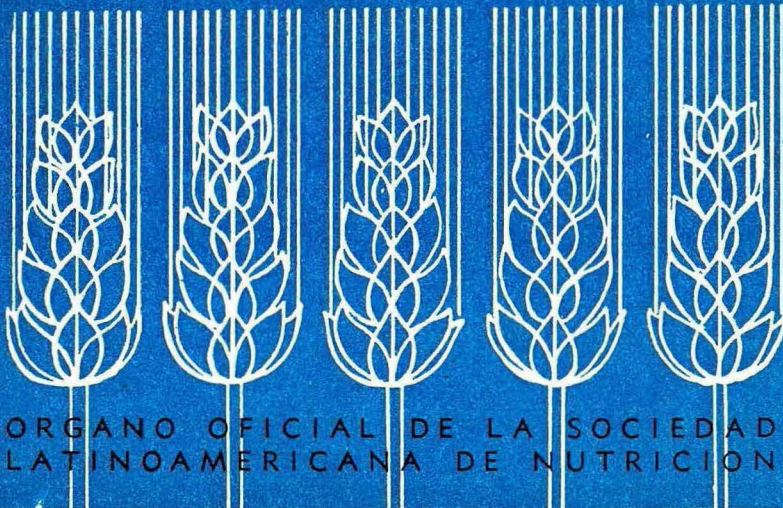


ARCHIVOS  
LATINOAMERICANOS  
DE  
NUTRICION



CONTINUACION DE  
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD  
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

Archivos Latinoamericanos de Nutrición es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición pura y aplicada, en toda el área geográfica de la América Latina. 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. Artículos de investigación original; 2. Artículos de revisión bibliográfica; 3. Artículos de nutrición aplicada; 4. Cartas al Editor (discusión y aclaración de conceptos científicos con base en hechos experimentales u observaciones, máximum 3 páginas).

El precio de la suscripción es de U.S. \$ 12.00 por volumen, incluyendo correo.

---

Publicado con la ayuda económica del Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela

---

**ENTIDADES PATROCINANTES**

F. Hoffmann - La Roche & Co.

Productos Nestlé

---

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 "Arch. Latinoamer. Nutr."

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXIV

JUNIO 1974

Nº 2

## SUMARIO

	<u>Pág.</u>
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. II. Inhibidor de tripsina.— <i>Felipe Gallardo, Héctor Araya, Nelly Pak y María Angélica Tagle.</i>	183
Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. III. Hemaglutininas.— <i>Sergio Contreras y M. A. Tagle.</i> . . . . .	191
Utilización de Urea en terneros de dos días a cinco y doce semanas de edad.— <i>J. Edgar Braham, Roberto Jarquín, Jorge Mario González y Ricardo Bressani.</i> . . . . .	201
Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína en dietas elaboradas a base de maíz y frijol.— <i>Beatriz Murillo, Marco Tulio Cabezas y Ricardo Bressani.</i> . . . . .	223
Mejoramiento del valor nutritivo del maíz por medio de infusiones de lisina y triptofano.— <i>Roberto A. Gómez Brenes, Carlos Enrique Acevedo González y Ricardo Bressani.</i> . . . . .	243
Suplementación de cereales con levadura <i>Cándida utilis</i> o hidrolizado enzimático de pescado.— <i>Enrique Yáñez, Digna Ballester y Vivien Gattas.</i>	263

Validating the 24-hour recall method as a dietary tool.— <i>Elisabeth E. I. Linusson, Diva Sanjur and Eugene C. Erickson.</i> . . . . .	277
CARTAS AL EDITOR	
Malnutrition and education a discrepancy? . . . . .	295
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA . . . . .	297
LIBROS NUEVOS . . . . .	301
NOTAS . . . . .	303
SERIE DE BIBLIOGRAFIAS (BIREME) . . . . .	305

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXIV

JUNIO 1974

Nº 2

## CONTENTS

	<i>Page</i>
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
Toxic Factors in Chilean Legumes. II. Trypsin inhibitor activity.— <i>Felipe Gallardo, Héctor Araya, Nelly Pak y María Angélica Tagle</i> . . . . .	183
Toxic Factors in Chilean Legumes. III. Hemagglutinating activity.— <i>Sergio Contreras y M. A. Tagle</i> . . . . .	191
Urea utilization in calves from two days to five and twelve weeks of age.— <i>J. Edgar Braham, Roberto Jarquín, Jorge Mario González and Ricardo Bressani</i> . . . . .	201
Influence of calorie density on the protein utilization of diets based on corn and beans.— <i>Beatriz Murillo, Marco Tulio Cabezas and Ricardo Bressani</i> . . . . .	223
Improvement of the nutritive value of maize by means of lysine and tryptophan infusions.— <i>Roberto A. Gómez Brenes, Carlos Enrique Acevedo González and Ricardo Bressani</i> . . . . .	243
Supplementation of Cereal Protein with Fish Enzymatic Hydrolysate and <i>Candida utilis</i> yeast.— <i>Enrique Yáñez, Digna Ballester y Vivien Gattas</i> . . . . .	263

Validating the 24-hour recall method as a dietary survey tool.— <i>Elisabeth E. I. Linusson, Diva Sanjur and Eugene C. Erickson.</i> . . . . .	277
LETTERS TO THE EDITOR	
Malnutrition and education a discrepancy? . . . . .	295
LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY . . . . .	297
NEW BOOKS . . . . .	301
NOTES . . . . .	303
BIBLIOGRAPHY ON NUTRITION (BIREME) . . . . .	305

# TRABAJOS DE INVESTIGACION



# Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile

## II. Inhibidor de tripsina\*

FELIPE GALLARDO, HÉCTOR ARAYA, NELLY PAK  
y MARÍA ANGÉLICA TAGLE \*\*

Unidad de Nutrición Básica, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

### RESUMEN

Se determinó la actividad antitriptica en leguminosas cultivadas en Chile: a) poroto (*Phaseolus vulgaris* var tórtola, coscorrón y zeus); b) haba (*Vicia faba*); c) arveja (*Pisum sativum*); d) lenteja (*Lens esculenta*); e) garbanzo (*Cicer arietinum*); f) chícharo (*Lathyrus sativus*); g) soya (*Glycine max*); h) lupino (*Lupinus albus* var astra y *Lupinus luteus* var aurea); i) tamarugo (*Prosopis tamarugo*). La mayor actividad se observó en la soya: 28.39 UIT/mg de muestra seca desgrasada, el chícharo y el poroto en sus diferentes variedades también presentaron valores altos. Haba, arveja, lenteja, garbanzo y tamarugo, presentaron valores bajos. No se destacó actividad antitriptica en los lupinos.

Se aplicaron diversos tratamientos térmicos a la variedad de poroto que presentó la mayor concentración de inhibidor triptico. Los tratamientos térmicos por vía húmeda eliminaron casi completamente el inhibidor independientemente si se realizaba remojo por 14 horas, o si la muestra estaba entera o molida. Se estudiaron los efectos del calor por vía seca: al calentar los porotos enteros en estufa a 100°C por una hora, sin remojo previo, la destrucción fue bastante escasa (8.8%); al realizar la misma experiencia con el producto molido se obtuvo un descenso mayor (41.1% y en una tercera experiencia con poroto entero y calor seco, con remojo previo, se obtuvo un 36.9% de inactivación del inhibidor.

Los tratamientos por vía húmeda bastan para eliminar casi totalmente el inhibidor triptico. El calor seco solo lo elimina en forma parcial, influyendo el grado de división de la semilla y el remojo previo.

\* Financiado por OEA, a través del proyecto "Introducción racional de leguminosas en la alimentación infantil", 1971-1972.

\*\* Dirección actual: División de Política Alimentaria y Nutrición, FAO, Roma.

Recibido: 11-12-72.

## INTRODUCCION

Las leguminosas constituyen un importante recurso alimentario actual y potencial para la alimentación humana, especialmente en aquellas regiones donde la producción de proteínas de origen animal es escasa (1). Numerosas investigaciones han demostrado la toxicidad de las leguminosas crudas (2-9). Se han descrito diversos compuestos responsables de esta acción: hemaglutininas, saponinas, antivitaminas, glucósidos cianogénéticos, inhibidores de enzimas proteolíticas (6).

En la literatura se puede encontrar abundante información sobre la actividad antitriptica de leguminosas cultivadas en otros países (6). Sin embargo, en Chile no existía ninguna comunicación al respecto.

En esta oportunidad presentamos valores de actividad antitriptica en semillas de leguminosas cultivadas en Chile: además aplicamos diferentes tratamientos utilizados habitualmente en la preparación tanto doméstica como industrial de las leguminosas, y estudiamos los efectos que ellos producen sobre la actividad antitriptica.

## MATERIALES Y METODOS

Se determinó la actividad antitriptica en diversas leguminosas cultivadas en Chile:

- 1.—Leguminosas de consumo humano. a) fréjol o poroto (*Phaseolus vulgaris* var *tórtola*, *coscorrón* y *zeus*); b) haba (*Vicia faba*); c) arveja (*Pisum sativum*); d) lenteja (*Lens esculenta*); e) garbanzo (*Cicer arietinum*); f) chícharo (*Lathyrus sativus*), especie de escaso consumo, y g) soya (*Glycine max*), leguminosa de amplio consumo en otros países; en Chile recién se está iniciando la fase de cultivo comercial.
- 2.—Leguminosas de uso potencial en la alimentación humana. Lupino (*Lupinus albus* y *Lupinus luteus*), actualmente se destinan a la alimentación animal; se están realizando los estudios nutricionales y tecnológicos para definir su posible introducción a la dieta humana.
- 3.—Leguminosa de consumo animal. Tamarugo (*Prosopis tamarugo*), esta especie se cultiva como único recurso forrajero en la Pampa del Tamarugal, zona desértica del Norte de Chile. (10).

### Tratamientos

En el poroto tórtola (*Phaseolus vulgaris*) se realizaron los siguientes tratamientos:

- 1.—Molido\*, autoclavado 20' a 121°C y secado\*\*.
- 2.—Cocido 1 hr a ebullición, secado y molido.
- 3.—Remojado por 14 hr, calentado en autoclave 20', secado y molido.
- 4.—Remojado 14 hr, calentado a ebullición 1 hr, secado y molido.
- 5.—Calentado en olla a presión (10 lb) por 20', secado y molido.
- 6.—Remojado por 14 hr, calentado en olla a presión (10 lb) por 20', secado y molido.
- 7.—Entero, calentado en estufa a 100°C por 1 hr.
- 8.—Molido, calentado en estufa a 100°C por 1 hr.
- 9.—Entero, remojado por 14 hr, calentado en estufa a 100°C por 1 hr.

### Determinación de la actividad antitriptica

Las muestras de las leguminosas crudas y sometidas a los diversos tratamientos se molieron y pasaron a través de un tamiz de 100 mesh. La actividad inhibidora de tripsina se determinó según el método de Kakade *et al* (13) utilizando caseína libre de vitaminas (Nutritional Biochemicals Co., Cleveland, Ohio), y tripsina cristalizada libre de sales, (Worthington Biochemical Corp., Freehold, N. J.).

Para expresar los resultados sobre peso seco, simultáneamente se determinó la humedad en otras muestras por desecación a 105°C, hasta peso constante.

Expresión de la actividad. Una unidad de tripsina se define arbitrariamente como el incremento en 0.01 unidades de absorbancia a 280 m $\mu$  en 20' por 10 ml de la mezcla reaccionante. La actividad de inhibidor de tripsina se define como el número de unidades inhibidas de tripsina (UIT).

---

\* La muestra fue molida en un molino eléctrico, después de someterla a tratamiento se pasó a través de un tamiz de 100 mesh.

\*\* Siempre que aparece el término "secado", significa que la muestra se secó a temperatura ambiente, con ayuda de un ventilador.

La composición de la mezcla reaccionante es la siguiente: alícuotas de 0.2 a 1.0 ml del extracto de semilla, llevando a un volumen de 1.0 ml con buffer fosfato; 1 ml de la solución stock de tripsina, 2 ml de solución de caseína y 6 ml de ácido tricloroacético.

## RESULTADOS Y COMENTARIOS

La actividad antitriptica de las diferentes leguminosas crudas estudiadas se muestran en la Tabla 1. Los valores encontrados fluctúan entre 1.51 a 28.39 UIT/mg de alimento. La mayoría de las leguminosas presentan valores bajos: 1.51 a 4.75 y los más altos correspondieron a soya, chícharo y poroto. Esta tendencia está de acuerdo con lo informado por diferentes investigadores (2-5), en el sentido que el poroto y la soya muestran los valores más altos de actividad antitriptica. Es necesario destacar también las fluctuaciones que se observan en las diferentes variedades de porotos, desde 13.17 a 21.71 UIT/mg. En las dos variedades de lupinos analizadas no se encontró actividad antitriptica. Los valores que aparecen en la literatura para leguminosas cultivadas en otros países están informados en unidades distintas a las utilizadas por nosotros, lo que limita las posibilidades de comparación.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos al aplicar los diversos tratamientos térmicos; a partir de ellos se puede inferir que la actividad antitriptica se elimina casi totalmente en todos aquellos tratamientos en que se empleó calor húmedo (tratamientos 2 al 7), independientemente si éste se aplica en olla común, olla a presión o autoclave. Es necesario recalcar que el remojo previo por 14 hr no influyó en los valores obtenidos. Nuestros resultados concuerdan con lo demostrado por Hintz y cols. (12), Kakade y Evans (11) en el sentido que basta el tratamiento por calor húmedo para destruir el inhibidor triptico.

Los tratamientos 8 a 10 mostraron diversos grados de inactivación del inhibidor, no lográndose en ninguno de ellos la magnitud alcanzada con los calentamientos en medio húmedo. Es necesario destacar que el poroto entero, no sometido a remojo, ni molido, tratado durante 1 hr, mostró escasamente un 8.8% de disminución de la actividad, resultado que es de indudable importancia práctica pues se asemeja a algunos pro-

**TABLA N° 1**  
**INHIBIDOR DE TRIPSINA (UIT/mg) EN SEMILLAS SECAS DESGRASADAS DE LEGUMINOSAS CRUDAS**

Nombre común	Nombre científico	UIT/mg
Poroto	<i>Phaseolus vulgaris</i> var zeus	13,17 ± 0,69
Poroto	<i>Phaseolus vulgaris</i> var coscorrón	14,40 ± 0,81
Poroto	<i>Phaseolus vulgaris</i> var tórtola	21,71 ± 1,43
Tamarugo	<i>Prosopis tamarugo</i>	2,09 ± 0,52
Chícharo	<i>Lathyrus sativus</i>	14,30 ± 1,35
Arveja	<i>Pisum sativus</i>	1,71 ± 0,15
Lenteja	<i>Lens esculenta</i>	1,51 ± 0,23
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	4,75 ± 0,57
Lupino	<i>Lupinus albus</i> var astra	— —
Lupino	<i>Lupinus luteus</i> var aurea	— —
Soya	<i>Glycine max</i>	28,39 ± 1,77
Haba	<i>Vicia faba</i>	1,93 ± 0,11

\* Una unidad de tripsina (UT), se define arbitrariamente como el incremento en 0.01 unidades de absorbancia a 280 m $\mu$  en 20' por 10 ml de mezcla reaccionante. (La composición de la mezcla reaccionante aparece en el texto).

La actividad del inhibidor de tripsina se define como el número de unidades inhibidas de tripsina (UIT).

cesos industriales de preparación de sopas y harinas de poroto. Cuando el poroto se muele, se logra 41% de inactivación lo que se explicaría por el rompimiento del exosperma de la semilla y además por un aumento de la superficie de contacto.

#### SUMMARY

##### Toxic Factors in Chilean Legumes. II: Trypsin inhibitor activity

Seeds of legumes grown in Chile: *Phaseolus vulgaris* var tortola, coscorrón, zeus; *Vicia faba*; *Pisum sativum*; *Lens esculenta*; *Cicer arietinum*; *Lathyrus sativus*; *Glycine max*; *Lupinus albus* var astra y *Lupinus luteus* var aurea; *Prosopis tamarugo*, were analyzed for their trypsin inhibitor activity.

The highest activity was found in soybean: 28.39 units per mg of defatted dry sample. *Lathyrus sativus* and all the studied *Phaseolus* showed high activity; *Vicia faba*, *Pisum sativum*, *Lens esculenta*, *Cicer arietinum*, and *Prosopis tamarugo*, showed low values and no activity was found in both *Lupinus*.

Humid heat treatments eliminate the inhibitor activity. When applying dry heat only a partial inactivation was found a more positive results was found when the materials had been previously soaked during 14 hours.

**TABLA Nº 2**  
**EFFECTO DE DIVERSOS TRATAMIENTOS SOBRE EL INHIBIDOR DE**  
**TRIPSINA CONTENIDO EN POROTO (*Phaseolus vulgaris*),**  
**VARIEDAD TORTOLA**

Tratamientos	UIT/mg	% dest.r
1.—Ninguno	21,71 ± 1,43	—
2.—Molido, autoclavado 20' a 121°C y secado	0,38 ± 0,07	98,2
3.—Cocido 1 hr a ebullición, secado y molido	0,44 ± 0,08	98,0
4.—Remojado 14 hr, calentado en autoclave 20', secado y molido	0,23 ± 0,05	98,9
5.—Remojado 14 hr, calentado a ebullición 1 hr, secado y molido	0,28 ± 0,07	98,7
6.—Calentado olla a presión (10 lb) por 20' secado y molido	0,33 ± 0,07	98,5
7.—Remojado 14 hr, calentado olla a presión (10 lb) por 20', secado y molido	0,28 ± 0,08	98,7
8.—Entero, calentado en estufa a 100°C por 1 hr	19,82 ± 0,93	8,8
9.—Molido, calentado en estufa a 100°C por 1 hr	12,78 ± 0,67	41,1
10.—Entero, remojado 14 hr, calentado en estufa a 100°C por 1 hr	13,70 ± 0,62	36,9

## BIBLIOGRAFIA

1. Aykroyd, W. R. y J. Doughty. Las leguminosas en la nutrición humana FAO - 1964.
2. Gertler, A., Y. Birk and A. Bondi. A comparative study of the nutritional and physiological significance of pure soybean trypsin inhibitors and of ethanol-extracted soybean meals in chicks and rats. *J. Nutr.* 91: 358-368, 1967.
3. Birk, Y. and A. Gertler. Effect of mild chemical and enzymatic treatments of soybean meal and soybean trypsin inhibitors on their nutritive and biochemical properties. *J. Nutr.* 75: 379-389, 1961.
4. Liener, I. E. The intraperitoneal toxicity of concentrates of the soybean trypsin inhibitor. *J. Biol. Chem.* 193: 183-191, 1951.
5. Bowman, D. E. Fractions derived from soybeans and navybeans which retard tryptic digestion of casein. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.* 57: 139-140, 1944.
6. Liener, I. E. Toxic constituents of plant foodstuffs. Academic Press, 1969.
7. Read, J. W. and L. W. Hass. Studies on the baking quality of flour as affected by certain enzyme actions. V. Further studies concerning potassium bromate and enzyme activity. *Cereal Chem.* 15: 59-68, 1938.
8. Seidl, D., M. Jaffé and W. G. Jaffé. Digestibility and proteinase inhibitory action of a kidney bean globulin. *J. Agr. Food Chem.* 17: 1318-1319, 1969.
9. Kakade, M. L., N. R. Simons, I. E. Liener and J. W. Lambert. Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybeans. *J. Agr. Food Chem.* 20: 87-90, 1972.
10. Pak, N., R. Villalón, H. Araya, J. Araya, E. Colombara and M. A. Tagle. A chemical, biological and toxicological study of tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil). Summaria IX Congreso Internacional de Nutrición, México, September 1972.
11. Kakade, M. L. and B. J. Evans. Effect of soaking and germinating on the nutritive value of navy beans. *J. Food Sci.* 31: 781-783, 1966.
12. Hintz, H. F., D. E. Hoghe and L. Krook. Toxicity of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) in the rat. *J. Nutr.* 93: 77-86, 1967.
13. Kakade, M. L., N. Simons and I. E. Liener. A evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. *Cereal Chem.* 46: 518-525, 1969.



# Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile

## III. Hemaglutininas\*

SERGIO CONTRERAS y M. A. TAGLE\*\*

Unidad de Nutrición Básica, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Sede Santiago Norte, Universidad de Chile.

### RESUMEN

Se investigó la presencia de hemaglutininas en extractos obtenidos a partir de diversas semillas crudas de leguminosas cultivadas en Chile: a) fréjol o poroto (*Phaseolus vulgaris* var *tortola*, var *zeus* y var *coscorrón*); b) haba (*Vicia faba*); c) chícharo (*Lathyrus sativus*); d) arveja (*Pisum sativum*); e) garbanzo (*Cicer arietinum*); f) lenteja (*Lens esculenta*); g) soya (*Glycine max*); h) lupino albo (*Lupinus albus* var *astra*); i) lupino luteo (*Lupinus luteus* var *aurea*) y j) tamarugo (*Prosopis tamarugo*).

Se distinguieron dos tipos de hemaglutininas: aquellas que dieron reacción positiva con glóbulos tripsinados de vaca, y las que solo dieron reacción positiva con glóbulos tripsinados de conejo.

El fréjol presentó las concentraciones más altas de ambos tipos de hemaglutininas, especialmente las variedades *coscorrón* y *tórtola*; el haba, el lupino albo, el tamarugo también presentaron hemaglutininas tóxicas, aunque en concentración menor.

Todas las leguminosas estudiadas presentaron hemaglutininas detectables con sangre de conejo en un rango que oscila de 6 a 12 diluciones, con excepción del lupino luteo que no presentó actividad ninguna.

El fréjol *tórtola* (*Phaseolus vulgaris* var *tortola*) fue sometido a diversos tratamientos para determinar aquellos que resultan más eficaces en la eliminación del tóxico. Nuestros resultados indican que aquellos en que la temperatura sobrepasa los 100°C y el ambiente es húmedo serían los mejores. El remojo como único tratamiento no afecta la actividad hemaglutinante, y como pretratamiento tampoco influye en la eliminación de las hemaglutininas.

\* Financiada por OEA, a través del proyecto "Introducción racional de leguminosas en la alimentación infantil".

\*\* Dirección actual: División de Política Alimentaria y Nutrición, FAO, Roma.

Recibido: 15-1-73.

## INTRODUCCION

Las leguminosas constituyen una importante fuente de proteína alimentaria, tanto real como potencial (1-3); pero muchas de estas semillas contienen factores tóxicos (1-6). Animales de experimentación alimentados con dietas que contenían leguminosas crudas, presentaron en la mayoría de los casos alteraciones de distinto orden, como inhibición de crecimiento, pérdida de peso y, en algunos casos más graves, hasta la muerte (3-9).

Los tratamientos térmicos mejoran notablemente la calidad nutricional de las leguminosas; se atribuye este efecto principalmente a destrucción de factores tóxicos termolábiles, tales como inhibidor de tripsina, hemaglutininas y otros, muchos de ellos no bien definidos (4-12).

Algunas de las hemaglutininas, conocidas también con el nombre de lectinas o fitohemaglutininas, han sido consideradas tóxicas en animales de experimentación (4, 8, 11); pero algunos trabajos posteriores indican que también existen hemaglutininas que no son perjudiciales al ser administradas por vía oral o intraperitoneal (13-15).

El propósito de este trabajo fue investigar la actividad hemaglutinante presente en semillas de leguminosas cultivadas en Chile, como también estudiar el efecto de diversos procedimientos, tanto de uso industrial como doméstico, sobre su eliminación.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron las mismas leguminosas estudiadas en los trabajos anteriores (16, 17): poroto o fréjol (*Phaseolus vulgaris*) en sus variedades tórtola, coscorrón, arroz y zeus, que son los de mayor consumo en Chile; haba (*Vicia faba*); chícharo (*Lathyrus sativus*); arveja (*Pisum sativum*); garbanzo (*Cicer arietinum*); lenteja (*Lens esculenta*); soya (*Glycine max*); lupino albo (*Lupinus albus* var *astra*); lupino luteo (*Lupinus luteus* var *aurea*); tamarugo (*Prosopis tamarugo*). La mayoría de ellas son de consumo humano, a excepción de: a) tamarugo, que se usa en la alimentación animal en las zonas áridas del Norte de Chile, y b) los lupinos, que aunque

actualmente se usan solo como forraje, se está considerando su posible utilización en la alimentación humana para lo cual se realizan los estudios pertinentes.

Todas las semillas de consumo humano fueron adquiridas en el mercado local; los lupinos fueron proporcionados por el programa de desarrollo de esta leguminosa, que funciona por convenio Universidad de Concepción - CORFO\*, y el tamarugo fue obtenido del Departamento de Ganadería de la CORFO.

Se midió la acción del calor sobre las hemaglutininas del fréjol variedad tórtola (*Phaseolus vulgaris* var *tortola*), porque este fue uno de los materiales con valores más altos de actividad hemaglutinante, del mismo modo que había presentado valores relativamente altos de glucósidos cianogénicos e inhibidor de tripsina (16, 17), con lo cual se ha convertido en nuestro material de selección para estudios de tóxicos en leguminosas.

Los tratamientos que para este efecto se realizaron, fueron:

- 1.—Remojo; la semilla de fréjol fue dejada en agua durante 14 horas a temperatura ambiente, en seguida se secó al aire con ventilador; esta forma de secado fue utilizada siempre que la muestra resultaba húmeda. Posteriormente se pulverizó (60 mesh) en un molinillo eléctrico, esta etapa final también fue común para los otros tratamientos.
- 2.—Molido y autoclavado 20' a 121°C.
- 3.—Remojado y autoclavado 20' a 121°C, luego secado y molido.
- 4.—Cocido 1 hr a ebullición en olla común.
- 4.—Remojado y calentado 1 hr a ebullición en olla común.
- 6.—Calentado en olla a presión 10 lb durante 20'.
- 7.—Remojado y calentado en olla a presión 10 lb durante 20'.
- 8.—Calentado entero en estufa a 100°C por una hr.
- 9.—Molido y calentado en estufa a 100°C por una hr.
- 10.—Remojado y calentado entero en estufa a 100°C por una hr.

Para la preparación de los extractos, los materiales molidos se mezclaron con solución de NaCl al 0.85% en la proporción 1:9, agitando 10', para luego dejar reposar en frío (4°C).

\* CORFO. Corporación de Fomento de la Producción.

durante 12 hr como mínimo; al cabo de este tiempo se centrifugaban y filtraban en papel Whatman 1, obteniéndose en la mayoría de los casos un extracto límpido.

Eritrocitos preparados a partir de sangre de vaca y de conejo se lavaron tres veces con la misma solución salina y se llevaron a una concentración final de 4%. A continuación, 10 ml de suspensión de eritrocitos se trataron con 1 ml de solución de tripsina (Tripsin 1:250, Difco Laboratories) 1 mg/ml, ya que se ha demostrado que la tripsina es muy efectiva como sensibilizadora de glóbulos (10). Se dejaron reposar por una hr a 37°C, luego se lavaron 3 veces con solución salina, llevando siempre a la misma concentración inicial (4%).

Un volumen de 0.025 ml de extracto inicial se diluyó sucesivamente con la solución salina en un equipo 'Micro-titer' (Cole Eng. Com. Alexander, Virg. U.S.A.), agregando posteriormente sobre cada una de estas diluciones un volumen de 0.025 ml de suspensión de eritrocitos. La lectura se realizó después de una hr de la adición de los glóbulos, considerándose positiva la dilución en que la aglutinación era evidente a simple vista.

## RESULTADOS Y COMENTARIOS

La Tabla 1 muestra la actividad hemaglutinante de diversas semillas crudas de leguminosas. Se puede observar que la concentración de hemaglutininas fluctúa en un rango bastante amplio: desde 3 diluciones para haba hasta 19 para porotos tórtola y coscorrón frente a los eritrocitos de vaca, y desde 6 diluciones para el garbanzo hasta 12 para el fréjol tórtola y coscorrón frente a los eritrocitos de conejo.

Jaffé y Brucher (13), demostraron que en los fréjoles las hemaglutininas que dan reacción positiva con glóbulos de vaca serían mucho más tóxicas que las que solo dan con glóbulos de conejo. Considerando lo anterior podríamos postular que los fréjoles crudos serían tóxicos, especialmente en sus variedades tórtola, coscorrón y zeus; el poroto arroz presentó una actividad hemaglutinante bastante menor a las anteriores.

El haba también presentó actividad hemaglutinante, aunque en concentración baja, cuando se midió con eritrocitos

de vaca: dilución 3; en cambio, frente a eritrocitos de conejo la actividad fue mayor, dilución 8. El lupino albo y el tamarugo presentaron hemaglutininas reaccionantes con glóbulos rojos de vaca, 7 y 5 diluciones respectivamente, pero no produjeron hemaglutinación de los eritrocitos de conejo. La muestra de soya solo presentó lectinas que reaccionan con los glóbulos de conejo. Las semillas de las leguminosas restantes, excluyendo el lupino lúteo que no manifestó ninguna actividad hemaglutinante, contienen solo hemaglutininas que reaccionan con eritrocitos de conejo, en diluciones que van de 6 a 11.

TABLA Nº 1

ACTIVIDAD HEMAGLUTINANTE EN DIVERSAS SEMILLAS CRUDAS DE LEGUMINOSAS, DETERMINADA CON ERITROCITOS TRIPSINADOS DE VACA Y DE CONEJO

Nombre común	Nombre científico	Eritrocitos de vaca	Eritrocitos de conejo
Fréjol tórtola	<i>Phaseolus vulgaris</i> var tórtola	19*	12
Fréjol coscorrón	<i>Phaseolus vulgaris</i> var coscorrón	19	12
Fréjol zeus	<i>Phaseolus vulgaris</i> var zeus	17	9
Fréjol arroz	<i>Phaseolus vulgaris</i> var arroz	9	7
Soya	<i>Glycine max</i>	0	9
Haba	<i>Vicia faba</i>	3	8
Arveja	<i>Pisum sativum</i>	0	11
Lenteja	<i>Lens esculenta</i>	0	11
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	0	6
Chícharo	<i>Lathyrus sativus</i>	0	10
Lupino albo	<i>Lupinus albus</i> var astra	7	0
Lupino lúteo	<i>Lupinus luteus</i> var aurea	0	0
Tamarugo	<i>Prosopis tamarugo</i>	5	0

\* En cada caso se indica la última dilución en que era evidente la aglutinación al cabo de una hora.

En la Tabla 2 se muestran los valores de actividad hemaglutinante que presenta el fréjol tórtola, después de haber sido sometido a diversos tratamientos; también la efectividad de cada uno de los tratamientos en la eliminación de hemaglutininas reaccionantes con glóbulos de vaca, que según Jaffé y Brücher (13) serían las más tóxicas. Los tratamientos que produjeron los mejores resultados fueron aquellos en que la temperatura sobrepasó los 100°C y la presión fue superior a la ambiental: tratamientos 2, 3, 6 y 7, siendo el mejor el tratamiento 7: remojado y calentado en olla a presión 20' a 121°C.

**TABLA Nº 2**  
**ACTIVIDAD HEMAGLUTINANTE DEL FREJOL TORTOLA SOMETIDO**  
**A DIVERSOS TRTAMIENTOS**

Tratamiento Ninguno	Dilución 19*
1.—Remojo	19
2.—Molido y autoclavado 20' a 121°C	19
3.—Remojado y calentado en autoclave 20' a 121°C	2
4.—Cocido 1 hr a ebullición en olla común	6
5.—Remojado y cocido 1 hr a ebullición en olla común	8
6.—Calentado en olla a presión 10 lb 20'	4
7.—Remojado y calentado en olla a presión 10 lb 20'	1
8.—Calentado entero en estufa a 100°C por 1 hr	18
9.—Molido y calentado en estufa a 100°C por 1 hr	15
10.—Remojado y calentado entero en estufa a 100°C por 1 hr	15

\* Los valores expuestos corresponden a la última dilución del extracto en que la aglutinación es evidente a simple vista.

Contrariamente a lo encontrado para glucósidos cianogénicos y factor antitriptico (16, 17), los tratamientos en olla común no son los mejores para destruir el poder hemaglutinante del fréjol (tratamientos 4 y 5). Los más ineficaces resultaron aquellos realizados en ambiente seco, en los cuales la disminución de la actividad hemaglutinante ocurre solo en pequeña proporción (tratamientos 8 a 10); de ellos el mejor fue aquel en que se trabajó sobre muestra molida.

El remojo como único tratamiento no disminuyó la cantidad de hemaglutininas presentes (tratamiento 1); también es dudosa la efectividad del remojo como pretratamiento, ya que la diferencia que existe entre una muestra remojada y una no remojada sometida posteriormente a un mismo tratamiento, puede ser positiva o negativa (tratamiento 4 vs 5 y 8 vs 10).

Al observar la Tabla 2 queda en claro que ninguno de los tratamientos eliminó totalmente la actividad hemaglutinante; sin embargo, los resultados obtenidos pueden servir de pauta para forzar las condiciones experimentales en aquellos que resultaron más efectivos, como ser tratamientos 7 y 3.

No hay uniformidad de criterio para expresar la actividad hemaglutinante que existe en determinadas semillas (7, 8, 10, 13), razón por la cual no se pueden comparar los valores dados por diversos investigadores y también nos resulta bastante difícil interpretar los nuestros. Vale la pena señalar que es muy poca la información que existe sobre el mecanismo de acción de las fitohemaglutininas en el organismo; al respecto, Jaffé (19, 20) indica que es posible que el efecto tóxico se deba a que las hemaglutininas se combinan con las células de la pared intestinal y de esta manera interfieren en el proceso de absorción. Parece necesario estudiar más el o los posibles mecanismos de acción de las hemaglutininas, ya que es dable que con los conocimientos actuales se subvalore su presencia en los alimentos.

#### SUMMARY

##### Toxic factors in Chilean Legumes. III: Hemagglutinating activity

Hemagglutinines were determined in legume seeds grown in Chile: *Phaseolus vulgaris* var *tortola*, var *arroz*, var *zeus* and var *coscorron*; *Vicia faba*; *Lathyrus sativus*; *Pisum sativum*; *Cicer arietinum*; *Lens escu-*

lenta and *Prosopis tamarugo*. Trypsin-activated rabbit and cow erythrocytes were used for the tests.

*Phaseolus vulgaris* presented the highest activity on both types of erythrocytes, especially var *tortola* and *coscorrón*. *Vicia faba*, *Lupinus albus* and *Prosopis tamarugo* showed activity on the cow erythrocytes, although at a lower level. All the studied seeds had active hemagglutinins on rabbit erythrocytes, with the exception of *Lupinus luteus* where no hemagglutinating activity was found.

*Phaseolus vulgaris* var *tortola* was used to study the effect of several heat treatments on the hemagglutinating activity. The best results were obtained with humid heat over 100°C. Soaking alone, or used as a pre-treatment, did not decrease the hemagglutinating activity.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Patwardhan, V. N. Pulses and beans in human nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* 11: 12-21, 1962.
2. Aykroyd, W. R. y J. Doughty. Las leguminosas en la nutrición humana. FAO. Roma, Italia, 1964.
3. Jaffé, W. G. Las semillas de leguminosas como fuente de proteínas en América Latina. En "Recursos Proteínicos en América Latina". Edición INCAP, Guatemala, 1971.
4. Kakade, M. L. and R. J. Evans. Nutritive value of navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *Brit. J. Nutr.* 19: 269-276, 1965.
5. De Muelenaere, H. J. H. Effect of heat treatment on the hemagglutinating activity of legumes. *Nature* 201: 1029-1030, 1964.
6. Kakade, M. L. and R. J. Evans. Effect of soaking and germinating on the nutritive value of navy beans. *J. Food Sc.* 31: 781-783, 1966.
7. Liener, I. E. and H. G. Hill. The effect of heat treatment on the nutritive value and hemagglutinating activity of soybean oil meal. *J. Nutr.* 49: 609-620, 1953.
8. Jaffé, W. G. and C. L. Vega-Lette. Heat-labile growth-inhibiting factor in beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.* 94: 203-210, 1968.
9. Borchers, R. and C. W. Ackerson. The nutritive value of legume seeds. Effect of autoclaving and the trypsin inhibitor test for 17 species. *J. Nutr.* 41: 339-345, 1964.
10. Liener, I. E. Photometric determination of the hemagglutinating activity of soyin and crude soybean extract. *Arch. Biochem. Biophys.* 54: 223-231, 1965.
11. Honavar, P. M., P. M. Cheng-Ven Shid and I. E. Liener. Inhibition of the growth of rats by purified fraction isolated from *Phaseolus vulgaris*. *J. Nutr.* 77: 109-114, 1962.
12. Liener, I. E. Toxic factor in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutr.* 11: 281-298, 1962.
13. Jaffé, W. G. y O. Brucher. Toxicidad y especificidad de diferentes fitohemagglutininas de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.* 22: 267-281, 1972.

14. Stead, R. H., H. J. H. De Muelenaere and G. V. Quicke. Tripsin inhibition, hemagglutination and intraperitoneal toxicity of extracts of *Phaseolus vulgaris* and *Glycine max.* *Arch. Biochem. Biophys.* 113: 703-712, 1966.
15. Muelenaere, H. J. H. Toxicity and hemagglutinating activity of legumes. *Nature* 206: 827-828, 1965.
16. Contreras, S., H. Araya, N. Pak y M. A. Tagle. Factores tóxicos en leguminosas cultivadas en Chile. II. Inhibidor de tripsina. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 24: 1974.
17. Gallardo, F., H. Araya, N. Pak and M. A. Tagle. Factores tóxicos en leguminosas cultivadas en Chile. II. Inhibidor de tripsina. Por publicarse.
18. Tagle, M. A. Algunos factores tóxicos presentes en los alimentos. En: *nutrición 73*, editado por M. A. Tagle. Impresores Jerba, Santiago, Chile, 1973, pág. 63-65.
19. Jaffé, W. G. Hemagglutinins. En: "Toxic Constituents of Plant Foodstuffs" I. E. Liener (ed). Academic Press, New York and London, 1969.
20. Jaffé, W. G. Uber Phytotoxine aus Bahnen, *Arzneimittelforsch.* 10: 1012-1015, 1960.



# Utilización de Urea en terneros de dos días a cinco y doce semanas de edad<sup>1</sup>

J. EDGAR BRAHAM<sup>2</sup>, ROBERTO JARQUÍN<sup>3</sup>,  
JORGE MARIO GONZÁLEZ<sup>4</sup> y RICARDO BRESSANI<sup>5</sup>  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

## RESUMEN

Se llevaron a cabo cuatro experimentos con terneros Holstein de 2 días a 5 y 12 semanas de edad, a los que se alimentó con leche íntegra o con leche íntegra adicionada de 3.66 g% de urea, con o sin acceso a forraje y a concentrado. Durante un día a la semana los animales fueron pesados y sangrados en ayunas, alojándose en jaulas metabólicas; se les alimentó con la fórmula correspondiente y luego fueron sangrados a la media hora y después a intervalos de una hora durante un período total de ocho horas. Se recolectó la orina de 24 horas, determinándose en ésta así como en las muestras de sangre, nitrógeno de urea, creatinina y glucosa. En las muestras sanguíneas también se determinó su contenido de proteína total y albúmina.

Los resultados indicaron que ajeno al hecho de que los animales tuvieran o no acceso a forraje y a concentrado, los niveles de urea sanguínea ascendieron después de la administración de la fórmula, alcanzando el nivel máximo en el término de 4 a 6 horas, y descendiendo de ahí en adelante a los valores iniciales. La excreción de urea fue mayor en los animales que recibieron este compuesto en la fórmula, pero pudo observarse que a medida que el ternero crece la excreción de urea dietética dismi-

1. Presentado parcialmente en la IV Reunión Latinoamericana de Producción Animal, celebrada en Guadalajara, Jalisco, México, del 25 al 30 de junio de 1973, organizada por la Asociación Mexicana de Producción Animal (ALPA).
2. Jefe Asistente de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP y Director del Curso de Posgrado en Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal, INCAP/Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Científico de la citada División.
4. Administrador de la Finca Experimental de la misma dependencia.
5. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos.

Publicación INCAP E-759.

Recibido: 29-8-74.

nuye, hecho indicativo de una mayor utilización de esta fuente de nitrógeno no proteínico, a medida que aumenta la edad del animal. Las ganancias de peso para los terneros que recibieron urea fue de alrededor del 50% de las obtenidas por aquellos alimentados con leche únicamente. Se discuten estos resultados en términos de las implicaciones económicas y nutricionales de la producción de ganado de carne en la Región Latinoamericana.

## INTRODUCCION

Es un hecho reconocido que la producción de ganado vacuno en América Latina debe incrementarse, ya que además de servir como fuente de divisas en un mercado de exportación en constante crecimiento, esa producción también debe ser lo suficiente para satisfacer las necesidades de consumo local. Sin embargo, la crianza de terneros machos no resulta económica para el productor de leche, ya que la cantidad que de ésta consume la cría es considerable, mermando así las ganancias del ganadero. Consecuentemente, gran número de terneros machos son sacrificados al nacer, animales éstos que, de contarse con métodos económicos de crianza que permitieran el uso de una cantidad mínima de leche, bien podrían enriquecer los hatos de los productores de carne.

Los reemplazadores de leche usados con éxito en otros países (1, 2) resultan onerosos para aquellas regiones que, como Latino América, carecen de las materias primas necesarias para elaborarlos. En este sentido, el ternero compite con otros animales de crianza, dado que durante sus primeras semanas de vida es un animal monogástrico y, por lo tanto, incapaz de utilizar los pastos y forrajes que más tarde son asimilados sin ningún problema por el rumen del animal, ya convertido en rumiante. Este también puede utilizar fuentes de nitrógeno no proteínico, las cuales pueden ser usadas por las bacterias del rumen para la síntesis de aminoácidos y, por ende, de proteínas, las que luego puede utilizar ventajosamente el propio animal. Una de estas fuentes de nitrógeno no proteínico, es la urea.

El uso de urea como sustituto parcial de la proteína de una ración destinada a rumiantes está bien documentado (3, 4). No obstante, la literatura no cuenta con muchos informes

referentes a la administración de urea a terneros durante su fase monogástrica (5-7). El objeto del presente trabajo fue, por consiguiente, determinar bioquímicamente la posible utilización del nitrógeno de urea en substitución parcial de la proteína de la leche por terneros de 2 días a cinco y doce semanas de edad.

En un estudio previo (8) se había observado ya que terneros de 3 días de edad podían utilizar hasta 4% de urea aproximadamente en substitución de una cantidad equivalente del nitrógeno proteínico de la leche. Los resultados en referencia fueron obtenidos usando el aumento ponderal y el balance de nitrógeno como parámetros de utilización del nitrógeno de urea.

## MATERIALES Y METODOS

Todos los experimentos de que aquí se da cuenta se llevaron a cabo en la Finca Experimental del Instituto; ésta se encuentra localizada en el altiplano guatemalteco a una altura de 1,480 m sobre el nivel del mar. Se integraron grupos de 5 terneros raza Holstein de 2 días de edad, los cuales fueron alimentados por un período de 5 semanas con la fórmula cuya composición se expone en el Cuadro No. 1.

El plan de alimentación a que se ciñó el estudio se presenta, asimismo, en el Cuadro No. 2. A cada animal se le administraron durante el día dos tomas de la fórmula en cantidades adecuadas para su edad. Los terneros fueron pesados semanalmente, alojándose durante 24 horas en una jaula metabólica, en donde se sangraron en ayunas y se les administró la primera toma del día. Transcurrida media hora y luego cada hora, por un período total de ocho horas, se les tomó una muestra de 10 ml de sangre de la yugular; ésta se dejó coagular y se separó el suero, en el cual se determinó proteína total y albúmina por el método del biuret (9), y nitrógeno de urea, creatinina y glucosa por los métodos del autoanализador (10). Se colectó la orina de 24 horas de cada animal, con el fin de determinar su contenido de nitrógeno de urea, creatinina y glucosa aplicando los procedimientos ya señalados.

El día de la semana que permanecieron en la jaula metálica, los animales recibieron, por la mañana, la fórmula que contenía urea únicamente; por la tarde sólo se les administró leche con el objeto de medir la excreción de urea resultante de la primera toma. Este mismo procedimiento se siguió para los cuatro experimentos de que aquí se informa, empleando los siguientes tratamientos.

*Experimento N° 1:* Se administró la fórmula que contenía 3.66 g% de urea por un período de cinco semanas.

*Experimento N° 2:* Los terneros recibieron la fórmula anterior salvo que la urea fue substituida por glucosa. Este grupo sirvió como control para el experimento N° 1.

*Experimento N° 3:* Los animales fueron alimentados con la fórmula que contenía urea, pero se les permitió libre acceso a un concentrado proteínico cuya composición se detalla en el Cuadro N° 1, y a forraje de planta seca de maíz (tazol) desde el primer día del período experimental. En este caso, se llevó un registro del consumo de concentrado y de tazol.

*Experimento N° 4:* Se administró la fórmula preparada con urea por un período de 12 semanas, y se permitió a los animales acceso al concentrado proteínico y al forraje mencionados (Cuadro N° 4).

## RESULTADOS

La ganancia de peso de los animales alimentados con la fórmula que contenía 3.66 g% de urea se presenta en el Cuadro N° 3. Como puede verse, la ganancia ponderal promedio para el período experimental de cinco semanas fue de 6.3 kg, comparada con 12.6 kg para los animales que recibieron solamente leche (Cuadro N° 4). En el Cuadro N° 5 se detallan los niveles séricos de proteína, albúmina, nitrógeno de urea, creatinina y glucosa de los terneros que recibieron urea en la fórmula. Las diferencias en los valores de nitrógeno de urea fueron altamente significativas ( $< 0.01$ ) con respecto a la hora en que los animales fueron sangrados. En efecto, los hallazgos revelaron un aumento paulatino de dichos valores durante las primeras seis horas, y un descenso gradual durante las últimas dos horas de haber sido sangrados los animales.

**CUADRO N° 1**  
**COMPOSICION DE LA FORMULA USADA**

Ingrediente	g/100 g
Leche íntegra deshidratada	60.00
Urea	3.66
DL-metionina	0.20
Glucosa anhidra	36.14

**COMPOSICION DEL CONCENTRADO 2AP**

Harina de semilla de algodón*	24.5
Harina de pescado	8.0
Melaza	10.0
Granillo de trigo	20.0
Maíz amarillo	20.0
Mezcla mineral**	1.5
Grasa vegetal hidrogenada	15.0
Premix vitamínico***	1.0

\* Procesada para consumo humano.

\*\* Contiene 33% de harina de hueso molido; 33% de carbonato de calcio; 33% de cloruro de sodio y 1% de elementos menores.

\*\*\* Producto de la Casa Pfizer. Contiene, por libra: 1,200 U.I. de vitamina A; 400 U.I. de vitamina D; 900 U.I. de vitamina E; 40 mg de ácido fólico; 800 mg de riboflavina; 1,500 mg de ácido pantoténico; 4,000 mg de niacina; 40 g de colina; 1.8 mg de vitamina B<sub>12</sub>; 11.35 g de metionina; 1,500 mg de terramicina; 12.26 g de manganeso; 9.08 g de zinc; 6.81 g de hierro; 0.73 g de cobre; 0.3 g de yodo; 0.04 g de cobalto; 4.54 g de etoiquina, y 0.9 g de mycoban.

**CUADRO N° 2**  
**PLAN DE ALIMENTACION SEMANAL DE LOS TERNEROS**

Días de edad	Fórmula*	
	Agua	g/toma**
1 - 7	1,000	130
8 - 14	2,000	260
15 - 21	2,500	325
22 - 28	3,000	390
29 - 35	3,500	490
36 - 41	4,000	615
42 - 56	4,000	615
57 - 78	4,000	615

\* Véase Cuadro N° 1.

\*\* Toma: una a las 8 horas, y otra a las 14:30 horas.

El Cuadro N<sup>o</sup> 6 muestra los resultados de los análisis del suero sanguíneo de terneros alimentados con leche íntegra, sin adición de urea. Los valores de nitrógeno de urea revelan una ligera variación, y difieren de los observados en terneros alimentados con leche adicionada de urea, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.01$ ). La Figura 1 ilustra en forma gráfica los resultados de nitrógeno ureico obtenidos en terneros cuya fórmula contenía urea. Cabe señalar que a estos valores se les sustrajeron los valores correspondientes a los animales alimentados sólo con leche, adoptándose esta medida con el fin de obtener los valores debidos a la urea dietética únicamente. Según se observa, la urea sérica muestra un aumento significativo ( $P < 0.01$ ) hasta alcanzar valores máximos 4 y 6 horas después de la administración de urea, para luego declinar gradualmente. Los valores de las excreciones totales de creatinina, nitrógeno de urea y glucosa se resumen en los Cuadros Nos. 7 y 8. Según revelan los datos la excreción total de nitrógeno ureico en los animales alimentados con urea fue más o menos el doble de la excretada por los terneros que consumieron leche solamente. Como puede observarse en la Figura 2, durante la primera semana los animales excretaron 239% de la dosis de urea administrada; este valor descendió a 57% a las cinco semanas, reducción ésta que indica un aumento gradual en la utilización de la urea ingerida.

El Cuadro N<sup>o</sup> 9 muestra la ganancia de peso de los animales incluidos en el tercer experimento, a los que se alimentó con la fórmula que contenía 3.66 g% de urea y se les permitió acceso a forraje y concentrado desde el segundo día de edad. En este Cuadro también se presentan las cifras correspondientes al consumo de concentrado y de forraje. El consumo del primero fluctuó entre 1.973 y 15,686 g, y el de forraje de maíz fue de 1,512 a 4,711 g durante el período de cinco semanas. En el Cuadro N<sup>o</sup> 10 se dan a conocer los resultados de las determinaciones practicadas en el suero de estos animales. En lo que respecta a los valores de nitrógeno de urea sérica, éstos mostraron la misma tendencia que en el experimento N<sup>o</sup> 1, según se muestra en la Figura 3. Los niveles de excreción de creatinina, nitrógeno de urea y glucosa de estos ani-

males pueden apreciarse en el Cuadro N° 11, y los valores de excreción de nitrógeno de urea, en la Figura 4. Al igual que en el caso del experimento N° 1, la excreción de urea, en base a su ingestión, fue de 255% la primera semana y de 60% en la quinta semana. La ingestión de forraje y concentrado no afectó la utilización de la urea dietética. El Cuadro N° 12 presenta las ganancias de peso y el consumo de forraje y concentrado de los terneros de 2 días a 12 semanas de edad. Comparado con los experimentos anteriores, cuando el tiempo experimental se prolongó a 12 semanas (Fig. 5), el patrón de la concentración de urea sérica no varió. En este caso los resultados se exponen sin corrección para al grupo control, que recibió sólo leche, debido a que este último no se consideró por un período de 12 semanas.

La Figura 6 muestra la excreción de nitrógeno de urea comparada con la ingestión de este compuesto. De nuevo, la utilización de la urea de la dieta aumentó progresivamente con la edad, y parece ser que a las 12 semanas de vida los animales ya están en capacidad de utilizar toda la urea ingerida.

Los resultados concernientes a las ganancias semanales de peso para todos los experimentos se exponen gráficamente en la Fig. 7. Como los datos lo revelan, en todos los experimentos hubo una baja inicial en el peso, después de lo cual los animales empezaron a incrementar sus ganancias ponderales. Estas fueron inferiores en los terneros que recibieron urea durante el período de 2 días a cinco semanas que en aquellos alimentados con leche íntegra durante el mismo período. El consumo de forraje y concentrado se tradujo en ganancias de peso superiores a las obtenidas en los dos grupos anteriores. Las ganancias ponderales de los animales que recibieron urea, forraje y concentrado durante un período de 12 semanas, indican una utilización progresiva de la urea, sobre todo después de transcurridas las primeras cinco semanas, lo que refleja la conversión acelerada del ternero monogástrico en rumiante.

**CUADRO N° 3**  
**GANANCIA DE PESO DE TERNEROS ALIMENTADOS CON LECHE**  
**QUE CONTENIA 3.66 g% DE UREA**  
**(Experimento No. 1)**

Ternero N°	Peso		Ganancia ponderal kg
	Inicial	Final kg	
1	48.5	56.0	7.5
2	41.0	47.5	6.5
3	34.5	41.5	7.0
4	41.0	46.0	5.0
5	38.0	43.5	5.5
Promedio	40.6	46.9	6.3

**CUADRO N° 4**  
**GANANCIA DE PESO DE TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD**  
**ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRAL**

Ternero N°	Peso		Ganancia ponderal kg
	Inicial	Final kg	
6	31.0	45.0	14.0
7	62.5	71.0	8.5
8	44.5	59.0	14.5
9	36.5	52.0	15.5
10	41.5	52.0	10.5
Promedio	43.2	55.8	12.6

**CUADRO N° 5**  
**NIVELES\* DE PROTEINA, ALBUMINA, NITROGENO DE UREA, CREATININA Y GLUCOSA EN EL SUERO DE TERNE-  
 ROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE Y 3.66 g% DE UREA (Experimento No. 1)**

Constituyente sérico	Semana No.	Hora de sangrada									
		8:00	8:30	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Proteína g/100 ml	1	7.23	7.08	7.13	7.06	7.10	7.06	7.16	7.10	7.10	7.12
	2	7.31	7.06	7.01	7.10	7.17	6.94	6.91	6.95	6.83	6.89
	3	7.07	6.85	6.81	6.82	6.90	6.72	6.77	6.75	6.75	6.87
	4	6.95	6.77	6.60	6.72	6.62	6.57	6.58	6.65	6.65	6.57
	5	6.69	6.69	6.57	6.49	6.40	6.64	6.74	6.57	6.74	6.71
Albúmina g/100 ml	1	4.04	3.75	3.78	3.85	3.95	3.88	3.83	3.95	3.94	3.95
	2	3.85	3.79	3.69	3.89	3.78	3.79	3.71	3.64	3.73	3.68
	3	3.74	4.76	3.64	3.55	3.66	3.60	3.58	3.63	3.57	3.69
	4	4.41	4.02	4.02	4.02	4.20	4.29	4.14	4.05	4.06	4.00
	5	4.04	3.94	3.74	3.87	4.03	3.93	3.83	3.93	3.91	3.89
N de urea mg/100 ml	1	11	12	13	14	14	14	15	15	15	14
	2	16	15	16	18	19	21	20	20	19	18
	3	12	13	14	15	16	18	18	20	19	20
	4	24	24	24	23	22	22	24	23	24	23
	5	21	23	24	25	24	24	24	24	25	26
Creatinina mg/100 ml	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
	2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0
	3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	5	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Glucosa mg/100 ml	1	70	84	88	98	78	90	85	82	86	81
	2	94	92	134	140	135	127	93	82	72	71
	3	82	133	59	169	160	150	124	116	96	89
	4	75	128	167	150	148	159	106	87	78	76
	5	65	137	200	206	176	192	184	132	97	70

\* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO N° 6

NIVELES\* DE PROTEINA, ALBUMINA, NITROGENO DE UREA, CREATININA Y GLUCOSA EN EL SUERO DE TERNE-  
ROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRA ( Experimento No. 2 )

Constituyente sérico	Semana No.	Hora de sangrada									
		8:00	8:30	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Proteína g/100 ml	1	7.96	7.76	7.88	7.81	7.58	7.41	7.83	7.40	7.65	7.64
	2	7.73	7.49	7.57	7.50	7.48	7.44	7.34	7.23	7.37	7.55
	3	7.85	7.84	7.43	7.43	7.28	7.36	7.35	7.23	7.26	7.42
	4	7.82	7.50	7.48	7.41	7.14	7.19	7.42	7.40	7.30	7.24
	5	7.75	7.62	7.53	7.34	7.42	7.52	7.30	7.41	7.48	7.55
Albúmina g/100 ml	1	5.05	4.62	4.57	4.59	4.57	4.57	4.81	5.37	4.66	4.63
	2	5.22	4.90	4.89	4.97	4.91	4.92	4.82	4.82	4.64	4.98
	3	4.97	4.86	4.71	4.73	4.69	4.60	4.59	4.58	4.48	4.69
	4	4.74	4.62	4.69	4.60	4.48	4.48	4.51	4.53	4.52	4.48
	5	4.82	4.66	4.64	4.56	4.66	4.72	4.57	4.51	4.44	4.47
N de urea mg/100 ml	1	10	10	11	11	10	10	11	11	12	12
	2	16	16	16	16	16	14	15	14	14	16
	3	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11
	4	14	14	14	14	13	13	13	13	12	13
	5	13	13	13	12	12	12	12	11	11	11
Creatinina mg/100 ml	1	1.2	1.2	1.2	0.9	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.9
	2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2
	3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	4	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
	5	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Glucosa mg/100 ml	1	83	88	98	86	82	86	88	91	89	92
	2	80	97	103	101	90	83	83	79	81	82
	3	77	103	110	102	88	85	79	83	83	83
	4	82	102	122	123	105	95	90	86	90	92
	5	92	112	131	130	112	115	105	100	103	103

\* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO N° 7

NIVELES\* DE EXCRECION DE CREATININA, NITROGENO DE UREA Y GLUCOSA EN TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRA ADICIONADA DE 3.66 g % DE UREA

Semana No.	Ingestión de N de urea g/día	Excreción total en orina, g		
		Creatinina	Nitrógeno de urea	Glucosa
1	2.218	0.982	5.300	1.226
2	4.436	0.981	6.241	3.999
3	5.545	0.859	4.854	1.404
4	6.654	0.914	4.471	4.930
5	8.361	0.979	4.765	0.349

\* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO N° 8

NIVELES\* DE EXCRECION DE CREATININA, NITROGENO DE UREA Y GLUCOSA EN TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRA

Semana No.	Excreción total en orina, g		
	Creatinina	Nitrógeno de urea	Glucosa
1	0.887	2.227	1.945
2	0.928	3.745	0.634
3	1.031	1.483	1.160
4	1.175	1.220	1.641
5	1.358	3.441	1.750

\* Valores promedio de cinco terneros.

CUADRO N° 9

GANANCIA DE PESO DE TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD ALIMENTADOS CON LECHE ADICIONADA DE 3.66 g % DE UREA Y CON FORRAJE Y CONCENTRADO

Ternero No.	Peso		Ganancia ponderal kg	Consumo de concentrado g	Consumo de forraje de maíz, g
	Inicial	Final			
11	33.0	46.5	13.5	1,974	1,512
12	49.0	63.5	14.5	15,686	3,151
13	39.0	48.0	9.0	3,981	2,327
14	36.5	53.0	16.5	2,230	4,711
15	34.0	51.5	17.5	5,688	3,166
Promedio	38.3	52.5	14.2		

**CUADRO Nº 10**  
**NIVELES\* DE PROTEINA, ALBUMINA, NITROGENO DE UREA, CREATININA Y GLUCOSA EN EL SUERO DE TERNE-  
 ROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD ALIMENTADOS CON LECHE ADICIONADA DE 3.66 g% DE UREA Y CON ACCESO  
 A FORRAJE Y A CONCENTRADO**

Constituyente sérico	Semana No.	Hora de sangrada									
		8:00	8:30	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Proteína g/100 ml	1	6.37	6.27	6.28	6.21	6.10	6.17	6.09	6.05	6.00	5.99
	2	6.09	5.80	5.74	5.69	5.70	5.73	5.73	5.62	5.60	5.62
	3	5.93	5.66	5.57	5.41	5.46	5.30	5.34	5.44	5.47	5.57
	4	5.73	5.59	5.43	5.34	5.42	5.31	5.40	5.28	5.34	5.36
	5	5.96	5.58	5.56	5.41	5.40	5.29	5.41	5.40	5.46	5.45
Albúmina g/100 ml	1	4.19	3.97	3.91	3.87	3.60	3.71	3.70	3.57	3.68	3.72
	2	4.13	3.84	3.57	3.59	3.60	3.52	3.45	3.48	3.55	4.03
	3	3.76	3.53	3.39	3.33	3.39	3.32	3.29	3.44	3.34	3.53
	4	3.41	3.32	3.26	3.24	3.27	3.19	3.25	3.17	3.20	3.31
	5	3.55	3.30	3.32	3.27	3.44	3.20	3.20	3.14	3.27	3.31
N de urea mg/100 ml	1	15	15	16	17	17	17	17	17	17	16
	2	16	18	18	21	21	22	21	22	21	22
	3	14	16	17	19	19	20	20	20	19	19
	4	17	20	21	23	24	25	25	25	25	25
	5	12	13	14	17	19	22	20	20	19	19
Creatinina mg/100 ml	1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
	4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
Glucosa mg/100 ml	1	82	107	114	114	99	99	94	88	82	80
	2	67	99	124	133	126	116	105	97	81	73
	3	67	124	163	168	152	154	114	78	60	62
	4	48	133	182	191	163	157	124	101	82	70
	5	52	142	193	223	242	238	198	144	105	75

\* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO Nº 11

NIVELES\* DE EXCRECION DE CREATININA, NITROGENO DE UREA Y GLUCOSA EN TERNEROS DE 1 A 5 SEMANAS DE EDAD ALIMENTADOS CON LECHE INTEGRAL ADICIONADA DE 3.66 g% DE UREA Y CON ACCESO A FORRAJE Y A CONCENTRADO

Semana No.	Ingestión de N de urea g/día	Excreción total en orina, g		
		Creatinina	Nitrógeno de urea	Glucosa
1	2.218	0.853	5.653	2.026
2	4.436	0.905	7.985	2.158
3	5.545	0.744	5.238	2.060
4	6.654	0.899	6.342	2.171
5	8.361	1.074	5.018	3.370

\* Valores promedio de 5 terneros.

CUADRO Nº 12

GANANCIA DE PESO DE TERNEROS DE 2 DIAS A 12 SEMANAS DE EDAD, ALIMENTADOS CON LECHE ADICIONADA DE 3.66 g% DE UREA, Y CON ACCESO A FORRAJE Y A CONCENTRADO

Ternero No.	Peso		Ganancia ponderal kg	Consumo de concentrado g	Consumo de forraje de maíz, g
	Inicial l.c. kg	Final			
16	38.0	92.5	54.5	24,186	5,921
17	43.0	89.5	46.5	21,408	5,457
18	50.0	100.0	50.0	43,804	4,548
19	38.0	72.0	34.0	11,645	1,373
20	39.5	94.5	55.0	33,360	7,789
Promedio	41.7	89.7	48.0		

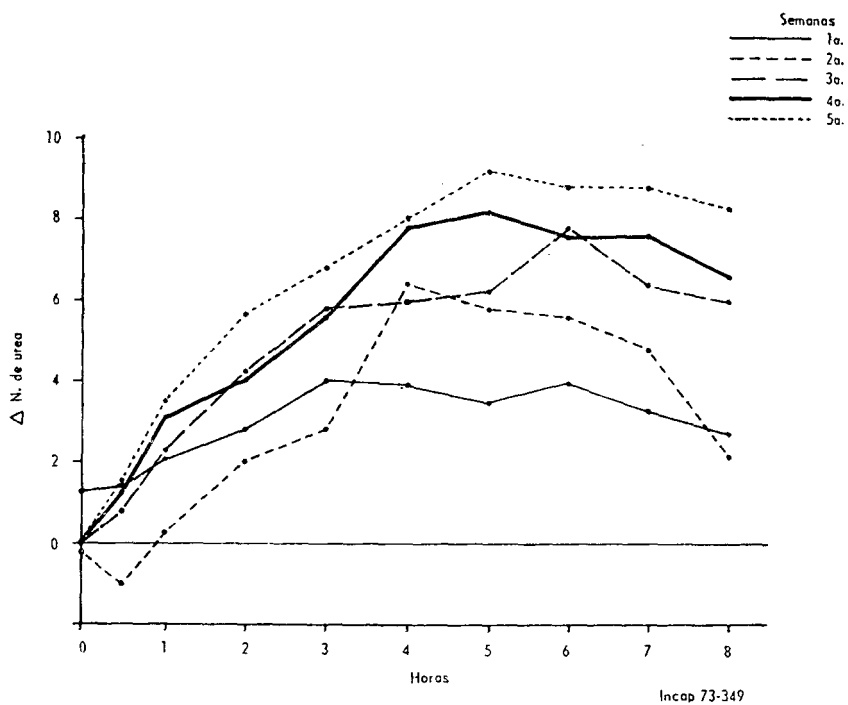


Figura 1. Nitrógeno de urea en el suero de terneros alimentados con leche íntegra y con leche íntegra más 3.66 g% de urea.

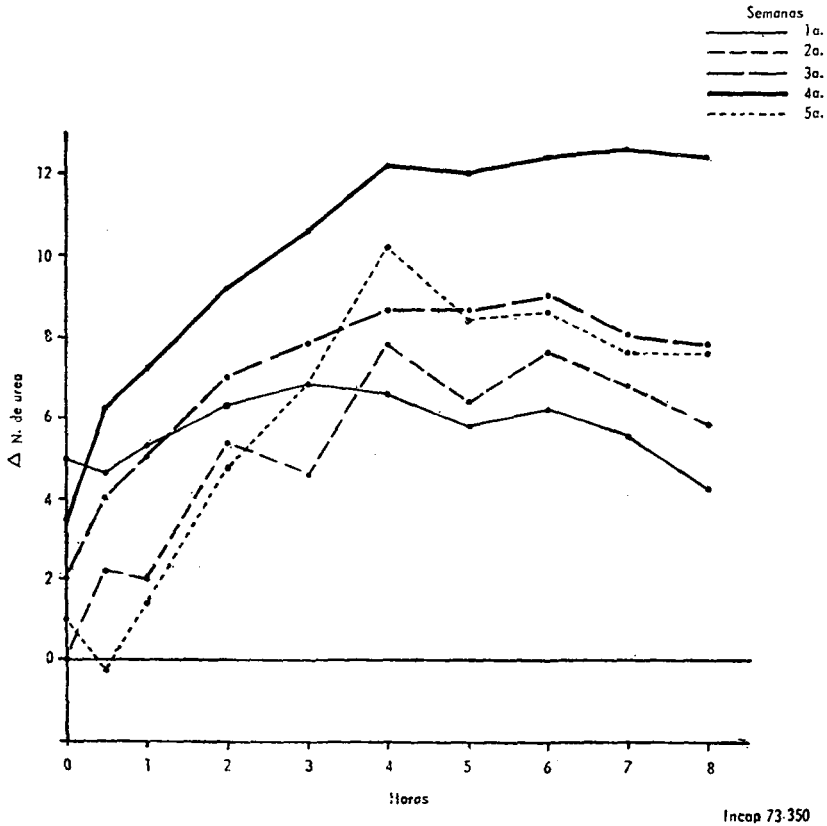


Figura 2. Niveles de N de urea en suero de terneros alimentados con leche íntegra con 3.66 g% de urea y con acceso a forraje y a concentrado.

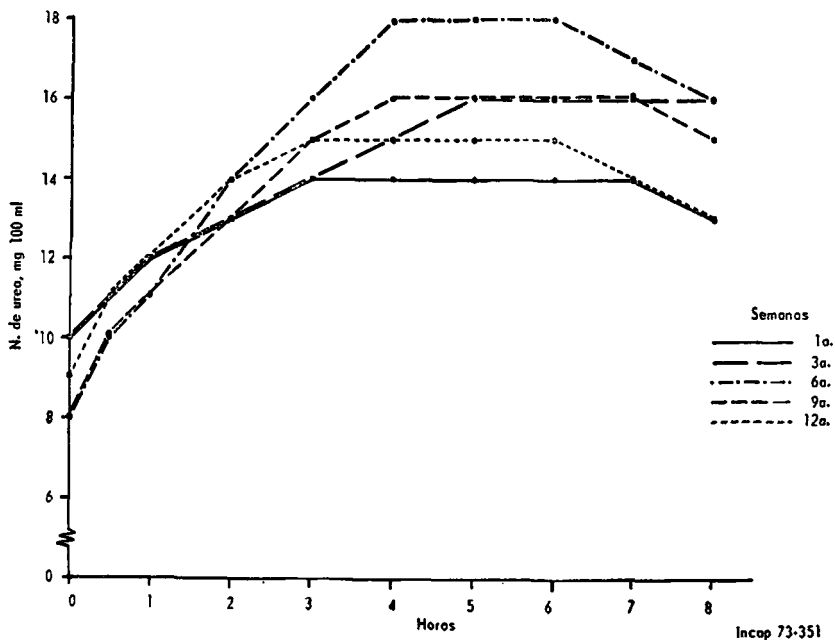


Figura 3: N de urea en suero de terneros alimentados con leche íntegra con 3.66 g% de urea y con acceso a forraje y a concentrado por 12 semanas.

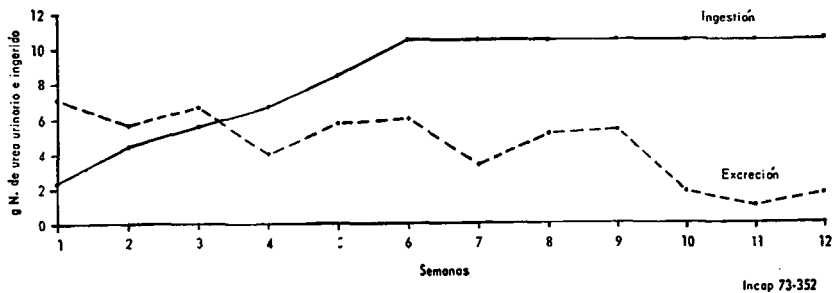


Figura 4. Excreción urinaria e ingestión de N de urea en terneros alimentados con leche íntegra más 3.66 g% de urea, y con acceso a forraje y a concentrado por 12 semanas.

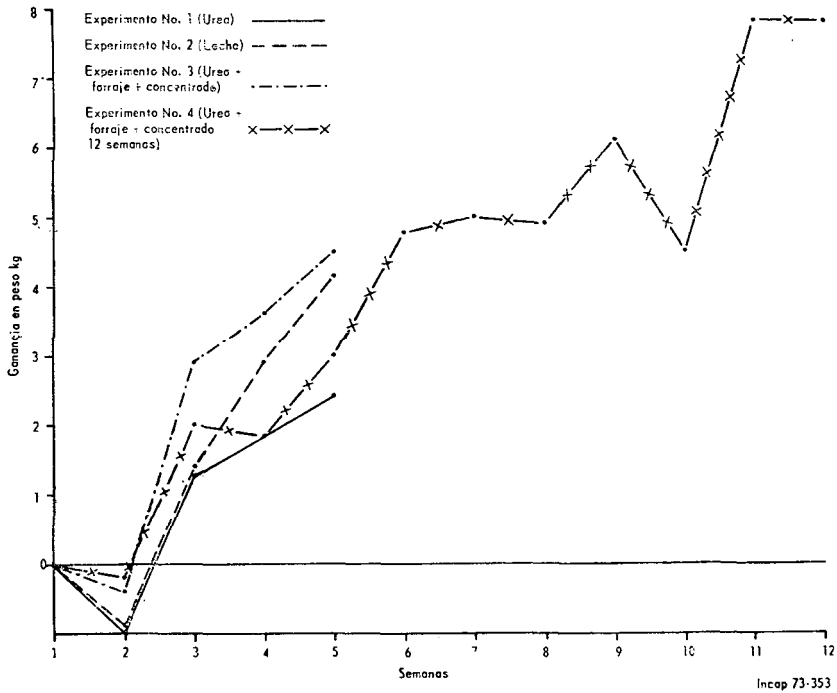


Figura 5. Ganancias de peso semanales de terneros alimentados con leche íntegra o con leche más 3.66 g% de urea.

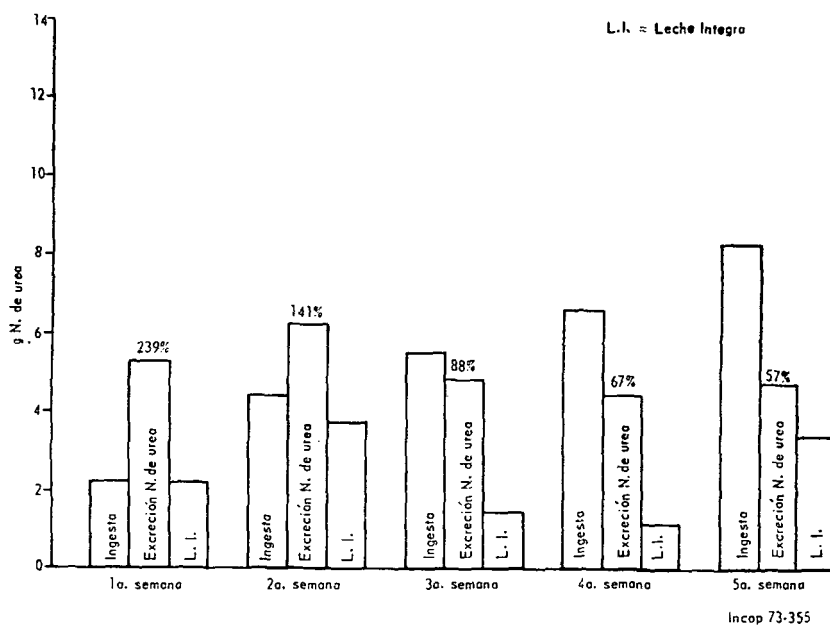


Figura 6. Excreción urinaria e ingestión de urea en terneros alimentados con leche integral más 3.66 g% de urea, y con acceso a forraje y a concentrado.

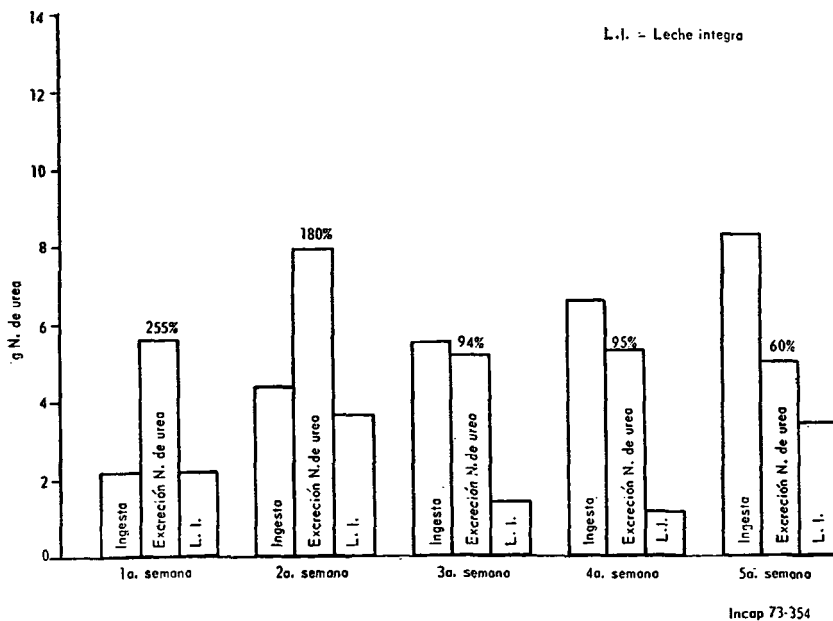


Figura 7. Excreción urinaria e ingestión de urea en terneros alimentados con leche íntegra y con leche íntegra más 3.66 g% de urea.

## DISCUSION

Los resultados expuestos indican que la utilización de nitrógeno no proteínico aumenta gradualmente en terneros Holstein de 2 días a cinco semanas de edad. Sin embargo, las ganancias de peso de los animales que recibieron urea durante ese período fueron, en la mayoría de los casos, inferiores en un 50% a la de aquellos alimentados con leche únicamente. Por lo tanto, la substitución parcial de la proteína de leche por urea es poco efectiva en estos animales. Leibholtz y Naylor (7) y Stobo y colaboradores (5) informan hallazgos similares en terneros de cinco semanas de edad en adelante, y Bressani y col. (8), en terneros no rumiantes.

El consumo de forraje y concentrado que debiera acelerar la conversión del sistema digestivo del ternero —de monogástrico a rumiante— no resultó efectivo en las primeras cinco semanas de edad a juzgar por los resultados de excreción de urea, los cuales fueron similares en animales con o sin acceso a pasto y a concentrado. Sin embargo, sí se obser-

vó una mayor utilización de la urea en terneros hasta de 12 semanas de edad, hecho indicativo de que la conversión de monogástrico a rumiante bajo el régimen alimenticio utilizado, se aceleró después de las primeras cuatro o cinco semanas de edad del animal, a juzgar por las ganancias ponderales y la excreción de urea dietética.

Las altas excreciones de urea en la orina de los animales de menos de cinco semanas de edad sugieren que la urea es rápidamente absorbida por el rumen y luego es excretada como urea o como ion de amonio. Teóricamente, bien puede ser que esto se deba, ya sea a que la ración no contenía suficientes carbohidratos para que los microorganismos del rumen utilizaran la urea, o bien a que la flora microbiana del rumen no se ha establecido aún del todo a esa edad, y, en consecuencia, la utilización del nitrógeno no proteínico es ineficiente. En vista de los resultados relativos que se observan a medida que los animales crecen en cuanto a un mejor aprovechamiento de la urea, es más probable que la segunda razón antes aducida, sea la más importante a este respecto.

Los demás parámetros séricos medidos no acusaron mayor variación ni diferencias significativas entre un experimento y otro o dentro del mismo experimento. Se exceptúa la glucosa, cuya concentración —como era de esperar— asciende después de la ingestión del alimento y luego descien- de gradualmente a los valores iniciales.

Si bien es cierto que las ganancias ponderales de los terneros que recibieron urea fueron inferiores a las de los animales que consumieron leche únicamente, este hecho no excluye la urea como un sustituto parcial de la proteína de leche en la alimentación de terneros de temprana edad. Considerando que económica y nutricionalmente se ganaría mucho con el incremento de ganado de carne en la Región Latinoamericana, el conservar las crías machos contribuiría a la mayor producción de carne en estas áreas. La menor ganancia de peso de los terneros que consumen urea durante las primeras semanas de vida, sería compensada más tarde cuando el animal, ya rumiante establecido, tenga acceso a pastos, forrajes y concentrados adecuados. Este hecho lo demuestra claramente la ganancia ponderal que lograron los animales de más de cinco semanas de edad que formaron parte del estudio aquí descrito.

### SUMMARY

#### Urea utilization in calves from two days to five and twelve weeks of age

Four experiments were carried out with 2-day to 5- and 12-week-old Holstein calves fed either whole milk or whole milk with 3.66 g% urea added, with or without access to pasture and concentrate. Once a week the animals were weighed, bled, placed in a metabolic cage and fed; half an hour later, and from then, on an hourly basis for an 8-hour period, they were bled from the jugular vein. Twenty-four-hour urine collections were carried out, and the urine and blood samples were analyzed for urea nitrogen, creatinine and glucose. In the blood samples, total protein and albumin were also determined.

Results indicated that irrespective of whether or not the animals had access to pasture and concentrate, those fed urea showed higher levels of blood urea nitrogen than those fed milk alone. Maximum values were obtained between 4 and 6 hours after feeding, after which time the values of urea nitrogen returned to fasting levels. Urea nitrogen excretion levels were higher in those animals fed urea, but it could be observed that as they grew older, their excretion levels decreased gradually indicating a better utilization of the dietetic urea as the animal changed from monogastric to ruminant. Weight gains of animals fed urea were about 50% of those fed milk alone. The economic and nutritional implications of these results, in terms of beef production in Latin America, are discussed.

### BIBLIOGRAFIA

1. Preston, T. R. Studies on the rearing of calves weaned between two and four weeks of age. En: *Proceedings of the British Society of Animal Production*. Edinburgh, Scotland, Oliver and Boyd, 1956, p. 67-77.
2. Castle, M. E. & J. N. Watson. A comparison between an early weaning and a more conventional system of rearing dairy calves. *Animal Prod.*, 1: 31-36, 1959.
3. Chalupa, W. Problems in feeding urea to ruminants. *J. Animal Sci.*, 27: 207-219, 1968.
4. Tillman, A. D. & K. S. Sidhu. Nitrogen metabolism in ruminants: rate of ruminal ammonia production and nitrogen utilization by ruminants - a review. *J. Animal Sci.*, 28: 689-697, 1969.
5. Stobo, I. J. F., J. H. B. Roy & H. J. Gaston. The protein requirement of the ruminant calf. III. The ability of the calf weaned at five weeks of age to utilize urea given as a supplement to a low-protein concentrate. *Animal Prod.*, 9: 155-165, 1967.
6. Kay, M., N. A. MacLeod, G. McKiddie & E. B. Philip. The nutrition of the early-weaned calf. X. The effect of replacement of fish meal with either urea or ammonium acetate on growth rate and nitrogen retention in calves fed ad-libitum. *Animal Prod.*, 9: 197-201, 1967.
7. Leibholz, J. & R. W. Naylor. The effect of urea in the diet of the early-weaned calf on weight gain, nitrogen and sulphur balance, and plasma urea and free amino acid concentrations. *Australian J. Agric. Res.*, 22: 655-662, 1971.

8. Bressani, R., J. E. Braham, J. M. González & R. Jarquín. Efecto de la sustitución del nitrógeno de la proteína de leche por nitrógeno de urea en terneros no rumiantes. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23: 389-407, 1973.
9. Layne, E. Spectrophoretic and turbidimetric methods of measuring proteins. III. Biuret method. En: *Methods in Enzymology*. Vol. III. New York, Academic Press, Inc., 1957, p. 450.
10. Technicon Autoanalyzer Methodology. Ardsley, New York, Technicon Corporation, (Bulletins N-38, N-16b, N-15c y N-14b), 1967.

# **Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína en dietas elaboradas a base de maíz y frijol**

BEATRIZ MURILLO<sup>1</sup>, MARCO TULIO CABEZAS<sup>1</sup> y  
RICARDO BRESSANI<sup>2</sup>

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

## **RESUMEN**

Se diseñó un estudio con el propósito de determinar el efecto de la adición de calorías, proteínas o aminoácidos, y de calorías y aminoácidos, sobre la retención de nitrógeno en perros de 3 a 4 meses de edad alimentados con una dieta de maíz y frijol en la relación de 6.24 a 1. En el primer ensayo los animales recibieron 3, 4, y 5 g de proteína de la dieta/kg de peso corporal/día, suplementándose cada nivel de ingesta proteínica con 0, 25 y 50% de incrementos de densidad calórica sobre el contenido energético de la dieta basal. Los resultados revelaron que el agregado de calorías en forma de aceite mejoraba significativamente la retención de nitrógeno, sobre todo cuando la ingesta de proteína era de 3 g/kg/día. Asimismo, los animales aumentaron de peso con el suplemento calórico.

En un segundo experimento en el que se usó la misma dieta de maíz y frijol con un incremento de 25% de calorías, se reemplazó 10, 20, 30, ó 40% de su proteína por proteína de leche o de huevo o por cantidades equivalentes de los aminoácidos lisina, triptofano y metionina. Los hallazgos señalaron mejores retenciones de nitrógeno conforme el nivel de proteína de origen animal se elevaba; a la vez, éstas fueron mayores que las obtenidas al agregar los aminoácidos en referencia en cantidades equivalentes a su concentración en los niveles de proteína de origen animal utilizada.

Finalmente, en un tercer estudio, se trató de medir el efecto individual de la suplementación calórica y de la suplementación con aminoácidos, así como el efecto combinado de los dos tipos de suplemento. De acuerdo

---

1. Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

2. Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-762.

Recibido: 11-10-73.

con los resultados, la adición individual de ambos factores mejoró la retención de nitrógeno, siendo el efecto del agregado de calorías ligeramente superior al de los aminoácidos. Sin embargo, el efecto de los dos suplementos combinados fue superior a los obtenidos individualmente. Los datos subrayan la necesidad de considerar integralmente todos los nutrientes cuando se trata de mejorar la calidad nutritiva de dietas pobres. Indican asimismo que con el incremento de la ingesta de dietas a base de productos vegetales de mucho bulto, no es posible lograr satisfacer las necesidades calóricas y proteínicas de la población.

## INTRODUCCION

La importancia de la energía para el mantenimiento y crecimiento de los seres vivos ha sido tema de amplio estudio. Según informes de Peterson, Grau y Peek (1), Sebald, Bergand y Bowland (2), Allison (3) y Allison y Wannemacher (4), el contenido de energía en la dieta es un factor crítico que controla el consumo del alimento, ya que el animal tiende a ingerirlo fundamentalmente para satisfacer sus necesidades energéticas. Asimismo, se ha establecido una estrecha relación entre la utilización de nitrógeno y el consumo de calorías (3, 5, 6).

Es evidente que la síntesis de proteína en las células se efectúa eficientemente si hay una cantidad suficiente de energía. La deficiencia energética está asociada al catabolismo proteínico, debido a que en tales circunstancias el animal emplea sus reservas de proteína para corregir la deficiencia calórica (5-9). Más aún, la deficiencia en cuanto al consumo de calorías, aunado al de proteínas pobres en aminoácidos esenciales, aumenta los problemas de desnutrición proteínica (10-12).

Las poblaciones rurales y de bajos recursos económicos de América Latina consumen dietas deficientes en proteína, tanto en cantidad como en calidad (13-17). Esto se debe a que en su alimentación predominan cereales, tubérculos, verduras y algunas leguminosas, siendo los grupos más afectados los de niños preescolares.

La mayoría de los estudios que hasta ahora se han llevado a cabo en relación al mejoramiento de las dietas de preescolares del área rural, han considerado principalmente la cantidad y calidad de la proteína que éstos consumen (14-18). Teniendo en cuenta la importancia que el consumo de calo-

rías tiene en la eficiencia de utilización de la proteína dietética, se estimó necesario efectuar una serie de estudios orientados a determinar el efecto que la suplementación calórica de la dieta de preescolares del medio rural ejerce sobre la utilización de la proteína ingerida diariamente en diferentes cantidades.

## MATERIALES Y METODOS

### *Selección de la dieta basal*

De acuerdo a una encuesta realizada recientemente por el INCAP (19), la dieta promedio de preescolares de 12 a 36 meses de edad del altiplano de Guatemala, está constituida según detalles provistos en el Cuadro 1. Según se observa, en esta dieta el 12.1% proviene de productos de origen animal (caldo de res, 8.2%; carne cocida de res, 1.5%, y huevo, 2.40%), alimentos que aportan tan solo 15% de la proteína total, que constituye 4.3% de la dieta. De acuerdo con la misma encuesta (19), un alto número de niños de esa zona no consume tan siquiera esa pequeña cantidad de productos de origen animal, por lo que en su dieta predominan aún más el maíz y el frijol, llegándose a establecer una relación de estos productos, en base seca, de 6.24 a 1, como se muestra en el mismo Cuadro.

Esta relación dista mucho de la que se considera adecuada para obtener una complementación óptima entre las proteínas del maíz y del frijol en la dieta. De acuerdo con Bressani, Valiente y Tejada (18), ésta es de 2.6 a 1.

Con miras a establecer si existían diferencias en cuanto a valor nutritivo entre las dietas rurales, con o sin proteína de origen animal y una dieta a base de maíz y frijol —en la relación de 6.24 a 1— se realizó un estudio preliminar con ratas Wistar de 21 días de edad. El ensayo abarcó un período de 28 días, siendo su objetivo medir el índice de eficiencia proteínica (IEP) y la proteína utilizable de tales dietas. Los resultados obtenidos con las dietas mencionadas fueron estadísticamente iguales para los IEP de 1.51, 1.66 y 1.57 (promedio: 1.58), y proteína utilizable de 4.74, 4.76 y 4.75 (promedio: 4.75).

CUADRO N° 1

COMPARACION DE LA DIETA HABITUAL DE PREESCOLARES DE SANTA MARIA CAUQUE, GUATEMALA, CON UN DIETA LIBRE DE PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL Y CON OTRA A BASE DE MAIZ-FRIJOL

Alimentos	Dieta de Santa María Cauqué (base original)		Dieta libre de proteína de origen animal (base original)	Dieta de maíz-frijol (base seca)
	g/día	%	%	%
Tortillas	103.5	31.9	36.3* maíz	82.6
Pan	19.5	6.0	6.8 frijol	13.2
Frijol	47.9	14.7	16.8*	
Café	2.6	0.8	0.9 minerales	4.0
Azúcar	28.9	8.9	10.1 vitaminas	<u>0.2</u>
				100.0
Caldo de res	26.4	8.2	-	
Carne de res	4.8	1.5	-	
Huevo	7.8	2.4	-	
Verduras	21.2	6.5	7.4	
Arroz, fideo	16.1	4.9	5.6	
Frutas	13.0	4.0	4.5	
Banano	16.4	5.1	5.8	
Papa	4.3	1.3	1.5	
Caldo de frijol	<u>12.5</u>	<u>3.8</u>	<u>4.3</u>	
	324.9	100.0	100.0	
Análisis proximal:				
Humedad	210.2	64.7	56.7	12.9
Materia seca	114.7	35.3	43.3	87.1
Proteína	14.0	4.3	4.1	10.7
Grasa	2.9	0.9	0.7	3.4
Fibra cruda	2.9	0.8	1.0	2.8
Cenizas	2.6	0.8	0.7	2.0
Energía gruesa (Kcal/100 g)	455.0	140.0	135.0	390.0

\* Relación de 6.24 de maíz a 1 de frijol.

Los resultados en referencia constituyen una manifestación del contenido similar de aminoácidos esenciales de las tres dietas, el cual fue determinado en un autoanализador (Cuadro 2).

En vista de que las dietas no acusaron diferencias significativas en cuanto a valor nutritivo, se seleccionó como dieta basal la de maíz y frijol en la proporción de 6.24 a 1.

## CUADRO N° 2

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE LAS DIETAS DE SANTA MARIA CAUQUE, SIN PROTEINA ANIMAL, Y LA ELABORADA A BASE DE MAIZ-FRIJOL (6.24:1)\*

Aminoácidos	Dieta Santa María Cauqué**	Dieta sin proteína animal**	Dieta maíz-frijol (6.24:1)**
Treonina	3.95	3.99	4.16
Valina	5.84	4.07	4.97
Metionina	0.95	1.11	-
Isoleucina	3.41	3.40	3.36
Leucina	10.06	10.86	13.08
Fenilalanina	6.20	6.14	6.58
Lisina	4.40	3.70	4.46
Triptofano	0.72	0.79	0.60

\* Estos análisis se refectuaron por cromatografía en una autcanalizador.

\*\* Dietas expresadas en g/16 g N.

### *Ensayos biológicos*

Se efectuaron dos estudios de balance de nitrógeno con perros de tres meses de edad, y un ensayo con perros de cuatro meses de edad. Los requerimientos nutricionales para perros de esta edad y de preescolares son similares (20, 21). Los perros fueron desparasitados y alojados en jaulas individuales acondicionadas para estudios metabólicos.

Previo al inicio de cada experimento, los perros se alimentaron con Incaparina y leche durante 14 días, con el objeto de que llegaran al período experimental en condiciones nutricionales idénticas.

Cada ensayo tuvo una duración de 12 días en el curso de los cuales se llevaron a cabo tres balances de nitrógeno de 4 días para cada tratamiento, utilizándose 3 perros en cada balance. En el primer estudio se determinó también la digestibilidad de la energía.

#### *A. Efecto de la Densidad Calórica de la Dieta sobre la Eficiencia de Utilización de la Proteína Ingerida en Diferentes Cantidades*

Se empleó un diseño experimental, completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 3 y aplicando los parámetros

siguientes: 3, 4 y 5 g de proteína ingerida/kg de peso del animal/día, aportados por 32.1, 42.8 y 53.5 g de dieta/kg de peso/día, y 0, 25 y 50% de incrementos de densidad calórica sobre el contenido energético de la dieta basal. La energía adicional fue proporcionada por medio de la administración de aceite refinado de soya. La ingesta de 3 g de proteína/kg/día se usó como base ya que en estas condiciones la deficiencia calórica y proteica para el perro fue similar en bases relativas a la deficiencia proteica y calórica de la dieta para preescolares.

B. *Efecto del Mejoramiento de la Calidad de la Proteína sobre la Eficiencia de Utilización Proteínica a una Misma Densidad Calórica*

En este caso la dieta basal fue suplementada con aceite de soya, de tal forma que su densidad calórica se incrementó en un 25%, y su proteína fue substituída parcialmente por 10, 20, 30 ó 40% de proteína de leche o de huevo, o bien suplementada con una mezcla de los aminoácidos esenciales lisina, metionina y triptofano, en cantidades que correspondían a las proporcionadas por las proteínas de origen animal. En todos los casos la ingesta de proteína fue de 4 g/kg de peso/día, suministrada por 42.8 g de dieta/kg de peso/día. Se empleó un diseño de bloques al azar con 18 tratamientos, según se describe en el Cuadro 3.

C. *Efecto de la Densidad Calórica de la Dieta sobre la Eficiencia de Utilización de la Proteína Ingerida en Diferentes Cantidades y Suplementada con Aminoácidos Esenciales*

En este experimento se utilizó un diseño factorial de 2 x 2 x 2, con los parámetros siguientes: por un lado, 3 y 4 g de proteína ingerida/kg de peso del animal/día, suministrados por 32.1 y 42.8 g de dieta basal/kg/día; por el otro, la proteína de la dieta basal suplementada con los aminoácidos lisina y triptofano, y libres de este suplemento, en cantidades que correspondían a las obtenidas mediante la substitución de 20% de proteína de la dieta basal por proteína de leche y, por último, 0 y 25% de incremento de densidad calórica de la dieta basal.

CUADRO N° 3

EFFECTO DE LA SUBSTITUCION PARCIAL DE LA PROTEINA DE LA DIETA BASAL CON PROTEINA DE LECHE O DE HUEVO, Y DE LA SUPLEMENTACION CON LOS AMINOACIDOS LIMITANTES EN LA DIETA BASAL SOBRE LA UTILIZACION DE LA PROTEINA A UNA MISMA DENSIDAD CALORICA (Dieta basal + 25% de incremento de energia)

Trata- miento	Proteína pro- porcionada por la dieta de maíz-frijol		Proteína pro- porcionada por la leche, g prot./kg/día		Proteína pro- porcionada por el huevo, g prot./kg/día		Aminoácidos mg/kg/día*		
		%		%		%	Lis.	Met.	Trip.
1	4.0	100	-	-	-	-	-	-	-
2	3.6	90	0.4	10	-	-	-	-	-
3	3.2	80	0.8	20	-	-	-	-	-
4	2.8	70	1.2	30	-	-	-	-	-
5	2.4	60	1.6	40	-	-	-	-	-
6	4.0	100	-	-	-	-	32	5	8
7	4.0	100	-	-	-	-	64	10	16
8	4.0	100	-	-	-	-	96	15	24
9	4.0	100	-	-	-	-	128	20	32
10	4.0	100	-	-	-	-	-	-	-
11	3.6	90	-	-	0.4	10	-	-	-
12	3.2	80	-	-	0.8	20	-	-	-
13	2.8	70	-	-	1.2	30	-	-	-
14	2.4	60	-	-	1.6	40	-	-	-
15	4.0	100	-	-	-	-	28	6	16
16	4.0	100	-	-	-	-	56	12	32
17	4.0	100	-	-	-	-	84	18	48
18	4.0	100	-	-	-	1	112	24	64

Correspondientes a la cantidad aportada por 10, 20, 30 y 40% de proteína de leche o de huevo.

% de proteína de:	leche	huevo
Lisina	8.1	7.2
Metionina	1.4	1.5
Triptofano	2.0	4.0

## RESULTADOS

### A. *Efecto de la Densidad Calórica de la Dieta sobre la Eficiencia de Utilización de la Proteína Ingerida en Diferentes Cantidades*

En el Cuadro 4 se dan a conocer los efectos producidos sobre la digestibilidad de energía, retención de nitrógeno y aumento de peso, al incrementar el consumo de energía y de proteína, o de ambos, en perros alimentados con una dieta a base de maíz y frijol en la proporción de 6.24 a 1.

Como los datos lo revelan, la digestibilidad de la energía tiende a disminuir a medida que aumenta el consumo energético cuando el animal ingiere 3, 4 ó 5 g de proteína/kg/día. Este efecto, considerado en forma independiente para cada ingesta de proteína, no fue estadísticamente significativo. Sin embargo, al comparar los efectos entre niveles de ingestión proteínica, se observa una disminución significativa de la digestibilidad de la energía, que de 82.5% descendió a 77.5%, y de 77.5% a 65.5%, como promedio, a medida que la ingestión de proteína ascendía de 3 a 4, y de 4 a 5 g/kg/día, respectivamente. En los tres niveles de ingestión proteínica, los incrementos de densidad calórica de la dieta y, por consiguiente, del consumo de energía, indujeron aumentos en la cantidad de nitrógeno retenido. A pesar de ello, la magnitud de este efecto difirió en cada nivel de ingestión proteínica. Cuando éste fue de 3 g/kg/día, los dos incrementos en densidad calórica de la dieta produjeron aumentos significativos en la cantidad de nitrógeno retenido. En cambio, cuando la ingestión de proteína fue de 4 g/kg/día, el ascenso en nitrógeno retenido fue significativo sólo cuando la densidad calórica se incrementó en un 25%. Asimismo, cuando la ingestión de proteína fue de 5 g/kg/día, los aumentos en retención de nitrógeno de que se acompañaron los incrementos de densidad calórica, no fueron estadísticamente significativos.

Es importante señalar que con 0 y 25% de incremento en densidad calórica, una ingesta proteínica de 3 g/kg/día produce balances de nitrógeno negativos. Pero al incrementarse en un 50%, la misma ingestión de nitrógeno induce una retención de + 0.370 g de nitrógeno. Esta es comparable a la retención obtenida con 4 g de nitrógeno/kg/día y 25 y 50% de incremento de densidad calórica.

CUADRO Nº 4

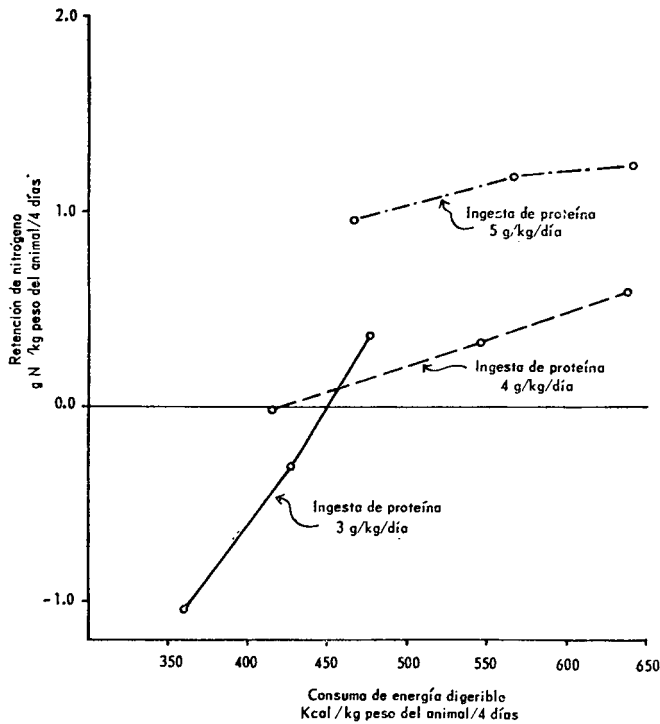
EFFECTOS DE LOS INCREMENTOS ENERGETICOS Y O PROTEINICOS EN LA DIETA, SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA ENERGIA, RETENCION DE NITROGENO Y AUMENTOS DE PESO EN PERROS DE TRES MESES DE EDAD

Proteína g/kg/día	Incremento calórico % sobre dieta basal	Consumo de energía Kcal/kg	Energía di- gerible Kcal/kg	%	Retención de N g/kg*	Aumento en peso g*
3	0	412	362	87.9	-1.018 <u>a</u> / <sup>**</sup>	-101.0
	25	516	428	82.9	-0.343 <u>b</u> /	- 59.0
	50	620	476	76.8	0.370 <u>d</u> /	5.0 <u>a</u> / <sup>**</sup>
4	0	548	416	75.9	-0.016 <u>c</u> /	- 7.0
	25	684	546	79.8	0.335 <u>d</u> /	14.0 <u>a</u> /
	50	820	636	77.6	0.584 <u>d</u> /	38.0 <u>b</u> /
5	0	684	466	68.1	0.965 <u>e</u> /	13.0 <u>a</u> /
	25	856	564	65.9	1.184 <u>e</u> /	51.0 <u>e</u> /
	50	1028	642	62.5	1.249 <u>e</u> /	61.0 <u>c</u> /

\* Promedios de periodos de 4 días.

\*\* Los números con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba múltiple de grupos (Kramer, C. Y. Extension of multiple range test to groups correlated adjusted means. *Biometrics*, 13: 13, 1957).

El efecto del contenido energético de la dieta sobre la utilización del nitrógeno ingerido a que se ha hecho referencia, se manifiesta en forma más exacta cuando la retención de nitrógeno se relaciona con la densidad de energía digerible consumida por el animal (Fig. 1). Según puede apreciarse, cuando la ingesta de proteína ascendió a 3 g/kg/día y el consumo de energía digerible a 476 Kcal/kg, el nitrógeno retenido fue prácticamente igual al que el animal retuvo ingiriendo 4 g de proteína/kg/día, y consumiendo mayores cantidades de energía digerible.



Incap 73-1081

Figura 1. Relación entre el consumo de energía digerible y la retención de nitrógeno con ingestas de proteína de 3.4 y 5 g/kg/día.

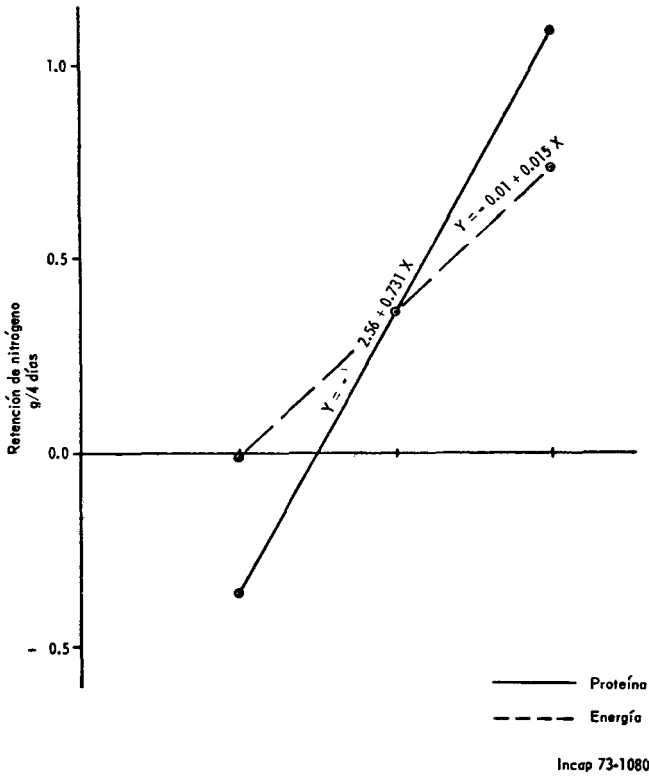
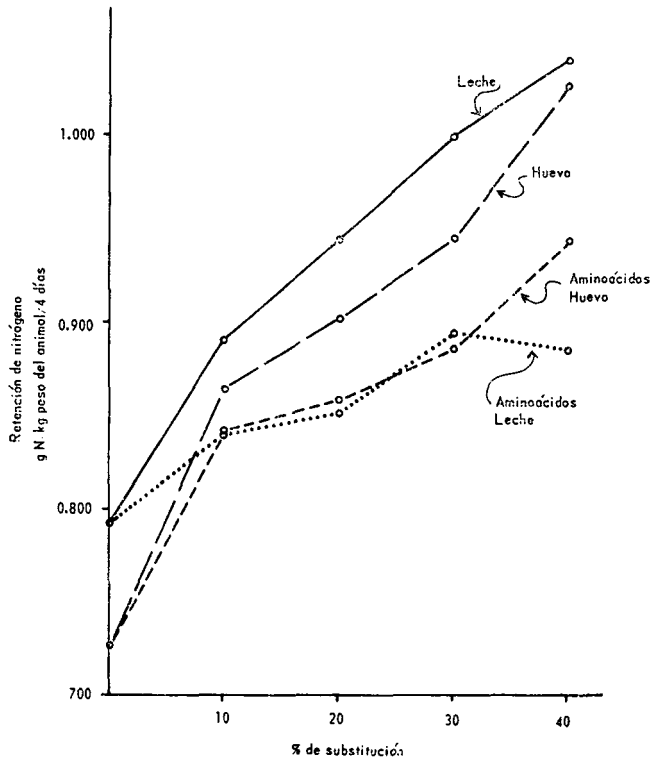
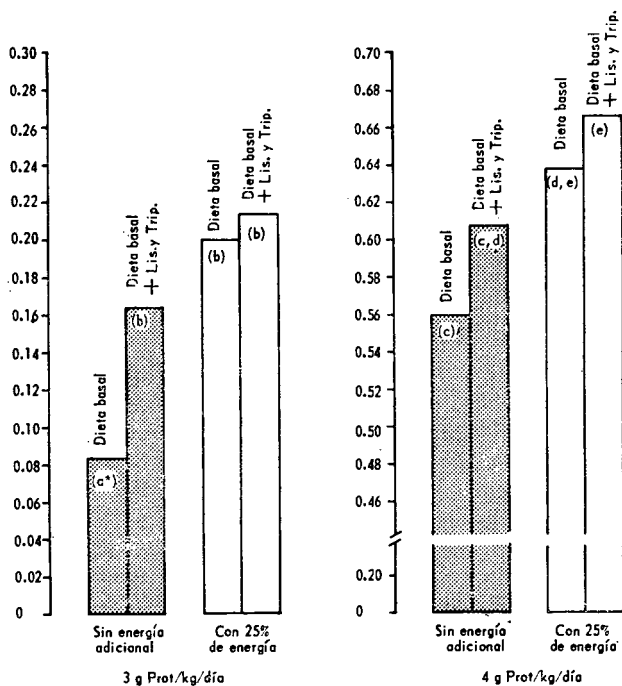


Figura 2. Interacción entre consumo de proteína y consumo de energía en perros de 10 semanas de edad.



Incep 73-1082

Figura 3. Efecto de la substitución de proteína de la dieta basal por proteína animal o por una cantidad equivalente de aminoácidos.



\* Las barras identificadas con la misma letra son iguales estadísticamente.

Incap 73-1083

Figura 4. Efecto de la suplementación con lisina y triptofano, de una dieta a base de maíz-frijol, sin o con energía adicional.

A partir de los resultados expuestos y con el objeto de establecer la relación óptima entre el nivel de ingestión de proteína e incremento de densidad calórica con este tipo de dieta, se efectuó un análisis de regresión entre ambas variables, cuyos resultados se presentan gráficamente en la Fig. 2. Según se observa, las líneas de regresión se cruzan al nivel de 4 g de proteína y 25% de incremento energético, y el equilibrio de balance nitrogenado se logra con 3.5 g de proteína.

#### B. Efecto del Mejoramiento de la Calidad de la Proteína sobre la Eficiencia de Utilización Proteínica a una Misma Densidad Calórica

En este ensayo se utilizó la relación cuantitativa óptima entre el nivel de ingestión de proteína (4g/kg/día) y la densidad calórica (25% sobre la dieta basal) encontrada en el estudio anterior (Fig. 2). Aquí el propósito fue evaluar la respuesta a un mejoramiento de la calidad de la proteína de la dieta a base de maíz y frijol (6.24 a 1), empleando los tratamientos expuestos en el Cuadro 3.

Los hallazgos se muestran gráficamente en la Fig. 3, pudiéndose apreciar que, en todos los casos, el mejoramiento de la calidad de la proteína indujo una mejor utilización de la proteína ingerida. Sin embargo, también pueden observarse diferencias importantes en cuanto a la magnitud de los efectos producidos por la substitución parcial de la proteína de la dieta basal con 10, 20, 30 ó 40% de proteína de huevo o de leche, y los producidos por la suplementación de la dieta con los aminoácidos lisina, metionina y triptofano en cantidades equivalentes a las suministradas por las proteínas de origen animal. En el primer caso, cada aumento en el porcentaje de substitución indujo incrementos significativos en la cantidad de nitrógeno retenido. En cambio con la adición de los aminoácidos, el único aumento estadísticamente significativo fue el producido por la suplementación con cantidades equivalentes a 10% de proteína de huevo o de leche. La adición de mayores cantidades de aminoácidos se tradujo en pequeñas alzas en la utilización del nitrógeno, carentes de significado.

C. *Efecto de la Densidad Calórica de la Dieta sobre la Eficiencia de Utilización de la Proteína Ingerida en Diferentes Cantidades y Suplementada con Aminoácidos Esenciales*

Los resultados de este estudio se exponen en la Fig. 4. En este caso, la adición de los aminoácidos lisina y triptofano, produjo aumentos significativos en la retención de nitrógeno cuando la ingestión de proteína fue de 3 ó 4 g/kg/día, sin o con la adición de calorías. El nitrógeno retenido con incrementos de 25% de densidad calórica, fue ligeramente superior al efecto de la suplementación con aminoácidos, al proporcionar a los perros 3 g de proteína/kg/día. Pudo observarse un efecto similar cuando la ingesta de proteína fue de 4 g, salvo

que en este caso, el agregado de aminoácidos indujo una mayor retención de nitrógeno en relación a la adición de aminoácidos sin suplementación calórica.

## DISCUSION

Los resultados de los estudios descritos expresan algunas de las relaciones nutricionales existentes entre cantidad y calidad proteínica y densidad calórica de la dieta, y destacan la importancia de tomar en cuenta y balancear estos factores para procurar una utilización eficiente de la proteína.

En el primer ensayo se estableció que una dieta a base de maíz y frijol en la proporción de 6.24 a 1, suministrada sin suplemento calórico en cantidades suficientes para suplir 3 g de proteína/kg de peso/día, no satisface ni los requerimientos energéticos ni proteínicos para el mantenimiento y crecimiento de perros de tres meses de edad. Se probó también que con ese tipo de dieta, el factor más limitante para una utilización eficiente de la proteína, es el bajo consumo de energía ocasionado por la insuficiencia calórica de la dieta. En tales circunstancias, el organismo utilizó proteína como fuente de energía, conduciéndolo así a balances de nitrógeno negativos y a pérdidas de peso. Al incrementar la densidad calórica de la dieta en 25 y 50% por encima de su densidad original, satisfaciéndose los requerimientos energéticos del organismo, se constataron aumentos significativos de la cantidad de nitrógeno retenido, no obstante que la ingestión de proteína se mantuvo al mismo nivel. Esta mayor retención de nitrógeno tuvo como resultado mejores ganancias de peso, evidenciando una utilización más eficiente de la proteína.

El aumento de la ingestión de proteína en cantidades mayores de 4 g/kg/día, así como los incrementos en densidad calórica de la dieta y de consumo de energía, no produjeron aumentos significativos en la retención de nitrógeno de los animales. Este hecho indica que a esos niveles de ingestión proteínica, la eficiencia de utilización de este nutriente ya no se ve limitada por la falta de energía. En este caso el factor limitante es el valor nutritivo de la proteína, que, según se sabe, en las dietas a base de maíz y frijol, preparadas en proporciones similares a la utilizada en el presente estudio, es bajo, de acuerdo a investigaciones previas de Braham *et al.* (13) y de

Bressani, Valiente y Tejada (18). Bajo tal régimen dietético el exceso de proteína es oxidado por el organismo. Este proceso produce un mayor incremento de calor que la oxidación de carbohidratos y lípidos (22), y como consecuencia, una menor eficiencia de utilización de la proteína y del alimento en general.

En el caso de la dieta de maíz y frijol empleada en este estudio, el balance entre la densidad calórica de la dieta y la ingesta de proteína se obtuvo al calculado por análisis de regresión, cuando la ingesta de proteína fue de 4 g/kg/día y la densidad calórica de 488 Kcal/100 g de dieta. En segundo lugar, se deduce que para modificar favorablemente esta relación cuantitativa óptima, la única solución es mejorar la calidad de la proteína. Este último punto fue comprobado en el segundo ensayo, en el que el mejoramiento de la calidad proteínica de la dieta de maíz y frijol con el agregado de pequeñas cantidades de proteína de huevo o leche o aminoácidos esenciales, indujo aumentos significativos en la retención de nitrógeno.

La importancia de alcanzar un balance entre la cantidad y calidad de proteína y la densidad calórica de la dieta se aprecia también en los resultados del tercer ensayo. Estos demuestran que cuando las ingestas de proteína son bajas, es factible mejorar la calidad de la dieta por medio de la suplementación de aminoácidos o calorías. Asimismo, confirman el hecho de que la suplementación calórica es menos importante al incrementar la calidad o cantidad de la proteína ingerida.

### CONCLUSIONES

Los resultados de estos estudios tienen gran significado en relación a los esfuerzos que actualmente se están haciendo o se proyecta hacer, con miras a mejorar las dietas de consumo habitual de niños preescolares del área rural de Guatemala y de otros países centroamericanos. En estas dietas predominan el maíz y el frijol, en proporciones que varían de acuerdo a la disponibilidad de estos productos pero que, en general, se acercan a la proporción que se usó en la dieta basal utilizada en este trabajo (18). Según datos obtenidos por García y col. (19), el consumo diario de la dieta típica de niños preescolares de Santa María Cauqué que se detalla en el Cuadro 1, alcan-

za un promedio total de 325 g, cifra que representa 115 g de materia seca. Esta cantidad suple aproximadamente de 50 a 60% de los requerimientos energéticos, y de 70 a 80% de los requerimientos proteínicos de niños de 24 a 36 meses de edad. Asimismo suple 75% de los requerimientos energéticos y 80% de los requerimientos proteínicos para perros de 3 a 4 meses de edad. Braham *et al.* (13, 14), Flores, Flores y Lara (15) y Flores y col. (16, 17) informan una situación similar en otras poblaciones del área rural de Guatemala. Por su parte, los hallazgos de nuestro estudio plantean la posibilidad de mejorar notablemente ese tipo de dieta mediante la adición de pequeñas cantidades de grasa o aceite, con lo que se logra aumentar su densidad calórica. La aplicación de esta medida resultaría en una mayor utilización de la proteína ingerida y, por consiguiente, en un mejoramiento de la calidad de la dieta.

Esto no se obtendría aumentando la ingesta de la misma dieta a menos que se mejorara la calidad de la proteína mediante el agregado de pequeñas cantidades de productos de origen animal, especialmente en aquellos casos en los que no se consume este tipo de productos. Otra forma de mejorar la calidad de la dieta podría ser el aumento en el consumo de frijol; se lograría así reducir la proporción de maíz y frijol en la dieta y, a la vez, aumentar el valor biológico de la proteína ingerida (18).

En conclusión, este trabajo señala la necesidad de considerar integralmente todos los nutrientes, tanto desde el ángulo cuantitativo como cualitativo. Ello es fundamental si se quiere mejorar realmente las dietas de la población rural de los países centroamericanos y de aquellos de otras regiones del mundo donde las condiciones son similares.

Es importante señalar también que las dietas de la misma naturaleza que la utilizada en el presente estudio, son muy voluminosas para el peso; por consiguiente, es difícil lograr un mayor consumo de las mismas para satisfacer tanto las necesidades proteínicas como calóricas. Lo que es más, las poblaciones no cuentan con los recursos económicos que les permitan consumir mayores cantidades, si pudiesen, lo cual indica la necesidad de concentrar más el contenido calórico y proteínico de estas dietas mediante el agregado de aceite o grasa, y de proteína.

### SUMMARY

Influence of calorie density on the protein utilization of diets based on corn and beans

A study was performed to determine the effect of individual and combined additions of calories, protein, and/or amino acids, on the nitrogen balance of dogs 3 to 4 months old fed a diet of maize and beans in a 6.24 to 1 ratio.

In the first experiment, the animals were fed 3, 4, and 5 g of protein/kg/day of the maize-bean diet supplemented at each level of protein intake with 0, 25 and 50% of calorie increments over the basal level. Results showed that the addition of calories, as oil, increased nitrogen retention significantly, particularly when protein intake was 3 g/kg/day. As a result of the calorie supplement, the animals gained more weight.

In a second study, the protein of the same diet, with 25% additional calories, was replaced by 10, 20, 30 and 40% of milk or egg protein, or lysine, tryptophan and methionine in equivalent amounts. Findings revealed that nitrogen balance increased as animal protein replaced more of the basal dietary protein. The same was also true when amino acids were used. However, the responses obtained were not as high as when whole protein was utilized, and when higher amino acid additions were used, a plateau in nitrogen balance was reached.

The third experiment was designed to measure the individual effect of calories and amino acids, as well as their combined effect on the protein quality of the maize-bean diet. In this case, results indicated that the individual addition of both types of supplements improved nitrogen balance, the caloric addition showing slightly superior effects. The simultaneous addition of both types of supplements gave slightly higher nitrogen retention values than did individual additions.

In conclusion, the data indicate that when diets are to be nutritionally improved, it is important to consider all limiting nutrients. Furthermore, recommendations to increase nutrient intake through increased food intake are not sound, because the bulk of diets based on maize and beans does not permit such an approach.

### BIBLIOGRAFIA

1. Peterson, D. W., C. R. Grau & N. F. Peek. Growth and food consumption in relation to dietary levels of protein and fibrous bulk. *J. Nutr.*, **52**: 241-257, 1954.
2. Sebald, I. R., R. T. Bergand & J. P. Bowland. Digestible energy in relation to food intake and nitrogen retention in the weanling rat. *J. Nutr.* **59**: 385-392, 1956.
3. Allison, J. B. Calories and protein nutrition. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **69**: 1009-1024, 1957-58.
4. Allison, J. B. & R. W. Wannemacher, Jr. Repletion of depleted protein reserves in animals. En: *Amino Acid Malnutrition*. W. H. Cole, ed. New Brunswick, New Jersey, Rutgers University Press, 1957, p. 1-13.
5. Munro, H. N. Carbohydrate and fat as factors in protein utilization and metabolism. *Physiol. Revs.*, **31**: 449-488, 1951.

6. Munro, H. N. & T. W. Wikramanayake. Absence of a time factor in the relationship between level of energy intake and protein metabolism. *J. Nutri.* 52: 99-114, 1954.
7. Mitchell, H. H. *Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals*. Vol. 2. New York, Academic Press, 1964, 840 p.
8. Rosenthal, H. L. The effect of dietary fat and caloric restriction on protein utilization. *J. Nutr.* 48: 243-255, 1952.
9. Rosenthal, H. L. & J. B. Allison. Dietary energy requirements. Effects of caloric intake on nitrogen balance and organ composition of adult rats. *J. Agr. Food Chem.*, 4: 792-796, 1956.
10. Loaham, G. G., A. Cordano & J. H. Baertl. Studies in infantile malnutrition. II. Effect of protein and calorie intake on weight gain. *J. Nutr.*, 81: 249-254, 1963.
11. Loaham, G. G. & E. Morales. Studies in infantile malnutrition. I. Nature of the problem in Peru. *J. Nutr.*, 79: 479-487, 1963.
12. Scrimshaw, N. S. & M. Béhar. Protein malnutrition in young children. *Science*, 133: 2039-2047, 1961.
13. Braham, J. E., M. Flores, L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani. Mejoramiento del valor nutritivo de dietas de consumo humano. I. Evaluación nutricional de la dieta de preescolares en tres comunidades rurales de Guatemala. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 19: 231-251, 1969.
14. Braham, J. E., M. Flores, L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani. Mejoramiento del valor nutritivo de dietas de consumo humano. II. Suplementación con mezcla vegetal INCAP 9 y leche. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 253-264, 1969.
15. Flores, M., Z. Flores & M. Y. Lara. Food intake of Guatemalan Indian children, ages 1 to 5. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 58: 480-487, 1966.
16. Flores, M., B. García, Z. Flores & M. Y. Lara. Annual patterns of family and children's diet in three Guatemalan Indian communities. *Brit. J. Nutr.*, 18: 281-293, 1964.
17. Flores, M., M. T. Menchú, M. Y. Lara & M. A. Guzmán. Relación entre la ingesta de calorías y nutrientes en preescolares y la disponibilidad de alimentos en la familia. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 41-58, 1970.
18. Bressani, R., A. T. Valiente & C. Tejada. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combinations of lime-treated corn and cooked black beans. *J. Food Sci.*, 27: 394-400, 1962.
19. García, B. (INCAP). Comunicación personal.
20. National Research Council. *Nutrient Requirements for Domestic Animals. VIII. Nutrient Requirements for Dogs*. A Report of the Committee on Animal Nutrition. Washington, D. C., 1953, 30 p. (NRC Publication N° 300).
21. Viteri E., F. Composición corporal y requerimientos calóricos y proteínicos en relación a la edad. En: *El Problema de la Desnutrición Proteínico-Calórica en el Istmo Centroamericano*. Guatemala, C. A. Editorial Luz, S. A., marzo de 1971, p. 148-173.
22. Forbes, R. M. & M. Yohe. Effect of energy intake on the biological value of protein fed to rats. *J. Nutr.*, 55: 499-506, 1955.



# Mejoramiento del valor nutritivo del maíz por medio de infusiones de lisina y triptofano<sup>1, 2</sup>

ROBERTO A. GÓMEZ BRENES<sup>3</sup>, CARLOS ENRIQUE ACEVEDO GONZÁLEZ<sup>3</sup> y RICARDO BRESSANI<sup>4</sup>

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

## RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio sobre las condiciones óptimas requeridas para aumentar, por medio de infusión, las concentraciones de lisina y triptofano libres en el maíz.

Se encontró que con una solución acuosa de lisina al 30%, a la temperatura ambiente de 25°C y a un pH de 6.0, la concentración de este aminoácido en el grano ascendió de 0.109 a 6.0 g%, o sea 54 veces su concentración inicial. En el caso del triptofano las condiciones óptimas se obtuvieron utilizando una solución de NaOH al 20%, a un pH de 12.0 y a la temperatura de 40 a 45°C; se logró así incrementar 277 veces la cantidad original de triptofano libre en el grano. El tiempo óptimo de infusión para ambos aminoácidos fue de 6 horas.

Los hallazgos revelaron que la mayor concentración de los aminoácidos incorporados por infusión se encuentra en el endospermo y en el germen del grano después de fraccionar éste en sus partes anatómicas.

Al someter los granos enriquecidos por infusión a diferentes tipos de procesamiento, se produjo cierta pérdida de los aminoácidos incorporados. Sin embargo, en los procesos de tostación, autoclaveado en seco, autoclaveado en húmedo y cocción con agua de cal para la preparación de tortillas, pudo recuperarse 77, 74, 81 y 31% de lisina, y 58, 51, 46 y 26% de triptofano, respectivamente. En estas preparaciones no se detectó ningún sabor ni olor extraños que pudieran ser atribuidos a los granos enriquecidos por infusión.

1. Presentado parcialmente por el Lic. Carlos Enrique Acevedo González, como trabajo de tesis previo a optar al título de Licenciado en Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Esta investigación se llevó a cabo con fondos de la Research Corporation, con sede en la ciudad de Nueva York, E. U. A.
3. Científicos de la Sección de Bioquímica Nutricional, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
4. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Publicación INCAP E-760.

Recibido: 4-9-73.

Los ensayos biológicos practicados en ratas en proceso de crecimiento, utilizando raciones preparadas a base de maíz corriente, suplementado con lisina y triptofano puro, así como provenientes del maíz enriquecido por infusión, demostraron que estos aminoácidos eran 100% disponibles, ya que no hubo diferencia alguna entre los índices de eficiencia protéinica obtenidos utilizando aminoácidos puros y los aportados por el maíz después de someterse a infusión. Los datos recabados indican, por consiguiente, que el método de infusión es efectivo para corregir las limitaciones naturales que posee el maíz en lo que a su valor nutritivo se refiere, dado que en esta forma es factible suplementarlo con las cantidades óptimas de lisina y triptofano requeridas.

Las mezclas secas de grano corriente con granos enriquecidos pueden situarse a la venta en los mercados. Así, las amas de casa podrían preparar sus alimentos a base de un maíz de alto valor nutritivo, práctica que contribuiría a prevenir la desnutrición en los grupos de población más vulnerables.

## INTRODUCCION

Las proteínas de los cereales contienen un patrón de aminoácidos poco deseable, ya que carecen de uno o más de los aminoácidos esenciales (1-3). Valiéndose de análisis químicos y pruebas biológicas, se ha demostrado que el maíz —uno de los cereales que más consumen las poblaciones de Latino América— es deficiente en lisina y triptofano (4-6).

A pesar de que numerosos estudios llevados a cabo en humanos y animales (7-9) han revelado que la adición de lisina y triptofano al maíz, mejora significativamente su valor nutritivo, aún no se ha encontrado una forma práctica de incorporar estos aminoácidos a los alimentos preparados a base de este cereal. Ello se debe a que la gran mayoría de los consumidores que se beneficiarían con esta medida, compran o producen el maíz en grano, para procesarlo en el hogar. Esta costumbre constituye una seria limitación a los programas de suplementación, ya que esta barrera obstaculiza la aplicación de medidas tales como el agregado de aminoácidos puros, granos sintéticos, o suplementos protéinicos.

Por esta razón, la suplementación, cuyo propósito es beneficiar a los pueblos consumidores de maíz, podría ser más efectiva llevándose a cabo en el grano entero. El objetivo del presente estudio fue, por lo tanto, explorar las posibilidades del enriquecimiento de los granos enteros de maíz con sus aminoácidos limitantes, por medio del proceso de infusión (10-12).

Graham y col. en 1968 (12) efectuaron los primeros trabajos en este sentido, empleando el proceso de infusión en granos de trigo, con el objeto de incorporarles proteínas solubles, hidrolizados de proteínas y lisina. Los resultados obtenidos por estos investigadores fueron satisfactorios, ya que la infusión proporcionó al grano de trigo un nivel de más de 20% de proteína. Comprobaron también que los granos de trigo suplementados, mezclados con trigo corriente, eran prácticamente imposibles de detectar.

Los primeros intentos para suplementar el maíz por el método de infusión fueron realizados por Blessin *et al.* en 1970 (10), quienes trabajaron con un maíz dentado corriente y lograron obtener concentraciones de lisina de 2.2g% después de 48 horas de infusión.

En vista de que los trabajos previos se hicieron solamente con lisina, se consideró de interés utilizar también triptofano para la infusión. Por consiguiente, los objetivos del estudio aquí descrito fueron, primero, establecer las condiciones óptimas de infusión de lisina y triptofano para lograr las mayores concentraciones posibles, en un tiempo razonable. Segundo, estudiar la estabilidad física y química del grano de maíz, así como la disponibilidad biológica de los nutrientes incorporados al mismo.

## MATERIALES Y METODOS

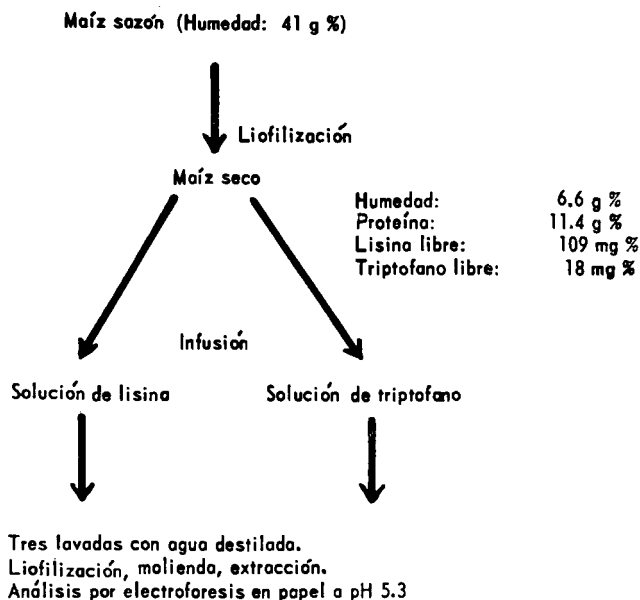
### A. Muestras de maíz

El maíz utilizado fue la variedad Tiquisate Dorado, que se cultivó en la finca Experimental del INCAP. Su corte se efectuó aproximadamente unos 20 días antes de la época normal de cosecha, y contenía 41% de humedad. La muestra de maíz se secó en una liofilizadora hasta una humedad de 6.6%. Usando métodos ya descritos (13), se determinó que el contenido de lisina libre era de 0.192 g% y el de triptofano libre, de 0.018 g%.

### B. Infusión del maíz

Básicamente, el proceso de infusión del maíz se llevó a cabo siguiendo los pasos que a continuación se enumeran, y los cuales se representan gráficamente en la Figura 1:

1. Se pesaron 15 g de maíz seco y se colocaron en un Erlenmeyer de 125 ml de capacidad.
2. Se le agregaron 100 ml de la solución de lisina o de triptofano y se dejó reposar el tiempo adecuado.
3. Se decantó la solución del aminoácido y el maíz se enjuagó tres veces con agua destilada para lavar de la superficie del grano los restos de aminoácidos que pudieran haber quedado adheridos.
4. Una vez lavado, el maíz se llevó a liofilización para someterlo de nuevo a secamiento.
5. El maíz seco se molió en un molino Wiley a un grueso de 20 mallas, y al producto así obtenido se le extrajeron los aminoácidos libres, los cuales se cuantificaron.



Incap 73-925

Figura 1. Proceso de infusión.



contenían los aminoácidos propios del maíz más los incorporados por infusión.

El hecho de que la lisina es un aminoácido básico y el triptofano un aminoácido neutro, nos indujo a escoger la electroforesis en papel, a bajo voltaje, como el método más práctico y rápido para controlar la incorporación de estos aminoácidos dentro del grano de maíz. La cantidad de aminoácidos incorporados pudo calcularse por diferencia entre las densidades ópticas de las fracciones separadas de los extractos, antes y después de la infusión.

El método de electroforesis usado fue el de Gómez Brenes y col. (13).

D. *Preparados de maíz después de infusión con lisina o triptofano (14).*

1. *Fraccionamiento del grano de maíz en sus partes anatómicas*

Se colocaron 100 g de maíz crudo en un recipiente con agua destilada suficiente para cubrir la muestra por completo. Esta mezcla se dejó reposar durante 24 horas al cabo de las cuales se decantó el agua, y valiéndose de un par de pinzas y de una navaja, se procedió a fraccionar el grano en: cáscara, germen y endospermo. Luego, cada fracción fue desecada al vacío y pesada para obtener datos con relación al grano entero. Cada una de las fracciones se sometió a análisis para establecer en qué lugar se había depositado la mayor parte de la lisina y del triptofano, después de la infusión.

2. *Maíz tostado*

El maíz se colocó en un tostador rotatorio para lograr una tostación uniforme; la operación duró cerca de 10 minutos, hasta el desprendimiento del olor característico de maíz tostado.

3. *Maíz en seco tratado con vapor*

Este preparado se elaboró sometiendo el maíz al autoclave durante 10 minutos, a 15 libras de presión y a 121°C; luego se desecó y molió.

4. *Maíz cocido*

El maíz crudo fue sometido al autoclave a 15 libras de presión y a 121°C por espacio de 30 minutos, usando la proporción de 80 ml de agua destilada para 100 g de maíz crudo.

### 5. Tortilla

El método seguido para la preparación de las tortillas fue esencialmente el descrito por Bressani, Paz y Paz y Scrimshaw (15).

Los análisis de humedad se llevaron a cabo según procedimientos de la AOAC (16).

### 6. Ensayos biológicos en ratas

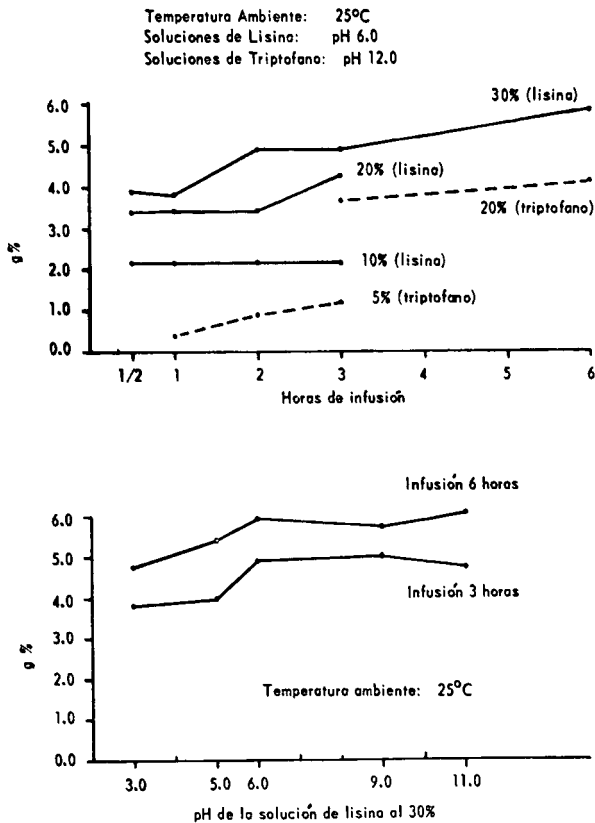
Uno de los objetivos del presente estudio, según se dijo, fue determinar la disponibilidad biológica de los aminoácidos incorporados al maíz por infusión. Para ello se llevó a cabo una serie de ensayos utilizando ratas albinas, cepa Wistar, de la colonia del INCAP y de 21 días de edad, las cuales fueron alimentadas *ad libitum* durante 28 días, llevándose control del alimento consumido y de la ganancia semanal de peso. Las ratas se alojaron en jaulas individuales de tela metálica con fondo levadizo, en un cuarto con temperatura controlada, teniendo en todo momento libre acceso al agua. Los detalles referentes a las raciones utilizadas, se proporcionan en la sección siguiente.

## RESULTADOS

Con el fin de establecer las condiciones óptimas de tiempo de infusión y concentración, temperatura y pH de las soluciones, se prepararon soluciones acuosas a 10, 20 y 30% de lisina, y a 5 y 20% de triptofano, en NaOH 1.0 N, en las que se remojó el maíz durante 0.5, 1, 2, 3 y 6 horas.

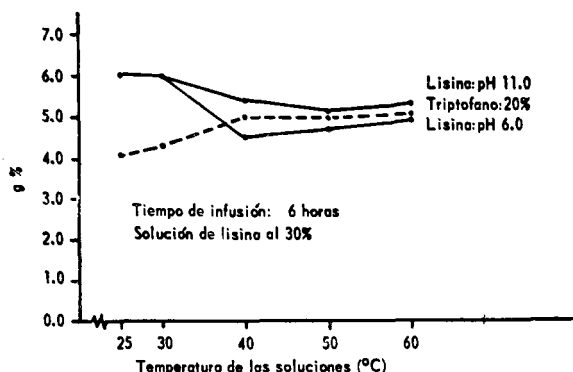
Los resultados de este procedimiento se resumen en forma gráfica en las Figuras 3 y 4. En primer lugar, en la parte superior de la Figura 3 se presenta la relación entre las horas de infusión, la concentración de las soluciones de lisina y triptofano y los niveles de enriquecimiento alcanzados por el maíz a la temperatura de 25°C y a un pH de 6 para las soluciones de lisina, y a un pH de 12, para las de triptofano. Según se observa, los niveles máximos alcanzados fueron de 6% para la solución de 30% de lisina, y de 4.1% para la solución al 20% de triptofano. En la parte inferior de la misma Figura se aprecia el efecto del pH de la solución de lisina al 30% sobre los niveles de enriquecimiento logrados con 3 y 6 horas de infusión. Puede observarse, asimismo, que la ma-

por penetración de lisina en el grano de maíz se obtuvo con las soluciones a un pH de 6 y de 11, alcanzando niveles de 6% para la infusión al término de 6 horas. Con el triptofano no se estudió esta relación de pH, ya que las soluciones usadas se prepararon con hidróxido de sodio 1.0 N para conseguir la máxima concentración de aminoácido susceptible de utilizar en solución, la que fue de 20%.



Incap 73-926

Figura 3. Efecto del tiempo y de la concentración de aminoácidos sobre la cantidad incorporada al maíz.



RESUMEN DE LAS CONDICIONES OPTIMAS PARA AUMENTAR LA  
CONCENTRACION DE LISINA Y TRIPTOFANO EN EL MAIZ

	Lisina	Triptofano
Concentración de la solución	30%	20%
Temperatura de la solución	25 - 30°C	40 - 45°C
pH de la solución	6.0	12.0
Solvente para la solución	Agua	1.0 N NaOH
Tiempo de infusión	6 horas	6 horas
Incremento	54X	277X
		Incap 73-927

Figura 4. Efecto de la temperatura sobre las cantidades de lisina y triptofano incorporadas al maíz.

La parte superior de la Figura 4 ilustra el efecto que la temperatura de 25 a 60°C tuvo sobre la incorporación de lisina y triptofano en el grano de maíz. Puede apreciarse así que en el caso de la lisina, con las soluciones al 30%, usando tanto un pH de 6 como un pH de 11, ésta no cambia cuando la temperatura oscila entre 25 y 30°C, pero que el grado de su incorporación disminuye cuando la temperatura excede de 30°C. En cambio, la penetración de triptofano aumenta progresivamente, estabilizándose a la temperatura de 40 a 60°C. En la parte inferior de esta misma Figura se resumen

las condiciones óptimas a que se logró llegar para aumentar la concentración de lisina y triptofano en el grano de maíz, la cual acusó un incremento de 54 veces para la lisina, y 277 veces para el triptofano.

1. *Aspecto físico de los granos de maíz, antes y después de infusión*

El aspecto físico de los granos de maíz, antes y después de someterse a infusión, así como una mezcla preparada a base de maíz común y maíz enriquecido por infusión al nivel de 0.25 g de lisina y 0.05 g% de triptofano, puede apreciarse claramente en la Figura 5.

2. *Distribución de lisina y triptofano en las fracciones anatómicas del grano de maíz*

En el Cuadro 1 se detalla la distribución de lisina y triptofano libres en las fracciones anatómicas del grano de maíz, después de haberse sometido a infusión durante 6 horas, y a remojo, por 24 horas. Es evidente que tanto la lisina como el triptofano se acumulan en el endospermo del grano, a pesar de la pérdida de una buena proporción de estos aminoácidos durante el remojo del grano en agua destilada; sin embargo, esto último era necesario para lograr la separación de las fracciones anatómicas. Las cantidades determinadas en el endospermo fueron: 2.04 g de lisina y 2.82 g de triptofano, lo que representa 34% y 56%, respectivamente, de las cantidades de lisina y triptofano originalmente incorporadas por infusión al grano de maíz. Puede observarse, asimismo, que el germen conserva una buena proporción de los aminoácidos incorporados. Con respecto a la cáscara, en ella se encontró una mayor cantidad de lisina que de triptofano.

3. *Efecto del procesamiento sobre la estabilidad de los aminoácidos incorporados*

Tal y como se consigna en los párrafos introductorios, uno de los objetivos de este trabajo fue el de preparar granos enriquecidos con lisina y triptofano, o ambos, que pudieran usarse para suplementar el maíz común. Se estimó así de interés estudiar las pérdidas o el efecto que las preparaciones caseiras o el procesamiento del grano ejercen sobre la estabilidad física de los aminoácidos citados. Con este propósito en mente,

se sometió el maíz, después de infusión, a distintos procesamientos cuyos resultados se evidencian en el Cuadro 2. El porcentaje de pérdida por tostación fue de 22.7 y 41.8; por autoclaveado en seco, de 25.7 y 49.2, y por autoclaveado en húmedo, de 19.4 y 53.6 para lisina y triptofano, respectivamente.

**CUADRO N° 1**  
**DISTRIBUCION DE LISINA Y TRIPTOFANO LIBRES EN EL GRANO DE MAIZ, DESPUES DE INFUSION DURANTE 6 HORAS Y REMOJO POR 24 HORAS**

	Endospermo	Germen	Cáscara	Agua de remojo
	Fracción anatómica			
Peso del grano, %	78.7	12.8	8.5	—
		Lisina, g		
Maíz (+lisina)*	2.040	0.609	0.617	2.733
% del total	34	10	11	45
		Triptofano, g		
Maíz (+triptofano)*	2.820	0.638	0.152	1.392
% del total	56	13	3	28

\* Lisina y triptofano incorporados por infusión.

**CUADRO N° 2**  
**EFFECTO DEL PROCESAMIENTO SOBRE LA ESTABILIDAD DE LISINA Y TRIPTOFANO EN EL MAIZ, DESPUES DE SOMETIDO A INFUSION**

	Lisina g%	Triptofano g%
Maíz crudo	6.00	5.00
Maíz tostado	4.64	2.91
Maíz autoclaveado en seco	4.46	2.54
Maíz autoclaveado en húmedo	4.84	2.32
	% de pérdida	
Tostación	22.7	41.8
Autoclaveado en seco	25.7	49.2
Autoclaveado en húmedo	18.4	53.6

**CUADRO N° 3**  
**DISTRIBUCION DE LISINA Y TRIPTOFANO DE LA MEZCLA DE**  
**MAIZ CORRIENTE CON MAIZ ENRIQUECIDO\* DURANTE LA**  
**PREPARACION DE TORTILLAS**  
 (Datos expresados en base seca)

	Lisina g%	Triptofano g%
Mezcla cruda**	250.0	50.0
Masa de nixtamal	83.6	12.0
Agua de cocción	162.4	38.0
% de pérdida en agua de cocción	64.9	74.0
Tortilla	80.2	14.0
% de pérdida de nixtamal-tortilla	4.1	—
% de recuperación	31.0	26.0

\* Preparado por infusión y agregado al maíz corriente a un nivel de suplementación de 0.25% de lisina y 0.05% de triptofano.

\*\* Maíz antes de la cocción. Maíz corriente suplementado con maíz enriquecido por infusión.

Los resultados de la preparación de tortillas a base de maíz común suplementado con maíz enriquecido por infusión pueden apreciarse en el Cuadro 3. Se observa en primer término que 65% de lisina y 74% de triptofano se pierden en el agua de cocción con cal, previo a la preparación de nixtamal, pero al convertir éste en tortilla ya no ocurren pérdidas significativas resultantes del calentamiento adicional a que se somete. El porcentaje de recuperación de lisina y triptofano al preparar las tortillas fue de 31 y 26%, respectivamente. Según pudo constatarse por pruebas de sabor y olor practicadas en humanos, las propiedades organolépticas de las tortillas no sufrieron alteraciones al usar maíz enriquecido por infusión.

#### 4. Disponibilidad biológica de los aminoácidos incorporados por infusión

Con el fin de constatar si los aminoácidos incorporados al maíz por medio de infusión eran disponibles al organismo animal, se hicieron algunos ensayos biológicos con ratas recién destetadas a las cuales se les administró las raciones que se detallan en el Cuadro 4. Cabe señalar que en estas raciones

se usó maíz corriente suplementado con maíz enriquecido por infusión, y también se utilizaron aminoácidos puros, los que sirvieron de control. El nivel de suplementación de estas raciones fue de 0.25% de lisina y 0.05% de triptofano; se utilizó además una ración testigo preparada con caseína.

Los resultados de estos ensayos biológicos se exponen en el Cuadro 5. Como los datos lo revelan, con excepción de los controles Nos. 1 y 6, los demás grupos fueron muy similares con respecto a ganancia ponderal, alimento consumido, e índice de eficiencia proteínica. No se observó ningún cambio al usar los aminoácidos puros, hecho demostrativo de que la lisina y el triptofano incorporados al maíz por infusión, eran 100% disponibles.

CUADRO N° 4  
RACIONES UTILIZADAS EN EL ENSAYO BIOLOGICO CON RATAS, %

Ingredientes	Grupo No.					
	1	2	3	4	5	6
Maíz corriente	90.000	88.690	86.075	85.125	89.640	—
L-lisina HCl	—	0.310	—	—	0.310	—
Maíz (+ triptofano)*	—	1.000	—	1.000	—	—
L-triptofano	—	—	0.050	—	0.050	—
Maíz (+ lisina)*	—	—	3.875	3.875	—	—
Caseína	—	—	—	—	—	11.200
Almidón	—	—	—	—	—	78.800
Minerales	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Aceite de soya	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Aceite de hígado de bacalao	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

\* Triptofano y lisina incorporados al maíz por infusión. Cada 100 g de ración contenía 5 ml de una solución vitamínica del complejo B (23).

## DISCUSION

Los resultados indican que el método de infusión permite la incorporación de los aminoácidos limitantes del maíz, en cantidades tales que los granos enriquecidos pueden ser utilizados para suplementar el maíz corriente. Por otra parte,

**CUADRO N° 5**  
**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS BIOLÓGICOS CON RATAS EN CRECIMIENTO, ALIMENTADAS**  
**CON MAÍZ SUPLEMENTADO CON LISINA Y TRIPTOFANO**

Raciones	Proteína g%	Ganancia ponderal promedio* g	Promedio de alimento consumido g	Índice de eficiencia proteínica
1. Maíz solo	8.6	30 ± 3.5***	284 ± 18***	1.22 ± 0.08***
2. Maíz + lisina + maíz (triptofano)**	9.0	92 ± 8.0	420 ± 21	2.42 ± 0.10
3. Maíz + triptofano + maíz (lisina)**	8.9	100 ± 11.0	427 ± 27	2.59 ± 0.12
4. Maíz + maíz (triptofano) + maíz (lisina)	8.8	91 ± 9.3	427 ± 25	2.38 ± 0.12
5. Maíz + lisina + triptofano	8.9	95 ± 8.3	435 ± 23	2.45 ± 0.11
6. Caseína	10.4	135 ± 6.8	473 ± 13	2.73 ± 0.07

\* Peso promedio inicial: 51 gramos.

Grupos de 8 ratas cada uno (4 hembras y 4 machos).

\*\* Triptofano y lisina incorporados al maíz por infusión.

\*\*\* Error estándar.

los ensayos biológicos demostraron que los aminoácidos agregados en esta forma eran aprovechados eficientemente por el organismo para la síntesis de proteína tisular.

Debido a que las características de solubilidad de la lisina son diferentes a las del triptofano, la incorporación se llevó a cabo usando los aminoácidos separadamente, lo que hasta cierto punto es ventajoso porque así pueden obtenerse dos grupos de maíces, uno enriquecido con lisina, y otro con triptofano. En esta forma el maíz corriente se puede suplementar con los niveles deseados, preparando las mezclas en las proporciones adecuadas.

De los resultados se pudo constatar que las condiciones normales de pH y temperatura son suficientes para obtener concentraciones altas de aminoácidos en el grano de maíz, sin recurrir a operaciones más costosas.

Las altas concentraciones logradas pudieron obtenerse posiblemente porque se usó un grano de maíz todavía no del todo maduro, siendo probable que se hubiesen logrado menores concentraciones de haberse utilizado un maíz de tipo duro y ya maduro. Obviamente, estos aspectos ameritan mayor estudio, ya que otros investigadores (10, 11) no han logrado las incorporaciones aquí notificadas. Por ejemplo, Blessin y col. (10) lograron obtener concentraciones de lisina de 2.2% después de 48 horas en un maíz liofilizado con una humedad original de 25%, en contraste a la concentración de 6% que en el presente estudio acusó un maíz liofilizado con una humedad inicial de 41%.

Al preparar la solución al 20% de triptofano, debe utilizarse como solvente una solución de NaOH 1.0 N, ya que soluciones más concentradas de triptofano requieren también soluciones más concentradas de NaOH. Esta alta concentración de NaOH podría causar una racemización de los aminoácidos o la destrucción de aquellos menos estables, ya que el maíz debe estar en contacto con esta solución durante 6 horas y podría oscurecer aún más la cáscara, lo que resultaría, posiblemente, en un rechazo del producto por parte de los consumidores. Esta es la primera vez que se informa sobre la incorporación de triptofano al maíz, ya que otros investigadores se han concentrado en la incorporación de lisina únicamente (10, 11). Sin embargo, Cavins, Blessin e Inglett

(17) han informado sobre la infusión de triptofano al maicillo (*Sorghum vulgare*).

Si bien los procesos de autoclave y tostación del maíz fortificado por infusión produjeron algunas pérdidas, el porcentaje de recuperación indica que, a pesar de ello, este material aún puede ser utilizado como suplemento. En la preparación de nixtamal, previo a la elaboración de las tortillas, se confrontó un problema similar al anterior, ya que las pérdidas de lisina y triptofano en el agua de cocción alcanzaron valores de 64.9 y 74%, respectivamente.

Estas pérdidas de aminoácidos traen como consecuencia un aumento en el costo de suplementación, y la única forma de alcanzar los niveles efectivos sería agregando una cantidad mayor de maíz enriquecido para compensar dichas pérdidas, o buscando evitar éstas por medio de un recubrimiento del grano de maíz que no permitiese la difusión de los aminoácidos al agua de cocción. Estos recubrimientos podrían ser preparados con zeína y ácido palmítico (18), acetato de celulosa (19), etil celulosa (20) y otros compuestos (21, 22). Todos ellos podrían dar buenos resultados y no presentarían ningún inconveniente en la preparación de las tortillas, ya que serían eliminados junto con la cáscara del grano de maíz, antes de la preparación de la masa. Estos aspectos están actualmente bajo estudio.

El agregado, a la tortilla, de granos enriquecidos por infusión no induce cambios en sus caracteres organolépticos, ya que en las pruebas de sabor llevadas a cabo no se detectó olor ni sabor extraños. Los catadores tampoco pudieron diferenciar las tortillas suplementadas de aquellas preparadas con maíz corriente.

Cabe destacar que el método electroforético (13) utilizado en este estudio para la determinación de aminoácidos libres, es un procedimiento sencillo, rápido y eficiente para el control de los aminoácidos incorporados.

Desde el punto de vista económico, el método de infusión demostró ser factible, ya que el costo de suplementar una libra de maíz corriente con granos enriquecidos con lisina y triptofano, es de 0.0076 quetzales<sup>5</sup>, o sea de 76 centavos por

5. El quetzal, moneda nacional de Guatemala, equivale a un dólar de los Estados Unidos de América.

quintal, basados únicamente en la cantidad de lisina y triptofano incorporada al grano. Esto significa un aumento de aproximadamente 20% sobre el precio actual del maíz. Sin embargo, según demuestran los resultados de los ensayos biológicos (Cuadro 5), las ratas experimentales respondieron mejor en cuanto a ganancia ponderal e índice de eficiencia proteínica, con el maíz suplementado que con el maíz corriente. En otras palabras, usando los granos enriquecidos se logró aumentar en 100% la eficiencia de alimentación del maíz.



Figura 5. Apariencia de los granos corrientes y de los enriquecidos por infusión, con lisina y triptofano.

La proyección del maíz enriquecido a los consumidores de este cereal, puede lograrse utilizando un plan regional de silos. Estos se encargarían de la distribución del grano, y probablemente también de su procesamiento, puesto que según se ha demostrado, el proceso en su totalidad, es sencillo.

En síntesis, puede aseverarse que este primer paso dirigido hacia el enriquecimiento del grano de maíz por infusión, abre las puertas para futuras investigaciones cuya meta sea la búsqueda de medios de contribuir a la solución de un problema de tanta magnitud como lo es la desnutrición proteínico-calórica de que padecen nuestros pueblos centroamericanos. Por otro lado, conviene tener presente que el maíz fortificado según el procedimiento descrito, podría traducirse en una gran economía de concentrados proteínicos de alto precio para la industria animal. Ello no es remoto, puesto que se sabe que para suministrar la calidad de proteína requerida por el cerdo cuando el maíz es suplementado con aminoácidos, o es un maíz con gen Opaco-2, de alto valor nutritivo, se requieren, por ejemplo, cantidades menores de harina de soya.

#### SUMMARY

**Improvement of the nutritive value of maize by means of lysine and tryptophan infusions**

Studies were carried out to determine the optimum conditions for the incorporation, by an infusion process, of lysine and tryptophan to maize.

It was found that with an aqueous 30% lysine solution, at room temperature (25°C) and at a pH of 6.0, free lysine in maize was capable of increasing from 0.109 to 6.0 g%, equivalent to 54 times its initial concentration. For tryptophan, the optimum conditions were obtained using a 20% tryptophan solution in sodium hydroxide at pH 12 and using a temperature of 40-45°C. Under these conditions, free tryptophan in maize increased 277 times the initial concentration. Optimum infusion time for both amino acids was 6 hours.

Results of these studies further indicate that the amino acids incorporated by infusion are found in greatest amounts in the endosperm and germ of the maize kernel.

When enriched maize kernels were subjected to various kinds of processes, losses of the infused amino acids occurred. However, recoveries of 77, 74, 81 and 31% of lysine and of 58, 51, 46 and 26% of tryptophan were obtained from toasting, dry autoclaving, wet autoclaving, and cooking with lime water for tortilla preparation, respectively. In these food preparations no unfamiliar flavor or taste were detected.

Biological results carried out with maize supplemented with the infusion-enriched maize kernels revealed that the amino acids were 100% available for growth of young rats, giving PER values as high as those obtained from maize supplemented with synthetic lysine and tryptophan.

Findings indicate that the infusion technique may be a valuable tool in the enrichment of amino acid-deficient cereal grains.

## BIBLIOGRAFIA

1. Harper, A. E. & H. J. H. de Muelenaere. The nutritive value of cereal proteins with special reference to the availability of amino acids. *Proceedings of the 5th International Congress of Biochemistry*, 8: 82-107, 1963.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *El Maíz en la Alimentación: Estudio sobre el Valor Nutritivo*. Roma, Italia, FAO, 1954, p. 1-12. (FAO, Estudios sobre Nutrición N° 9).
3. Orr, M. L. & B. K. Watt. *Amino Acid Content of Foods*. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957, 41 p. (Home Economics Research Report N° 4).
4. Bressani, R. & E. T. Mertz. Studies on corn protein. IV. Protein and amino acid content of different corn varieties. *Cereal Chem.*, 35: 227-235, 1958.
5. Bressani, R. & E. Marengo. Corn flour supplementation. The enrichment of lime-treated corn flour with proteins, lysine and tryptophan, and vitamins. *J. Agr. Food Chem.*, 11: 517-522, 1963.
6. Bressani, R., D. Wilson, M. Chung, M. Béhar & N. S. Scrimshaw. Supplementation of cereal proteins with amino acids. V. Effect of supplementing lime-treated corn with different levels of lysine, tryptophan and isoleucine on the nitrogen retention of young children. *J. Nutr.* 80: 80-84, 1963.
7. Rosenberg, H. R. Supplementation of foods with amino acids. *J. Agr. Food Chem.*, 7: 316-321, 1959.
8. Scrimshaw, N. S., R. Bressani, M. Béhar & F. Viteri. Supplementation of cereal proteins with amino acids. I. Effect of amino acid supplementation of corn-masa at intermediate levels of protein intake on the nitrogen retention of young children. *J. Nutr.* 66: 501-513, 1958.
9. Waddel, J. Supplementation of plant proteins with amino acids. *En: Processed Plant Protein Foodstuffs*. A. M. Altschul (ed.). New York, Academic Press, 1958, p. 307-351.
10. Blessin, C. W., G. E. Inglett, J. F. Cavins & W. L. Deatherage. Lysine fortification of dent corn. *Cereal Sci. Today*, 15: 375-377, 394, 1970.
11. Blessin, C. W., J. F. Cavins & G. E. Inglett. Lysine-infused popcorn. *Cereal Chem.*, 48: 373-377, 1971.
12. Graham, R. P., A. I. Morgan, M. R. Hart & J. W. Pence. Mechanics of fortifying cereal grains & products. *Cereal Sci. Today*, 13: 224-227, 253, 1968.
13. Gómez Brenes, R. A. & R. Bressani. Método para la determinación de aminoácidos, aplicable a problemas de suplementación, fitomejoramiento y bioquímica nutricional. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23: 443-464, 1973.
14. Gómez Brenes, R. A. Efectos de diversos tratamientos sobre la forma y la disponibilidad de la niacina en el maíz y en sus preparados alimenticios. Trabajo de tesis previo a optar al título de Doctor en Química y Farmacia. Universidad Nacional de Nicaragua, León, República de Nicaragua, octubre de 1958.

15. 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.
16. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis*. 8th ed. Washington, D. C., The Association, 1955.
17. Cavins, J. F., C. W. Blessin & G. E. Inglett. Infusion of grain sorghum with lysine, methionine and tryptophan. *Cereal Chem.*, 49: 605-608, 1972.
18. Nagano, Y. & H. Samejima. Prevention of lysine elution from lysine-enriched rice. *J. Food Sci. and Technol. (Japan)*, 16 (7): 318-320, 1969. c.f.: *Food Sci and Technol. Abst.*, 3 (11), M. 226, 1971.
19. Kyowa Hakko Kogyo, Co., Ltd. Enriched rice. Japanese Patent 29-775/71 (1971). *Food Sci. and Technol. Abst.*, 4 (3) M 278, 1972.
20. Ajinomoto, Inc. Imitation rice. Japanese Patent 29 178/71 (1971). *Food Sci. and Technol. Abst.*, 4 (3): M 280, 1972.
21. Ajinomoto Co., Inc. Artificial rice product. British Patent 1226 476 (1971). *Food Sci. and Technol. Abst.*, 3 (11) M 1244, 1971.
22. Mitsuda, H. Rice enrichment. United States Patent 3 623 886 (1971). *Food Sci. and Technol. Abst.*, 4 (4) M 467, 1972.
23. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B<sub>13</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.* 202: 91-96, 1953.

# **Suplementación de cereales con levadura** *Candida utilis* **o hidrolizado enzimático de pescado.**

ENRIQUE YÁÑEZ, DIGNA BALLESTER y VIVIEN GATTAS  
Departamento de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile,  
Sede Santiago Sur. Casilla 15138, Santiago 11, Chile

## **RESUMEN**

Se estudió en la rata la capacidad de suplementación de dos concentrados proteicos, hidrolizado enzimático de pescado, (*Merluccius gayi*) (63.6% de proteína) y *Candida utilis* (53.8% de proteína) sobre harina de trigo, arroz y maíz al 2, 4, 6, 8 y 10% en peso. Se midió el crecimiento y la Eficiencia Proteica en un período de 4 semanas.

En los tres cereales se observó un incremento progresivo en la velocidad de crecimiento, paralelo al aumento de los niveles de suplementación, el que fue mayor en el caso del hidrolizado de pescado. Este concentrado proteico produjo además una mejoría de la Eficiencia Proteica de los cereales en ensayo, observándose el valor máximo al 10% para trigo (PER 2.49), al 6% para el arroz (PER 3.61) y al 8% en el caso del maíz (PER 2.73).

La levadura *Candida utilis* determinó también una mayor eficiencia proteica, alcanzando los valores máximos al 10% en el trigo, al 4% para arroz y al 8% en el maíz (PER 2.10, 2.80 y 2.18 respectivamente).

Se demostró que el incremento de la calidad de la proteína se debe al aporte de aminoácidos esenciales destacándose el de lisina ya que este aminoácido es el primer limitante en los tres cereales estudiados.

## **INTRODUCCION**

En la mayoría de los países en vías de desarrollo casi 2/3 de la energía dietaria proviene de los cereales. Los vegetales, en general, proporcionan alrededor del 75% de la ingesta proteica (1). En las clases sociales chilenas de menores in-

gresos del 36-53% de las calorías y del 29-38% de la proteína proviene de cereales y derivados (2).

En general los cereales suministran cantidades adecuadas de proteína dietaria, incluso para el crecimiento de niños pequeños, pero su utilización es reducida por la pobre calidad de su proteína debido al escaso aporte de algunos aminoácidos esenciales como lisina, treonina y triptofano (3) y (4).

Es lógico suponer que aquellas poblaciones que presentan una alta ingesta de cereales en desmedro del consumo de proteína animal, no pueden satisfacer adecuadamente sus requerimientos proteicos y aminoacídicos como para permitir un crecimiento y desarrollo normales en el individuo joven y la manutención de un buen estado de salud en el adulto.

La calidad biológica de la proteína de los cereales puede mejorarse a través de la selección genética adecuada o por fortificación con aminoácidos (5) o con concentrados proteicos (6), tales como harina de pescado, soya y proteínas unicelulares (7-10). Este último procedimiento tiene la ventaja de que al mismo tiempo que se corrigen las deficiencias aminoacídicas, se eleva el contenido de proteína y otros nutrientes de por sí bajos en los cereales y sus derivados.

En el presente trabajo se comunican los resultados de la adición de niveles crecientes de levadura *Candida utilis* y de un hidrolizado enzimático de merluza, sobre el valor nutritivo de trigo, maíz y arroz.

## MATERIALES Y METODOS

### CEREALES

La harina de trigo usada en estos experimentos fue adquirida en el comercio local y corresponde a 80% de extracción. El arroz pulido y el maíz se adquirieron en el comercio local y se sometieron a molienda fina en un molinillo ad-hoc.

### CONCENTRADOS PROTEICOS

Los concentrados proteicos usados en los ensayos de suplementación fueron la levadura *Candida utilis* donada por la Industria Azucarera Nacional S. A. (IANSA) quien la obtuvo experimentalmente por cultivo en melazas de remolacha (10),

y un concentrado proteico de pescado obtenido por hidrólisis enzimática de filete de merluza (*Merluccius gayi*), según Rutman *et al* (11).

La composición química de ambos concentrados junto con el contenido de lisina, metionina, triptofano y treonina de los cereales y concentrados proteicos estudiados aparece en el Cuadro No. 1.

Los valores de lisina, metionina y treonina de ambos suplementos proteicos fueron obtenidos hidrolizando la proteína con HCl 6 N y posterior cromatografía en un analizador automático de aminoácidos de acuerdo a técnicas ya citadas (10).

En todas las pruebas biológicas se utilizó una dieta basal que contenía, en gramos por ciento: cereal 80, aceite de maíz 10, celulosa no nutritiva\* 5, mezcla mineral USP XIV 4 y vitaminas 1 (12). Los concentrados proteicos se incorporaron en la dieta a expensas del cereal en porcentajes de 2, 4, 6, 8 y 10%. Las dietas por lo tanto no fueron isoproteicas. Se usó una dieta control a base de caseína de alto contenido proteico (General Biochemicals, Chagrin Falls, Ohio, U. S. A.) preparada de tal modo que diera un 10% de proteína (12). La calidad biológica de la proteína se determinó en todos los casos como Razón de Eficiencia Proteica (PER) utilizando para cada dieta 10 ratas blancas de la raza Wistar alojadas individualmente (12). El peso promedio de los animales de cada grupo fue esencialmente el mismo. El experimento demoró 28 días ofreciéndose el agua y la dieta *ad-libitum*. La ganancia ponderal e ingesta dietaria de los animales se determinaron semanalmente. El contenido de nitrógeno de las dietas, determinado por Kjeldahl permitió calcular la Razón de Eficiencia Proteica.

## RESULTADOS

Como era de esperar, la suplementación de los tres cereales con los concentrados proteicos en las proporciones señaladas produjo un incremento en la concentración proteica de las dietas que varió entre 40 y 93% aproximadamente.

Los resultados de la suplementación de harina de trigo se muestran en el Cuadro No. 2.

\* Alphacel obtenida de Nutritional Biochemicals, Cleveland, Ohio, U. S. A.

**CUADRO N° 1**  
**CONTENIDO DE PROTEINA Y DE ALGUNOS AMINOACIDOS ESENCIALES**  
**DE LOS CERALES Y CONCENTRADOS PROTEICOS ESTUDIADOS**

	Proteína	Lisina	Metionina	Triptofano	Treonina
	%	g/ 16 g N			
Harina de trigo	12.5	2.08*	1.20*	1.12*	2.62*
Maíz	8.0	2.88*	1.86*	0.61*	3.98*
Arroz	7.5	3.76*	1.71*	1.02*	3.72*
Levadura <i>Candida utilis</i>	53.8	8.9	1.4	1.38*	4.5
Hidrolizado enzimático de pescado	63.6	11.8	3.4	1.00*	3.7

\* Orr, M. L. & B. K. Watt. Amino Acid Content of Foods. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957. (Home Economics Research Report No° 4).

**CUADRO N° 2**  
**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE HARINA DE TRIGO CON HIDROLIZADO**  
**ENZIMATICO DE PESCADO (H.E.P.) O LEVADURA CANDIDA UTILIS SOBRE**  
**LA RAZON DE EFICIENCIA PROTEICA (PER) EN RATAS**

H. E. P. %	C. utilis %	Proteína %	Crecimiento g	P E R
0	—	10.0	16.9 ± 4.8*	0.66 ± 0.13*
2	—	10.8	49.3 ± 2.6	1.69 ± 0.17
4	—	11.8	70.2 ± 14.1	2.19 ± 0.18
6	—	12.8	98.6 ± 20.8	2.38 ± 0.24
8	—	13.7	91.5 ± 12.8	2.29 ± 0.28
10	—	14.8	111.2 ± 21.4	2.49 ± 0.27
—	0	10.0	10.3 ± 6.3*	0.74 ± 0.29*
—	2	10.8	19.7 ± 8.9	0.99 ± 0.33
—	4	11.7	40.4 ± 11.3	1.59 ± 0.35
—	6	12.5	50.7 ± 13.2	1.75 ± 0.24
—	8	13.3	55.3 ± 12.1	1.71 ± 0.29
—	10	14.1	78.5 ± 15.5	2.10 ± 0.26
Caseína	—	10.2	75.2 ± 14.3	2.64 ± 0.19

\* Media aritmética ± D.S.

**CUADRO N° 3**  
**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL MAIZ CON HIDROLIZADO ENZIMATICO**  
**DE PESCADO (H.E.P.) O LEVADURA CANDIDA UTILIS SOBRE LA RAZON DE**  
**EFICIENCIA PROTEICA (PER) EN RATAS**

H. E. P. %	C. utilis %	Proteína %	Crecimiento g	P E R
0	—	6.4	10.5 ± 8.3*	0.94 ± 0.48*
2	—	7.4	24.7 ± 12.9	1.56 ± 0.74
4	—	8.5	49.0 ± 14.2	2.10 ± 0.43
6	—	9.6	68.6 ± 9.7	2.55 ± 0.15
8	—	10.5	87.5 ± 22.8	2.73 ± 0.43
10	—	11.5	95.5 ± 17.1	2.70 ± 0.26
—	0	6.4	10.1 ± 7.4*	1.22 ± 0.49*
—	2	7.3	10.2 ± 11.4	1.22 ± 0.66
—	4	8.0	28.0 ± 14.8	1.92 ± 0.58
—	6	9.1	35.4 ± 15.0	1.81 ± 0.49
—	8	10.1	51.7 ± 16.2	2.18 ± 0.39
—	10	11.0	52.8 ± 19.5	2.02 ± 0.39
Caseína	—	10.2	86.6 ± 16.3	2.93 ± 0.29

\* Media aritmética ± D.S.

La dieta sin suplementar produjo un aumento de peso de 16.9 g y un PER de 0.66. La suplementación con hidrolizado enzimático de pescado produjo aumentos significativos en el crecimiento y en la Eficiencia Proteica. Los datos obtenidos indican que el 10% de suplementación con hidrolizado de pescado produjo la máxima ganancia de peso y la más alta eficiencia proteica. Los niveles de 6, 8 y 10% produjeron ganancias de peso significativamente superiores al registrado con caseína al 10%. Sin embargo, la eficiencia proteica fue inferior en todos los casos a la obtenida para la proteína control.

En la prueba de suplementación con levadura *Candida utilis* la dieta basal produjo un incremento de peso promedio de 10.3 g y un PER de 0.74.

La incorporación de la levadura *Candida utilis* produjo incrementos en la ganancia de peso y en la eficiencia de la utilización de la proteína, encontrándose que el 10% de suplementación produjo los mayores incrementos, aunque los valores obtenidos fueron inferiores en todos los niveles de suplementación a los logrados con la proteína de pescado. En este caso el crecimiento de las ratas alimentadas con harina de trigo enriquecida al 10% fue similar al de las ratas que recibieron la dieta control. Igual que en el enriquecimiento con hidrolizado de pescado, la eficiencia proteica del cereal enriquecido, en la máxima concentración, fue inferior a la de la caseína ya que mientras esta dió un PER de 2.64, la harina de trigo suplementada con 10% de levadura *Candida utilis* alcanzó sólo a 2.10.

Los resultados de la suplementación del maíz se presentan en el Cuadro No. 3. El maíz sin suplementar mostró un bajo valor biológico, reflejado en los parámetros de crecimiento y eficiencia proteica (PER 0.94 y 1.22). La suplementación de este cereal con hidrolizado enzimático de pescado produjo un aumento gradual en los valores de ambos índices. Al 8% de suplementación el PER alcanzó su valor máximo de 2.73, el que no experimentó mayor modificación al 10% de adición del concentrado proteico. A pesar de que el crecimiento máximo se logró en este nivel de suplementación, valor que fue superior al de la caseína al 10%, la eficiencia proteica de la proteína control fue superior a la del valor máximo del cereal adicionado de hidrolizado de pescado. El enriquecimiento del

maíz con 2% de levadura *Candida utilis* no produjo ningún efecto beneficioso ni sobre la ganancia de peso ni sobre la eficiencia proteica. A partir del 4% de suplementación se produjo un lento incremento en ambos parámetros, obteniéndose valores prácticamente iguales con 8 y 10% de enriquecimiento. Los datos de ganancia de peso y PER fueron inferiores en todos los niveles de suplementación a los obtenidos con hidrolizado de pescado.

Los resultados de la suplementación del arroz se presentan en el Cuadro No. 4. De los tres cereales estudiados, el arroz sin suplementar produjo los más altos índices de crecimiento y Eficiencia Proteica. La incorporación del concentrado proteico de pescado produjo un rápido incremento en los dos parámetros estudiados alcanzando valores significativamente superiores a los del control de caseína. En cuanto a la velocidad del crecimiento, el aumento fue mayor en los porcentajes más bajos hasta el 6%, observándose un aumento menor en los niveles superiores. La Eficiencia Proteica aumentó rápidamente alcanzando su máximo valor de 3.61 al 6% de suplementación, estabilizándose al 8% para descender ligeramente al 10%. Es interesante señalar que aún el arroz suplementado con 2% de concentrado proteico de pescado dió una Eficiencia Proteica superior a la de caseína. La adición de 2 y 4% de levadura *Candida utilis* produjo un rápido aumento en la ganancia de peso, para luego estabilizarse en valores ligeramente superiores a los de la proteína patrón pero significativamente inferiores a los obtenidos al suplementar con proteína de pescado. El PER aumentó rápidamente observándose que a niveles de 2, 4, 6 y 8% se obtuvieron valores prácticamente constantes e iguales a los de caseína, observándose una declinación al 10% con un valor de 2.33. En cuanto a Eficiencia Proteica la suplementación con levadura *Candida utilis* dió resultados inferiores a los obtenidos con hidrolizado de pescado.

## DISCUSION

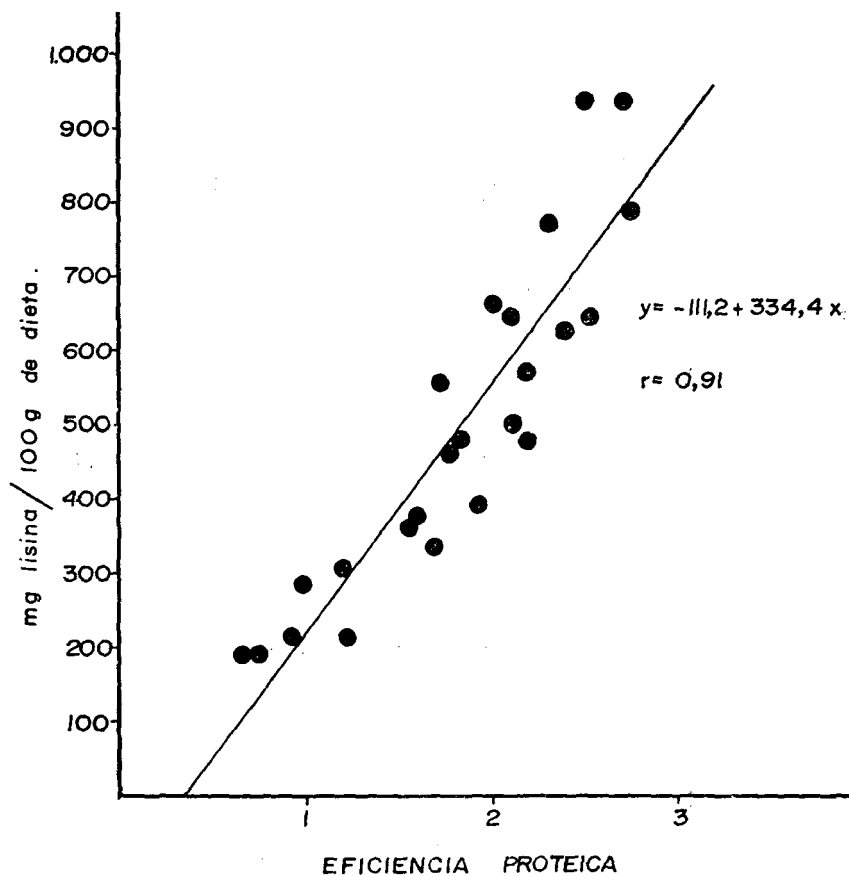
La corrección de las deficiencias aminoacídicas de los cereales puede efectuarse a través de dos mecanismos principales, a saber: selección genética de variedades con un patrón

**CUADRO N° 4**  
**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE ARROZ CON HIDROLIZADO ENZIMATICO DE PESCADO (H.E.P.) O LEVADURA CANDIDA UTILIS SOBRE LA RAZON DE EFICIENCIA PROTEICA (PER) EN RATAS.**

H. E. P. %	C. utilis %	Proteína %	Crecimiento g	P E R
0	—	6.0	24.8 ± 9.3*	1.60 ± 0.24*
2	—	7.1	54.7 ± 15.2	2.98 ± 0.62
4	—	8.2	80.2 ± 16.8	3.50 ± 0.29
6	—	9.4	109.6 ± 26.0	3.61 ± 0.43
8	—	10.5	121.6 ± 16.0	3.57 ± 0.28
10	—	11.6	126.7 ± 29.6	3.36 ± 0.28
—	0	6.0	24.8 ± 9.2*	1.98 ± 0.46*
—	2	6.9	44.8 ± 18.9	2.79 ± 0.28
—	4	7.8	63.5 ± 14.5	2.80 ± 0.41
—	6	8.8	71.0 ± 13.1	2.79 ± 0.35
—	8	9.7	79.7 ± 10.3	2.71 ± 0.15
—	10	10.6	75.9 ± 16.0	2.33 ± 0.41
Caseína	—	10.9	69.7 ± 16.4	2.79 ± 0.39

\* Media aritmética ± D.S.

FIGURA No. 1  
CORRELACION ENTRE LA EFICIENCIA PROTEICA Y EL CONTENIDO  
DE LISINA EN DIETAS DE HARINA DE TRIGO O MAIZ SUPLEMEN-  
TADOS CON HIDROLIZADO ENZIMATICO DE PESCADO O LEVADURA  
CANDIDA UTILIS.



aminoacídico mejorado y suplementación con aminoácidos o concentrados proteicos. El primero ha centrado su atención especialmente en el aumento del contenido de lisina (13). Los efectos benéficos logrados con la adición de uno o más aminoácidos (lisina, metionina, treonina y triptofano) a dietas a base de cereales como arroz, trigo, sorgo y maíz como principal fuente de proteína han sido revisados recientemente en un documento del PAG (14).

El empleo de concentrados proteicos en la corrección de deficiencias aminoacídicas y elevación del tenor proteico de las dietas también ha sido suficientemente documentado, destacándose el uso de los concentrados proteicos de pescado, soya y proteínas unicelulares (15) y (16).

Los resultados obtenidos en la presente investigación confirman los hallazgos de otros autores en el sentido de que los concentrados proteicos de origen animal o vegetal mejoran significativamente la concentración y la calidad proteica de una dieta a base de cereales. En nuestro caso el aumento en el contenido de proteína al nivel máximo de suplementación fue diferente según el cereal estudiado. Dicho incremento fue de 51, 80 y 93% respectivamente para trigo, maíz y arroz suplementado con proteína de pescado y 41, 72 y 77% en el caso de *Candida utilis*.

La mejoría de la calidad de la proteína se debe principalmente al aporte de aminoácidos esenciales, entre los cuales la lisina es el más importante ya que es el primer aminoácido limitante en los cereales estudiados. Esto queda demostrado en la Fig. 1 que muestra que la Eficiencia Proteica del trigo y del maíz suplementados es función del contenido de lisina de la dieta, con una correlación significativa de 0.91.

Es obvio que los dos suplementos utilizados aportan además otros aminoácidos limitantes, como la treonina, que es segundo limitante en el trigo y arroz. Es interesante destacar que en nuestro caso tal correlación fue significativamente menor para el arroz ( $r = 0.66$ ), valor que no se modificó al intentar correlacionar la Eficiencia Proteica con el contenido de lisina + treonina de la dieta.

Los resultados de las pruebas biológicas en ratas corroboraron la clara superioridad de la proteína de pescado sobre

la de *Candida utilis*, lo que podría explicarse por el mayor contenido de proteína y de lisina del primero.

Al evaluar los resultados de la suplementación proteica es necesario considerar que las dietas utilizadas en nuestros experimentos no eran isoproteicas y la concentración proteica era en algunos casos inferior al 10% que es la concentración de proteína recomendada como óptima en los experimentos de calidad biológica de proteína. Al proceder al reemplazo gradual de la proteína de cereal por la del suplemento podía esperarse que el hidrolizado de pescado, que tiene una mayor concentración de proteína, reflejara su efecto suplementario al utilizarse en las concentraciones más bajas, supuesto que aportara el nitrógeno necesario y los aminoácidos deficitarios en la proteína suplementada.

Cabe preguntarse cuál sería el efecto de la suplementación a concentraciones mayores como 12 ó 15%, utilizados por algunos autores. A juzgar por los resultados presentes pareciera que en tales condiciones se obtendría una mayor ganancia de peso, aunque presumiblemente sin una mejoría adicional en la eficiencia proteica. Esta relación inversa entre el nivel proteico de la dieta y la eficiencia de la utilización ha sido comunicada por numerosos autores (17).

Los resultados presentados en este estudio confirman de manera fehaciente la posibilidad de mejorar el valor biológico de la proteína de los cereales y por ende abren la posibilidad de mejorar la dieta de vastos sectores humanos que se alimentan principalmente de ellos.

El llevar a la práctica el empleo del trigo y maíz con los concentrados proteicos estudiados no parece constituir un problema difícil de solucionar ya que bajo la forma de harina en que se usa preferentemente la suplementación es fácil de realizar. En cambio el enriquecimiento del arroz parece presentar mayores problemas debido a que este cereal en las preparaciones culinarias corrientes conserva su forma original. Una solución a este problema podría ser la propuesta por Elías y cols. (5) quienes han propuesto el empleo de granos sintéticos constituídos por los concentrados proteicos que se mezclarían con los granos de arroz en una proporción adecuada.

## SUMMARY

Supplementation of Cereal Protein with Fish Enzymatic Hydrolysate and *Candida utilis* yeast

In the present study the ability of an enzymatic fish-protein by hydrolysate and the yeast *Candida utilis*, to supplement wheat, rice and corn was studied in the rat. The protein concentrates were incorporated at the levels of 2, 4, 6, 8 and 10%. The impact of supplemented diets on growth and Protein Efficiency Ratio was determined in the rat in a 4 week experiment.

The efficiency of the fish protein hydrolysate was higher than that shown by *C. utilis* in promoting growth. The same effect was observed in protein efficiency ratio. The cereals without supplementation gave the following PER's: wheat flour 0.66, corn 0.94 and rice 1.60. The highest PER values were obtained at the levels of 10% of supplementation for wheat (PER 2.49), 6% for rice (PER 3.61) and 8% in the case of corn (PER 2.73).

Fortification with *C. utilis* also produced an increase in biological quality as shown by protein efficiency ratio while wheat diet gave a PER of 0.74. The same cereal reached a value of 2.10 at the level of 10% of supplementation. Non supplemented corn gave a PER of 1.22, which increased to 2.18 with 8% of the yeast. The PER of rice was 1.98, but 4% of yeast increased that value to 2.80.

The improvement in biological quality of the cereals tested was attributed mainly to the high content of essential amino acids, particularly lysine which is first limiting in wheat, corn and rice.

## BIBLIOGRAFIA

1. Jansen, G. R. Implications for maternal nutrition of protein quality improvement of cereals. *Nutr. Rep. Internat.* 7: 555-568, 1973.
2. Ballester, D., M. A. Tagle & G. Donoso. Utilización Proteica Neta de trigo, maíz y algunos derivados de consumo popular. *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 1: 235-243, 1962.
3. Carpenter, K. J. Nutritional considerations in attempts to change the chemical composition of crops. *Proc. Nutr. Soc.* 29: 3-12, 1970.
4. Johnson, V. A., P. J. Mattern & J. W. Schmidt. The breeding of wheat and maize with improved nutritional value. *Proc. Nutr. Soc.* 29: 20-31, 1970.
5. Elías, L. G., R. Jarquín, R. Bressani & C. Albertazzi. Suplementación del arroz con concentrados proteicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 18: 27-38, 1968.
6. Howe, E. E., G. R. Jansen & E. W. Gilfillan. Amino acid supplementation of cereal grains as related to the world food supply. *Am. J. Clin. Nutr.* 16: 315-320, 1965.
7. Sure, B. The addition of small amounts of defatted fish flour to whole yellow corn, whole wheat, whole and milled rye, grain sorghum and millet. I. Influence on growth and protein efficiency. II. Nutritive value of the minerals in fish flour. *J. Nutr.* 63: 409-416, 1957.

8. Graham, G. G., J. M. Baertl, R. P. Placko & A. Cordano. Dietary protein quality in infants and children. VIII. Wheat —or oat— soy mixtures. *Am. J. Clin. Nutr.* 25: 875-880, 1972.
9. Jarquín, R., P. Noriega & R. Bressani. Enriquecimiento de harina de trigo, blanca e integral con suplementos de origen animal y vegetal. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 16: 89-103, 1966.
10. Yáñez, E., D. Ballester, N. Fernández, V. Gattás & F. Monckeberg. Chemical composition of *Candida utilis* and the biological quality of the yeast protein. *J. Sci. Fd. Agric.* 23: 581-586, 1972.
11. Rutman, M. Comunicación personal.
12. Chapman, D. G., R. Castillo & J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. I. A method for the determination of protein efficiency ratio. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 679-686, 1959.
13. Improving the Nutrient Quality of Cereals. Report of Workshop on Breeding and Fortification. Agency for International Development. Washington, D. C. June, 1971.
14. FAO/WHO/UNICEF Protein Advisory Group, August 1970, United Nations, New York, N. Y.
15. Kwee, W. H., V. D. Sidwell, R. C. Wiley & O. A. Hammerle. Qualitative and nutritive value of pasta made from rice, corn, soya and tapioca enriched with fish protein concentrate. *Cereal Chem.* 46: 78-84, 1969.
16. Edozien, J. C. Yeast for human feeding. New data on safety. FAO/WHO/UNICEF Protein Advisory Group, United Nations, New York. Pag. Document 2.23/1, 1969.
17. Morrison, A. B., Z. I. Sabry, N. T. Gridgeman & J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. VIII. Influence of quality and quantity of dietary protein on net protein utilization. *Can. J. Biochem. Physiol.* 41: 275-281, 1963.

---

Esta investigación fue financiada en parte por una donación de la Industria Azucarera Nacional, S. A. (IANSA).

# Validating the 24-hour recall method as a dietary survey tool<sup>1</sup>

ELISABETH E. I. LINUSSON<sup>2</sup>, DIVA SANJUR<sup>3</sup>, and  
EUGENE C. ERICKSON<sup>4</sup>  
Cornell University, Ithaca, New York

## SUMMARY

Purpose was to evaluate the validity of the 24-hour recall method in a specific population, 86 lactating women in Cornell Medical Center, the New York Hospital. The major hypothesis was that 24-hour recall is a valid dietary survey method for obtaining reliable information on food consumed. This was tested by comparing the quantity of food consumed (by weighing) with food recalled during an interview. Two aspects of the hypothesis were considered: First, the quantity of food recalled for each of 14 food groups, and second, the number of food items recalled. Regression analyses between recall and actual intake showed for all food groups a tendency to overestimate actual intake when consumption was low and underestimate it when it was high. The validity coefficient, ranging from 0.28 (salad) to 0.72 (breakfast cereal), showed a low correlation for most foods. Also the  $r^2$  varied from 0.08 (salad) to 0.52 (breakfast cereal), indicating considerable unobserved errors, varying with food groups. Great variations were observed in the biases. In eight of the food groups the biases were significantly large to invalidate the method. In general, underestimation was greater than overestimation. The recall method appears fairly accurate for qualitative estimation of average for a population group but not highly valid for ascertaining quantity of food consumed.

- 
1. This paper is based on a thesis submitted to the Graduate School by Elisabeth Linusson in partial fulfillment of the requirements for a degree of Master of Science in Nutrición.
  2. Former graduate student.
  3. Associate instead and Assistant Profesor of Human Nutrition and Food.
  4. Associate Profesor of Developmental Sociology.

Recibido: 23-8-73.

## INTRODUCTION

An important part of nutrition work is to gain valid knowledge of what foods and how much people eat - as well as when, where, and why. The source of information is often either a dietary survey as part of a nutrition status survey, or a food consumption survey per se.

In evaluating the nutritional status of a population group, not only is coordination between the different parameters such as clinical, dietary, biochemical and anthropometric tests needed, but also some assurance that indicators at each level have been periodically assessed for their level of validity. On this respect, several researchers agree that the remarkable inaccuracy of data from dietary surveys in our field studies has been disconcerting (1-4).

In assessing short-term past food intake of a population group, the 24-hour recall method is the most commonly used indicator. It is a rapid, inexpensive, convenient, and fairly accurate method for obtaining a mean estimate of intake for a population group (5, 6). However, the most crucial disadvantage of recall is the limitation of memory, whatever the purpose of a study may be (7, 8). Human errors in the interview also have an important effect on the validity of this technique, as well as the limited observation period of a single day's recall. Often communication problems may result in inaccurate dietary recalls. The respondent may think that the interviewer is not familiar with a particular food or feels that the food is such a common part of the diet that it is not necessary to report it (9). Other shortcomings of this method are the inability of some subjects to identify kinds of food and, in obtaining quantitative information - their inability to estimate correctly the amounts of food consumed.

Yet, in spite of methodological limitations, the 24-hour recall may continue to be the most practical and useful survey tool for assessing dietary intake of population groups. The growing trends in urbanization and modernization, accompanied by changes in life styles (increasing eating-out patterns, changes in food purchasing practices, attitudinal resistance to strangers doing "research"), constitute barriers to

the utilization of more accurate but elaborate and time consuming food weighing techniques at the household level. (10).

Thus, in view of the above, the present study was undertaken with the objectives of evaluating under a particular set of circumstances the validity of the 24-hour recall method as a tool in assessment of food consumption, and to determine whether this ability to recall varies with the different food groups consumed.

### *The Concept of Validity*

In testing validity of a method, the basic analysis of validity must concern its *meaningfulness*. Does the tool measure what is supposed to measure. Validity, however, is not a fixed characteristic; it varies with people, time and environment. Thus, periodic appraisal of the validity is necessary. A requirement for validity is reliability or reproducibility. Yet, a measurement can be reliable without being valid (11, 12, 13, 14). There are many forms of validity. A distinct line exists between *internal* and *external* validity. The former asks whether a difference exists at all in any given comparison (15) while external validity is a question of generalization (15, 16). In addition, *convergent* and *discriminant* validity have been used in dietary surveys (7). For the purpose of this study, convergent validity will show to what degree data from the 24-hour recall method agree with the data from the control method, i.e., the actual food intake, or whether the two separate methods are reasonably independent of each other. The discriminant validity, will indicate whether the subjects remember each food equally well, or if a particular food is a consistently forgotten item.

## METHODOLOGY

The investigation, as well as the pretesting phase of it, was carried out at the Lying-In Hospital of Cornell Medical Center, the New York Hospital, during the Spring of 1972. The specific sample population consisted of 86 women hospitalized postpartum, who were in a healthy state. The sample subjects were all from approximately the same social stratum

and whose age ranged from 26 to 39 years old. The selection of the respondents was done on a daily basis, including women who had a living newborn (2 or 3 day-old) child, recovered from operational delivery remaining in the hospital 2 or more days, and who were on a regular diet.

The null hypothesis —that the 24-hour recall is a valid method for determining food intake among women— was tested by comparing the 24-hour recall with weighing of all prepared food, served and left over.

The weighing method served as the control criterion for validating the 24-hour recall method. The day prior to the 24-hour recall interview every prepared individual food item for each subject and meal was measured (household and/or institutional measurements), weighed on Hanson dietetic scales — models 1440 (500 gm.) and 1460 (1000 gms. capacity) and recorded before being placed on the patient's tray. After the meal each subject's tray was checked and recorded by measuring and weighing everything left over. The time relationship between actual intake and recall interview was 24-hours. This took place in the respondent's room and required an average of 23 minutes. Four or five respondents were studied per day. They were unaware of being included in a survey. Memory aids like household measuring cups, glasses, bowls, spoons, a drawing of different-sized pieces of meat, and one plastic model of a 1½ inch square piece of cornbread were used. The subjects attempted to report all the kinds of food consumed and estimated the quantity for each item. All recall information was included in the study material except in-between meals. After the recall of food intake, the women were asked about their food habits. Information on socio-cultural, economic, and health characteristics was obtained from the hospital chart. The weighing method was done by one of the authors, who also did the personal recall interviewing.

### *Analyses*

The data were tabulated from each sample, and estimates were converted into grams, cored, verified, and punched into IBM cards for use with data processing equipment (IBM 360). The recall information was analyzed and interpreted in units of food groups, keeping in mind the following criteria: pattern

in which the subjects expressed their food habit answers; the type of grouping based on content of certain nutrients and often used in dietary surveys; and the realistic food grouping for the type of hospital menu and according to their similarity in use - i.e.:

- 1 = Meat main dishes (meat, fish, poultry, egg)
- 2 = Dairy products (milk, butter, cheese)
- 3 = Vegetables (cooked)
- 4 = Fruits (fresh and all breakfast fruits)
- 5 = Salads (mixed fruit and vegetables)
- 6 = Breakfast cereals (hot and cold)
- 7 = Starches (potato, rice, spaghetti, macaroni)
- 8 = Breads (all kinds, including sweet rolls, muffins, crackers)
- 9 = Soups (including clear broth and creamed soups)
- 10 = Desserts (pie, cake, pudding, ice cream, sherbet, fruits (no fresh))
- 11 = Beverages (hot and cold, except milk)
- 12 = Combined main dishes (spaghetti and meat sauce, meat and vegetable, stew, cheeseloaf, etc.)
- 13 = Sweets (sugar, jelly, honey, candy)
- 14 = Miscellaneous (dressing, ketchup, mustard, gravy, sauce, pickles, potato chips, olives)

Two aspects of the hypothesis were considered:

1) *Quantity of food recalled for each of 14 food groups.* In determining the pattern and degree of validity, the statistical methods used for these kind of data were linear regression, Pearson's product moment correlation, and scattergram. A multitrait-multimethod matrix designed after Campbell and Fiske, and Becker *et al* (17, 7) was used for interpretation of the validity. The latter authors illustrate its application on data collected by Huenemann and Turner (5). From the regression analysis, bias and unobserved errors were calculated. The symmetry in the deviation of recall from actual intake was calculated.

2) *Percentages of food items recalled per day.*—The data were classified according to frequency distribution into low, medium and high, i.e.,  $\leq 70\%$ , 71-85%, or  $\geq 86\%$  of correct recall respectively.

## RESULTS AND DISCUSSION

*Assessment of Biases in the 24-hour Recall Method.*

There are always variations between two measurements. Both the weighing method (actual food intake) and the 24-hour recall method have degrees of accuracy, because a measuring instrument cannot be expected to be error-free, i. e., the 24-hour recall method cannot be one hundred percent valid. It is thus important to know the error of measurement, and it is important that it falls within prescribed limits.

The mean difference between the recalled and actual amounts of food eaten was observed first. This difference will be called the *bias*. If the 24-hour recall method were perfect, then the bias would be zero. The following statistical procedure was used to determine the size of bias in the 14 food groups:

The standard error of the bias is

$$\sqrt{\frac{\frac{\sigma_y^2}{n} + \frac{\sigma_x^2}{n} - \frac{2\rho\sigma_x\sigma_y}{n}}{n}}$$

where  $\sigma_x$  and  $\sigma_y$  refer to the standard deviations of actual and recalled measurements. Estimates of these quantities are available from the regression analysis, so we can test departure from zero for the biases.

The degree of validity of quantity of recalled food intake was evaluated by determination of size of systematic errors in each of 14 food groups.

Table 1 shows the size of biases in these food groups. The size of the bias is significant when the 24-hour recall method is used to estimate the actual food intake for vegetables, salads, breads, soups, desserts, and sweets at the 0.01 percent level and for fruits and combined main dishes at the 0.05 per cent level. The errors were significant in light of the various food groups which may suggest that the 24-hour recall method may be a poor predictor of the actual amount of food eaten. The biases show that the errors in interview technique and in the conversion of amount of food eaten (from household measurements to grams) contribute to the recallability in all eight

TABLE 1  
BIASES IN THE 24-HOUR RECALL METHOD FOR 14 FOOD GROUPS

Food Group	Bias $\bar{1}$	Bias as a Percent of Actual Intake	Standard Error	Z
1 Meat main dishes	-14.30	-9.5	7.53	-1.90 NS
2 Dairy products	-33.10	-5.7	27.32	-1.2. NS
3 Vegetables	-25.95	-22.5	8.48	-3.06 **
4 Fruits	-11.25	- 2.4	6.61	-1.70 *
5 Salads	-41.01	-53.0	7.08	-5.80 **
6 Breakfast cereals	+9.81	+11.9	6.82	+1.43 NS
7 Starches	-16.01	-17.8	8.90	-1.80 NS
8 Breads	-14.01	-19.9	4.26	-3.29 **
9 Soups	-41.38	-51.8	9.08	-4.56 **
10 Desserts	-43.87	-30.8	10.05	-4.37 **
11 Beverages	-28.71	-5.1	24.30	-1.19 NS
12 Combined main dishes	-15.27	-29.2	6.02	-2.54 *
13 Sweets	-16.07	-49.1	2.30	-6.79 **
14 Miscellaneous	-3.32	-12.4	3.05	-1.09 NS

\* Significant at the 0.05 level where Z =  $\pm 1.96$

\*\* Significant at the 0.01 level where Z =  $\pm 2.58$

NS = Not significant

1. Expressed as mean difference in grams between the recall and actual intake.

foods groups. Small biases were also found in the recall of breakfast cereals, dairy products, meat main dishes, starches, beverages, and miscellaneous foods, but these errors are not significant and thus do not invalidate the 24-hour recall method.

### *The Pattern of Relationship between Actual and Recall Food Intake*

The type of relationship between actual and recalled food intake is shown in Table 2. It shows that for all food groups the "2" values, or intercepts, are positive and the "b" values,

TABLE 2

FITTED REGRESSION LINES AND CORRELATIONS BETWEEN ACTUAL AND RECALLED FOOD QUANTITIES FOR 14 FOOD GROUPS

Food Groups	$r^*$	$r^2$	$1-r^{2**}$	b	a
1 Meat main dishes	0.57	0.33	0.67	0.47	65.0
2 Dairy products	0.69	0.47	0.53	0.73	124.1
3 Vegetables	0.53	0.28	0.72	0.58	23.1
4 Fruits	0.55	0.30	0.70	0.45	14.4
5 Salads	0.28	0.08	0.92	0.24	17.8
6 Breakfast cereals	0.72	0.52	0.48	0.89	18.7
7 Starches	0.44	0.19	0.81	0.45	34.0
8 Breads	0.48	0.23	0.77	0.47	23.0
9 Soups	0.30	0.09	0.91	0.31	13.9
10 Desserts	0.36	0.13	0.87	0.48	30.6
11 Beverages	0.67	0.45	0.55	0.73	120.6
12 Combined main dishes	0.69	0.48	0.52	0.60	5.5
13 Sweets	0.40	0.16	0.84	0.45	2.0
14 Miscellaneous	0.41	0.17	0.83	0.82	1.4

\* All  $r$ 's significant at .01 level or less.

\*\* Unobserved errors.

or regression coefficients, are between zero and one. The line regression shows that in all food groups the fitted regression line falls above the origin when  $X = 0$  and that they have slopes ranging from 0.24 (salads) to 0.89 (breakfast cereals), see Figure 1.

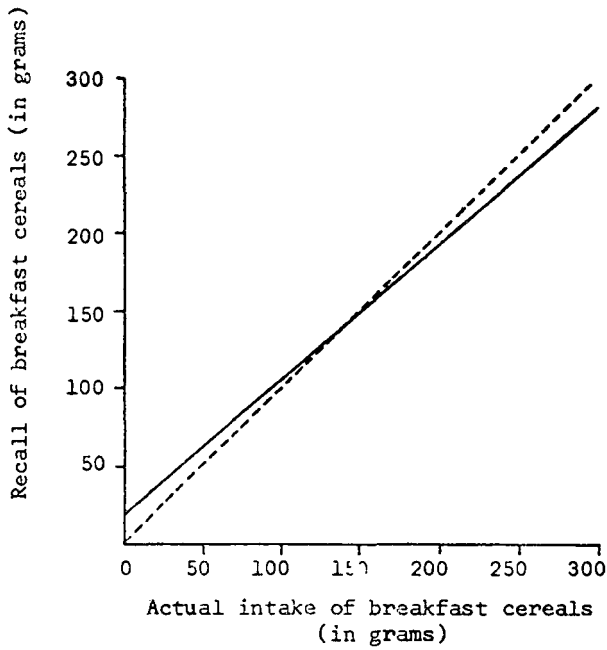
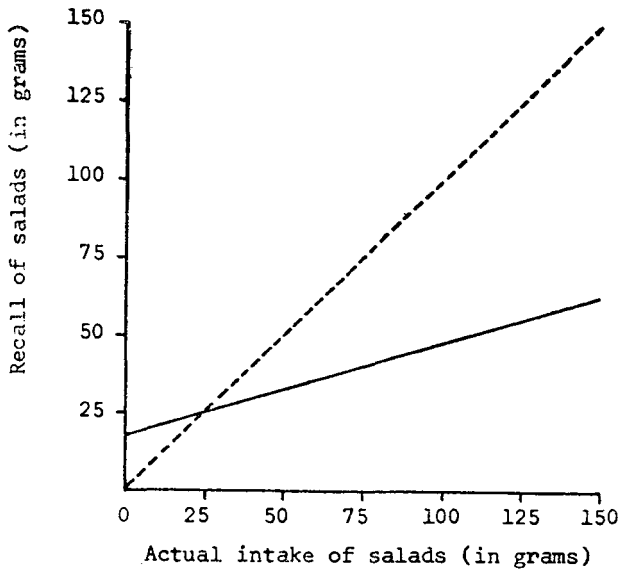


Figura 1. Fitted linear regressions between actual and recalled food intake.

Table 2 also shows that the food groups with "b" close to one also have the highest correlations. The food groups nearest the ideal slope generally have the least error variation due to faulty recall.

#### *Assessment of Unobserved Errors in the 24-Hour Recall*

Assuming that there is a linear association between recall and actual intake, then the unobserved errors  $[(1-r^2) \times 100\%]$  are the percentage of error which the recall method could not predict. Assessment of unobserved errors is shown in Table 2. The complementary estimate of unobserved errors is  $r^2 \times 100\%$ , which is an estimate of the amount of variation in actual intake that is accounted for by knowing the recalled intake for a given sample. Thus for the food groups salads, soups, desserts, sweets, miscellaneous, and starches, this error, not explained by recalled per se, ranges from 92 to 81 per cent. The figures are somewhat better for the other food groups. For example, breakfast cereals and dairy products have 48 and 53 per cent error variation respectively. Scatter diagrams of the relation between recalled and actual food intake showed no obvious departures from linearity for any of the 14 food groups.

#### *The Degree of Relationship - The Convergent Validity*

The degree of linear association between actual and recall food intake for the 14 food groups was calculated by the Pearson's product moment correlation coefficient ( $r$ ), i.e., the validity coefficient shown in the multitrait-multimethod matrix of Table 3. In this table, the 14 food groups represent traits. The values in the diagonal are the validity coefficients and they all seem to meet the requirement outlined by Campbell and Fiske (17)<sup>1</sup>. In evaluating the convergent validity of this

---

1. Validity coefficients should be significantly different from zero and sufficiently large to encourage further examination of validity. Secondly, a validity diagonal value should be higher than the values lying in its column and row in the triangles on both sides of the diagonal. That is, a validity value for a variable should be higher than the correlations obtained between that variable and other variables having neither trait nor method in common (i.e., the coefficients in the two triangles on both sides of the diagonal represent discriminant validity). This requirement may seem so minimal and so obvious as to not need stating, yet an inspection of the literature shows that is frequently not met, and may not be met even when the validity coefficients are of substantial size.

**TABLE 3**  
**CORRELATION MULTITRAIT-MULTIMETHOD MATRIX FOR EVALUATION OF CONVERGENT VALIDITY OF THE**  
**24-HOUR RECALL METHOD**

Food Groups	24-Hour Recall Method	Weighing Method (Actual Intake)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Meat main dishes	1	.57	.31	.08	.06	.00	.18	.08	.14	-.07	.10	-.16	-.14	.12	.25
Dairy products	2	.09	.69	.36	.19	.12	.25	-.05	.17	.09	.16	-.11	.30	-.16	.17
Vegetables	3	.06	.24	.53	.37	.16	.11	-.03	.15	.18	-.01	.16	.20	.07	.15
Fruits	4	.03	.15	.41	.55	.21	.22	-.15	.15	.08	.13	.00	.15	-.13	-.09
Salads	5	-.12	.10	-.02	.13	.28	-.11	.08	.01	.17	.09	-.03	.13	-.19	.04
Breakfast cereals	6	.26	.21	.14	.00	.08	.72	.08	.26	-.08	.06	.08	-.12	.26	.19
Starches	7	.08	.03	-.06	.06	.16	.15	.44	.34	-.00	.06	-.06	-.22	.25	.13
Breads	8	.06	.25	.11	.07	.27	.07	.14	.48	.13	.35	.03	.12	-.02	.14
Soups	9	-.23	-.03	.01	.08	.13	-.18	.08	.17	.30	.03	.20	.03	-.05	.12
Desserts	10	-.07	.10	-.05	.13	-.01	.08	.05	.05	.14	.36	.28	.19	.18	.05
Beverages	11	-.15	-.06	.10	.23	-.00	-.08	.06	.08	.03	.20	.67	-.05	.39	.18
Combined main dishes	12	-.21	.14	.08	.10	.11	-.10	-.25	.11	.14	.14	.11	.69	-.17	-.05
Sweets	13	.09	.03	-.12	.05	.04	.11	-.02	.00	-.12	.07	.18	-.17	.40	.04
Miscellaneous	14	.07	.29	.14	.30	.13	.12	.16	.26	.04	.05	.14	-.08	.12	.41

matrix, we note that only four food groups have validity coefficients larger than 0.60. These are breakfast cereals (0.72), dairy products (0.69), combined main dishes (0.69), and beverages (0.67). The lowest values of "r" obtained were for salads (0.28), soups (0.30), and desserts (0.36). The r's for sweets, miscellaneous, and starches were also low, i.e., below 0.45. The validity coefficients for the breads, vegetables, fruits, and meat groups were medium-low to medium.

#### *Over and Underestimation - Extent of Symmetry in the Deviation.*

The symmetry in the deviation is an important component of a measurement which must be considered in our aim to standardize the method. Knowledge of an acceptable range around the mean is likewise needed. This is particularly significant, since the 24-hour recall is an estimating tool and analysis of dietary data will rely heavily on the way the deviations are interpreted.

The extent of symmetry in the deviation of the recalled food consumed is shown by Figures 2 and 3, demonstrating the total under and overestimation respectively within the 14 food groups. A comparison of these figures show that the overall tendency to *underestimate* is much greater than it is to overestimate.

In table 4 above the deviations of the average estimation show the range around the mean of under and over estimation.

### OVERVIEW

Reports in the literature, as well as the findings hereby discussed seem to raise critical questions concerning the validity of the 24-hour recall when ascertaining quantity of food consumed. Similarly, there seems to be considerable agreement among investigators regarding the usefulness of this method when qualitative aspects of the diets are to be assessed. Present tendencies in eating-out patterns, as well as changes in life styles and attitudes toward strangers doing "research" have also raised some critical issues among nutritionists regarding the urgent need for more practical, though less accurate, short methods of dietary appraisals.

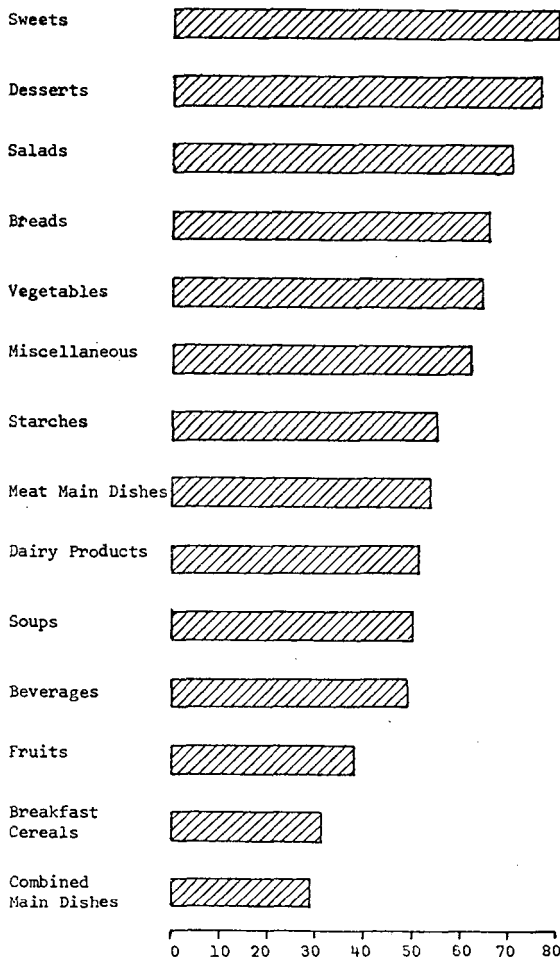


Figure 2. Actual percentage of underestimation of quantity of food.

It is felt that what is crucial prior to determining the choice of a dietary method is a clear definition of any study objectives. If quantitative dietary information is the clear need (as in the case of balance studies, or some epidemiological studies), then the choice of appropriate methods to employ is also clear - for the correct estimation of the quantities of food consumed, there is almost no other alternative but to use one technique, i.e. *direct weighing of food*. Conversely, if

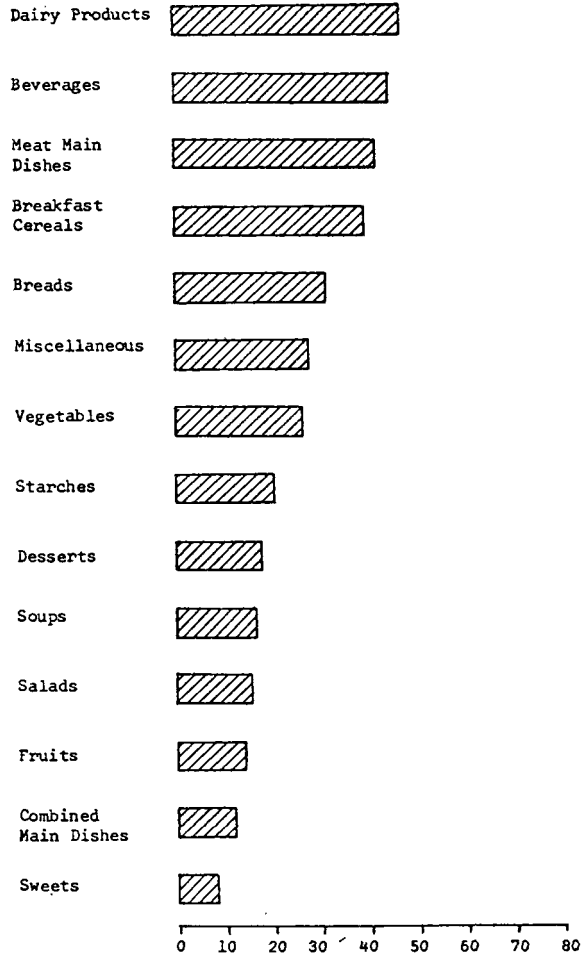


Figure 3. Actual percentage of Overestimation of quantity of food.

TABLE 4  
 AVERAGES RANGES OF DEGREE OF UNDER AND OVERESTIMATION  
 FROM ACTUAL FOOD INTAKE IN 14 FOOD GROUPS AS ESTIMATED  
 BY THE 24-HOUR RECALL METHOD (expressed in percentages).

Food Groups	III	II	I	II	III
	Under- Estima- tion ≥ -30%	Medium -15-29%	Good ±14%	Medium +15-29%	Over- Estima- tion ≥ +30%
1 Meat main dishes	25	17	26	7	25
2 Dairy products	29	6	38	8	19
3 Vegetables	48	11	14	8	19
4 Fruits	30	7	47	2	14
5 Salads	57	7	21	4	11
6 Breakfast cereals	15	11	35	8	31
7 Starches	39	10	29	2	20
8 Breads	42	9	22	6	21
9 Soups	46	2	34	8	10
10 Desserts	47	17	23	4	9
11 Beverages	20	19	31	7	23
12 Combined main dishes	19	5	65	0	11
13 Sweets	68	11	14	1	6
14 Miscellaneous	51	6	17	3	23

the purpose is to gather *trends in dietary patterns* from sizeable population groups - possibly to serve as baseline data in Applied Nutrition and Public Health programs - then the choice of the 24-hour recall method is a valid one.

The ultimate decision depends then on the type of study, sample size, feasibility and other important factors. The 24-hour recall method could be adequate for field longitudinal studies if surveys are carried out in an appropriate way.

Acceptable margins of error up to 10% have been reported when the 24-hour recall method has been used, the acceptability emerging from the fact that the larger sample size

minimizes the size of the error (19). Moreover, what is an acceptable error will also be a function of the specific objectives of each study.

The data hereby reported seem to suggest that much caution needs to be exercised in using the 24-hour recall method for estimating quantitative food intake of groups in the population. However, in assessing the nutritional status of population groups in a developing country, where less variation in the food intake exists, this limitation might be lessened.

The circumstances under which the present validation of the 24-hour recall was conducted must be kept in proper perspective when examining the findings. The study was conducted in an institutional research setting which provided the outside criterion of control (food weighing method), a requirement for validation purposes. Nevertheless, this may very well not be the usual circumstances under which this methodological tool is usually applied in population studies. In field dietary research wide varieties of situations may arise, giving way to many "intervening" variables - some a function of intrapersonal/interpersonal variance ratio, rather than one of inter or intra-personal variance alone - over and beyond the dimension of "limitation of memory" most extensively tested in the present investigation.

## RESUMEN

### Valor del método recordatorio de 24 h como instrumento en encuestas dietéticas.

Se efectuó una evaluación del método recordatorio de 24 h en un grupo de 86 mujeres lactantes en el Cornell Medical Center del New York Hospital. La hipótesis que este método produce resultados confiables fue probada comparando la cantidad de alimentos consumidos y determinados por peso con la que se recordó durante una entrevista. Se consideraron los siguientes aspectos: 1º La cantidad de alimentos recordados de c/u de 14 alimentos y 2º el número de alimentos recordados. Al efectuar el análisis de regresión entre alimentos recordados y consumo real se evidenció una tendencia de una estimación alta en los casos de consumo bajo y de una estimación baja cuando el consumo era alto. El coeficiente de validez demostró una correlación baja para la mayoría de los alimentos, estaba entre 0.28 para la lechuga y 0.72 para cereales de desayuno. También variaba el valor de  $r^2$  de 0.08 para lechuga hasta 0.52 para cereales de desayuno, indicándose así considerables errores que variaban con los gru-

pos de alimentos. Generalmente, era más frecuente la estimación baja que la alta. Parece que el método recordatorio es medianamente exacto para la estimación cualitativa de los valores medios para un grupo de población pero no muy válido para averiguar la cantidad de alimentos consumidos.

#### BIBLIOGRAPHY

1. McHenry, E. W., H. P. Gerguson and J. Gurland. "Sources of error in dietary surveys". *Canad. J. Publ. Health*, 36: 355-361, 1945.
2. Thomson, A. M. "Techniques and perspective in clinical and dietary studies in human pregnancy". *Nutr. Coc. Proc.* 16: 45-51, 1957.
3. Young, C. M., and M. F. Trulson. "Methodology for dietary studies in epidemiological surveys: II. Strengths and weaknesses of existing methods". *Amer. J. Pub. Health*, 50: 803-813, 1960.
4. Groover, J. E., L. Boone, P. C. Houk and S. Wolf. "Problems in the quantitation of dietary surveys". *J. Am. Med. Assoc.* 201: 86-89, 1967.
5. Huenemann, R. L., and D. Turner. "Methods of dietary investigation". *J. Am. Dietet.* 18: 562-568, 1942.
6. Young, C. M., F. W. Chalmers, H. N. Chuch, M. M. Clayton, L. O. Gates, G. C. Hagan, B. F. Steele, R. E. Tucker, A. W. Wertz and Foster. *Cooperative Nutritional Status Studies in the North-East Region: III. Contribution to Dietary Methodology Studies*. Massachusetts Agricultural Experimental Bulletin N<sup>o</sup> 469, 1952.
7. Becker, B. G., B. P. Indik and A. M. Beeuwkes. *Dietary Intake Methodologies: A Review*. University of Michigan UMRI Project 03188, 1960.
8. Fidanza, F. "Sources of error in dietary surveys". Abstract, XIth Symposium of GEN., Warsaw, Poland, 1972.
9. Sanjur, D., J. Cravioto, A. van Veen, L. Rosales. "Infant Feeding and Weaning Practices in a Rural Preindustrial Setting: A Sociocultural Approach". *Acta Paediat. Scand.* 200: 1-56, 1970.
10. Sanjur, D., E. Romero and G. Nevill. *A Community Study of Food Habits Among Families Residing in East Harlem, New York*. Department of Human Nutrition and Food, Cornell University, Ithaca, N. Y., 1972, mimeographed).
11. Gulliksen, H. *Theory of Mental Tests*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1950.
12. Moore, F. E. "Committee on design and analysis of studies. Epidemiology of cardiovascular diseases methodology". *Am. J. Publ. Health*, 50: 10-19, 1960.
13. Amos, J. R., F. L. Brown and O. G. Mink. *Statistical Concepts*, New York: Harper & Row, 1965.

14. Suchman, E. A. **Evaluative Research**, New York: Russell Sage Foundation, 1967.
15. Webb, E. J., D. T. Campbell, R. D. Schwartz and L. Sechrest, **Unobtrusive Measures: Non-Reactive Research in the Social Sciences**, Chicago: Rand McNally & Company, 1966.
16. Campbell, D. T. and J. C. Stanley. **Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research**, 7th Printing, Chicago: Rand McNally & Company, 1971.
17. Campbell, D. T. and D. W. Fiske. "Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix". *Psychol. Bull.* 2: 56-59, 1959.
18. Schorr, B. C., D. Sanjur and E. C. Erickson. "Teen-age food habits". *J. Am. Dietet. Assoc.* 61: 415-420, 1972.
19. Flores, M. "Metodología en encuestas alimentarias entre pre-escolares". *Arch. Latinoamer. Nutr.* 22: 360-384, 1972.

## CARTAS AL EDITOR

### **Malnutrition and education: a discrepancy?**

Gentlemen:

May I refer to the article "The political economy of malnutrition: generalization from two Central American case studies" by T. S. Bodenheimer, (Arch. Latinoamer. Nutr. 22: 495- 506, 1972). In this paper the adequacy of education as a significant and effective measure against malnutrition had been questioned. I disagree with some of the expressed views. The development and utilization of modern techniques and equipment to augment both crop yield and production of animal protein leads to an increase in availability of foods, an increase in the budget of the family due to newer knowledges and skills and is thus responsible for better "purchasing power". Hence the availability, distribution, and ingestion of foods within the family may improve usually leading to better nutritional status. All of these factors have education as a common denominator and their imbalance is closely related to the etiology of defective food intake.

Of course, poor hygienic and sanitary environmental conditions are of paramount importance. Once again however, education here is basic. The development and implementation of public health programs depends upon the quality of the men in executive positions and the capacity of the local sanitary authorities within the country. The personal motivation of the technical personnel involved, toward the welfare of their own land plays in addition a very important role. These must be highly trained and well aware of the real necessities of the country; politicians do not always meet these requirements. Politically oriented public health programs can frequently be counter productive.

The nutritional problems of the developing nations should be faced and solved by technologists born in the country, preferably with an academic degree from a credited institution of a more industrialized nation but not over-specialized in

their training. That this can work and well is shown by the existence of the Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) in Guatemala, Central América, in which the scientific staff and the majority of the auxiliary personnel have received further training abroad.

Another aspect involved in the causation of malnutrition not considered by Bodenheimer, is the exodus of the rural population to the large cities. They hope for wealth and a better life but frequently end in squalor in overcrowded shantytowns where malnutrition, especially in the children, becomes rampant. The reasons for the occurrence of this exodus can be very different, the progressive deterioration of proper living conditions in the countryside could be a factor. Sometimes due to political reasons, the plain rural worker is fooled and convinced to leave the land for the city. Mostly however they relate primarily to a lack of proper education.

Finally, the author should remember that actual world conditions (1970's) differ markedly from those that existed during the great Mayan Empire. One can not just by-pass the modern living comfort, the advantages (and disadvantages) of modern life on the one hand and then on the other ignore the fact that the demographic density of Central America in 1974 differs from the one existing hundreds of years ago. Nowadays the transmission of knowledge is just a matter of a few seconds, even in the most isolated village. A land reform program carried out in a hasty way would bring on unfortunate consequences for the country and even perhaps for the borderline territories.

Sincerely,

JOSE FELIX CHAVEZ  
División de Investigaciones  
Instituto Nacional de Nutrición  
Venezuela.

Present address:  
Food Science & Nutrition Department  
University of Massachusetts  
Amherst, Mass. 01002 USA.

# BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

## BRASIL

**Causas de mortalidade na infância, região de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.**—J. R. Teruel, J. L. Nogueira, U. A. Gomes. (Departamento de Medicina Social da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Brasil). *Rev. Saúde públ.*, São Paulo, 7: 67-72, 1973.

Descrição do estudo de 1124 óbitos de menores de 5 anos, residentes em áreas urbanas da região de Ribeirão Preto, no período de julho de 1968 a junho de 1970, através da coleta de todas as informações registradas nos serviços assistenciais e de informações, óbitos em entrevistas às famílias e junto aos médicos responsáveis pelo atendimento. Foi observado o predomínio de óbitos no período neonatal. O coeficiente de mortalidade infantil foi estimado em 52,4 por mil nascidos vivos. Foi evidenciada a importância das causas infecciosas e as perinatais, chamando a atenção para os problemas assistenciais junto à infância, principalmente a escassez de pessoal paramédico treinado. 8 referências.

**Quantificação do indicador de Nelson de Moraes (curva de mortalidade proporcional).**—J. da S. Guedes & M. L. da S. Guedes. (Departamento de Medicina Social da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Brasil). *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 7: 103-113, 1973.

Propõe-se um critério para quantificação do indicador de Nelson de Moraes (curva de mortalidade proporcional) procurando eliminar as desvantagens do indicador não ter tradução numérica. Utilizando dados de Moraes, Ramos e próprios, são quantificadas Curvas de Mortalidade Proporcional de países desenvolvidos, do município de São Paulo e das regiões administrativas do Estado de São Paulo. A quanti-

ficção gera um indicador cujas cifras variam de valores negativos até o máximo teórico de + 50. São destacadas as vantagens da quantificação, que permite a hierarquização de diferentes regiões e a comparação simultânea da evolução do nível de saúde de um grande número de localidades. 6 referências.

**Desnutrição Proteico-calórica: Considerações sobre sua epidemiologia.**—Iván D. Beghin (Instituto de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil). *Rev. Brasileira Med.* 29(6), 1972.

O autor revisa, o processo de aparecimento das diversas formas de desnutrição calórico-protéica. Refere a importância relativa da carência protéica e da deficiência calórica, idade da criança e velocidade de instalação do estado carencial como fatores que definem a forma de desnutrição: "kwashiorkor", marasmo ou formas intermediárias - as últimas sendo mais comuns.

Considera que o estudo da epidemiologia da desnutrição proteico-calórica faz ressaltar um hiato entre o laboratório e a unidade metabólica, de um lado, e as observações de campo, de outro. A carência primária de proteínas e calorias não é a causa exclusiva da desnutrição em todos os casos, e isto representa, com certeza, a maior contribuição aberta pela epidemiologia à temática dos estudos fisiológicos. Na realidade, a carência primária, a má-absorção, as infecções e as perturbações psicológicas constituem círculos viciosos inter-relacionados de tal sorte que se um deles se põe em movimento todo o sistema passa a girar, articuladamente. 23 referências.

**Biochemical changes in banana during ripening.**—V. C. Sgarbieri and I. B. Figueiredo. (Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP, Brasil). *Rev. Brasileira Tecnol.* 2: 85-94, 1971.

This work was intended to obtain the informations regarding to biochemical changes during ripening process of the banana "nanica" (*Musa cavendishii*) by different methods and conditions. The relation pulp-peel, total and soluble solids, titrable acidity, ascorbic acid and fatty acids from the ether extract were determined according to the methods described. The more easily observable changes during ripening were: rapid increase in the contents of soluble solids and an almost quantitative transformation of starch of the green banana to soluble sugar (sucrose, glucose and fructose). The titrable acidity which is low in the pulp of a green fruit increased up to the point of uniformity yellow green peel and decreased after this stage. The ascorbic acid content decreased with the ripening, and the rate and the extent of transformation depended closely on the ripening conditions. 17 references.

**Comparative capacity of synthesizing aflatoxin of various strains of aspergillus.**—Hatué Nakamura and Fumio Yokoya (Faculdade de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, SP). *Rev. Brasileira Tecnol.* 1: 81-68, 1970.

A total of 41 strains of *Aspergillus* fungi were isolated from several natural sources of the State of São Paulo, Brasil. The ability to produce aflatoxin by these strains was compared with the high producing strains selected in the United States and England.

The foreign strains produced appreciable amount of the aflatoxins B and G, but the strains from São Paulo produced mainly the aflatoxin B. A strain from Texas, U.S.A. was the best toxin producer among imported strains, with 2.135 mg per 50 ml medium. The best strain produced 2.553 mg per 50 ml medium, which was the largest amount obtained. These were somewhat less than the largest amount reported by Davis et al. This difference may be due to the difference in media and the conditions of growth and maintenance of the culture. 12 references.

**Food staples as vehicles for protein concentrates.**—Julio Silva Araujo Neto. (Department of

Pharmacy, Fluminense Federal University Niteroi, Rio de Janeiro, Brazil), *Nutr. Reports International* 9: 85-90, 1974.

The enrichment of corn and cassava meals was studied by using dried skimmed milk, soy protein isolate, food yeast and DL-methionine. Corn meal had its crude protein content increased from 8 to 21% and cassava meal reached a crude protein content of 12.2%. Enriched food staples have not shown any loss of palatability.

**Vitamin B<sub>12</sub> and Folic Acid in Maternal and Newborn Sera.**—Ay-moré Vaz Pinto, F. Santos, M. C. Midlej, A. M. Almeida and M. P. Gama. (Department of Hematology, Brasilia Medical School, University of Brasilia, Brasil). *Rev. Invest. Clin. (México)* 25: 341-344, 1973.

The purpose of this work was to compare the levels of folate and vitamin B<sub>12</sub> in paired mother-corn serum at birth. Thirty parturient without obstetric complications and in the placental end of the cord had their blood drawn and microbiological assays for vitamin B<sub>12</sub> and folate performed. The results showed: a) the vitamin B<sub>12</sub> was 1.5 times higher and the folate was 2.5 times higher in the cord serum than in the serum of mother; b) the coefficient of correlation in the mother-cord samples was 0.59 for vitamin B<sub>12</sub> and 0.64 for folic acid; c) these findings are similar to other authors.

## COLOMBIA

**Alimentación parenteral en desórdenes gastrointestinales del lactante.**—H. Latorre Padua, D. Wasserman G. y A. Hayek. (Departamento de Pediatría. Hospital San Ignacio. Universidad Javeriana, Bogotá) *Universitas Medica*, 15: 224-234, 1973.

Tres niños con enfermedad diarreica fueron tratados con alimentación parenteral. Dos sobrevivieron y uno mu-

rió, a consecuencia de una sepsis. De los sobrevivientes, uno hizo una perforación intestinal que fue tratada médicamente.

Para la alimentación parenteral se usó una combinación de aminoácidos sintéticos y carbohidratos (amino fusin) y una emulsión de grasas (Intralipid); ambos productos fueron administrados en venas periféricas. 15 referencias.

**Evaluación de la Enfermedad Diarreica Aguda en un país en vía de desarrollo.**—G. Franco Ramírez (Hospital Infantil "Lorencita Villegas de Santos". Universidad del Rosario, Bogotá). Rev. Colombiana Ped. Pueric. 27: 253-261, 1972.

En esta revisión se trata de actualizar las causas de las diarreas en niños que habitan un medio socioeconómico caracterizado por: malas condiciones de higiene, falta de educación, deficiente nutrición y se encuentran que las causas bacterianas y parasitarias son las de mayor importancia y frecuencia que las virales y que cuando la diarrea se prolonga se debe al déficit secundario de disacaridasas fundamentalmente. 6 referencias.

**Preservación de yuca fresca por el método de parafinado.**—Teresa Salazar de Buckle, H. Castelblanco, L. E. Zapata, M. F. Bocanegra, L. E. Rodríguez y D. Rocha. (Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Bogotá). Rev. ITT, N° 86-: 33-47, 1973.

Se presentan los resultados de la conservación de yuca en diferentes condiciones de almacenamiento y de tratamiento. El parafinado resultó el método más efectivo. Se presentan análisis económicos sobre el proceso del parafinado y la comercialización de la yuca.

## COSTA RICA

**Alimentación infantil, educación e información pública en Costa Rica.**—G. Zaltman, J. Allwood Paredes y G. Carrillo. (Departamento de Educación Sanitaria, Ministerio de Salubridad Pública, Costa Rica). Bol. Ofic. San. Panamer. 74(3): 242-249, 1973.

Los resultados de una encuesta sobre las prácticas de alimentación infantil, la influencia del grado de educación y los medios de información pública en Costa Rica indican la necesidad de fomentar entre las madres la lactancia natural, por un período más prolongado. Asimismo, es preciso mejorar la higiene de las familias numerosas y estudiar la forma de utilizar los medios de información pública en las actividades de educación para la salud.

## GUATEMALA

**Extraction of nitrogenous constituents from the Jack Bean (*canavalia ensiformis*).**—Mario R. Molina; C. E. Argueta and R. Bressani. (Division of Agricultural and Food Sciences, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), Guatemala). J. Agr. Food Chem. 22(2): 309, 1974.

Studies were carried out on the nitrogen (protein) solubility of the Jack bean (*canavalia ensiformis*). Using a solvent-to meal ratio of 100:6, the optimum conditions for a one-step protein extraction, using an aqueous system, were pH 13, 70° for 1 hr. The point of minimum solubility was found at pH 4.9, and nitrogenous solubility increased toward the acidic and basic sides. Jack bean meal proteins displayed a different pH nitrogen solubility profile in 0.5 N NaCl solution. At pH 4.9, 70% of the extracted nitrogen was recovered.

The recovered proteins showed a higher essential amino acid content than the original meal. Methionine was the most limiting amino acid in both cases. When using methionine, the chemical score for the protein concentrate was lower than for the original meal. The reverse was true when the second most limiting essential amino acid was used, indicating a better quality protein for the concentrate once the methionine deficiency is overcome.

**La responsabilidad del sector salud en la alimentación y la nutrición.**—M. Béhar. (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala) Bol. Ofic. San. Panamer. 75(5): 395-405, 1973.

Los problemas de nutrición, sobre todo en el aspecto de su deficiencia, causan graves enfermedades en la Región, pero además, están afectando de manera insidiosa, subclínica y con frecuencia ignorada, a grandes sectores de la población del Continente, ayudando así a minar la capacidad vital de estos grupos. Esta situación influye desfavorablemente tanto en las condiciones de vida de los habitantes como en la economía de cada país en particular y de la Región en general.

Por lo tanto, es indiscutible que el sector salud tiene responsabilidad imperativa en su estudio y solución, de acuerdo con las formas que se ha tratado de resumir en este trabajo. Es preciso reconocer, además, que en su naturaleza íntima el problema nutricional es sobre todo de orden socioeconómico. Bajo las mejores circunstancias, la acción aislada del sector salud sólo puede traducirse en paliativos transitorios, pero nunca podrá resolver por sí sola el problema desde sus raíces y en forma permanente. Para ello sería indispensable una acción coordinada y multisectorial. En este sentido debe recordarse que fue la mejor satisfacción de las necesidades alimentarias para todos sus componentes una de las razones fundamentales que motivaron el establecimiento de las sociedades. La vigencia de este objetivo tiene que continuar, y la desnutrición en las poblaciones de las Américas debe considerarse una seria falla del sistema de organización social. 16 referencias.

## PERU

**Growth of children from extremely poor families.**—Blanca Andrianzen T., J. M. Baerli, and G. G. Graham. (Instituto de Investigación Nutricional, Lima, Perú) *Am. J. Clin. Nutr.* 26: 926-930, 1973.

A combined cross-sectional and longitudinal study of the growth pattern of a group of children belonging to Peruvian families of extremely low socioeconomic condition, taxed with severe malnutrition in at least one of its members, and studied during 4 years (1966 to 1970), is presented.

For both sexes, mean height and weight follow fairly closely the 3rd percentile line of a United States growth standard after the 2nd semester of life, the one just below, the other just above. Weight-to-height relationship is increased and indicative of overweight, consistent with the physical appearance. Other studies have shown that an improved environment and nutrition can produce dramatic linear growth; therefore, the weight/height ratio observed cannot be considered indicative of adequate nutrition.

Mean head circumference runs close to a line 2 SD below the mean of an international standard up to age 18 months, slowly increasing toward the mean thereafter. Growth of the head is seemingly better preserved than linear growth in this population. 12 references.

## LIBROS NUEVOS

**Genes, Enzymes and Populations.** Editor: Adriana M. Srb. Plenum Press, New York, London 1973, 359 p.

El volumen recoge las contribuciones de un simposium sobre "Fundamental Approaches to Plant and Animal Improvement" celebrado en Cali, Colombia en noviembre de 1972 y se edita en el marco de la serie "Basic Life Sciences", cuyo editor general es el Dr. Alexander Hollander.

El volumen contiene contribuciones sobre mecanismos genéticos, acción de genes y mutaciones, atributos de fenotipos, evolución y su control para fines agrícolas. Se restringe casi exclusivamente a estudios en plantas y algunos insectos. Existe en el volumen una interesante combinación de artículos fundamentales y otro de carácter más aplicado de manera que ofrece interés tanto al investigador básico como también para aquel que se dedica más bien a aspectos de aplicación práctica en la producción agrícola.

W G. J.

**Methods of analysis, manual for infant formulas.** Infant Formula Council, 64 Perimeter Center East, Atlanta, Georgia 30346, USA.

Contiene las descripciones detalladas de los métodos analíticos para 28 componentes de fórmulas para niños como también para 9 tests microbiológicos.

**Trabajos Pediátricos.**—Alvaro Carrillo Gil. Imprenta San Carlos, México 1974, 257 pág.

**Informe sobre el XV Seminario de Nutrición del niño y la familia.** Bogotá, Colombia, Mayo 21-24 de 1972.

Dirección: Instituto Interamericano del Niño  
Avda. 8 de Octubre 2904/2882  
Montevideo, Uruguay.

**Survey of the World Agricultural Document Services.** Prepared on behalf of the FAO Panel of Experts on "Agris" by P. J. Bayle and H. Buntrock, Commission of the European Communities D. G. XIII 29, rue Aldringen Luxembourg 1973, B. Fr. 300.

Recopilación de 354 servicios secundarios de documentación en los campos de agricultura, pesca, ciencias y tecnología de alimentos.

**Recomendaciones dietéticas diarias para Centro América y Panamá.** INCAP 1973, 33 pág.

# NOTAS

## CONGRESO INTERNACIONAL DE HIGIENE DE ALIMENTOS

Brno 15 - 17. 10. 1974

Dirección: Krajská hygienická stanice

CIDHA 74

Zerotínovo nám. 3/5

602 00 Brno - CSSR.



## SERIE DE BIBLIOGRAFIAS SOBRE NUTRICION PREPARADAS POR LA BIBLIOTECA REGIONAL DE MEDICINA (BIREME)

Los interesados en obtener algunos de los artículos mencionados en estas bibliografías, deberán solicitarlos primero en la Biblioteca de su institución y a través de ella por los servicios de préstamos interbibliotecarios a otras bibliotecas de la región o país. En caso de no encontrarse allí, por el mismo conducto, podrán obtenerse en BIREME (Caixa Postal 20381, Vila Clementino, Sao Paulo, Brasil).

### BIBLIOGRAFIA SOBRE: ESTADO NUTRICIONAL Y ANTROPOMETRIA

1. ABRAMOWICZ, M. - Heights of 12 —years— old Puerto Rican boys in New York City: origins of differences. *Pediatrics*, 43: 427-9, 1969.
2. AGARWAL, K. N. et al. - Physical growth of Indian school children. *Indian-Pediat.*, 7: 146-55, 1970.
3. ARESKOG, N. H. et al. - Physical work capacity and nutritional status in Ethiopian male children and young adults. *Amer. J. Clin. Nutrition*, 22: 471-9, 1969.
4. The ARM circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. *J. Trop. Pediat.*, 15: 177-260, dec. 1969.
5. ARNHOLD, R. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 17. The QUAC stick: a field measure used by the Quaker service team in Nigeria. *J. Trop. Pediat.*, 15: 243-7, 1969.
6. ARRANO, M. S. et al. - Estudio nutricional de 500 escolares del Area Central (Escuela Nº 45, Santiago) a través de examen clinico- antropométrico y encuesta dietaria 1968. *Rev. Chil. Pediat.*, 41(9): 913-22, 1970.
7. ASANTE, R. O. & AMANKWA, S. G. K. - Physical growth patterns of Peki school children. *Ghana Med. J.*, 10(2): 129-42, 1971.
8. ASHCROFT, M. T. - Anthropometric measurements of Guyanese adults of African and East Indian racial origins. *Trop. Geogr. Med.*, 21: 169-76, 1969.
9. ASHCROFT, M. T. & ANTROBUS, A. C. K. - Heights and weights of school children in St. Vincent. *J. Biosoc. Sci.*, 2: 317-28, 1970.
10. BABSON, S. G. - Growth of low-birth-weight infants. *J. Pediat.*, 77: 11-8, 1970.
11. BAILEY, K. V. - A study of human growth in the framework of applied nutrition and public health programs in the Western Pacific region. *Monogr. Soc. Res. Child. Dev.*, 35: 40-8, oct. 1970.
12. BAKER, G. L. - Nutritional survey of Northern Eskimo infants and children. *Amer. J. Clin. Nutrition*, 22: 612-6, 1969.
13. BANERJEE, S. & BHATTACHARYA, A. K. - Body size, growth and skinfold thickness of school going children and youth of Bikaner, Rajasthan. *Indian Science Abstracts*, 6(2): 1628, 1970.
14. BANIK, N. D. D. et al. - Longitudinal growth pattern of children during pre-school age and its relationship with different socio-economic classes. *Indian J. Pediat.*, 37: 438-47, 1970.
15. ——— et al. - A longitudinal study of physical growth of children from birth up to 5 years of age in Delhi. *Indian J. Med. Res.*, 58(1): 135-42, 1970.
16. ——— et al. - A longitudinal study on physical growth of children of different birth weight groups from birth to 5 years. *Indian J. Pediat.*, 37: 95-101, 1970.
17. ——— et al. - Skeletal maturation of Indian children. *Indian J. Pediat.*, 37: 249-54, 1970.
18. BEGHIN, I. D. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 18. Assessment of effectiveness of a Nutrition Rehabilitation Centre at Fond-Parisien, Haiti. *J. Trop. Pediat.*, 15: 248-50, 1969.

19. BENECH, A. - Birthweight and its relations to growth in height and weight and pubertal development in boys 13 and, 13 1/2 years old. *Biometrie Humaine*, 5(1/2): 75-8, 1970. (francés).
20. BENN, R. T. - Some mathematical properties of weight-for-height indices used as measures of adiposity. *Brit. J. Prev. Social Med.*, 25: 42-50, 1971.
21. BENNETT, F. J. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 15. A rapid screening test in emergency child feeding in Kivu, Congo. *J. Trop. Pediat.*, 15: 238-40, 1969.
22. BERGNER, L. et al. - Low birth weight and prenatal nutrition: an interpretative review. *Pediatrics*, 46: 946-66, dec. 1970. (81 ref.)
23. BHARGAVA, V. et al. - Survival, growth and development in babies weighing 2000 gms or less. *Indian Pediat.*, 7: 139-45, 1970.
24. BIRKBECK, J. A. et al. - Nutritional status of British Columbia Indians. 2. Anthropometric measurements, physical and dental examinations at Ahousat and Anaham. *Canad. J. Public Health*, 62(5): 403-14, 1971.
25. BLANKHART, D. M. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 8. Experience in Sierra Leone and Zambia. *J. Trop. Pediat.*, 15: 205-8, 1969.
26. BOHDAL, M. & SIMMONS, W. K. - A comparison of the nutritional indices in healthy African, Asian and European children. *Bull. WHO*, 40: 166-74, 1969.
27. BRADFELD, R. B. et al. - Assessment of marginal malnutrition. *Nature*, UK, 235: 112, 1972.
28. ——— et al. - A comparison of hair root morphology and arm circumference as field tests of protein-calorie malnutrition. *J. Trop. Pediat.*, 16: 195-6, 1970.
30. BURDI, A. R. et al. - Infants and children in the adult world of automobile safety design: pediatric and anatomical considerations for design of child restraints. *J. Biomech.*, 2(3): 267-80, 1969.
31. BURGESS, H. J. L. & BURGESS, A. P. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 2. A modified standard for mid-upper arm circumference in young children. *J. Trop. Pediat.*, 15: 189-92, 1969.
32. ——— & COLEKING, S. M. - Report on a survey of nutritional status of pre-school children in Namitambo local court area, Chiradzulu sub-district. *Trop. Dis. Bull.*, 69(2), 1972.
33. BURKINSHAW, L. et al. - Prediction of total body potassium from anthropometric measurements. *Hum. Biol.*, 43: 344-55, sep. 1971.
34. CAMCAM, G. A. - The heights and weights of school children in relation to socio-economic status. *Philippine J. Nutrition*, 22: 11-24, 1969.
35. CANTALINI, C. & VESI, G. - Growth study of a group of newborn infants in the province of Aquila. *Minerva Pediat.*, 21: 237-46, 1969. (italiano: sumario en inglés).
36. CARTER, J. P. et al. - Growth and sexual development of adolescent Egyptian village boys. Effects of zinc, iron, and placebo supplementation. *Amer. J. Clin. Nutrition*, 22: 59-78, 1969.
37. CASTELLO, D. et al. - Mean normal growth values in the elementary school population of the province of Turin (results of the first measurements). *Minerva Pediat.*, 23(28): 1186-200, 1971.
38. CHAUDHURI, M. K. et al. - Nutritional status of rural pre-school children in West Bengal. I. Nutritional anthropometry. *Indian Pediatr.*, 9: 136-142, mar. 1972.
39. CHAVEZ, A. et al. - Evaluación del estado nutricional por medio de la excreción urinaria de vitaminas. *Arch. Latinoamer. Nutrición*, 19: 53-68, 1969.
40. CHEEK, D. B. et al. - Cellular growth, nutrition and development. *Pediatrics*, 45(2): 315-34, 1970.
41. CHEN, S. T. et al. - Weight and height curves for Malaysian schoolchildren. *Med. J. Malaya*, 25(2): 99-101, 1970.
42. CHOIVATHANAVANICH, P. et al. - Arm circumference in Thai children. *J. Pediat.* 79: 707-8, oct. 1971.

43. ——— et al. - Arm circumference in Thai children. *J. Med. Assoc. Thai*, 55: 400-5, jul. 1972.
44. COOK, R. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 6. The arm circumference in a field survey in Ankole, Uganda. *J. Trop. Pediat.*, 15: 198-200, 1969.
45. Da COSTA MARTINS, D. - Height, weight and chest circumference of children of different ethnic groups in Lourenço Marques, Moçambique, in 1965 with a note on the secular trend. *Human Biol.*, 43: 253-64, may. 1971.
46. DANN, T. C. & ROBERTS, D. F. - Physique and family environment in girls attending a Welsh College. *Brit. J. Prev. Social Med.*, 23: 65-71, 1969.
47. DAVIES, P. A. & DAVIS, J. P. - Very low birth-weight and subsequent head growth *Lancet*, 2: 1216-19, 1970.
48. DAVIS, L. E. - Epidemiology of famine in the Nigerian crisis: rapid evaluation by malnutrition by height and arm circumference in large populations. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 24(3): 358-64, 1971.
49. DAYTON, D. H. - Early malnutrition and human development. *Children*, 16(6): 210-217, 1969.
50. DESAI, P. et al. - A five-year study of infant growth in rural Jamaica. *W. Indian Med. J.*, 18: 210-21, 1969.
51. DEVILAT, M. et al. - Estudio antropométrico de la población infantil de Huasco. 1969. *Rev. Chil. Pediat.*, 42: 49-56, Jun. 1971.
52. DUGDALE, A. E. - An age-independent anthropometric index of nutritional status. *Am J. Clin. Nutr.*, 24: 174-6, feb. 1971.
53. ——— et al. - Patterns of growth and nutrition in childhood. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 23: 1280-7, 1970.
54. DUPIN, H. - Les enquetes nutritionnelles. Méthodes et interprétation des résultats (a propos des enquetes faites en Afrique). Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, 1969. 144 p.
55. EASWARAN, P. P. et al. - Heights and weights of two thousand five hundred girls in Coimbatore city. *Indian J. Nutr. Dietetics*, 7: 351-7, 1970.
56. EICHENWALD, H. F. & FRY, P. C. - Nutrition and learning. Inadequate nutrition in infancy may result in permanent impairment of mental function. *Science*, 163: 644-8, 1969.
57. EKSMYR, R. - Anthropometry in Ethiopian private school children *CNU Report N° 40. Nutr. Metabolism*, 13(1): 7-20, 1971.
58. ——— - Anthropometry in privileged Ethiopian pre-school children. *CNU Report N° 33. Acta Paediat. Scand.*, 59: 157-63, 1970.
59. ——— - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 4. Upper arm circumference of privileged Ethiopian pre-school children. *J. Trop. Pediat.*, 15: 195, 1969.
60. ——— & ENGSNER, G. - Skinfold thickness in Ethiopian school boys. *J. Trop. Pediat.*, 17(3): 110-12, 1971.
61. FISHER, M. & DAVISON, W. - Growth curves for some zambian school children. *J. Trop. Pediat.*, 16: 103-111, 1970.
62. FORBES, G. B. & AMIRHAKIMI, G. H. - Skinfold thickness and body fat in children. *Human Biol.*, 42: 401-18, 1970.
63. FRISANCHO, A. R. & GARN, S. M. The implications of skinfolds and muscle size to developmental and nutritional status of Central American children. 3. Guatemala. *Trop. Geogr. Med.*, 23(2): 167-72, 1971.
64. ——— et al. - Differences in stature and cortical thickness among highland Quechua Indian boys. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 23: 382-5, 1970.
65. FRISCH, R. E. & REVELLE, R. - The height and weight of adolescent boys and girls at the time of peak velocity of growth in height and weight: longitudinal data. *Human Biol.*, 41: 536-59, 1969.

66. GAUDERER, E. C. et al. - Inquérito alimentar e pondo-estatural de crianças no interior do Estado da Bahia e Estado da Guanabara, incluindo estudo comparativo. *J. Pediat. (Rio de Janeiro)*, 34(11/12): 231-40, 1969.
67. GHOSH, S. et al. - Growth pattern in the first year. *Indian Pediat.*, 7: 374-7, 1970.
68. ——— et al. - Intrauterine growth of north Indian babies. *Pediatrics*, 47(5): 826-30, 1971.
69. GOEL, R. K. & KAUL, K. K. Observations on skin-fold measurements of pre-school children in Jabalpur. *Indian J. Med. Res.*, 59(3) 444-54, 1971.
70. GRAHAM, G. G. et al. - Infantile malnutrition: changes in body compositions during rehabilitation. *Pediat. Res.*, 3(6): 579-89, 1969.
71. GUPTA, S. et al. - Impact of socio-economic status and parity of the mother on anthropometric measurements of the newborn. *Pediat. Clin. India*, 6(1): 47-50 1971.
72. GURNEY, J. M. - Anthropometry in action. 3. A simple tool for assessing the growth of school-age children. *J. Trop. Pediat.*, 15: 9-14, 1969.
73. ——— - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 13. Field experience in Abeokuta, Nigeria (with special reference to differentiating protein and calorie reserves). *J. Trop. Pediat.*, 15: 225-32, 1969.
74. ——— - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 16. Rapid assessment in a refugee camp in Nigeria. *J. Trop. Pediat.*, 15: 241-2, 1969.
75. ——— & OMOLOLU, A. - A nutritional survey in South-Western Nigeria: the anthropometric and clinical findings. *J. Trop. Pediat. Environ. Child. Health*, 17(2): 50-61, 1971.
76. ——— et al. - Anthropometry in the differential diagnosis of protein-calorie malnutrition. *J. Trop. Pediat.*, 13: 1-2, mar. 1972.
77. GUTHRIE, H. A. et al. - Nutritional status and intellectual performance in a rural Philippine community. *Philippine J. Nutr.*, 22: 2-10, 1969.
78. HAWLEY, T. G. & JANSEN, A. A. J. - Height and weight of Fijians in coastal areas from one year till adulthood. *New Zeal. Med. J.*, 73(469): 346-9, 1971.
79. HOFVANDER, Y. & EKSMYR, R. - Anthropometry of children in a typical Rural district and an urban slum area in Ethiopia. A cross-sectional survey of 1093 children. *CNU Report N° 37. Courrier*, 21: 1-4, 1971.
80. ——— - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 19. Changes in upper arm circumference and body weight in a two year follow-up children in an applied nutrition programme in a representative Ethiopian highland village. *J. Trop. Pediat.*, 15: 251-2, 1969.
81. ILLINGWORTH, R. S. & EID, E. E. - The head circumference in infants and other measurements to which it may be related. *Acta Paediat. Scand.*, 60(3): 333-7, 1971.
82. INTERNATIONAL UNION OF NUTRITIONAL SCIENCES. Committee on procedures for appraisal of protein-calorie malnutrition. Assessment of protein nutritional status A committee report. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 23: 807-19, 1970.
83. JELLIFFE, D. B. & JELLIFFE, E. F. P. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 20. Current conclusions. *J. Trop. Pediat.*, 15: 253-60, 1969.
84. JELLIFFE, E. F. P. & JELLIFFE, D. B. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 1. Background. *J. Trop. Pediat.*, 15: 177-88, 1969.
85. ——— - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 9. Experience in the Caribbean. *J. Trop. Pediat.*, 15: 209-12, 1969.
86. JHA, S. S. - Growth and development. A longitudinal study in infants belonging to a sweeper community in Bombay city. *Pediat. Clin. India*, 4: 49-60, 1969.

87. JOHNSON, T. O. - Height and weight patterns of an urban African population sample in Nigeria. *Trop. Geogr. Med.*, 22: 65-76, 1970.
88. JOSHI, M. K. et al. Anthropometric measurements of newborn Indian babies. *J. Postgrad. Med.*, 17(2): 72-8, 1971.
89. KANAWATI, A. A. & McLAREN, D. S. Assessment of marginal malnutrition. *Nature*, 228: 573-5, 1970.
90. ——— et al. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 14. Preliminary results with mid-arm and muscle mid-arm circumferences used as nutritional screening procedures for pre-school children in the Lebanon. *J. Trop. Pediat.*, 15: 233-7, 1969.
91. KAPUR, S. et al. - Height and weight of South Indian women of child bearing age and their effect on birth weight and length of the baby. *Indian J. Med. Res.*, 59(9): 1480-88, 1971.
92. KEET, M. P. et al. - Are skinfold measurements of value in the assessment of suboptimal nutrition in young children? *Pediatrics*, 45(6): 965-72, 1970.
93. KONDAKIS, X. G. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 7. Field surveys in North Greece and Dodoma Tanzania. *J. Trop. Pediat.*, 95: 201-4, 1969.
94. KREYSLER, J. - Anthropometric development of pre-school children in the Pangani Basin of Tanzania. *Ztschr. Tropenmed. Parasitol.*, 21: 126-34, 1970.
95. LEARY, P. M. - The use of percentile charts in the nutritional assessment of children from primitive communities. *S. Afr. Med. J.*, 43: 1165-69, 1969.
96. DeLICARDIE, E. R. et al. - The effect of weight loss from birth to fifteen days on growth and development in the first year. *Biology of the Neonate*, 17(3/4): 249-59, 1971.
97. LORENTE, D. - Segunda dimensión para el cálculo del peso teórico ideal. *Rev. Ibér. Endocrinol.*, 16: 387-91, 1969.
98. El LOZY, M. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 3. A modification of Wolanski's standards for the arm circumference. *J. Trop. Pediat.*, 15: 193-4, 1969.
99. ——— et al. - Heights and weights of malnourished pre-school children. *Lancet*, 2: 711, 25 sep. 1971.
100. LUNA-JASPE G., H. et al. - Estudio seccional de crecimiento, desarrollo y nutrición en 12.138 niños de Bogotá, Colombia. 2. El crecimiento de niños de dos clases socio-económicas durante sus primeros seis años de vida. *Arch. Latino-amer. Nutr.*, 20: 151-65, 1970.
101. ——— et al. - El peso y la talla al nacimiento en un grupo de niños de clase económica baja. Manizales, Colombia. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 41-51, 1969.
102. LUYKEN, R. & LUYKEN-KONING, F. W. M. - Studies on physiology of nutrition in Surinam. 12. Nutrition and development of muscular, skeletal, and adipose tissues in Surinam children. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 22: 519-26, 1969.
103. McKAY, D. A. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 10. Experience with the mid-arm circumference as a nutritional indicator in field surveys in Malaysia. *J. Trop. Pediat.*, 15: 213-6, 1969.
104. ——— - Nutritional assessment by comparative growth achievement in Malay children below school age. *Bull. WHO*, 45(2): 233-42, 1971.
105. MAIDA, A. et al. - Studio auxologico della popolazione scolastica di Pergola e dei comuni vicini in provincia di Pesaro. *Igiene Moderna*, 62: 1002-34, 1969.
106. MALCOLM, L. A. - Growth and development of the Bundi child of the New Guinea Highlands. *Human Biol.*, 42: 293-328, 1970.
107. ——— - Growth of the under 3 year old New Guinea child. *J. Trop. Pediat.*, 16: 53-61, 1970.
108. MALINA, R. M. et al. - Parent size and growth status of offspring. *Soc. Biol.*, 17(2): 120-23, 1970.

109. MARESH, M. M. et al. - A longitudinal survey of nutrition intake, body size, and tissue measurements in healthy subjects during growth. *Monogr. Soc. Res. Child Develop.*, 35: 33-9, oct. 1970.
110. MARSHALL, W. A. et al. - Anthropometric measurements of the Tristan da Cunha islanders 1962-1968. *Human Biol.*, 43(1): 112-39, 1971.
111. MARTINS, D. da C. - Heights, weight and chest circumference of children of different ethnic groups in Lourenço Marques, Moçambique, in 1965 with a note on the secular trend. *Human Biol.*, 43(2): 253-64, 1971.
112. MASSÉ, G. - Croissance et maturation de l'enfant, a Dakar. (Aspects généraux de l'étude et réflexions sur les implications pratiques des courbes individuelles de croissance. *Biométrie Hum.*, 4: 13-23, 1969.
113. MATHEN, K. K. - Studies on growth and development in children. *Indian J. Pediat.*, 36: 59-64, 1969.
114. MAXWELL, G. M. & ELLIOTT, R. B. - Nutritional state of Australian Aboriginal children. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 22: 716-25, 1969.
115. MEREDITH, H. V. - Body size of contemporary groups of one-year-old- infants studied in different parts of the world. *Child Develop.*, 41: 551-600, 1970.
116. ——— - Body weight at birth of viable human infants: a worldwide comparative treatise. *Human Biol.*, 42: 217-64, 1970.
117. MORA P., J. O. - Somatometria en niños de clase socio-económica baja. 1. Análisis del peso y la talla en 2.980 observaciones. San Jacinto (Bolívar), Colombia, 1967. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 19: 17-33, 1969.
118. ——— et al. - Estudio seccional de crecimiento, desarrollo y nutrición en 12.138 niños de Bogotá, Colombia. 6. Pliegue cutáneo y circunferencia muscular en niños menores de seis años de clases socio-económicas alta y muy baja. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 263-80, 1970.
119. ——— et al. - Somatometría en niños de clase socio-económica baja. 2. Evaluación del estado de nutrición y del crecimiento en 766 pre-escolares de San Jacinto (Bolívar), Colombia. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 7-27, 1970.
120. MUKHERJEE, D. K. et al. - Height, weight, height velocity and weight velocity of Bengali Hindu children from birth to 18 months. *Indian J. Pediat.*, 37: 429-37, 1970.
121. NAEYE, R. L. et al. - Relation of poverty and race to birth weight and organ and cell structure in the newborn. *Pediat. Res.*, 5: 17-22, 1971.
122. NEUMANN, C. G. - Shanker H., Uberol IS: Nutritional and anthropometric progile of young rural Punjabi children. *Indian J. Med. Res.*, 57: 1122-49, jun. 1969.
123. PACHUARI, S. & MARWAH, S. M. - An anthropometric study of the newborn in Varanasi. *Indian J. Pediat.*, 37: 47-53, 1970.
124. PALACIOS MATEOS, J. M. et al. - El crecimiento de los niños españoles desde el nacimiento hasta los cinco años. *Rev. Clin. Esp.*, 118: 419-24, 1970.
125. PHADKE, M. V. et al. - The rural pre-school child his growth and nutritional status. *Indian J. Med. Res.*, 59(5): 748-55, 1971.
126. PIERSON, W. R. & EAGLE, E. L. - Nomogram for estimating body fat, specific gravity and lean body weight from height and weight. *Aerospace Med.*, 40: 161-4, 1969.
127. PILOTTI, G. - Somatic growth and psychomotor developmental premature infants in the first 3 years of life. Influence of social factors as judged from a domiciliary survey. *Minerva Pediat.*, 21: 527-57, 1969.
128. RAGHAVAN, K. V. et al. - Heights and weights of well-nourished Indian school children. *Indian J. Med. Res.*, 59(4): 648 54, 1971.
129. RAO, K. V. & SINGH, D. - An evaluation of the relationship between nutritional status and anthropometric measurements. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 23: 83-93, 1970.
130. REA, J. N. - Social and economic influences on the growth of pre-school children in Lagos. *Human Biol.*, 43(1): 46-63, 1971.
131. REID, B. D. et al. - The health of the Zambezi schoolchild. *Med. J. Zambia*, 5(2): 61-9, 1971.

132. ROBINOW, M. & JELLIFFE, D. B. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 11. The use of arm circumference in a field survey of early childhood malnutrition in Busoga, Uganda. *J. Trop. Pediat.*, 15: 217-221, 1969.
133. RUTISHAUSER, I. H. E. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 5. Correlations of the circumference of the mid-upper arm with weight and weight for height in three groups in Uganda. *J. Trop. Pediat.*, 15: 196-7, 1969.
134. ——— & WHITEHEAD, R. G. - Field evaluation of two biochemical tests which may reflect nutritional status in three areas of Uganda. *Brit. J. Nutr.*, 23: 1-13, 1969.
135. SALOMON, J. B. et al. - Efecto de la nutrición sobre la formación del hueso compacto en niños pre-escolares. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 29-39, 1970.
136. SAMUELSON, G. - An epidemiological study of child health and nutrition in a northern Swedish country. 3. Medical and anthropometrical examinations. *Acta Paed. Scand.*, 60: 653-65, nov. 1971.
137. SCAFFO, E. - Evaluación somatométrica comparativa de recién nacidos en la maternidad del Hospital "Pereira Rossell" años 1951, 1959, 1968, 1969. *Arch. Pediat. Uruguay*, 42(1): 3-22, 1971.
138. SEOANE, N. & LATHAN, M. C. - Nutritional anthropometry in the identification of malnutrition in childhood. *J. Trop. Pediat. Environ. Child Health*, 17(3): 98-104, 1971.
139. SHARAT, S. et al. - Skeletal growth in school children. *Indian Pediat.*, 7: 98-108, 1970.
140. SHARMA, P. D. - A comparative growth study of cephalic index and transverse cephalic curvature index among Punjabi children. *Indian J. Pediat.*, 37: 59-62, 1970.
141. SHIROLE, D. B. & PHADKE, M. V. - Anthropometric study of 1000 new born babies. *Indian Pediat.*, 7: 219-20, 1970.
142. SHRIVASTAVA, A. K. et al. - Nutritional status of rural pre-school children around Jabalpur. 1. Anthropometric observations. *Indian Pediat.*, 7: 313-22, 1970.
143. ——— et al. - Nutritional status of rural pre-school children around Jabalpur. 2. Clinical observations. *Indian Pediat.*, 7: 368-73, 1970.
145. SLOAN, A. W. & HANSEN, J. D. L. - Nutrition and physical fitness of white, Coloured, and Bantu high-school children. *S. African Med. J.*, 43: 508-11, 1969.
146. SMIT, P. J. - Anthropometric status of Pretoria children of four populations: increases in cross-sectional samples. *S. African Med. J.*, 45: 331-9, 1971.
147. SMITH, D. S. & BROWN, M. L. - Anthropometry in pre-school children in Hawai. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 23: 932, 1970.
148. STANDARD, K. L. et al. - A longitudinal study of child growth in a rural community in Jamaica. *J. Biosoc. Sci.*, 1: 153-76, 1969.
150. STAVEREN, W. A. van, et al. - Nutritional status of pre-school children in four different sections of the population in Surinam. 1. Anthropometry. *Maandschr. Kindergeneesk.*, 39: 415-32, jan. 1972.
151. STEVENS, L. H. - Appraisal of the state of nutrition of babies of low birth weight. I. Current status. *Austral. Paediat. J.*, 6: 70-5, 1970.
152. SUKKAR, M. Y. et al. - The nutritional status of children in rural Khartoum. *Sudan Med. J.*, 9(1): 23-38, 1971.
153. SWAMINATHAN, M. Assessment of the nutritional status of the community. *J. Nutr. Diet.*, India, 6: 122-51, 1969.
154. SWAMINATHAN, M. C. et al. - Food and nutrition situation in the drought affected area of Bihar. *J. Nutr. Diet. (Coimbatore)*, 6(3): 209-17, 1969.
155. ——— et al. - Health survey of the Onge tribe of Little Andamans. *Indian J. Med. Res.*, 59(7): 1136-47, 1971.
156. TANNER, J. M. & THOMSON, A. M. - Standards for birthweight at gestation periods from 32 to 42 weeks, allowing for maternal height and weight. *Arch. Dis. Childhood*, 45: 566-9, 1970.
157. THOMSON, J. A. - Factors affecting growth in man. *Scot. Med. J.*, 15: 272-5, 1970.

158. TONELLI, E. et al. - Further observations on the acceleration in growth of school children in Bologna. *Igiene Moderna*, 63(5/6): 308-25, 1970. (italiano).
159. De TONI, E. - Il peso medio del neonato italiano negli ultimi dodici anni, *Pediatrica*, Napoles, 78: 134-56, 1970.
160. TOPP, S. G. et al. - Influence of environmental factors on height and weight of schoolchildren. *Brit. J. Prev. Social Med.*, 24: 154-62, 1970.
161. ——— et al. - Measurement of nutritional intake among schoolchildren: aspects of methodology. *Br. J. Prev. Soc. Med.*, 26: 106-11, may. 1972.
162. UDANI, P. M. et al. - Relationship between body weight and brain weights in under-nourished children *Indian J. Med. Res.*, 59: 187-91, jun. 1971.
163. UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION AND WELFARE. - Height and weight of children in the United States, India, and the United Arab Republic. Presentation and analysis of comparative data on standard height and weight of children aged 6 through 11 years. *Trop. Dis. Bull.*, 68(6), 1971.
164. USHER, R. & McLEAN, F. Intrauterine growth of live-born. Caucasian infants at sea level: standards obtained from measurements in 7 dimension of infants born between 25 and 44 weeks of gestation. *J. Pediat.*, 74: 901-910, 1969.
165. VAN DER MERWE, A. Le R. - Isolated homogeneous groups in nutritional studies. Report on a pilot survey on the Himba and Tjimba of the Baynes Mountains. *S. African Med. J.*, 43: 331-36, 1969.
166. VARELA, G. - Nutritive state of the population in Spain. *World Rev. Nutr. Diet.* 13: 86-104, 1971. (24 ref.).
167. VASILIU, V. - Height and bodyweight gain of children. *Cahiers Nutr. Diet.*, 6(2): 65-9, 1971. (francés).
168. VISWESWARA, R. K. & DARSHAN, Singh - An evaluation of the relationship between nutritional status and anthropometric measurements. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 23(1): 83-93, 1970.
169. VITERI, F. E. & ALVARADO, J. - The creatinine height index: its use in the estimation of the degree of protein depletion and repletion in protein calorie malnourished children. *Pediatrics*, 46: 696-706, 1970.
170. WADSWORTH, G. R. & EMAMI, A. R. - Heights and weights of adolescent girls in a city of northern Iran. *J. Trop. Med. Hyg.*, 73: 172-3, 1970.
171. WAL, B. W. Van de et al. - Stem and standing heights in Bantu and white South Africans: their significance in relation to pulmonary function values. *S. African Med. J.*, 45(21): 568-70, 1971.
172. WHITEHEAD, R. G. - The assessment of nutritional status in protein malnourished children. *Proc. Nutr. Soc.*, 28: 1-16, 1969.
173. WHITTEN, C. F. et al. - Evidence that growth failure from maternal deprivation is secondary to undereating. *JAMA*, 209(11): 1675-82, 1969.
174. WHITTLE, H. et al. - The weights of young african children in a township in Rhodesia. *Cent. African J. Med.*, 16: 1-5, 1970.
175. WINGERD, J. - The relation of growth from birth to 2 years to sex, parental size and other factors, using Rao's method of the transformed time scale. *Human Biol.*, 42: 105-31, 1970.
176. ——— et al. - Growth standards in the first two years of life based on measurements of white and black children in a prepaid health care program. *Pediatrics*, 47(5): 818-25, 1971.
177. WINICK, M. et al. - The effect of severe early malnutrition on cellular growth of human brain. *Pediat. Res.*, 3: 181-4, mar. 1969.
178. ——— et al. - Head circumference and cellular growth of the brain in normal and marasmic children. *J. Pediat.*, 74: 774-8, may. 1969.
179. WYNDHAM, C. H. et al. - The relationship between weight and height of South African males of European descent between the ages of 20 and 60 years. *S. African Med. J.*, 44: 406-9, 1970.
180. YOUNG, H. B. - The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. 12. Arm measurements as indicators of body composition in Tunisian children. *J. Trop. Pediat.*, 15: 222-4, 1969.

## **SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (S. L. A. N.)**

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

<b>Presidente:</b>	<b>Dr. Jaime Páez F. (Colombia)</b>
<b>Vice-Presidente:</b>	<b>Dr. Guillermo Arroyave B. (Guatemala)</b>
<b>Secretario:</b>	<b>Dr. Franz Pardo T. (Colombia)</b>
<b>Tesorero:</b>	<b>Dr. José Obdulio MORA P. (Colombia)</b>
<b>Vocales:</b>	<b>Dr. Carlos Pérez H. (México)</b>
	<b>Dra. Lucila Sogandares (Panamá)</b>
	<b>Dr. Cecilio Abela Deheza (Perú)</b>
	<b>Dr. Joanito Campos (Brasil)</b>
	<b>Dr. Eleazar Lara P. (Venezuela)</b>
	<b>Dr. Sergio Valiente (Chile)</b>
	<b>Dra. Martha Coll de Velásquez (Puerto Rico)</b>

Dirección actual: Apartado Aéreo 10814 - Bogotá, Colombia  
Secretaría de la SLAN.

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

Integrado por los Miembros de la Junta Directiva de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Editor General: **Dr. WERNER G. JAFFE**  
Editor Asociado: **Dr. JOSE FELIX CHAVEZ**

Comité permanente de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición para Archivos Latinoamericanos de Nutrición: **Dr. Werner G. Jaffé, Dr. Guillermo Arroyave, Dr. José Félix Chávez y Dra. María Ester Río.**

#### **MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL**

<b>Dr. Cecilio Abela Deheza</b>	<b>Lic. Marina Flores</b>
<b>Dr. Jaime Ariza Macías</b>	<b>Dr. Silvestre Frenk</b>
<b>Dr. Jorge Alvarado</b>	<b>Dr. José A. Goyco</b>
<b>Dr. Carlos Alvaríñas</b>	<b>Dr. Alberto Guzmán Barrón</b>
<b>Dr. Werner Ascoli</b>	<b>Dr. Miguel Guzmán F.</b>
<b>Dr. Conrado F. Asenjo</b>	<b>Dr. Miguel Layrisse</b>
<b>Dr. Antonio Bacigalupo</b>	<b>Dr. Aaron Lechtig</b>
<b>Dr. Carlos Bauza</b>	<b>Dr. Leonardo J. Mata</b>
<b>Dr. Francisco Beas</b>	<b>Dr. Jaime Páez Franco</b>
<b>Dr. Moisés Béhar</b>	<b>Dr. Carlos Pérez H.</b>
<b>Dr. José María Bengoa</b>	<b>Dr. Emilio Picón Reategul</b>
<b>Dr. Edgar Braham</b>	<b>Dr. A. Pradilla</b>
<b>Dr. Ricardo Bressani</b>	<b>Dr. Yaro Ribeiro Gandra</b>
<b>Dra. Marta Cancio de Toro</b>	<b>Dr. M. Ruphael Divo</b>
<b>Dr. Adolfo Chávez</b>	<b>Dr. Juan Claudio Sanahuja</b>
<b>Dr. Nelson Chaves</b>	<b>Dra. Esther Seijo de Zayas</b>
<b>Dr. Eric Cruickshank</b>	<b>Dr. Leonardo Sinisterra</b>
<b>Dr. Romeo de León</b>	<b>Dr. Hermann Schmidt-Hebbel</b>
<b>Dr. Mario Desio de la Vega</b>	<b>Dra. María Angélica Tagle</b>
<b>Dr. Gonzalo Donoso</b>	<b>Dr. Carlos Tejada</b>
<b>Dr. J. E. Dutra de Oliveira</b>	<b>Dra. Tamara de Vega</b>
<b>Lic. Luiz G. Elias</b>	<b>Dr. Fernando Viteri</b>
<b>Dr. Rafael Enderica Vélez</b>	<b>Dra. D. Wilson</b>
<b>Dr. Nelson A. Fernández</b>	

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

Vol. XXIV — Nº 2 — Junio 1974

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
FACTORES TOXICOS DE LEGUMINOSAS CULTIVADAS EN CHILE. II. INHIBIDOR DE TRIPSINA.—FELIPE GALLARDO, HECTOR ARAYA, NELLY PAK Y MARIA ANGELICA TAGLE ... ..	183
FACTORES TOXICOS DE LEGUMINOSAS CULTIVADAS EN CHILE. III. HEMAGLUTININAS.—SERGIO CONTRERAS Y M. A. TAGLE ... ..	191
UTILIZACION DE UREA EN TERNEROS DE DOS DIAS A CINCO Y DOCE SEMANAS DE EDAD.—J. EDGAR BRAHAM, ROBERTO JARQUIN, JORGE MARIO GONZALEZ Y RICARDO BRESSANI ... ..	201
INFLUENCIA DE LA DENSIDAD CALORICA SOBRE LA UTILIZACION DE LA PROTEINA EN DIETAS ELABORADAS A BASE DE MAIZ Y FRIJOL.—BEATRIZ MURILLO, MARCO TULLIO CABEZAS Y RICARDO BRESSANI ... ..	223
MEJORAMIENTO DEL VALOR NUTRITIVO DEL MAIZ POR MEDIO DE INFUSIONES DE LISINA Y TRIPTOFANO.—ROBERTO A. GOMES BRENES, CARLOS ENRIQUE ACEVEDO GONZALEZ Y RICARDO BRESSANI ... ..	243
SUPLEMENTACION DE CEREALES CON LEVADURA CANDIDA UTILIS O HIDROLIZADO ENZIMATICO DE PESCADO.—ENRIQUE YANEZ, DIGNA BALLESTER Y VIVIEN GATTAS ... ..	263
VALIDATING THE 24-HOUR RECALL METHOD AS A DIETARY TOOL.—ELISABETH E. I. LINUSSON, DIVA SANJUR AND EUGENE C. ERICKSON ... ..	277
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA ... ..	295
LIBROS NUEVOS ... ..	299
NOTAS ... ..	301
SERIE DE BIBLIOGRAFIAS (BIREME) ... ..	303
CARTAS AL EDITOR. MALNUTRITION AND EDUCATION: A DISCREPANCY?	295