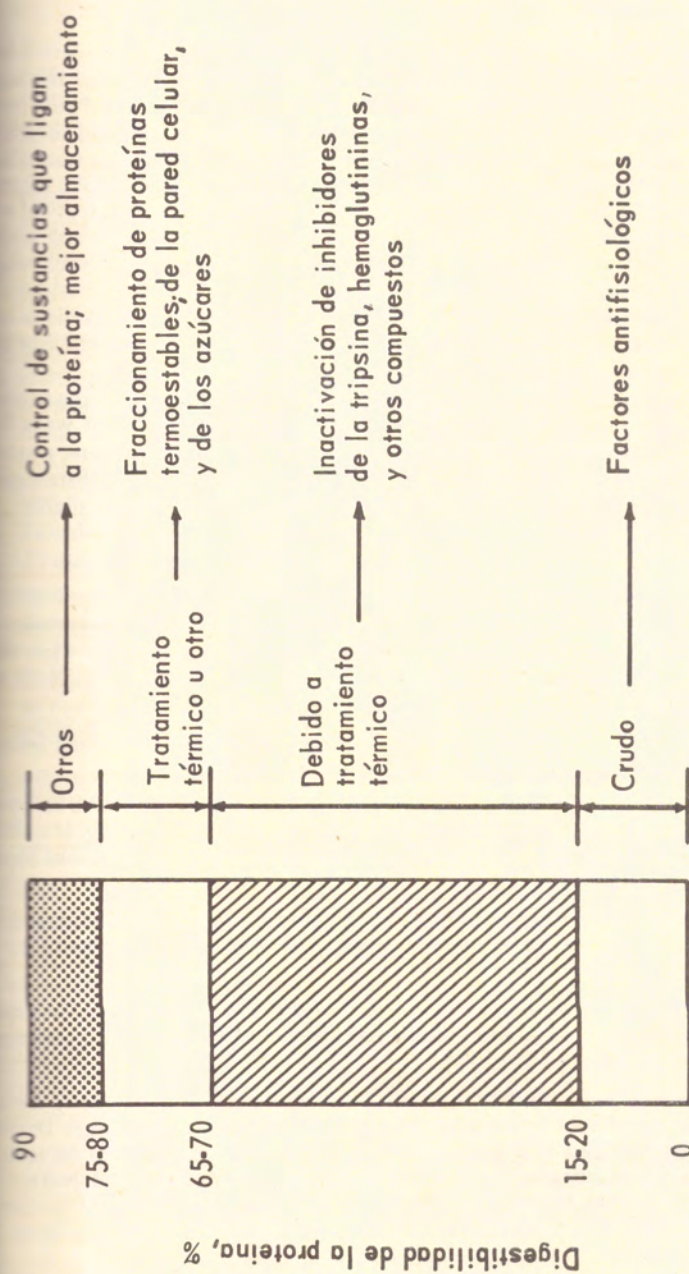
SUMMARY

Protein digestibility of some legume foods

The present research was carried out to obtain additional information and a better understanding of the well-known low digestibility of the protein of legume foods.

Studies were performed with three cultivars of *Phaseolus vulgaris* black, white, and red testa color, and with one variety each of cowpea (*Vigna sinensis*), pigeon pea (*Cajanus cajan*), and of a soybean flour obtained by solvent extraction and low temperatures. Casein was used as reference protein. The feeding trials were carried out with young growing dogs, fed diets containing the cooked legume grains as the sole source of protein. Utilization of the protein was measured by nitrogen balance, total apparent and true protein digestibility; digestibilities of the soluble and insoluble nitrogen fractions of the cooked beans, and digestibility of the dry matter and of the calories ingested.

The data obtained suggest that white beans are superior in quality than



Incap 76-653

Figura 1.

Factores que posiblemente influyen en la digestibilidad de la proteína de las

black and red beans, the order of quality for the three other legumes being soybean, cowpea and pigeon peas. Total protein digestibility of the legume grains was significantly lower than that of casein, and increased with respect to intake with the exception of the red bean. The digestibility of the dry matter and of the energy decreased as intake increased, with the exception of soybean and casein. Regression analyses showed that as bean intake increased there was a significant increase in fecal nitrogen. The coefficients of regression were higher for *Phaseolus* than for cowpea, pigeon peas and soybean, and among the bean samples it was higher for the red bean. No such relationship was evident for casein.

The digestibility of the soluble and insoluble nitrogen fractions of the cooked legume grain was low, but of the two fractions, the digestibility of the soluble fraction was significantly lower.

Based on the information presented and on data found in the literature, it is suggested that four factors possibly contribute in different ways to the low digestibility of legume protein. These are: trypsin inhibitors, processing conditions, the structure of the protein, and perhaps, certain substances such as phenols, which react with the protein making it partially unavailable.

BIBLIOGRAFIA

1. Liener, I. Antitryptic and other antinutritional factors in legumes. En: *Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding*. Max Milner (Ed.). New York, Protein Advisory Group of the United Nations System, 1973, p. 239-258.
2. Jaffé, W.G. and C.L. Vega Lette. Heat-labile growth-inhibiting factors in beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutrition*, 94: 203-210, 1968.
3. Bressani, R. Legumes in human diets and how they might be improved. En: *Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding*. Max Milner (Ed.). New York, Protein Advisory Group of the United Nations System, 1973, p. 15-42.
4. Jaffé, W.G. El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana. *Arch. Venezol. Nutr.* 1: 107-126, 1950.
5. Esselbaugh, N.C., H.C. Murray, L.W. Hardie & M.N. Hard. The replacement value of the Alaska field pea (*Pisum sativum*) for human subjects. *J. Nutrition*, 46: 109-122, 1952.
6. Rosales Arzú, A.M. (Nutricionista en el grado de Licenciado). Estudio sobre la Calidad Proteínica del Frijol y la de Tres Fracciones Derivadas por Solubilidad Diferencial en Niños Preescolares. Trabajo de tesis, Escuela de Nutrición del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencia de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia/Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala, C.A., noviembre de 1972.
7. Seidl, D., M. Jaffé & W.G. Jaffé. Digestibility and proteinase inhibitory action of a kidney bean globulin. *J. Agr. Food Chem.*, 17: 1318-1321, 1969.

8. Viteri, F. & R. Bressani. The quality of new sources of protein and their suitability for weanlings and young children. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, **46**: 827-843, 1972.
9. Jaffé, W.G. y M.E. Flores. La cocción de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **25**: 79-90, 1975.
10. Elías, L.G., M. Hernández & R. Bressani. The nutritive value of precooked legume flours preprocessed by different methods. Manuscrito en preparación.
11. Kadirvel, R. & D.R. Clandinin. The effect of faba beans (*Vicia faba*) on the performance of turkey poults and broiler chicks from 0-4 weeks of age. *Poultry Sci.*, **53**: 1810, 1976.
12. Manner, J.H., W.G. Pond, J.K. Loosli & R.S. Lowrey. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and rate of passage of food residues in baby pigs. *J. Animal Sci.*, **21**: 49-52, 1962.
13. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 10th ed. Washington, D.C., The Association, 1965.
14. Kakade, M.L. & R.J. Evans. Growth inhibition of rats fed raw navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutrition*, **90**: 191-198, 1966.
15. Molina, M.R., G. de la Fuente & R. Bressani. Interrelationships between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.*, **40**: 587-591, 1975.
16. McLead, M.N. Plant tannins — their role in forage quality. *Nutr. Abstr. Revs.*, **44**: 803, 1974.
17. Loomis, W.D. & J. Battaile. Plant phenolic compounds and the isolation of plant enzymes. *Phytochem.*, **5**: 423-438, 1966.

CONTENIDO DE SELENIO EN SANGRE DE BOVINOS DE VENEZUELA

I. Zona Central y Portuguesa

*E. R. Otaiza V.,
H. Valeri S. y
V. Cumare*

Cátedra de Bioquímica
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad Central de Venezuela.
Maracay 2 KO — Apdo. Correos No. 4563
Venezuela

RESUMEN

Se determinaron los niveles sanguíneos de selenio en 776 bovinos todos hembras de diferentes edades, localizados en 28 fincas de la zona central del país (Estados Aragua, Carabobo y Guárico) y del Estado Portuguesa.

Los niveles promedios de selenio detectados varían ampliamente en relación tanto a la distribución geográfica, como a la raza de los animales. Los bovinos del Estado Guárico presentaron el promedio más bajo (0,21 ppm) y los del Estado Portuguesa, el más alto (0,67 ppm). En un lote de animales mestizo cebú de este último Estado, localizados en el Distrito Turén, se detectó el valor promedio de selenio en sangre más elevado: 1,64 ppm, con valores extremos de 1,02 y 3,24 ppm. Se sugiere que esta elevada concentración sanguínea de selenio en animales bajo regímenes de pastoreo libre, puede indicar altas concentraciones del elemento en el suelo o que la disponibilidad del mismo en el forraje es alta. Se concluye, que los animales citados se encuentran en una zona selenífera (Turén), lo cual confirma trabajos de Jaffé et al., realizados en semillas de ajonjolí (*Sesamun indicum*) procedentes de esa zona y en sangre y orina de escolares de Villa Bruzual, Portuguesa.

Los resultados obtenidos difieren significativamente de la gran mayoría de los valores sanguíneos de selenio obtenidos en países de clima templado (Europa y América del Norte), de animales manejados y explotados en condi-

ciones muy diferentes a las nuestras. Se discute el papel de estos factores en las diferencias observadas.

Los valores aquí reportados son los primeros publicados en Venezuela para grandes animales de importancia económica.

INTRODUCCION

Es ampliamente conocida la importancia del selenio, no solamente como microelemento esencial, desde que Schwarz y Foltz (1) demostraron en 1957 su efectividad en la prevención de la necrosis hepática en ratas, así como sus estrechas relaciones funcionales con la vitamina E (2-5), en la prevención de deficiencias de selenio en pollos y ratas (6), sino también como elemento tóxico en nutrición animal (7), causante de la "enfermedad del álcali" (8) en bovinos y ovinos de ciertas zonas de Estados Unidos, provocada por la ingestión de plantas forrajeras de la región con alto contenido de selenio (intoxicaciones aguda y subaguda).

En Venezuela, Jaffé et al. han realizado un trabajo pionero en este tópico: extensos análisis de selenio en semillas (especialmente de ajonjolí) procedentes de varios países (9), al estudiar el valor nutricional de las mismas y su posible aplicación en alimentación humana (10), en alimentos venezolanos (11) y en muestras de orina (12) y sangre (13) de niños escolares de una zona selenífera. Algunos lotes de tortas de ajonjolí examinados por Jaffé et al. eran tóxicos para ratas de experimentación (10), debido a la elevada concentración de selenio en las tortas; se logró ubicar la zona de procedencia del material en el Estado Portuguesa (Turén - Villa Bruzual) (11), importante centro agrícola del país.

Ortíz y Carrasquero (14) analizaron 51 muestras de plantas mayormente silvestres, procedentes de los Estados Lara y Portuguesa, para determinar su contenido de selenio: 28% de ellas presentó una concentración superior a 10 ppm., lo cual las hace potencialmente tóxicas (7) y un 39% acusó un contenido de selenio entre 5 y 10 ppm.

Estos resultados han motivado a iniciar una investigación para determinar los niveles sanguíneos de selenio en bovinos (información de la cual se carece en Venezuela) y su posible influencia sobre las constantes hematológicas, algunas enzimas séricas, electrolitos y las fracciones proteicas del suero, en otras palabras, en el estado de salud del animal, ya que se conocen algunos síntomas de toxicidad por selenio en animales (8, 15). La población bovina es de fundamental significado económico para el país, por ser la pro-

Para revisión del selenio como elemento tóxico, consultar la Referencia (7).

mera fuente de proteínas animales para consumo humano.

La presente investigación tiene por objeto, en una primera etapa, la búsqueda de los niveles sanguíneos de selenio en varias razas de bovinos de algunos Estados ganaderos del país y poder detectar así posibles zonas seleníferas o zonas de carencia del metal, como consecuencia de lo anterior.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de sangre fueron extraídas de bovinos localizados en fincas seleccionadas por distribución estadística, distantes entre sí unos 40 km en promedio, por cada Distrito.

Se escogieron 28 fincas de los Estados Aragua, Carabobo y Guárico (Zona Central del País) y de Portuguesa, con un total de 776 animales, distribuidos de la siguiente manera:

- Aragua:** Distrito Girardot, área universitaria, 29 animales Mestizo Pardo Suizo, de 4 a 6 años de edad. Hembras.
- Carabobo:** Distritos Guaraca, Valencia, Puerto Cabello y Carlos Arvelo; 276 animales: 91 Holstein Puro (20 de ellos novillas de 16 – 20 meses de edad) y 185 Mestizo Pardo Suizo. Todos hembras.
- Guárico:** Distritos Miranda, Mellado, Roscio, Ribas, Zaraza e Infante; 357 animales: Cebú Puro (40), Mestizo Holstein (40), Mestizo Pardo Suizo (98) y Mestizo Cebú (179). Todos hembras.
- Portuguesa:** Distritos Esteller, Ospino y Turén; 114 animales: Cebú Puro (30), Mestizo Cebú (54) y Mestizo Pardo Suizo (30). Edad: 4 a 6 años. Hembras.

A menos que se indique lo contrario, la edad de los animales osciló entre 3 y 7 años. El muestreo se realizó entre octubre de 1971 y abril de 1972 (Estados Aragua, Carabobo y Portuguesa) y entre septiembre de 1973 y marzo de 1974 (Estado Guárico).

Los animales estaban clínicamente sanos en el momento de la extracción de sangre, libres de enfermedades en los últimos seis meses previos al muestreo y vacunados reglamentariamente: aftosa bivalente ("A" y "O"), brucelosis, tuberculosis y vacuna triple (septicemia hemorrágica, edema maligno y carbón sintomático). Su alimentación fue predominantemente a pastoreo en potreros, complementada con minerales, sal, harina de huesos y agua ad libitum (animales de carne) y alimentos concentrados (animales de leche) a razón de 1 kg. de concentrado por cada litro de leche producido, aproximadamente.

A todos los animales se les hizo una sola extracción de sangre

por punción yugular. La muestra se recogió sobre heparina sódica (Lilly).

El selenio se determinó por el método Fluorométrico de Cummings et al. (16), con 2, 3 - diaminonaftaleno, modificado por Mondragón y Jaffé (12, 17). Se ha elegido este método entre los varios posibles (18-21) por su versatilidad, exactitud, reproducibilidad y rapidez. Se empleó inicialmente el fluorómetro Coleman, Modelo 14 y luego, constantemente, el Turner, Modelo 110.

Los resultados obtenidos se agruparon para determinar promedios y desviaciones standard; las diferencias se establecieron mediante la prueba de t. Se realizó análisis de la variancia por razas y por Estado.

RESULTADOS

En la **Tabla No. 1** se presentan los valores promedio de selenio y su desviación standard encontrados en cada uno de los Estados investigados. Se observa, que la mayor concentración promedio corresponde al Estado Portuguesa y la menor, al Estado Guárico; la relación de sus promedios es de uno a tres. El análisis de la variancia y la comparación de medias por la prueba de t, permiten determinar las diferencias significativas por Estados. Se concluyó que las diferencias no son significativas, solamente al comparar las medias de los Estados Aragua y Carabobo (0,783). Las restantes comparaciones resultan ser significativas; en los casos Portuguesa-Guárico y Carabobo-Guárico son, inclusive, altamente significativas ($P < 0,01$). El promedio general resultó ser 0,41 ppm.

Para precisar más el posible origen de la variancia, se han agrupado en la **Tabla No. 2** los valores promedio de selenio por razas de bovinos, en los cuatro Estados investigados. Se observa, que el valor más elevado corresponde a la raza Holstein Puro (HP) y el más bajo al tipo Mestizo Holstein (MH). El análisis de la variancia

TABLA 1

CONCENTRACIONES PROMEDIO DE SELENIO (ppm) Y NUMERO DE MUESTRAS (n) EN LOS ESTADOS INDICADOS

Estado	n	Se (ppm)
Aragua	29	0,496 ± 0,095
Carabobo	276	0,540 ± 0,086
Portuguesa	114	0,673 ± 0,050
Guárico	357	0,213 ± 0,022

Promedio general = 0,407 ± 0,34

razas y la comparación de medias por la prueba de t ($P < 0,01$) indican, que las diferencias son significativas en todos los casos, con excepción de las comparaciones Mestizo Cebú (MC) con Mestizo Pardo Suizo (MPS) y Cebú Puro (CP) con Mestizo Holstein (MH). Llama la atención en esta Tabla el valor anormal de la desviación standard; sin embargo, es explicable debido a un lote de animales que resultó con valores de selenio muy altos (ver también Discusión).

TABLA 2

VALORES PROMEDIO DE SELENIO (ppm) EN SANGRE, AGRUPADOS POR RAZAS EN LOS CUATRO ESTADOS EXAMINADOS Y NUMERO DE MUESTRAS (n)

Raza	n	Se (ppm)
Holstein Puro	91	$0,683 \pm 0,19$
Cebú Puro	70	$0,221 \pm 0,14$
Mestizo Cebú	40	$0,163 \pm 0,03$
Mestizo Pardo Suizo	341	$0,393 \pm 0,18$
Mestizo Cebú	234	$0,420 \pm 0,52$

En la Tabla No. 3 se han agrupado los valores promedio de selenio encontrados en cada raza estudiada, procedentes de los cuatro Estados investigados. Esta disposición de los resultados obtenidos, sugiere la conveniencia de realizar un análisis de la variancia más detallado: 1. por razas dentro de un mismo Estado y 2. para cada raza en todos los Estados seleccionados.

El resultado del análisis de la variancia por razas en el Estado Zulia y las pruebas de t , arrojan diferencias significativas solamente en la comparación de las siguientes parejas de razas: Mestizo Cebú (MC) – Mestizo Holstein (MH) y Mestizo Pardo Suizo (MPS) – Mestizo Holstein (MH) ($P < 0,01$). Las demás comparaciones no son significativas.

En el caso del Estado Carabobo se ha desglosado la raza Holstein Puro en dos lotes, de acuerdo a la edad de los animales: uno con novillas de 16- 20 meses (HP_{nov}) y otro con adultas (HP_{ad}) de 4 a 6 años; se han comparado también ellas entre sí. Las diferencias son significativas en los tres casos estudiados.

En el Estado Portuguesa las diferencias no son significativas (56) al comparar las razas Mestizo Pardo Suizo (MPS) y Cebú Puro (CP) y significativas en los demás casos ($P < 0,01$). Se ha es-

TABLA 3

VALORES PROMEDIO DE SELENIO (ppm) EN SANGRE POR CADA RAZA ESTUDIADA, EN LOS CUATRO ESTADOS INVESTIGADOS

Estado	Raza	Holstein Puro (Novillas)	Holstein Puro (Adultas)	Mestizo Cebú	Cebú Puro	Mestizo Pardo Suizo	Mestizo Holstein
Aragua		—	—	—	—	$0,496 \pm 0,09$	—
Carabobo		$0,84 \pm 0,21$	$0,64 \pm 0,15$	—	—	$0,47 \pm 0,15$	—
Portuguesa		—	—	$1,08 \pm 0,73^*$	$0,26 \pm 0,14$	$0,33 \pm 0,12$	—
Guárico		—	—	$0,22 \pm 0,13$	$0,20 \pm 0,08$	$0,24 \pm 0,13$	$0,16 \pm 0,03$

* Promedio de dos lotes de animales procedentes de dos zonas diferentes de Portuguesa; un lote resultó con un promedio de selenio de 1,64 ppm y el otro con un promedio de 0,42 ppm de selenio.

mediado también la variancia entre dos lotes de animales del mismo tipo (Mestizo Cebú) procedentes de dos fincas diferentes y que arrojaron promedios de selenio muy divergentes: 1,64 y 0,42 ppm; la diferencia es muy significativa. En el primer lote resultaron valores extremos de 3,24 y 1,02 ppm. Igualmente significativa es la diferencia resultante de la comparación de los animales del tipo en cuestión (Mestizo Cebú) entre los Estado Portuguesa y Guárico.

Para el tipo Mestizo Pardo Suizo el análisis de la variancia y la comparación de las medias por la prueba de t, indican que la diferencia es no significativa únicamente en el caso Aragua- Carabobo ($r = 0,92$ para $P < 0,01$).

El estudio de la variancia de la raza Cebú Puro entre los Estados Guárico y Portuguesa no es significativa.

DISCUSION

Considerados en una forma global, se observa que los niveles promedios de selenio en sangre, encontrados en los bovinos examinados, varían no solamente en relación a la distribución geográfica (Tabla No. 1), sino también en cuanto a la raza de los animales (Tabla Nos. 2 y 3).

Sin embargo, el análisis más cuidadoso de los resultados indica el efecto de otros factores. En este aspecto, especial atención merecen los animales del tipo Mestizo Cebú localizados en los Estados Guárico y Portuguesa, los que arrojaron, respectivamente, concentraciones promedio de 0,21 y 1,08 ppm (Tabla No. 3); la prueba de t indica diferencias muy significativas entre ambos Estados.

La diferencia es aún significativa entre dos lotes diferentes de animales Mestizo Cebú procedentes de dos zonas diferentes del Estado Portuguesa, que resultaron, en promedio, con 1,64 y 0,42 ppm. (Ver pie de leyenda, Tabla No. 3); la concentración de selenio de ese primer lote es la más alta obtenida hasta ahora, con valores extremos de 3,24 y 1,02 ppm. La alimentación de los bovinos de estos dos lotes, era esencialmente a pastoreo libre y eran manejados y explotados en las mismas condiciones.

Lo anterior lleva a concluir, que en el caso de los dos lotes de ganado Mestizo Cebú del Estado Portuguesa, la diferencia no es debida a sexo o edad y más que a raza, se debe a la probable ingestión de pastos con elevado contenido de selenio (puesto que se trata de animales del mismo sexo y raza y aproximadamente de la misma edad promedio).

El nivel promedio de selenio encontrado (1,64 ppm) y la exclusión de otros factores, indican que los animales se encuentran en una zona selenífera: Distrito Turén del Estado Portuguesa. Los animales del otro lote estaban ubicados en el Distrito Esteller.

Esto viene a confirmar los trabajos de Jaffé et al. realizados en semillas de oleaginosas (11), y en orina (12) y sangre (13) de niños escolares de Villa Bruzual, con la conclusión de que Turén es una zona selenífera.

Hay que hacer notar también que los animales lecheros Holstein Puro, del Estado Carabobo, presentaron el más alto nivel sanguíneo de selenio (novillas con 0,84 ppm y adultas con 0,63 ppm) después de los del Estado Portuguesa; estos animales se alimentaron también con concentrados (Ver Materiales y Métodos; los animales jóvenes consumieron menos suplemento), en cuya preparación se emplea, entre otros componentes, torta de ajonjolí, con la gran probabilidad de provenir de la zona selenífera de Portuguesa (11), principal zona de cultivo del ajonjolí en Venezuela. El contenido de selenio de este tipo de tortas, analizadas por Jaffé et al. (11), siempre resultó muy elevado. Las zonas de cultivo de ajonjolí en Portuguesa son las mismas. Se podría pensar en la eliminación de selenio a través de la leche, lo que conduciría a un descenso del nivel sanguíneo del mismo. Esta suposición es avalada por el resultado obtenido en las hembras arriba citadas: mayor concentración sanguínea de selenio en las novillas Holstein Puro que aún no producen leche y menor (en un 25%) en las adultas, que se encuentran en plena producción lechera. Basados solamente en el menor consumo de concentrado por los animales jóvenes, se debiera esperar un nivel sanguíneo de selenio menor que en los adultos; precisamente lo contrario se ha obtenido. Lamentablemente, no se realizaron determinaciones de selenio en la leche de esos animales.

A pesar de que los niveles sanguíneos de selenio son relativamente altos, no se observó ninguna alteración aparente de las constantes hematológicas, química sanguínea, enzimas y proteínas séricas de los animales estudiados (22, 24), ni síntomas de toxicidad. Para ilustrar esta significativa observación, se han agrupado en la **Tabla No. 4** algunos parámetros sanguíneos de varias razas de bovinos, localizados en varios Estados del país, en relación al nivel sanguíneo de selenio. Esos valores promedios se encuentran dentro de los rangos obtenidos en bovinos en Venezuela, por este grupo de trabajo (22- 26). Además, los animales estaban clínicamente sanos para el momento de la toma de la muestra. Jaffé et al. (13) han llegado a conclusiones semejantes al examinar a 111 niños escolares en Villa Bruzual, Turén. Indican los autores, que los niveles de selenio encontrados en la sangre (0,81 ppm) no constituyen un peligro serio y hacen incapié en que pueden existir otros síntomas clínicos y bioquímicos no estudiados en su oportunidad y que podrían indicar trastornos no detectados por la metodología empleada. En nuestro caso, la posibilidad anotada por Jaffé (13) es igualmente válida, más aún cuando en Venezuela apenas se conocen los

TABLA 4

VALORES COMPARATIVOS DE ALGUNOS PARAMETROS
SANGUINEOS DE VARIAS RAZAS DE BOVINOS EN FINCAS DE LOS
ESTADOS CARABOBO, GUARICO, LARA Y PORTUGUESA, EN
FUNCION DEL NIVEL DE SELENIO EN SANGRE

Estado Raza	Carabobo		Guárico	Lara	Portuguesa
	HP	MPS	MPS	MPS	MC
Selenio (ppm)	0,84	0,47	0,23	0,33	1,64
Hemoglobina (g/100 ml)	12,3	10,5	11,8	10,53	12,7
Hematíes (millones/mm ³)	6,68	6,36	6,90	6,81	7,3
Hematocrito (%)	37,0	33,0	41,0	33,03	42,0
SGOT (U.F./ml)	56,0	56,5	86,0	50,38	60,8
SGPT (U.F./ml)	14,0	18,0	17,0	16,41	19,0
Fosfatasa alcalina (UBL/ml)	1,90	1,82	2,90	2,55	2,89
Urea (mg/100 ml)	16,0	17,0	19,0	13,4	7,8
Creatinina (mg/100 ml)	1,51	1,60	2,10	1,9	2,20

MC: Mestizo Cebú

MPS: Mestizo Pardo Suizo

HP: Holstein Puro

valores "normales" de química sanguínea, hematología, enzimas y proteínas séricas, etc., para grandes animales de explotación económica y sometidos a nuestras condiciones reales de manejo y explotación (22- 25).

Malformaciones y excesivo crecimiento logitudinal en cascos de bovinos, fueron observados por los autores (26) en varios ejemplares de un lote de animales de ceba en una finca cercana a Tocuyito, Estado Carabobo. Sin embargo, su nivel sanguíneo de selenio relativamente bajo (no reportado en este trabajo), no permitió extraer conclusiones acerca de una posible relación entre nivel sanguíneo del selenio y las deformaciones de los cascos. Tampoco se pudo conocer la procedencia exacta de los animales. Cascos deformados forman parte del síndrome de la "enfermedad del álcali" (8).

No existe bibliografía venezolana acerca del selenio en sangre de bovinos. La literatura consultada (27- 33) indica valores sanguíneos de selenio inferiores a 0,1 ppm, en bovinos ubicados en zonas de clima templado: vacas en Suecia con 0,046 ppm (27) y 0,030 ppm (28) en promedio; terneros en Canadá (29), de 0,031 a 0,069

ppm; terneros con 0,031 ppm (30) y novillos (31) entre 0,032 y 0,059 ppm en Inglaterra; animales en Escocia (32) con selenio entre 0,051 – 0,113 ppm y en Estados Unidos (33) con 0,064 ppm. Los bovinos lecheros localizados en el Estado Guárico, arrojaron un valor promedio de 0,21 ppm (el más bajo conseguido, ver *Tabla No. 1*), que es dos veces superior al límite máximo de la referencia (32) y aproximadamente cuatro veces mayor al promedio de todos los valores de la literatura arriba citados.

Es conveniente enfatizar en las condiciones climáticas, de manejo y explotación de esos animales, completamente diferentes a las nuestras, a lo cual se pueden atribuir las amplias diferencias encontradas. El promedio global de selenio en los 776 animales aquí reportados, resultó ser de 0,41 ppm, lo cual cuadruplica al límite máximo arriba anotado. Excepcional en este aspecto es el valor de 0,4 ppm obtenido por Bisbjerg et al. (34) en vacas sanas de Dinamarca, determinado por activación neutrónica y que resulta idéntico al promedio global aquí reportado. Sin embargo, el promedio indicado por Bisbjerg (34) se refiere a base seca; en base húmeda es de 0,08 ppm.

El régimen alimenticio del animal es esencial. Es conocido el hecho de que el contenido de selenio en sangre y otros tejidos de rumiantes (29, 33, 35 – 38), varía de acuerdo a los cambios en la ingestión del elemento. No es aventurado suponer en nuestro caso, que altas concentraciones de selenio en sangre de animales bajo régimen de pastoreo libre, sugieran igualmente, altas concentraciones de selenio en suelo o que la disponibilidad del mismo en el forraje es alta. Esto permite afirmar, que los animales de Turén se encuentran en una zona selenífera.

Es muy deseable obtener información simultánea de las concentraciones de selenio en el sistema animal-planta-suelo, cuyas relaciones son muy estrechas, tal como se ha demostrado en Nueva Zelandia (39). Hasta el presente no se han podido realizar estudios sistemáticos del suelo; sin embargo, algunas muestras vegetales tomadas de la zona de Turén (26) (donde los animales presentaron una concentración sanguínea de selenio de 1,64 ppm), han arrojado valores de selenio de 3 ppm (base seca).

Sería también conveniente realizar el muestreo sistemático de un mismo lote de animales, durante un ciclo climático completo, en zonas que hayan arrojado elevadas concentraciones de selenio. Esto se hará en otra etapa del programa.

SUMMARY

Selenium Blood Levels in Cattle from Venezuela.

I. Central Zone and Portuguesa State.

Whole blood concentrations of selenium were determined in 776 dairy

ewes and calves from 28 farms located in three States (Aragua, Carabobo and Guárico) of the central zone of Venezuela and in Portuguesa State.

Selenium levels largely varied according to both the geographic distribution and animals breed. Cattle from Guárico State showed the lowest average concentration (0.21 ppm) and those from Portuguesa the highest one (0.67 ppm). A group of animals from Turén (a District of Portuguesa State) showed the highest average concentration (1.64 ppm, range 1.02 to 3.24 ppm). Concentrations of this magnitude in animals under grazing conditions could be related to high levels of selenium either in the soil or in the pasture. It is concluded that such animals are localized in a seleniferous zone (Turén).

It must be noted that Jaffé et al. (op. cit.) found high levels of selenium in sesame seeds (*Sesamum indicum*) from this area and in blood and urine samples of children from Villa Bruzual, a little town of Turén.

The results of this work significantly differ from those obtained in other countries (of Europe and North América), where animals are managed under conditions very different from those of the tropical areas like Venezuela. The role this factor is discussed.

This is the first report on blood levels of selenium in large animals of economical importance in Venezuela.

BIBLIOGRAFIA

1. Schwarz, K., y C.M. Foltz. Selenium as an integral part of factor-3 against dietary necrotic liver degeneration. *J. Amer. Chem. Soc.* 79, 3292 (1957).
2. Muth, O.H., J.E. Oldfield, L.F. Remmert and J.R. Schubert. Effects of selenium and vitamin E on white muscle disease. *Science*, 128, 900 (1958).
3. Proctor, J.F., D.E. Hogue y R.G. Warner. Selenium, vitamin E and linseed oil meal as preventatives of muscular dystrophy in lambs. *J. Animal Sci.* 17, 1183 (1958).
4. Hogue, D.E., J.F. Proctor, R.G. Warner y J.K. Loosli. Relations of selenium, vitamin E and an unidentified factor to muscular dystrophy (stiff lamb or white muscle disease) in the lamb. *J. Animal Sci.* 21, 25 (1962).
5. Ewan, R.C., C.A. Baumann y A.L. Pope. Effects selenium and vitamin E on nutritional muscular dystrophy in lambs. *J. Animal Sci.* 27, 751 (1968).
6. Mathias, M.M., W.H. Allaway, D.E. Hogue, M.V. Marion y R.W. Gardner. Value of selenium in alfalfa for the prevention of selenium deficiencies in chicks and rats. *J. Nutrition* 86, 213 (1965).
7. Olson, O.E., Selenium as a toxic factor in animal nutrition. *Proc. Georgia Nutrition Conf.* p. 68 (1969).
8. Rosenfeld, Irene y O.A. Beath. *Selenium: Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition*. Academic Press, New York y Londres (1964).
9. Jaffé, W.G., J.F. Chávez y M.C. de Mondragón. Contenido de selenio en muestras de semilla de ajonjolí (*sesamum indicum*) procedentes de varios países. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 19, 299 (1969).
10. Jaffé, W.G., J.F. Chávez y B. de Koifman. Estudios preliminares sobre la

- toxicidad de muestras de ajonjolí con alto contenido de selenio. *Arch. Venez. Nutr.* 14, 7 (1964).
11. Jaffé, W.G., J.F. Chávez y M.C. de Mondragón. Contenido de selenio en alimentos venezolanos. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 17, 59 (1967).
 12. Mondragón, M.C. de y W.G. Jaffé. Selenio en alimentos y en orina de escolares de diferentes zonas de Venezuela. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 21, 185 (1971).
 13. Jaffé, W.G., M. Ruphael D., M.C. de Mondragón y M.A. Cuevas. Estudio clínico y bioquímico en niños escolares de una zona selenífera. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 22, 595 (1972).
 14. Ortiz P., D.S. y A. Carrasquero R. Investigación sobre posibles zonas seleníferas en Venezuela. *Agron. Tropical.* 18, 369 (1968).
 15. Jaffé, W.G., M.C. de Mondragón, M. Layrisse y A. Ojeda. Síntomas de toxicidad de selenio orgánico en ratas. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 22, 467 (1972).
 16. Cummings, L.M., J.L. Martin y D. Magg. An improved method for the determination of selenium in biological material. *Anal. Chem.* 37, 430 (1965).
 17. Comunicación privada de los autores Mondragón, M.C. y W.G. Jaffé.
 18. Dye, W.B., E. Bretthauer, H.J. Seim y C. Blincoe. Fluorometric determination of selenium in plants and animals with 3,3'-diaminobenzidine. *Anal. Chem.* 35, 1687 (1963).
 19. Cheng, K.L. Determination of traces of selenium-3,3'-diaminobenzidine as selenium (IV) organic reagent. *Anal. Chem.* 28, 1738 (1956).
 20. Gutenmann, W.H. y D.J. Lisk. Determination of selenium in Oats by oxygen flask combustion. *Agric. Food. Chem.* 9, 488 (1961).
 21. Ewan, R.C., C.A. Bowmann y A.L. Pope. Determination of selenium in biological material. *Agr. Food Chem.* 16, 212 (1968).
 22. Rosa, S. di M. de. Valores hematológicos y de la química sanguínea en bovinos de los Estados Carabobo y Guárico. Trabajo de Ascenso - Cátedra de Bioquímica, Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay, Venezuela (1976).
 23. Otaiza V., E. Valeri, H., Cumare, V. En preparación.
 24. Valeri, H., E. Otaiza V., V. Cumare, C. Velo, S. Rosa, P. Magnífico, S. Glatstein, P. Colvee y E.B. Mejía. Influencia del selenio en los valores hematológicos, química sanguínea y enzimáticos en bovinos lecheros de Venezuela. *Acta Cientif. Venez.* 23, 25 (1972) - Supl. No. 1.
 25. Línea de trabajo de los autores.
 26. Datos no publicados de los autores.
 27. Jönsson, G., P. Lindberg, G. Nordström y B. Pehrson. Selenium content in whole blood and musculature in conjunction with parturient paresis and the downer syndrome in cows. *Acta Vet. scand.* 10, 104 (1969).
 28. Jacobsson, S.O., S. Lidman y P. Lindberg. Blood selenium in a beef herd.

- affected with muscular degeneration. *Acta Vet. scand.* 11, 324 (1970).
 - Jenkins, K.J., M. Hidiroglou, J.M. Wauthy y J.E. Proulx. Prevention of nutritional muscular dystrophy in calves and lambs by selenium and vitamin E additions to the maternal mineral supplement. *Can. J. Anim. Sci.* 54, 49 (1974).
 - Boyd, J.W. Blood Selenium and propionic acid. *Vet. Rec.* 96, 458 (1975).
 - Allen, W.M., W.H. Parr, P.H. Anderson, S. Berret, R. Bradley y D.S.P. Patterson. Selenium and the activity of glutathion peroxidase in bovine erythrocytes. *Vet. Rec.* 96, 360 (1975).
 - Trinder, N., R.J. Hall y C.P. Renton. The relation between the intake of selenium and vitamin E on the incidence of retained placentae in dairy cows. *Vet. Rec.* 93, 641 (1973).
 - Perry, T.W., W.M. Beeson, W.H. Smith y M.T. Mohler. Effect of supplemental selenium on performance and deposit of selenium in blood and hair of finishing beef cattle. *J. Animal Sci.* 42, 192 (1976).
 - Bisbjerg, B., P. Jochumsen y N.O. Rasbæch. Selenium content in organs, milk and fodder of the cow. *Nord. Vetinærmed.* 22, 532 (1970).
 - Cousins, F.B. y I.M. Cairney. Some aspects of selenium metabolism in sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 12, 927 (1961).
 - Kuchel, R.E. y R.A. Buckley. The provision of selenium to sheep by means of heavy pellets. *Aust. J. Agric. Res.* 20, 1099 (1969).
 - Lindberg, P. y S.O. Jacobsson. Relationship between selenium content of forage, blood and organs of sheep, and lamb mortality rate. *Acta Vet. scand.* 11, 49 (1970).
 - Oldfield, J.E., W.H. Allaway, H.H. Draper, D.V. Frost, L.S. Jensen, M.L. Scott y P.H. Wright. Selenium in nutrition. *Nat. Acad. Sci., Washington, D.C.* (1971).
 - Andrews, E.D., W.J. Hartley y A.B. Grant. *N. Zealand Vet. J.* 16, 3 (1968).
- Este trabajo fue realizado con aporte económico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) -Proyecto No. S1 - 0463) y del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (Proyectos No. s/n junio de 1972 y 00881 marzo de 1974).
- Nuestro agradecimiento:
- Al Dr. W. G. Jaffé, del Instituto Nacional de Nutrición, Caracas, por la introducción en el tema y su constante y valioso apoyo en la realización del trabajo.
- Al Dr. O. Verde S., Cátedra de Bioestadística, Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV, por la valiosa colaboración tanto en la

planificación estadística del trabajo como en cálculos y numerosas discusiones.

Al Sr. H. Wolter, asistente técnico de esta Cátedra, por su participación junto al primer autor, en la realización de los análisis de selenio.

ESTUDIOS SOBRE LA PRODUCCION DE HARINAS
PRECOCIDAS DE FRIJOL Y CAUPI, SOLOS Y COMBINADOS
MEDIANTE COCCION - DESHIDRATACION¹

*Ricardo Bressani*², *Luiz G. Elias*³, *María Teresa Huez*³
y *J. E. Braham*³

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

RESUMEN

Se determinó el efecto del procesamiento sobre mezclas de harina de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) y caupí (*Vigna sinensis*) en proporciones de 100/0, 50/50, 25/75 y 0/100. Las harinas se obtuvieron sometiendo las semillas crudas a tres tipos de procesamiento: I) una hora de remojo - autoclave - deshidratación en horno de aire; II) 24 horas de remojo - molienda - deshidratación en secador de rodillos; III) molienda - 30 minutos remojo - deshidratación en secador de rodillos a diferentes velocidades de rotación de los rodillos (2, 4 y 6 rpm). En adición, la mezcla 50/50 de frijol y caupí y la de caupí solo fueron procesadas en un estrujador (extruder) Wenger X-25. Todas las harinas producidas por los diferentes procesos fueron analizadas por inhibidores de tripsina (UIT), y su valor proteínico se determinó por la técnica del Índice de Eficiencia Proteínica (PER) en ratas albinas de la cepa Wistar.

Los resultados indicaron que el Proceso I no indujo cambios en las diferentes combinaciones de harinas de ambas leguminosas. El Proceso II, por el contrario, redundó en mejores crecimientos y en PER a medida que la proporción de caupí aumentó en las mezclas. La concentración de inhibidores de tripsina fue más baja en las muestras obtenidas por el Proceso I que en aquellas obtenidas por el Proceso II, pero en ambos casos los valores disminuyeron

Recibido. 20 - 12 - 1976

¹ Esta investigación se llevó a cabo con ayuda financiera de la Research Corporation, New York, N.Y. (Subvención INCAP No. 740).

² Jefe, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del (INCAP).

³ Científicos de la misma División.

a medida que la proporción de caupí en las mezclas aumentó. En general, el aumento ponderal y el PER mostraron valores máximos cuando se usó 4 rpm en el secador de rodillos. Los valores de UIT fueron mayores a mayor velocidad de rotación, y menores a medida que el caupí substituyó al frijol. Los parámetros biológicos medidos disminuyeron conforme el tiempo de remojo aumentó mientras que las UIT mostraron la tendencia opuesta. Las harinas procesadas por extrusión mostraron los valores más altos de PER observados en este estudio.

Se discuten las implicaciones nutricionales e industriales de los procesos empleados.

INTRODUCCION

El consumo de leguminosas en muchos países, principalmente en aquéllos donde este alimento forma parte de la dieta habitual de la población, es de conocimiento general (1).

Las diversas encuestas dietéticas llevadas a cabo por el INCAP en los países del Istmo Centroamericano, indican que en las dietas urbanas, el frijol aporta 17% de la ingesta proteínica, y 8.7% de la ingesta calórica, mientras que en el caso de las dietas rurales, proporciona hasta 26% de la ingesta proteínica y 13% de la ingesta calórica (2). Debido a su alto contenido proteínico, que es alrededor de 20 a 24%, esta leguminosa se considera como una buena fuente de proteína suplementaria de dietas a base de cereales y tubérculos, así como de otros alimentos ricos en carbohidratos.

El caupí (*Vigna sinensis*) es una leguminosa de grano cuyo cultivo ha ido aumentando en el área en los últimos 20 años (3), y constituye ya una de las leguminosas de alto consumo en ciertos países de América Latina (4). Con respecto al rendimiento de su cultivo, Rachie (5) informa que en el caso del caupí éste es de 2,800 kg/ha, y en el del frijol común, de 2,500 kg/ha.

Con el fin de lograr un mejor aprovechamiento de leguminosas como el caupí — por el que no hay preferencia en los países donde el frijol común es de uso más popular — se realizó el trabajo aquí descrito en el que mezclas de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) y caupí (*Vigna sinensis*) en varias proporciones fueron sometidas a diversas condiciones de procesamiento.

Se considera que hoy día el procesamiento del frijol común con otras leguminosas adquiere gran importancia, dado el alto costo del frijol negro en contraste con el del caupí. Se asume, por lo tanto, que estas mezclas prometen ser más favorables desde el punto de vista económico.

De interés se estima también indicar que la utilización industrial de leguminosas de grano que no consume normalmente la población, sería un incentivo para su cultivo, ya que aumentaría indirectamente, la disponibilidad del frijol común.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo con frijol negro de la variedad S-19N cultivado en la Finca Experimental del INCAP, a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar. El frijol caupí, en cambio se cultivó en la zona tropical húmeda de Guatemala, a 250 metros sobre el nivel del mar.

Con miras a determinar el efecto de diversas condiciones de procesamiento sobre el valor nutritivo de mezclas de frijol negro y caupí, se utilizaron las combinaciones de 100/0, 75/25, 50/50, 25/75 y 0/100, por peso de las dos leguminosas bajo consideración.

De cada una de estas combinaciones se usó una cantidad de 5 kg, la que fue sometida a las condiciones de procesamiento que se describen seguidamente:

Procesos utilizados en el estudio

I Semilla cruda entera → Remojo → Cocción en autoclave →
(una hora) (20 min, 15 lb, 121°C)

Deshidratación en horno
de aire caliente (60°C, 24 hr)

II Semilla cruda entera → Remojo → Molienda →
(24 hr) (molino de discos)

Deshidratación y cocción
(secador de rodillos, 4 rpm,
60 lb presión, 143°C)

III Semilla cruda entera → Molienda → Harina en →
(molino de discos) remojo
(30 min)

Deshidratación y cocción
(secador de rodillos, 2, 4, y
6 rpm, 60 lb presión, 143°C)

Para observar el efecto de la velocidad de los rodillos del secador de tambores sobre el valor nutritivo y la presencia de factores antifisiológicos residuales en las diferentes combinaciones de frijol-caupí citadas anteriormente (Proceso II), se utilizó el equipo VF Dryer Flaker, Laboratory Model 215, General Food Package, Equipment Corporation. En el Proceso III del estudio los rodillos se utilizaron a la velocidad de 2, 4 y 6 rpm. En todos los casos la presión en el rodillo fue de 60 lb y la temperatura de 143°C.

Por último, con el fin de conocer el efecto del tiempo de remojo sobre el valor nutritivo y la presencia de factores antifisiológicos residuales en las diferentes preparaciones de frijol-caupí, las muestras ya molidas se sometieron a diferentes tiempos de remojo; és-

tos fueron de 0, 1/2, 1, 2, 4 y 24 horas. En este caso se utilizaron tres muestras, como sigue: frijol común solo, una mezcla, por peso, de 50/50 de frijol común y caupí, y caupí solo.

IV. Proceso de extrusión

Este procedimiento se efectuó en la planta de la fábrica Alimentos S.A., Guatemala, con un extrusor Wenger X- 25, operación que incluyó los siguientes pasos:

Granos:

1. Limpieza de los granos por separador.
2. Lavado y secado.
3. Quebrado de los granos en molino de cilindros.
4. Molido en molino de púas (Alpina).
5. Cocimiento por el Extruder X- 25 con 5 cabezas.

En cabezas 1 y 2 no se aplicó vapor ni agua.

En cabezas 3, 4 y 5 se aplicó vapor a una presión de 30 lb por pulgada cuadrada.

Pre-acondicionador, no vapor.

Mezclador, no vapor.

Agua, entre 37 y 41 litros/hora agregados al producto para cocción.

Temperaturas de las cabezas termocopla

- 1a. cabeza termocopla = 50° C
- 2a. cabeza termocopla = 65° C
- 3a. cabeza termocopla = 80° C
- 4a. cabeza termocopla = 120° C
- 5a. cabeza termocopla = 110° C

Se usaron 6 cuchillas, siendo la posición del variador de 4.5.

Capacidad del extruder (producto húmedo)

240 lb/hr que pasó al secador a una temperatura de 120° C por 33 minutos. Luego se enfrió por un período de 9 minutos.

El producto ya deshidratado fue

6. Quebrado por molino de rodillos.
7. Molienda (molino Alpina).
8. Producto final.

Las mezclas producidas fueron analizadas por su contenido de inhibidores usando Benzoil-DL-Arginina-p-nitroanilida (BAPA) como sustrato (6).

La calidad proteínica se determinó en 8 ratas destetadas, raza Wistar, de la colonia animal del INCAP, ofreciéndoles *ad libitum*

tanto las dietas como el agua. Las dietas fueron preparadas diluyendo la proteína de las muestras de las diferentes mezclas de frijol con almidón de maíz a un nivel calculado de 10%, luego se suplementaron con 5% de aceite de soya, 4% de una mezcla de minerales (7), 1% de aceite de hígado de bacalao y 5% de una mezcla vitamínica (8). Los animales fueron alojados en jaulas individuales, de tela metálica, con fondo levadizo. Semanalmente, por un total de 28 días se recabaron también datos relativos a cambios en peso y de consumo de alimento; además, a partir del alimento consumido, de la proteína determinada en la dieta y del aumento en peso, se calculó el índice de eficiencia proteínica (PER). La proteína digerible se determinó por el método *in vitro* de la AOAC (9).

RESULTADOS

Para evaluación de los diferentes procesos empleados en este estudio, se utilizaron los resultados del Proceso I, o sea aquél en el que el grano entero se sometió a remojo y luego fue cocido en el autoclave. Los resultados de este proceso así como del segundo, se presentan en la Tabla 1. En lo que a los aumentos de peso se refiere y como lo revelan los datos, el proceso de cocción en autoclave (Proceso I) no indujo ningún cambio con respecto a las diferentes combinaciones de frijol común y caupí usadas, salvo la mezcla 75/25. Sin embargo, el Proceso II, o sea el de cocción y deshidratación simultánea en rodillos, indujo mejores aumentos ponderales conforme la cantidad de caupí aumentaba en la dieta. Sin embargo, la calidad de los productos del Proceso I fue nutricionalmente superior. En ambos procesos se notó que el índice de eficiencia proteínica (PER), aumentaba en relación directa con la mayor concentración de caupí en la mezcla. En cuanto a los inhibidores de tripsina, el Proceso I, empleando la misma combinación entre frijol y caupí, rindió valores un poco más bajos que el Proceso II; en ambos casos éstos fueron menores conforme se incrementaba la cantidad de caupí en la mezcla. No obstante, la calidad proteínica fue superior en las muestras del Proceso I, lo que sugiere que el Proceso II posiblemente no destruyó otros factores tales como las hemaglutininas. La digestibilidad *in vitro* demostró ser menor en las muestras elaboradas por el Proceso I que en las obtenidas por el Proceso II. Esta medida no la afectó la mayor o menor concentración de cualesquiera de las dos semillas leguminosas.

Los resultados del Proceso III, en el que las diversas combinaciones fueron molidas y luego remojadas por 30 minutos antes de someterlas a cocción y deshidratación, se presentan en la Tabla 2. En este proceso, la variable fue la velocidad de rotación de los rodillos, o sea de 2, 4 y 6 rpm. Con respecto a los aumentos pondera-

TABLA 1

EFECTO DE DIFERENTES METODOS DE COCCION SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE MEZCLAS DE FRIJOL NEGRO Y CAUPI

Combinaciones en base a:		Aumento promedio de peso, g	PER	UIT*
Frijol negro	Caupí			
Proceso I				
100	0	44 ± 6.81	1.24 ± 0.12	14.0
75	25	27 ± 2.86	0.92 ± 0.11	9.6
50	50	41 ± 6.77	1.33 ± 0.18	7.4
25	75	39 ± 2.10	1.43 ± 0.04	6.0
0	100	44 ± 4.23	1.47 ± 0.09	4.0
Proceso II				
100	0	6 ± 3.22	0.31 ± 0.14	14.8
75	25	19 ± 2.34	0.71 ± 0.09	12.8
50	50	22 ± 1.13	0.82 ± 0.44	11.2
25	75	31 ± 3.88	1.05 ± 0.12	8.0
0	100	38 ± 4.40	1.26 ± 0.08	3.7

* UIT = Unidades inhibitoras de tripsina.

les, se nota que éstos mejoran a medida que la cantidad de caupí en la mezcla aumenta, y que en casi todos los casos la cocción y deshidratación a 4 rpm indujo un mayor aumento en peso, aunque no estadísticamente significativo, que cuando esa velocidad fue de 2 y 6 rpm. El efecto de la velocidad de los rodillos se aprecia más claramente al examinar los datos de PER, los cuales mejoran cuando la mezcla tiene más caupí y se procesa a 4 rpm. Las diferencias entre 4 y 6 rpm son estadísticamente significativas al 5% de probabilidad. El efecto de la velocidad de rotación de los rodillos sobre el contenido de inhibidores de tripsina en las diferentes mezclas muestra que estos valores residuales fueron mayores conforme aumentaba la velocidad de rotación, excepto en la muestra de solo caupí. Cualquiera que fuese la velocidad empleada, indujo un descenso de los niveles residuales conforme la concentración de caupí se aumentaba en la mezcla. En el caso de los valores referentes a la digestibilidad de la proteína *in vitro*, no se encontró relación alguna con respecto a la cantidad de cada una de las leguminosas inte-

TABLA 2

EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE ROTACION DE LOS RODILLOS
DEL SECADOR SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE MEZCLAS
DE FRIJOL NEGRO Y CAUPI

Proceso III					
Mezclas,% Frijol	Caupí	Ganancia en peso g/28 días	PER	UIT	Digestibilidad <i>in vitro</i>
Velocidad de 2 rpm					
100	0	17 ± 3.57	0.84 ± 0.13	7.6	87.90
75	25	28 ± 2.46	1.20 ± 0.11	6.6	87.56
50	50	23 ± 2.76	1.08 ± 0.08	6.6	86.80
25	75	37 ± 4.51	1.47 ± 0.09	5.5	87.41
0	100	49 ± 3.71	1.80 ± 0.11	4.4	88.84
Velocidad de 2 rpm.					
100	0	18 ± 2.70	0.88 ± 0.42	10.4	86.29
75	25	26 ± 0.40	1.41 ± 0.15	9.0	85.14
50	50	28 ± 0.40	1.38 ± 0.08	7.6	86.40
25	75	36 ± 2.82	1.50 ± 0.06	7.3	82.19
0	100	52 ± 2.64	1.97 ± 0.52	5.5	85.44
Velocidad de 6 rpm					
100	0	12 ± 2.72	0.50 ± 0.09	16.8	84.77
75	25	24 ± 5.77	0.89 ± 0.17	15.0	79.67
50	50	19 ± 2.57	0.78 ± 0.09	11.9	83.00
25	75	40 ± 1.19	1.29 ± 0.08	7.2	85.04
0	100	45 ± 5.28	1.47 ± 0.11	4.0	80.17

grantes de las mezclas. Sin embargo, sí se observó que los valores descendían ligeramente conforme la velocidad de los rodillos aumentaba de 2 a 6 rpm.

La Tabla 3 proporciona los valores numéricos del estudio del efecto del tiempo de remojo antes de la cocción y deshidratación, sobre el valor nutritivo del frijol negro en una mezcla de 50/50 de frijol negro y caupí, y en una dieta de sólo caupí. En estos estudios la velocidad de rotación de los rodillos fue de 4 rpm. En general, se puede indicar que el aumento en peso y el PER tienden a disminuir conforme el tiempo de remojo aumenta. Los valores residuales de los inhibidores de tripsina se reducen mientras mayor es el tiempo de remojo, pero en lo que a digestibilidad *in vitro* de la proteína se refiere, no se observó mayor efecto del tiempo de re-

TABLA 3

EFECTO DEL TIEMPO DE REMOJO SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL NEGRO, DEL CAUPI Y DE UNA MEZCLA DE FRIJOL NEGRO/CAUPI*

Tiempo de remojo	Ganancia en peso g/28 días	PER	UIT	Digestibilidad <i>in vitro</i>
Frijol negro 100%				
1 hora	17 ± 2.84	0.66 ± 0.16	18.6	81.07
2 horas	14 ± 3.30	0.54 ± 0.22	16.6	81.15
4 horas	14 ± 3.10	0.53 ± 0.24	10.4	81.15
24 horas	10 ± 0.49	0.48 ± 0.10	10.2	78.20
Frijol negro / frijol caupí 50/50				
1 hora	29 ± 1.53	1.06 ± 0.18	8.6	83.88
2 horas	28 ± 1.30	0.98 ± 0.18	7.0	83.88
4 horas	20 ± 2.93	0.79 ± 0.09	6.0	83.47
24 horas	24 ± 0.98	0.95 ± 0.08	4.0	86.71
Frijol caupí 100%				
1 hora	47 ± 2.78	1.37 ± 0.06	7.4	86.94
2 horas	57 ± 5.07	1.52 ± 0.06	10.1	86.42
4 horas	38 ± 3.60	1.10 ± 0.11	7.6	86.84
24 horas	55 ± 7.19	1.27 ± 0.09	6.4	87.50
Frijol precocido				
	9 ± 2.76	0.44 ± 0.15		
Caseína				
	107 ± 4.47	2.11 ± 0.01		

frijol, aunque en este experimento la dieta de solo caupí dio valores más altos que la mezcla de 50/50 elaborada con frijol negro y caupí, o de la dieta con 100% de frijol. En esta Tabla se presentan datos de una muestra comercial de frijol precocido, la que acusó valores de calidad inferiores a los informados para la muestra analizada en este estudio. Se presentan, asimismo, datos referentes a la ganancia en peso y PER obtenidos con caseína.

Por último, en la Tabla 4 se exponen los datos de evaluación proteínica de dos muestras procesadas empleando el aparato de extrusión Wenger X- 25. En este caso, el PER de los dos productos fue el mayor de todos los obtenidos en los diferentes procesos que incluyó el estudio, en particular el de la mezcla 50/50 de frijol y caupí. Para el caupí solo, la muestra procesada por extrusión dio un valor de 2.12, al cual se le compara solamente la muestra obtenida por cocción y deshidratación, a una velocidad de rodillos de 4 rpm. en material molido y remojado por 30 minutos.

TABLA 4

VALOR PROTEINICO DE UNA MEZCLA DE FRIJOL NEGRO Y CAUPI, Y DEL CAUPI PROCESADO POR EXTRUSION

Mezcla, %		Ganancia en peso		PER		ICP*	
Frijol	Caupí	g/28 días					
50	50	48	4.86	1.54	0.09	2.25	0.20**
100	100	75	5.18	2.12	0.06	3.33	0.12

Ganancia de peso de la rata
g/28 días

$$* \text{ Índice del crecimiento pancreático} = \frac{\text{peso del páncreas}}{\text{peso del páncreas} \times 100}$$

** Error estándar.

DISCUSION

La mayor parte de la producción de leguminosas de grano en los países del área centroamericana, se expende en bultos o en paquetes pequeños del grano entero, crudo. Si bien creemos que este sistema prevalecerá todavía por mucho tiempo, tiene varias desventajas, entre las cuales son de importancia el riesgo de pérdidas debido a endurecimiento del grano y la infestación de insectos. El endurecimiento del grano reduce la aceptabilidad del frijol debido a

que para consumirlo se requiere un tiempo largo de cocción, lo que cada día es más antieconómico. En vista de esta dificultad, se consideró la posibilidad de procesar las semillas para producir harinas precocidas, las cuales presentan varias ventajas (10), entre ellas, un menor riesgo al endurecimiento y a la infestación por insectos. Además, garantiza la disponibilidad constante de un producto estable, más fácil de preparar para consumo humano. Por otro lado, el procesamiento industrial de elaboración de harinas precocidas puede ser un incentivo para incrementar la producción y para utilizar aquellos materiales ya endurecidos. Tal vez la mayor desventaja de este procedimiento es que en muchos casos el frijol se acostumbra consumir entero y cocido, hábito que desde luego, podría ser susceptible de cambio.

Ahora bien, el proceso utilizado anteriormente, constituye una adaptación del método usado en el hogar, y consiste en remojar el frijol por cierto número de horas, sometiéndolo luego a cocción en autoclave, para después deshidratarlo. Una vez deshidratado, el producto se muele y empaca (10). Una variante de este proceso, que también ya hemos estudiado (11), consiste en utilizar el grano en forma molida, con el propósito de mejorar la transferencia de calor y reducir el gasto de energía. Sin embargo, los resultados no satisfacen este propósito, ya que en el caso de la cocción en el autoclave, la transferencia de calor demostró ser más eficiente con el grano remojado entero, que con el grano molido. La mayor desventaja que desde el punto de vista industrial presentan estos sistemas es la necesidad de aplicar dos operaciones que requieren energía: la cocción del grano y su deshidratación. Teniendo esto en cuenta, consideramos conveniente investigar la posibilidad de producir una harina de frijol precocida, reduciendo por lo menos uno de esos dos altos gastos energéticos, al usar una operación simultánea de cocción-deshidratación a través del secador de rodillos. Ya que el precio del frijol es alto, por más económico que sea todo proceso necesariamente incrementará el costo del producto; de ahí la posibilidad de absorberlo en parte o totalmente, aprovechando una leguminosa como el caupí, que es de mayor producción y menor costo que el frijol común. Por otra parte, existe la ventaja de poder usar una leguminosa como el caupí, superior al frijol común en valor proteínico (3, 12), pero de poca aceptabilidad en áreas donde se prefiere el frijol común.

Los resultados de esta investigación indicaron que independientemente del tipo de procesamiento utilizado, la calidad proteínica de las mezclas de frijol común y caupí era mejor cuanto más caupí había en la mezcla. Para propósitos de sabor, color y textura, se recomienda la mezcla de frijol y caupí en la proporción de 50/50. La mejor calidad proteínica del producto es atribuible al menor contenido de inhibidores de tripsina del caupí que en el frijol.

el común, y al hecho de que la proteína del caupí es superior a la del frijol común (3, 11). Es posible también que la proteína del caupí sea más digerible que la del frijol común.

Con respecto a los procesos estudiados, los datos de que aquí se informa sugieren que un grano molido previo a someterse a remojo por un período no mayor de dos horas, y luego cocido y deshidratado en el secador de rodillos, a 4 rpm, rinde un producto de la mejor calidad proteínica posible, en base a los resultados tomados en conjunto, aunque las diferencias individuales no fueron altamente significativas. La cocción y deshidratación a 6 rpm y a 143°C no permite una destrucción completa de los inhibidores de la tripsina, ya que el tiempo de contacto o retención del material con la superficie de los rodillos es muy reducido; además, el producto no se deshidrata por completo. Por otro lado, la velocidad de 2 rpm posiblemente sea más tiempo del necesario causando así destrucción de los inhibidores de tripsina y tal vez también de la calidad proteínica. Según se observó, los tiempos de remojo de más de dos horas tendieron a reducir la calidad, efecto que por el momento no puede explicarse del todo. Sin embargo, datos recientes (3, 13) señalan la importancia que los pigmentos presentes en la cáscara de las leguminosas tiene en la actividad residual de los inhibidores de la tripsina y en su calidad proteínica. Dado que estos pigmentos son solubles en agua, es posible que a mayor tiempo de remojo haya ocurrido una mayor solubilización de los mismos, permitiendo así una mayor reacción de tales pigmentos con las proteínas del frijol, lo que redujo la calidad proteínica. Esta hipótesis parece confirmarla el hecho de que dicho efecto tiende a desaparecer a medida que el caupí reemplaza al frijol negro en las muestras estudiadas. En los estudios previamente mencionados (3), se constató también un efecto detrimental del agua de cocción del frijol negro, lo que no se observó con el frijol caupí. Otro aspecto que se considera de interés y que debe ser estudiado con mayor detalle es el hecho de que la digestibilidad *in vitro* de los materiales remojados en forma de harina tendieron a dar valores más altos a los del grano entero cocido en autoclave. De confirmarse esa tendencia, esto podría explicarse en base a un mejor contacto entre las partículas de la materia y el calor, lo que por una parte, reduce mejor los inhibidores de tripsina, y por otra, hace la molécula proteínica o estructura celular más susceptible al ataque enzimático. Esta explicación también podría ser válida en el caso del producto obtenido por extrusión, el cual rindió valores proteínicos relativamente altos. No debe pasar desapercibido tampoco el efecto que este tipo de procesamiento ejerce sobre los carbohidratos de las leguminosas bajo estudio, ya que se ha demostrado que éstos pueden afectar la utilización de las proteínas (14).

Cabe agregar que en los estudios aquí descritos, al término

del ensayo biológico los animales se sacrificaron, separándoles el páncreas en el que, después de pesado, se calculó el índice de crecimiento pancreático, definido como la relación entre el aumento en peso dividido por el peso del páncreas, multiplicado éste por 100 (3).

El análisis estadístico de la información presentada reveló, para todos los resultados tomados en conjunto, independientes del procesamiento empleado, una correlación negativa y significativa ($r = -0.69, 1\%$) entre el contenido residual de inhibidores de tripsina y el PER, y una ausencia de correlación entre el valor residual de inhibición triptica y digestibilidad *in vitro*. Asimismo, se encontró una correlación negativa ($r = -0.42, 1\%$) entre el contenido residual de inhibidores de tripsina y el índice de crecimiento pancreático, lo que indica la validez de este método en la detección de hipertrofia pancreática por presencia de inhibidores de tripsina.

La información presentada sugiere que el método más recomendable es el uso de una mezcla de frijol y caupí del mismo peso, la cual se muele en seco y se deja en remojo por un tiempo no mayor de dos horas para luego someterla a cocción y deshidratación utilizando un deshidratador de rodos, a la velocidad de 4 rpm. Esto permite que el proceso sea continuo, y se traduce así en una producción mayor y más económica.

SUMMARY

Studies on the nutritive value of precooked mixtures of common beans and cowpeas produced by drum drying and extrusion cooking

The effect of processing on the nutritive value of common beans and cowpeas mixed in proportions of 100/0, 50/50, 25/75 and 0/100 were studied. The precooked flours were obtained by processing the raw materials by 3 methods: 1) Soaking whole grains for 1 hr - cooking autoclave - dehydration in tray drier; 2) Soaking for 24 hrs - grinding - drum drying; 3) Grinding - soaking for 30 minutes - drum drying in which the velocity of rotation of the drums was varied (2, 4 and 6 rpm). The 50/50 bean/cowpea blend and 100% cowpea were processed by means of extrusion cooking with a Wenger X-25 extruder. All flours produced were analyzed for trypsin inhibitor activity and for their protein quality by PER assays.

The results from Process I were used as reference for Process II. Process I did not cause major changes in the quality of the products, although PER increased as cowpea replaced common beans. These observations were more marked in the samples of Process II, although animal performance at equivalent combinations of beans and cowpeas were lower. Trypsin inhibitor activity was lower in samples from Process I than from Process II. In both cases, the activity decreased as cowpeas replaced common beans. Better weight gain and PER were obtained when the velocity of the drums in the drum dryer

was 4 rpm. Higher trypsin inhibitor activity was measured in samples produced when drum rotated at the higher revolutions per minute. Protein quality decreased as soaking time increased in ground raw samples while values for trypsin inhibitors changed in the opposite direction. Legume food precooked from extrusion cooking were the highest in PER.

The nutritional and technological implications of the processes are discussed.

BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R. & L. G. Elías. Legume foods. En: *New Protein Foods*. Vol. 1A. Technology. A.M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press, 1974, p. 230-297.
2. Flores, M., R. Bressani & L. G. Elías. Factors and tactics influencing consumer food habits and patterns. En: *Potentials of Field Beans and other Food Legumes in Latin America*. Cali, Colombia, February 26-March 1, 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, p. 88-114. (Series Seminars No. 2E).
3. Elías, L. G., F.R. Cristales, R. Bressani & H. Miranda. Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. Turrialba, 1976. En prensa.
4. Chávez, N., N. R. Teodosio, A. Gómez de Matos, Jr., C.A. Lima & J. L. de Almeida. The proteins of the cowpea (*Vigna sinensis*) in nutrition. *Rev. Brasil Med.*, 9: 603-607, 1952.
5. Rachie, K.O. Relative agronomic merits of various food legumes for the lowland tropics. En: *Potentials of Field Beans and other Food Legumes in Latin America*, Cali, Colombia, February 26-March 1, 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1973, p. 123-139. (Series Seminars No. 2E).
6. Kakade, M.L., N. Simons & I. E. Liener. An evaluation of natural vrs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. *Cereal Chem.*, 46: 518-526, 1969.
7. Hegsted, D.M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
8. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol.Chem.*, 202:91-96, 1953.
9. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11 th Ed. Washington, D.C. The Association. 1970.
10. Elías, L.G., R. Bressani & M. Flores. Problems and potentials in storage and processing of food legumes in Latin America. En: *Potentials of Field Beans and other Food Legumes in Latin America*, Cali, Colombia, February 26- March 1, 1973. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura (CIAT), 1973, p. 52- 87. (Series Seminars No. 2E).
11. Elías, L.G., M. Hernández & R. Bressani. The nutritive value of precoo-

ked legume flours processed by different methods. *Nutr. Rep. Internat.* 1976. En prensa.

12. Elías, L.G., R. Colindres & R. Bressani. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). *J. Food Sci.*, 29: 118-122, 1964.
13. Elías, L.G., D.G. de Fernández & R. Bressani. Studies on the possible effects of seed coat pigments of beans on the nutritive value of its protein. Presentado en: 36 th International Meeting of the Institute of Food Technologists, Anaheim, California, 6-9 June, 1976.
14. El-Harith A. El Harith, J. W. T. Dickerson & R. Walker. On the nutritive value of various starches for the albino rat. *J. Sci. Fd. Agric.*, 27: 521-526, 1976.

BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

ARGENTINA

Ácido fólico en hemopatías malignas y en el cáncer broncogénico.— Silvio Kremenchuzky. (Hospital "José de San Martín". Buenos Aires. Argentina). *Pren. Med.*; Argent. 63: 353-356, 1976.

Se estudiaron 179 pacientes que incluyen diversas hemopatías malignas y carcinoma de bronquio. Se observó una disminución de los niveles séricos de AF en el 78% de los pacientes investigados, siendo inferior a 3 $\mu\text{g/ml}$ en el 38% de los casos. Los niveles más bajos correspondieron al grupo de pacientes con mieloesclerosis y carcinoma de bronquio. En la mieloesclerosis se encontraron severos cambios megaloblásticos en el 33% de los pacientes. En 15 de los 25 pacientes con mieloesclerosis, en quienes se ensayó terapia con AF, se obtuvieron resultados satisfactorios. 18 Ref.

BRASIL

Influencia da nutrição sobre a secreção hormonal. I. Estudo em Água Preta.— Nelson Chavez, Enilde Duarte Guimaraes, Fernando Aguiar, Tereza Viana, Eglae Mattos, Ruy Basto de Medeiros, Geraldo Carvalho Martins, Marizete Oliveira Bazante, Perez P. Pimenta. (Instituto da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil). *Rev. Bras. de Pesquisas Med. e Biol.* 8: 261-270, 1975.

Foi encontrada uma correlação positiva ou direta entre o estado de desnutrição e o teor do hormônio do crescimen-

to circulante em 9 crianças de ambos os sexos, de 1 a 6 anos de idade, portadoras de desnutrição do 2º grau.

Antes do tratamento dietético, o nível médio de insulina circulante, de 17-KS e de 17-OHCS na urina era ligeiramente reduzido; contudo, não foi encontrada associação significativa entre o estado de desnutrição e os níveis destes hormônios.

Com o tratamento dietético, os teores hormonais voltaram aos valores normais e as crianças apresentavam melhoria do estado nutricional, conforme atestam os dados bioquímicos, hormonais, clínicos e antropométricos. 12 Ref.

Atividade de água em alguns alimentos de teor intermediário de umidade II.— Rodrigo Otávio Teixeira Neto, Nelson Denizo, Dietrich G. Quast. *Col. Inst. de Tecnol. Alim.* 7: 191-208, 1976.

A atividade de água ou a umidade relativa de equilíbrio é um dos parâmetros mais importantes na conservação de alimentos, tanto do aspecto microbiológico como de transformações físicas.

Neste trabalho, que é continuação de um trabalho anteriormente publicado, foram examinadas as atividades de água em mais de 40 produtos comerciais de teor intermediário de umidade. Também foram incluídos produtos que estão sujeitos a transformações importantes na faixa de atividade de água de 0,6 a 0,9. Em função das atividades de água e dos teores de umidade encontrados, discutem-se os problemas de embalagem e de conservação dos produtos.

Também foi determinada a atividade de água em diferentes seções de um doce de massa misto para verificar o fenômeno da difusão de umidade nesse produto. 8 Ref.

Produção de biomassa protéica de

mandioca - Arlindo Moreira Sales, Tobias J. Barreto de Menezes. Col. Inst. de Tecnol. Alim. 7: 139-143, 1976.

Estudos de consociação entre leveduras amilolíticas com *Candida utilis* e *Rhodotorula gracilis* foram executados com a finalidade de se obter uma boa relação entre o açúcar consumido e a biomassa produzida em substrato de mandioca. Observou-se que a consociação de *Endomycopsis fibuligera* com *C. utilis* foi a que apresentou melhor rendimento em biomassa.

Empregando-se uréia como fonte de nitrogênio para essa consociação, num meio contendo 30 g/l de açúcares totais, obteve-se um rendimento em biomassa da ordem de 14,9 g/l, com um teor de proteína de 56% na matéria seca. 13 Ref.

Transformações microbiológicas químicas e organolépticas em sardinhas (*Sardinella aurita*). Armazenadas sob refrigeração.— Mauro Faber de Freitas Leitao, Cesar Ordorica Falomir, Luis Carlos dos Santos, Emília Emico Miya, Issao Shirose, Matajiro Kai. Col. Inst. de Tecnol. Alim. 7: 117-137, 1976.

Foram estudadas as transformações microbiológicas, químicas e organolépticas das sardinhas (*Sardinella aurita*) armazenadas sob refrigeração (0 a 2 °C). As contagens de bactérias psicrotróficas variaram de aproximadamente 3 ciclos logarítmicos durante o armazenamento de 10 dias, atingindo valores superiores a 10^7 /g nos estágios finais. Foi observado, também, um aumento acentuado na microflora de bactérias proteolíticas e lipolíticas, sendo que *Pseudomonas* fluorescentes predominaram na microflora total, nos períodos finais de armazenamento. Entre os microrganismos com atividades proteolíticas e lipolíticas predominaram *Vibrio* (23,5%), *Flavobacterium-Cytophaga* (21,5%), *Acinetobacter* (17,6%) e *Moraxella* (15,6%) e *Pseudomonas* (9,8%). As variações nos teores de bases voláteis totais (BVT) e a avaliação com as contagens microbiológicas. Concluiu-se que o período máximo de armazenamento de sardinhas sob refrigeração não era superior a 6-7 dias, sendo

que, no caso de pescado em condições iniciais insatisfatórias, esse período se reduzia a menos de 5 dias. 24 Ref.

Influência de nutrição sobre a secreção hormonal. II — Estudo em Ribeirão, Pernambuco, Brasil.— Nelson Chavez, Enilde Duarte Guimaraes, Fernando Aguiar, Teresa Viana, Egláé Matos, Raimundo Basto de Medeiros, Geraldo Carvalho Martins, Marizete Oliveira Bazante, Dolores Pérez R. Pimenta. (Instituto de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco — Brasil). Rev. Bras. de Pesquisas Med. e Biol. 8: 353-362, 1975.

1. Foram estudadas 10 crianças de ambos os sexos, de 1 a 6 anos de idade, portadoras de desnutrição do 2º e do 3º grau.

2. A taxa média de hormônio do crescimento circulante era mais elevada antes da recuperação nutricional nas crianças de ambos os grupos, mas os valores mais altos foram observados nas crianças com desnutrição do 3º grau. Ficou evidenciado que os teores séricos do hormônio do crescimento estavam significativamente relacionados com a severidade da desnutrição. Foi observada uma correlação positiva ou direta entre o estado nutricional e os teores do hormônio do crescimento.

3. O teor médio de insulina circulante era mais reduzido antes do tratamento dietético, porém não foi encontrada uma correlação significativa entre o estado de desnutrição e os teores de insulina.

4. Com o tratamento dietético, os teores dos hormônios progressivamente voltaram aos valores normais. As crianças apresentavam uma melhor recuperação do que as de Água Preta, o que pode ser explicado como uma consequência da participação ativa das mães na recuperação nutricional dos filhos. 22 Ref.

Produção de biomassa protéica em melaço de cana-de-açúcar.— Arlindo Moreira Sales, Tobias J. Barreto de Menezes, Tomaz Arakaki.

Col. Inst. de Tecnol. Alim. 7:97-105, 1976.

Linhagens de leveduras *Candida utilis* e *Rhodotorula gracilis* foram utilizadas para produção de proteína monocelular a partir de substrato de melaco. Verificou-se que esse substrato suporta um bom crescimento dessas linhagens, apenas suplementado com fontes de nitrogênio e fósforo. Quando o meio de melaco foi suplementado com uréia e fosfato de potássio, as linhagens de *C. utilis* e *R. gracilis* apresentaram rendimento em massa seca superior a 50%, com um teor de proteína de 50%.

O elevado conteúdo protéico, assim como o teor de lisina de *R. gracilis*, faz com que essa linhagem seja particularmente útil para a produção de proteína monocelular em substratos de hidratos de carbono. 10 Ref.

Determinação das características físicas e mecânicas de variedades de abacate e a sua conservação pelo frio.— Ernesto Walter Bleinroth, André Geraldo R. Zuchini, Renato M. Pompeo. Col. Inst. de Tecnol. Alim. 7: 29-81, 1976.

A produção de abacate no Brasil vem aumentando consideravelmente de ano para ano, com grandes perspectivas futuras, tanto para o mercado interno como para exportação.

Contudo, numerosos problemas relacionados ao comportamento dessa fruta nas fases de manuseio, conservação e comercialização aguardam ainda solução.

Neste trabalho, foram estudadas as frutas das variedades Collinson, Fortuna, Linda, Pollock, Prince, Quintal, Simmonds, Tatuí e Wagner, nas quais se determinaram as características físico-geométricas, o rendimento de polpa, a densidade específica da polpa, a conservação de fruta pelo frio e a perda de peso e intensidade de respiração das frutas.

A caracterização físico-geométrica demonstrou haver variação muito grande de peso das frutas entre as diferentes variedades, obtendo-se frutas grandes, com peso acima de 700 g., como nas variedades Fortuna, Linda, Prince e Quintal; frutas médias, com 500 até 700 g., como na Collinson, Pollock e Tatuí; e frutas pequenas, com peso abaixo de 500 g., como na Simmonds e Wagner.

As frutas que possuem maior quantidade de polpa são das variedades Pollock e Quintal, com 80%; vêm, a seguir, por ordem decrescente, as variedades Fortuna, Prince, Linda Collinson, Tatuí, Simmonds e Wagner.

A polpa mais densa foi da Simmonds, com 1,038 g/cm³, ao passo que a Quintal possui a polpa menos densa, com 0,932 g/cm³.

Na conservação, as variedades Prince e Wagner apresentaram o melhor comportamento, conseguindo-se mantê-las à temperatura de 7°C até 20 dias, em perfeito estado; porém, quando colocadas em recipiente hermético com 10% de CO₂ e 6% de O₂, podem ser armazenadas até 37 dias. As variedades Pollock, Quintal e Simmonds não se conservaram durante um período relativamente longo.

Durante o período de conservação, constatou-se uma perda de peso em torno de 8.1% em frutas sem envoltório de polietileno, após 37 dias à temperatura de 7°C, e de 0.8% nas frutas contidas em saco de polietileno.

Na determinação da respiração do abacate expressa em mg. de CO₂/kg/h, a variedade Tatuí demonstrou ser a que possui menor intensidade, enquanto a Quintal tem uma respiração muito intensa e, como consequência, não permite a sua conservação por longo tempo. 20 Ref.

Um estudo para a preparação de "Flocos de Pescado". I- A Tecnologia de Processamento.— Nelson José Beraquet, Masuo Okada. Col. Inst. Tecnol. Alim. 7:1-12, 1976.

São relatadas no trabalho a formulação e tecnologia para a obtenção de um produto desidratado à base de pescado e amido, preparado em camadas finas em secador de tambor, e, posteriormente, desintegrado na forma de flocos. Discutem-se os fatores que influem no processamento, bem como a influência de aditivos, e ressalta-se, em caráter preliminar, o importante papel de antioxidantes na estabilidade do produto.

E discutida a possibilidade de se utilizar o produto desenvolvido para enriquecer sopas, pudins, ou no preparo de bolinhos de peixe, em função de três exemplos de composições nas quais o produto foi obtido.

Considera-se que o tipo de processa-

mento utilizado possa vir a ser especialmente importante para o aproveitamento do pescado, desde que se introduza nele uma máquina separadora de carne e ossos, o que permitirá a utilização de espécies atualmente subutilizadas. 13 Ref.

O emprego da soja na alimentação humana.— Sebastião Irineu da Costa, Dietrich Q. Quast, Vasco Antonio Moretti, Wilson Leite do Canto, Roberto Vicente Cobbe. Bol. Inst. Tecnol. Alim. 46: 1-24, 1976.

O Brasil é, atualmente, o segundo produtor de soja do mundo, com uma produção correspondendo a aproximadamente um quarto daquela dos EUA em 1975 e a quase 16% do total mundial. Lamentavelmente, porém, a proteína da soja é utilizada no Brasil quase exclusivamente para alimentação animal.

No presente trabalho são mostradas as opções para o seu emprego na alimentação humana. Discutem-se os principais produtos quanto à tecnologia, custo, aceitação pelo consumidor e efeito sobre a qualidade da dieta.

O ensino e a pesquisa em alimentos na Louisiana State University.— Ademar D.M. Torrano. Bol. Inst. Tecnol. Alim. 46: 25-36, 1976.

São discutidos alguns aspectos sobre estudos avançados de pós-graduação em Ciência de Alimentos na Universidade do Estado da Louisiana, dando-se ênfase aos cursos oferecidos e às oportunidades existentes para pesquisa nessa área.

Trabalhos de pesquisa com produtos marinhos são sucintamente revistos. 6 Ref.

COLOMBIA

Producción experimental de harina de soya para la sustitución parcial de trigo en pastas alimenticias enriquecidas.—Gerardo Chaves O., Teresa S. de Buckle, Wilhelm Pfeifer, Jorge A. Cabrera L. Tecnología 102: 35-51, 1976. 8 Ref.

Energía consumida en la producción de alimentos.— Fernando Vargas, Norton Young L. Tecnología 103: 7-30, 1976. 17 Ref.

Investigación sobre residuos de plaguicidas en productos agrícolas y pecuarios.—Arturo McCormick N., Gladys Z. de Vargas. (Instituto de Investigaciones Tecnológicas). Tecnología 102-103: 9-29, 31-41, 1976. 9 Ref.

CHILE

Food habits in Chile: A Report of an Anthrological Study in four Neighborhoods in Santiago.—Jane Meleney Coe. J. Appl. Nutr. 28: 30-49, 1976. 10 Ref.

ECUADOR

Edad mediana de mortalidad, indicador demográfico del nivel de vida.— Dr. Rafael Enderica V. (Instituto Nacional de Higiene "Leopoldo Izquieta Pérez"). Rev. Ecuato. Higie. Med. Trop. 29: 25-29, 1976.

Se presenta la edad mediana de mortalidad, como un indicador global del nivel de Vida, para lo cual se realizaron los cálculos respectivos, en base de los datos del Demographic Yearbook 1970. Los resultados del estudio de 59 países, ordenados de mayor a menor varían desde 74,8 para Suecia, hasta 3,2 para Algeria. El indicador es objetivo, utilizando datos fáciles de obtener, los cálculos son sencillos; además, se nota amplio margen de distribución y alto poder de discriminación.

Para verificar la validez del método se realizó un estudio de correlación entre el indicador y la expectativa de vida con un resultado de:

$r = 0,87$ ($P < 0,001$). 7 Ref.

PERU

Determinación del valor nutritivo de la harina de trucha "Arco Iris".—E. Velarde, E. García, N. Bravo. (Laboratorio de Química, Pontificia Universidad Católica del Perú). Bol. Soc. Quim. Perú, 42: 15-23, 1976.

Se ha determinado la composición química y el valor biológico de la harina de trucha, para lo cual se utilizaron los métodos de análisis químicos de la A. O. A.C. y IAFMM y el método biológico de Miller y Bender.

Se ha comprobado que existe correlación entre los valores encontrados por análisis químicos y por los obtenidos por análisis del contenido de agua corporal.

Se ha comprobado por los resultados obtenidos que la calidad de proteína de la harina de trucha es de alto valor nutritivo. 2 Ref.

Correlación entre el rendimiento de forraje verde y el contenido de nutrientes de variedades e híbridos de sorgo Forrajero.—Hélido Vidal D. y Walter Lazarte P. (Centro Regional de Investigación Agraria del Norte. Lamba Yequé). Inv. Agropec. Lima.

This experiment was designed in order to relate agronomic evaluations of forage sorghum with nutrient content.

Fifteen hybrids and varieties of forage sorghum were compared in a randomized complete-block design.

Two different cutting dates were studied, one in spring and another in summer.

Measurements of humidity, total protein content, ether extract and ashes using the "Weende" system were taken. Moreover cell walls, and fiber acid detergent were analyzed using the "Fibra Van Soest" method.

Green forage yields were from 30 to 58.5 TM/ha. "Texas" and "Sioux Dan Hs-33" were the best with 58.5 and 56.8 TM/ha respectively. Dry forage yields of these varieties were 9.6 and 8.4 TM/ha respectively.

Higher values in green forage yields,

total protein content, and ether extract were obtained in spring, whereas greater percentages of dry matter, cell walls, fiber acid detergent and ashes were obtained in summer.

The percentage of dry matter was from 12.9 to 20.5%. "Sioux Dan Hs-33" was the highest with 20.5% and "Sweet Sioux" the second with 19.4%. These varieties were also the best for cell walls and fiber acid detergent with (14.9, 9.6) and (14.5, 9.3) respectively.

Non significant positive correlations were obtained between green forage yields and total protein content and other extract. Likewise non significant negative correlations were found between green forage yields and dry matter, cell walls and fiber acid detergent. 21 Ref.

Utilidad de las diferentes pruebas con ^{131}I en el diagnóstico de las disfunciones tiroideas.—Dr. Benjamín Paz Aliaga, Blgo. José Villegas Acosta, Dr. José Gutiérrez Correa, Dr. César Delgado Butrón, Dr. Percy Noriega Ponce. (Departamento de Ciencias Fisiológicas de la U.N.S.A.). Rev. Med. Hosp. Gen. Arequipa 7:29-33, 1976.

Se investiga el valor de las diferentes pruebas de función tiroidea con radioyodo en el diagnóstico de los estados disfuncionales de esta glándula, encontrándose que las pruebas índice de conversión y captación tiroidea son las más útiles en el diagnóstico del hipertiroidismo; que el índice de saliva resultó ser la prueba de elección en el diagnóstico de hipotiroidismo; y que la determinación del radioyodo ligado a las proteínas plasmáticas (PB^{131}I) demostró ser ventajosa en la diferenciación de los estados de hipoyodismo e hipertiroidismo. 7 Ref.

VENEZUELA

Heces de aves en raciones para pollos de engorde.—A.E. Armas, C.F. Chicco y Elba Capó. (Insti-

tuto de Investigaciones Zootécnicas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela). Rev. Agronom. Trop. 24: 177-182, 1974.

Se utilizaron para este ensayo heces de pollos de engorde y heces de gallinas en jaulas. Las heces de gallina fueron secadas al aire (humedad 10,45%) y las de pollos en estufa (humedad 12,58%). Ambas se incorporaron a niveles de 15 y 30% en raciones balanceadas (isoprotéicas e isoenergéticas) y suplementadas con lisina y metionina. Los pesos de heces, 703 g., 1127 g. para la 4ª y 6ª semana con 15% de heces vs 570 g. y 965 g. para la 4ª y 6ª semana con 30% de heces, respectivamente.

A la 4ª semana las heces de pollo produjeron resultados similares a las heces de gallina (640 g. vs 633 g.) pero a la 6ª semana estas diferencias se hicieron más evidentes y significativas (1094 g. vs 997 g.). No se observaron diferencias en el efecto de la suplementación con aminoácidos. La eficiencia alimenticia fue similar en todos los grupos. 10 Ref.

Hiperalimentación parenteral en el enfermo canceroso.— Dr. Armando Marquez Reveron y Dr. Armando Pérez Monteverde. (Servicio de Endocrinología del Hospital General del Oeste); Gaceta Med. Caracas 84: 507-511, 1975.

Los autores presentan consideraciones sobre la importancia de tener un balance nitrogenado positivo en una variedad grande de pacientes con cáncer y que por razones mismas del tratamiento, ya sea este quirúrgico, con radio o quimioterapia, no puedan alimentarse en forma adecuada.

Así mismo, explican las vías por las que pueden administrarse las soluciones que se usan para la hiperalimentación endovenosa, su técnica y sus peligros.

Concluyen presentando 12 casos tratados por ellos y los resultados obtenidos. 7 Ref.

LIBROS NUEVOS

Fiber in human nutrition.-G.A. Spiller y R.J. Amen. Plenum Publishing Company, Nueva York 1976. pág. 278 \$29.40

Este libro trata en 11 capítulos un tema de gran actualidad y muy controversial. El gran número de trabajos publicados sobre fibra, su composición, efectos, ventajas y desventajas le hacen muy difícil al estudioso en nutrición, llegar a una visión general sobre este tema. Como indican los editores en el breve prefacio de la obra, por falta de conceptos y definiciones claras y uniformes, muchas investigaciones confundieron mas el problema en vez de ayudar a su clarificación. Afirman así mismo que no han dado preferencia a ciertas teorías o hipótesis, mas bien permitieron la libre expresión de las opiniones y conceptos de los 13 contribuyentes que son algunos casos contradictorios o controversiales. Los capítulos del libro son:

What is Fiber?

The Chemistry of Dietary Fiber.

The Analysis of Dietary Fiber.

Physical Properties of Fiber; A Biological Evaluation.

Microbial Activities Related to Manmalien Digestion and Absorption of Food.

The Use and Funtion of Fiber in Diets of nomogastic Animals.

Dietary Fiber and Lipid Metabolism.

Dietary Fiber and Colon Function

Epidemiology of Bowel Disease.

Gastrointestinal Disease and Fiber Intake with Special Refe-

rence to South Africa Populations.

The Effect of Dietary Fiber; Are They All Good?

La recolección de tanta información bibliográfica muy dispersada en la literatura técnica, en un solo volumen de apenas 276 pág. es un servicio por el cual todo profesional trabajando en el campo de la nutrición y en la docencia debe agradecer a los editores y contribuyentes.

Werner G. Jaffé.

NOTAS

INTERNATIONAL CONFERENCE ON MYCOTOXINS

Nairobi, Kenya, 19 – 27 September 1977

Food Control and Consumer Protection Group
Food Standards and Food Science Service
Food Policy and Nutrition Division

Información: Food and Agriculture Organization of the United Nations

Via delle Terme di Caracalla, 00100 – Rome, Italy

SECOND INTERNATIONAL CONGRESS ON OBESITY

Date: October 23 – 26, 1977

Place: Sheraton Park Hotel
Washington, D.C.

INFORMACION: Mrs. Beverly Fisher
Congreso Coordinator
Box 1600
1000 W. Carson Street
Torrance, California 90509

CURSO DE POSTGRADO EN PLANIFICACION ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL

Universidad Central de Venezuela

La Universidad Central de Venezuela informa la apertura del 2o. Curso de Postgrado en Planificación Alimentaria y Nutricional.

Interesados dirigirse a:

Prof. Elvira de Ramirez
Universidad Central de Venezuela
Vicerectorado Académico
Coordinación Central de Estudios para Graduados
Apartado 8574, Caracas, Venezuela
Fecha: Enero 1978

CONMEMORACION DEL CENTENARIO DEL NACIMIENTO DEL PROF. PEDRO ESCUDEROS

El 11 de agosto de 1977 se conmemora el centenario del nacimiento del Prof. Pedro Escuderos, médico argentino, fundador de la escuela argentina de nutrición y maestro de generaciones de nutricionistas latinoamericanos.

Con este motivo se ha constituido en Buenos Aires, Argentina (Sta. Fe 1171 - 1059 Capital Federal) una comisión conmemorativa "HONRAS A PEDRO ESCUDERO. Centenario de su nacimiento, 11 de agosto, 1877 - 1977", bajo la presidencia del Prof. Pedro B. Landabure.

XIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE QUIMICA

15 - 20 de octubre de 1978

Lima - Perú

Presidente: Dr. Juan de Dios Guevara R.

Información: Sociedad Química del Perú, Lima, Perú.

XI INTERNATIONAL CONGRESS OF NUTRITION

Aug. 27 - Sept. 1, 1978

Rio de Janeiro - Brasil

Ha salido a publicación un folleto del "XI International Congress of Nutrition". La Sociedad Latinoamericana de Nutrición ha hecho las gestiones para obtener fondos para facilitar algunos viajes.

Información: XI Congresso Internacional de Nutrição

Secretaria Executiva

Sociedade Brasileira de Nutrição

Avenida Churchill, 94 - 6o Andar - s/615

20.000 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXVII

JUNIO 1977

No. 2

CONTENIDO

TRABAJOS DE INVESTIGACION

	Pág.
Prevention of vitamin A deficiency by fortification of sugar. A field study.— <i>O. Toro, S. de Pablo, M. Aguayo, V. Gattás, I. Contreras y F. Monckeberg</i>	169
Efecto de varios procesos sobre la calidad proteínica de un alimento a base de soya y maíz.— <i>Juana Tejerina, Roberto A. Gómez-Brenes y Ricardo Bressani</i>	181
Hierro soluble e hierro aprovechable en alimentos vegetales.— <i>Valentina Wallis y Werner G. Jaffé</i>	195
Influence of some processing methods on the quality of apple slices: II Cultivar Melrose.— <i>João Nunes Nogueira</i>	205
Estudios sobre la digestibilidad de las proteínas de varias especies de leguminosas.— <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elías y Mario R. Molina</i>	215
Contenido de Selenio en sangre de bovinos de Venezuela. <i>E.R. Otaiza V., H. Valeri S. y V. Cumare</i>	233
Estudios sobre la producción de harina precocida de frijol y caupí, solos y combinados mediante cocción-deshidratación.— <i>Ricardo Bressani, Luiz G. Elías, María Teresa Huevo y J.E. Braham</i>	247
Bibliografía Latinoamericana	261
Libros Nuevos	267
Otras Publicaciones	269
Notas	271