

ARCHIVOS  
LATINOAMERICANOS  
DE  
NUTRICION



CONTINUACION DE  
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD  
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIII

DICIEMBRE, 1983

No. 4

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

El precio de la suscripción es de US\$ 40.00 (4 números), incluyendo gastos de correo.

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

The subscription is US\$ 40.00 per yearly volume (4 issues), including mailing costs.

**Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición**

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

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

**Arch. Latinoamer. Nutr.**

**ALAN-VE ISSN 0004-0622**

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



# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

---

VOL. XXXIII

DICIEMBRE 1983

No. 4

---

---

## CONTENIDO

	Página
EDITORIAL . . . . .	729
ARTICULOS GENERALES	
Los ácidos grasos esenciales: sus transformaciones y funciones. — <i>Rodolfo R. Brenner</i> . . . . .	735
Notes on mortality research. Discussion of related papers presented at the International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP) held in Ma- nila, Philippines, December 9-16, 1981. — <i>Hernán L. Delgado</i> . . . .	748
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Réanimation alimentaire et evaluation de l'état nutritionnel. Validité des mesures anthropométriques pour suivre, chez les malades hos- pitalisés. L'évolution de l'état nutritionnel et des compartiments corporels durant le rattrapage nutritionnel. — <i>Pedro Eladio Váz- quez, Alain Mourey et Denis Dupont</i> . . . . .	755
Costo-efecto social de dos sistemas de tratamiento del niño desnutri- do, en Chile. — <i>Elena Gómez A., Eduardo Atalah S. y Bernardo Salinas S.</i> . . . . .	770
Impacto nutricional de la alimentación complementaria en relación con la duración y gravedad de los episodios infecciosos. — <i>Graciela Uriburu, Ana Victoria Román, Luis Blanco, Mariflor Herrera, Ar- mando Campos, Max Rutman y Marta Troncoso</i> . . . . .	785
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Relación entre protoporfirinas libres en glóbulo rojo e ingesta habitual de hierro en un grupo de estudiantes de la Universidad de Buenos Aires. — <i>Liliana B. Zago, Silvia M. Friedman, Nora H. Slobodianik, María Luz Pita Martín de Portela, María Esther Río y Juan Claudio Sanahuja</i> . . . . .	802

Crecimiento celular de útero, placenta y fetos durante la restricción calórica materna crónica en ratas. — <i>Julia Araya, M. Cristina Reyes, Cristina M. Baginsky y Manuel Ruz</i> . . . . .	814
Comparación de cuatro métodos de evaluación de calidad proteínica en fuentes vegetales. — <i>Ana María Muñoz de Magaña, Rainer Gross, Hans Schoeneberger y Luisa Villacorta</i> . . . . .	826
<b>ESTUDIOS DIETETICOS</b>	
El puntaje dietético como metodología simplificada para procesar y analizar datos de consumo de alimentos. — <i>Rosa María Zamora y Víctor Valverde</i> . . . . .	843
<b>CIENCIAS DE ALIMENTOS</b>	
Soja como alternativa na alimentação infantil numa comunidade no nordeste do Brasil. — <i>Lea Maria Costa Cedraz e Richard Marvin Lockwood</i> . . . . .	861
Cultivation of two varieties of winged bean ( <i>Psophocarpus tetragonolobus</i> , L. DC) in Jaboticabal, São Paulo. — <i>Alfredo Lam-Sánchez, José Fernando Durigan, Elías Tadeu de Oliveira, Wisler José Negro Serigatto and José Luiz Faggioni</i> . . . . .	874
Evaluación de algunas características químico-nutricionales de la semilla del árbol de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). — <i>Celia Margarita Selle, Elvira González de Mejía, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani</i> . . . . .	884
Inhibidores de tripsina en alimentos a base de soya: revisión crítica de la cinética de destrucción térmica, y los métodos de análisis. — <i>Roberto Cuevas y Munir Cheryan</i> . . . . .	902
<b>BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA</b> . . . . .	933
<b>NUEVOS LIBROS</b> . . . . .	937
<b>NOTAS</b> . . . . .	941
<b>CONTENIDO DE LA REVISTA INTERCIENCIA: Volumen 8, No. 2, 1983</b> . . . . .	945
<b>CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA: Volumen 33, No. 1, 1983</b> . . . . .	947
<b>INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXIII</b> . . . . .	951
<b>INDICE POR MATERIA</b> . . . . .	959
<b>INDICE POR AUTORES</b> . . . . .	963
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES</b> . . . . .	971

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

---

VOL. XXXIII

DECEMBER, 1983

No. 4

---

---

## CONTENTS

	Page
EDITORIAL . . . . .	729
GENERAL ARTICLES	
Essential fatty acids: their transformations and functions. — <i>Rodolfo R. Brenner</i> . . . . .	735
Notes on mortality research. Discussion of related papers presented at the International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), held in Manila, Philippines, December 9-16, 1981. — <i>Hernán L. Delgado</i> . .	748
RESEARCH PAPERS	
HUMAN NUTRITION	
Nutritional rehabilitation and assessment of nutrition status. Validity of anthropometric measures for monitoring changes in the nutritional status and body compartments of hospitalized patients during nutritional catch-up. — <i>Pedro Eladio Vázquez, Alain Mourey and Denis Dupont</i> . . . . .	755
Social cost-effectiveness of two alternatives for the treatment of malnutrition in Chile. — <i>Elena Gómez A., Eduardo Atalah S. and Bernardo Salinas S.</i> . . . . .	770
The nutritional impact of complementary feeding in relation to the duration and severity of infectious processes. — <i>Graciela Uriburu, Ana Victoria Román, Luis Blanco, Mariflor Herrera, Armando Campos, Max Rutman and Marta Troncoso</i> . . . . .	785
EXPERIMENTAL NUTRITION	
Interrelationships between free erythrocyte protoporphyrins and the usual iron intake in adult students. — <i>Liliana B. Zago, Silvia M. Friedman, Nora H. Slobodianik, María Luz Pita Martín de Portela, María Esther Río and Juan Claudio Sanahuja</i> . . . . .	802

Cellular growth in uteri, placenta and fetuses during maternal chronic restriction in rats. — <i>Julia Araya, M. Cristina Reyes, Cristina M. Baginsky and Manuel Ruz</i> . . . . .	814
Four methods for the evaluation of protein quality of vegetable sources. — <i>Ana María Muñoz de Maguiña, Rainer Cross, Hans Schoeneberger and Luisa Villacorta</i> . . . . .	826
<b>DIETARY STUDIES</b>	
Dietary score as a simplified methodology to process and analyze food consumption data. — <i>Rosa María Zamora and Víctor Valverde</i> . . . . .	843
<b>FOOD SCIENCE</b>	
Soy as an alternative infant food in a community in northeast Brazil. — <i>Lea Maria Costa Cedraz and Richard Marvin Lockwood</i> . . . . .	861
Cultivation of two varieties of winged bean ( <i>Psophocarpus tetragonolobus</i> , L. DC) in Jaboticabal, São Paulo. — <i>Alfredo Lam-Sánchez, José Fernando Durigan, Elías Tadeu de Oliveira, Wisler José Negro Serigatto and José Luiz Faggioni</i> . . . . .	874
Evaluation of some chemical and nutritional characteristics of the rubber seed ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). — <i>Celia Margarita Selle, Elvira González de Mejía, Luiz G. Elías and Ricardo Bressani</i> . . . . .	884
Trypsin inhibitors in soya-based foods: critical review of the thermal destruction kinetics, and analytical methods. — <i>Roberto Cuevas and Munir Cheryan</i> . . . . .	902
LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY . . . . .	933
NEW BOOKS . . . . .	937
NOTES . . . . .	941
CONTENTS OF THE JOURNAL INTERCIENCIA: Volume 8, No. 2, 1983 . . . . .	945
CONTENTS OF THE JOURNAL TURRIALBA: Volume 33, No. 1, 1983. . . . .	947
GENERAL INDEX OF VOLUME XXXIII. . . . .	951
SUBJECT INDEX . . . . .	959
AUTHOR INDEX . . . . .	963
INSTRUCTIONS TO AUTHORS . . . . .	971

## EDITORIAL

### ANÁLISIS DE LA REVISTA, SUS LOGROS Y PROBLEMAS

*Al finalizar un año de labores, siempre conviene detenerse a pensar cuáles han sido los logros, los problemas y los escollos y obstáculos que se han enfrentado en ese recorrer del tiempo. En nuestro caso, el año 1983 representa el sexto desde que la revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición fuese trasladada aquí a Guatemala, con sede en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), habiéndome designado Editor General de tan importante órgano divulgativo y de información científica.*

*Creo que, en conciencia, hemos tratado de fortalecer los cimientos que sustentan la Revista, y en lo que al aspecto puramente científico concierne, es motivo de orgullo aseverar que la calidad de los artículos que en ella se publican no deja nada que desear cuando se le compara con otras de índole técnica y científica que circulan a nivel internacional.*

*Por la naturaleza intrínseca de la propia Revista, ésta es polifacética, ya que no sólo aborda temas nutricionales sino también las disciplinas que están íntimamente relacionadas con ella. Si analizamos este rubro, decididamente los logros han sido sumamente positivos. Los artículos que recibe ALAN de todos los países que conforman la América Latina, con pocas excepciones, así como de Estados Unidos y de Europa, constituyen una muestra fidedigna de la capacidad y calidad de nuestros científicos. Y Archivos Latinoamericanos de Nutrición se siente satisfecho de mostrar al mundo que en este aspecto estamos debidamente preparados.*

*Claro está que nuestros investigadores necesitan de equipo, materiales y, en fin, del instrumental que implica el desarrollo efectivo de un trabajo de investigación, y comprendemos que en este rubro, hemos sufrido el impacto de la situación económica que hoy día afecta al mundo en general.*

*No menos importante ha sido la efectiva colaboración de nuestro cuerpo de Editores, integrado por investigadores latinoamericanos de muchos países, la que considero como una faceta clave. Es alentador y satisfactorio observar que cada vez cobra mayor ritmo la rapidez con la que —a pesar de la distancia que a veces nos separa y de las actividades de su propio interés— los comentarios y sugerencias emitidos por los Revisores llegan a nuestro poder, afinando así el mecanismo de tramitación y escrupuloso examen a que se somete cada uno de los trabajos previo a su publicación.*

*Es de lamentar, sin embargo, que razones fuera de nuestro control no nos permitieran sacar a luz en 1983, con la rapidez y puntualidad deseada, todos los números de la Revista. No obstante, esperamos recobrar esa regularidad en 1984 y nos empeñaremos en lograr que ello sea una realidad.*

*Como una innovación de importancia para nuestros lectores, confiamos en que la política iniciada este año calendario, que consiste en dividir los artículos y agruparlos dentro del tema que enfocan, les permita una visión más clara de la amplitud de tópicos que, en relación con la nutrición y sus problemas, se aborda en cada uno de sus números.*

*Nos detendremos por un momento a efectuar un breve análisis sobre esta nueva política y la trayectoria informativa y de divulgación que la Revista ha cumplido en el transcurso del año.*

*Se recibió un total de 59 trabajos procedentes de 10 países latinoamericanos, Estados Unidos y Francia, y se publicó un total de 53 artículos bajo las categorías siguientes: ocho artículos generales y 45 de investigación, los que se agruparon bajo las categorías siguientes: Ciencias de Alimentos, 18; Nutrición Experimental, 9; Nutrición Humana, 14; y los 4 restantes bajo los títulos de Educación Nutricional; Bioquímica Nutricional; Toxicología y Estudios Dietéticos, respectivamente.*

*Ajeno a ello, los números de marzo y septiembre incluyen la Sección destinada al Grupo Permanente de Trabajo de la SLAN en Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional, a cargo del Dr. José Aranda-Pastor, quien en la actualidad presta servicios en la Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. El primero comenta el "Taller de Trabajo sobre Vigilancia Alimentaria-Nutricional en América Latina" que se celebró durante el VI Congreso Latinoamericano de Nutrición, Buenos Aires, Argentina, del 18 al 20 de agosto de 1982. El segundo se dedica al "Sistema de Vigilancia Nutricional en el Ecuador", y según costumbre establecida, ambos temas se acompañan del fichero bibliográfico correspondiente.*

*En síntesis, pues, la trayectoria de ALAN en este sentido ha sido bastante fructífera. Pero no podemos decir lo mismo en cuanto a otro aspecto de vital importancia. Los puntales económicos de ALAN constituyen en nuestro criterio, el escollo fundamental e ineludible que hemos venido enfrentando desde 1982. Obviamente, es imposible sacar adelante una tarea como la que representa la publicación de una revista científica, cuando una de sus facetas primordiales es el signo del dólar, y no se cuenta con los fondos requeridos para mantenerla y mejorarla al máximo desde todos los ángulos que ello implica. Es cierto, se ha tratado en lo posible de adquirir esos fondos, pero pese a nuestros esfuerzos, los resultados hasta el momento han sido a lo sumo, mínimos. Como toda tarea, ello ha venido a incidir desfavorablemente en múltiples aspectos: ha afectado su regularidad, y se ha traducido en demoras innecesarias. Lamentablemente, muchos de los autores de trabajos publicados en la Revista no cubren el costo por página que ello significa, también por restricciones de divisas, y a pesar de múltiples recordatorios no se llega a percibir los ingresos que corresponden.*

*Por otro lado, muchas de las Entidades Patrocinantes que tan desinteresadamente colaboraran con nosotros, han retirado su aporte anual, también por razones de índole financiera, y no ha habido eco a nuestras solicitudes a otras instituciones interesadas en nutrición y disciplinas afines. ¿Qué hacer en tan delicada situación?*

*No nos queda sino formular un llamado urgente a todos los miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) para que aúnen sus esfuerzos a los nuestros y —además de cancelar*

*sus cuotas oportunamente— exploren por todos los medios posibles la factibilidad de que otras empresas se conviertan en Entidades Patrocinantes de ALAN.*

*Abrigamos la más plena seguridad de que todos nosotros a quienes la vida de la Revista nos interesa, pondremos nuestro granito de arena, a fin de que ésta cobre fuerzas y prosiga su marcha ascendente en el próximo año calendario.*

*Deseamos a nuestros lectores un Año Nuevo muy fructífero en sus labores cotidianas, y agradecemos de antemano la atención que les merezca este urgente llamado.*

*Ricardo Bressani  
Editor General*

# **ARTICULOS GENERALES**



## LOS ACIDOS GRASOS ESENCIALES: SUS TRANSFORMACIONES Y FUNCIONES

*Rodolfo R. Brenner*<sup>1</sup>

Instituto de Investigaciones Bioquímicas de La Plata (INIBIOLP),  
UNLP-CONICET, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad  
de La Plata, Argentina

### RESUMEN

En los animales, los ácidos grasos esenciales pertenecen a dos familias de ácidos grasos diferentes: la del linoleico y la del  $\alpha$ -linolénico. Estas familias, y las no esenciales del oleico y palmitoleico, se producen por acción de las mismas enzimas. La carencia de ácidos grasos esenciales produce síntomas típicos que se acompañan de composiciones en ácidos grasos, también típicas, las cuales se utilizan con valor diagnóstico. Los efectos biológicos de los ácidos grasos esenciales pueden ser específicos y no específicos. Los no específicos se manifiestan especialmente en la composición de los fosfolípidos y, por ende, en la estructura y fluidez de las membranas. En

---

Manuscrito original recibido: 26-4-83.

1 Miembro de la Carrera del Investigador Científico, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto de Investigaciones Bioquímicas de La Plata (NIBIOLP), UNLP-CONICET, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, calles 60 y 120, 1900, La Plata, Argentina.

cambio, los específicos actúan en la formación de prostaglandinas, prostacinas, tromboxanos y leucotrienos. Cada ácido graso esencial cumple efectos específicos, según los prostanoides formados y según el tejido de que se trate.

## INTRODUCCION

En 1980 tuvo lugar en Minesota, Estados Unidos de América, el Congreso Internacional denominado "Golden Jubilee of Essential Fatty Acids and Prostaglandins" (1). Brevemente, por un lado se festejó la presencia de G. Burr, descubridor de los ácidos grasos esenciales y los 50 años transcurridos desde que se publicó el primer trabajo que afirmaba que los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico eran esenciales para los animales. Por el otro, se festejó también la presencia de E. Von Euler y los 50 años transcurridos desde el descubrimiento de las prostaglandinas. Por un hecho curioso en la historia de la ciencia, en dos Continentes diferentes, América y Europa, se descubrían separadamente las propiedades fisiológicas fundamentales de los grupos de sustancias que con el correr de varias décadas se demostraría que estaban estructural y metabólicamente emparentados. Hoy día se admite que gran parte de los aspectos específicos de la esencialidad de los ácidos grasos polietilénicos de las series linoleica y  $\alpha$ -linolénica se debe a su conversión en prostaglandinas y otros prostanoides.

Pese al tiempo transcurrido, sin embargo, aún hoy día no se conocen a fondo todos los mecanismos que hacen que esos ácidos grasos sean esenciales si bien se conocen sus síntomas de deficiencia. Específicamente, la esencialidad del ácido  $\alpha$ -linolénico ha sido muy discutida y ha sufrido grandes alternativas; si bien Burr lo consideró esencial, Holman lo hizo trasladar durante muchos años a la posición de semi-esencial. En la actualidad ha vuelto a la categoría de esencial, pero debe diferenciársele del linoleico.

Otra de las causas que motivaron el retraso de estos conocimientos fue que durante muchos años los médicos no se percataron o no pudieron reconocer su esencialidad en el hombre. Hoy día, este hecho también ha sido reconocido. Una de las causas de la dificultad del reconocimiento de esa esencialidad se debió a que la carencia de ácidos grasos esenciales es difícil de producir en adultos, no así en los niños y animales jóvenes.

1. *Reacciones y Transformaciones. Familias de Acidos Grasos*

La esencialidad de los ácidos grasos linoleico y  $\alpha$ -linoleico se debe a la carencia, en los animales, de las enzimas desaturantes de ácidos grasos capaces de convertir el ácido oleico en linoleico. Específicamente, nos referimos a la carencia de la  $\Delta 12$  desaturasa que produce una doble ligadura entre los carbonos 12 y 13. En forma similar los animales no pueden sintetizar el ácido  $\alpha$ -linolé-nico por carecer de la  $\Delta 15$  desaturasa. Los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolé-nico se les encuentra en los aceites vegetales dado que el reino vegetal posee esas enzimas. Los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolé-nico, en cambio, son transformados por los animales en ácidos poliinsaturados superiores por reacciones de desaturación y elongación (Figura 1) que en general no se producen en los vegetales superiores (2-4).

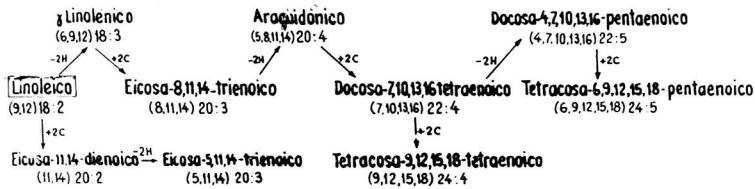
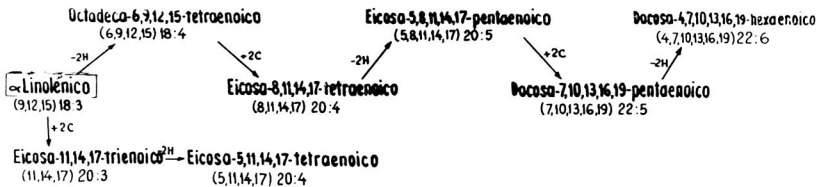
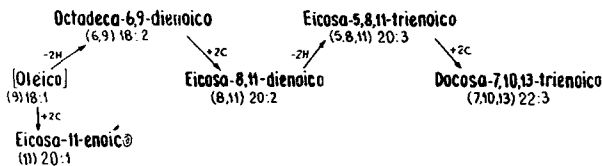
*Familia del ácido linoleico ( $\omega 6$ )**Familia del ácido  $\alpha$  linolé-nico ( $\omega 3$ )*

FIGURA 1

Series de reacciones de los ácidos grasos esenciales, linoleico y  $\alpha$ -linolé-nico en los animales. Las mismas enzimas del retículo endoplásmico son utilizadas por ambas series y emplean desaturasas que producen las dobles ligaduras y un sistema elongante que introduce una unidad de 2 carbonos provenientes de malonil CoA

Los ácidos oleico y palmitoleico son producidos por los animales a partir de los ácidos grasos saturados correspondientes esteárico y palmítico y por ello no son esenciales, pero en los animales se transforman en forma similar al linoleico y  $\alpha$ -linolénico, convirtiéndolos así en ácidos grasos superiores (Figura 2) (2). Estas reacciones se producen en el retículo endoplásmico. Cuando se *suprime* de la dieta animal los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico, en los diversos tejidos de los animales se origina un descenso del contenido de dichos ácidos y sus derivados tal como el araquidónico y, como respuesta a ese descenso, se produce un aumento en el contenido de *oleico*, *palmitoleico* y *eicosa-5, 8, 11-trienoico* (20:3 $\omega$ 9) (Figura 3). Como lo ilustra la Figura 2, el ácido 20:3 $\omega$ 9 se forma a partir del ácido oleico utilizando las mismas enzimas que convierten el ácido linoleico en araquidónico (6, 7). Esta modificación en la composición acídica ocurre en forma muy general en las carencias de EFA y se le considera indicativa de un status carencial. Por ello, se ha propuesto un aumento del oleico y de la relación  $\frac{20:3\omega 9}{20:4\omega 6}$  como indicativo de carencia de EFA. Se observa

*Familia del ácido oleico ( $\omega 9$ )*



*Familia del ácido palmitoleico ( $\omega 7$ )*

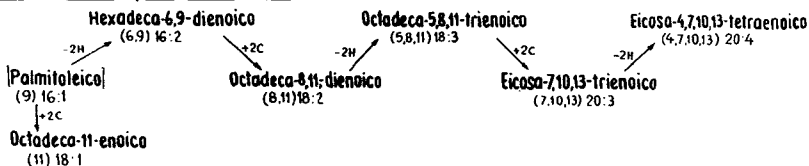


FIGURA 2

Serie de reacciones de los ácidos grasos no esenciales palmitoleico y oleico en los animales. Las enzimas utilizadas son las mismas que las empleadas por las series linoleica y  $\alpha$ -linolénica

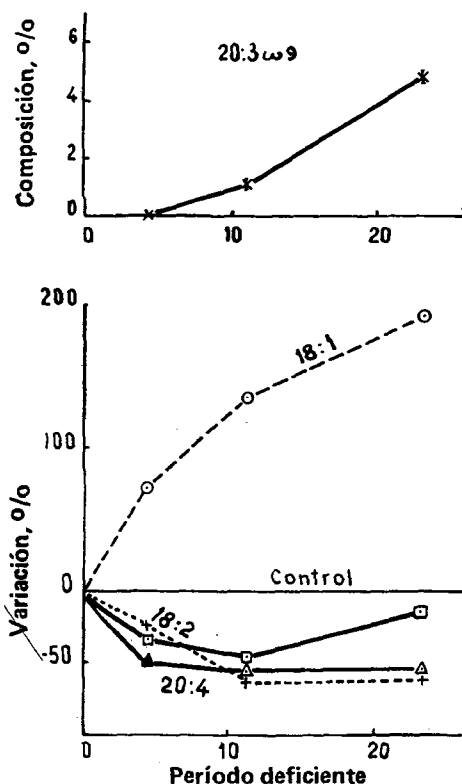


FIGURA 3

Variación de la composición de los ácidos grasos microsomales de hígado de rata provocada por la carencia de ácidos grasos esenciales en la dieta. Los animales recién destetados fueron mantenidos con una dieta carente en ácidos grasos esenciales durante los días indicados, 18:1 oleico, 18:2 linoleico, 20:4 araquidónico, 20:3 eicosatrienoico ( $\omega$ 9)

en plasma, hígado, membranas celulares y, especialmente, en el retículo endoplásmico.

El efecto producido se debe a que las familias del linoleico y oleico utilizan las mismas enzimas. Hace ya varios años demostramos que sobre todo la  $\Delta$ 6 desaturasa, que es la primera enzima de la serie, presenta su mayor reactividad con el  $\alpha$ -linolénico,

menor con el linoleico y muy baja con el oleico (Tabla 1). En consecuencia, existiendo linoleico o  $\alpha$ -linolénico, éstos son preferentemente transformados. En su ausencia la transformación del oleico adquiere creciente importancia (Figura 4).

TABLA 1

DESATURACION RELATIVA APROXIMADA DE LOS ACIDOS  
OLEICO, LINOLEICO Y  $\alpha$ -LINOLENICO ENTRE LOS CARBONOS  
 $\Delta 6-7$  POR LOS MICROSOMAS DE HIGADO DE RATA

Substrato	Desaturacion $\Delta 6$ relativa
Oleico	1
Linoleico	3.5
$\alpha$ -Linolénico	11.5

Holman (8), ha señalado una relación plasmática  $\frac{20:3\omega 9}{20:4\omega 6} = 0.4$  como un signo indicativo del límite de carencia de EFA. La misma correspondería a un aporte de ácidos grasos esenciales igual al 10/o de las calorías ingeridas, que sería normal según dicho autor. Posteriormente, Holman de nuevo sugirió una relación  $\frac{20:3}{20:4}$  de 0.2 que es equivalente a una ingestión de 1.70/o de ácido linoleico como límite inferior de niños normales. En 1977, sin embargo, la FAO elevó el porcentaje a 30/o para adultos y 70/o para mujeres lactantes o gestantes (9). A pesar de ello, la relación  $\frac{20:3}{20:4}$  como indicativa de carencia de ácidos grasos esenciales debe manejarse con cautela, porque puede darse el caso de que ocurra una carencia con relaciones normales o casi normales. Además, la composición de los ácidos grasos sufre ciclos circadianos con variaciones significativas del ácido linoleico y araquidónico durante el día y la noche, especialmente en hígado. Estas variaciones son menores en plasma (10).

## 2. *Síntomas de la Carencia de Acidos Grasos Esenciales*

Cuando a la rata recién destetada se le suprimen los ácidos

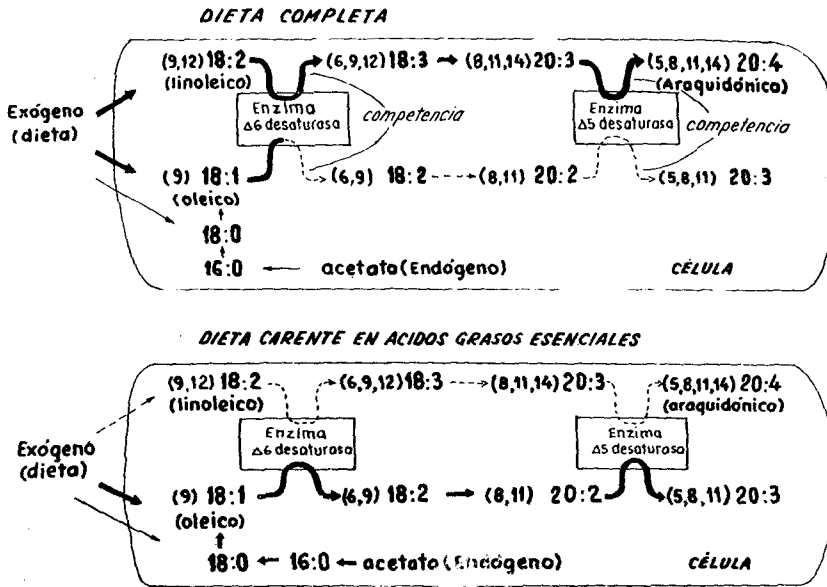


FIGURA 4

Reacciones competitivas de los ácidos oleico, linoleico, y  $\alpha$ -linolénico que explican el incremento del ácido eicosatrienoico (20:3 $\omega$  9) en la carencia de ácidos grasos esenciales.

grasos esenciales, se produce un retardo en su crecimiento, el cual se hace muy marcado a los dos o tres meses. Pero, conjuntamente, se manifiestan otros síntomas que se resumen en la Tabla 2.

La incógnita fundamental que es necesario aclarar, sin embargo, es determinar cuál es la función de los ácidos grasos esenciales y cuál es el camino que lleva a esos síntomas. El descubrimiento de las *prostaglandinas* y sustancias similares que como ya se señaló, fue curiosamente realizado por Von Euler en forma simultánea con el de los ácidos grasos esenciales por Burr, aunque en el otro extremo del mundo, permitió reconocer algunos de los mecanismos específicos de los ácidos grasos esenciales, dado que se demostró que las prostaglandinas derivan exclusivamente de los ácidos grasos esenciales (1).

TABLA 2

## SINTOMAS DE LA CARENCIA DE ACIDOS GRASOS ESENCIALES

<i>Peso</i>	Disminución
<i>Piel</i>	Dermatosis. Aumento de la permeabilidad al agua
<i>Cardiovascular</i>	Disminución de la resistencia capilar, agrandamiento del corazón
<i>Pulmones</i>	Acumulación de colesterol
<i>Riñones</i>	Hemorragias intertubulares
<i>Reproducción</i>	Machos: Degeneración de túbulos seminíferos. Atrofia testicular Hembras: Estro irregular, reproducción y lactancia impedida
<i>Metabolismo</i>	1) Cambios en la composición de los ácidos grasos en la mayor parte de los tejidos, con disminución de linoleico y araquidónico y aumento de oleico, palmítico y eicosa-5, 8, 11-trienoico 2) Aumento de colesterol hepático, adrenales, piel 3) Agrandamiento de las mitocondrias y desacoplamiento de la fosforilación oxidativa 4) Aumento de la biosíntesis hepática de triacilgliceroles y liberación del hígado

3. *Función de los Ácidos Grasos Esenciales en los Tejidos*

Debemos considerar, no obstante, que las funciones primordiales de los ácidos grasos esenciales se manifiestan por tres caminos diferentes, lo que descarta su eventual utilización como material energético en la  $\beta$ -oxidación.

- a) Constitución de fosfolípidos y ésteres de colesterol y mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas óptimas de las membranas tales como fluidez. Esta acción no es específica (11, 12) (Figura 5).
- b) Acciones *específicas* propias no bien determinadas aún: tal sería el caso del ácido docosa-4, 7, 10, 13, 16-pentaenoico ( $22:5\omega 6$ ) en testículos de la rata (13, 14) o el docosa-4,7,10, 13, 16, 19-hexaenoico ( $22:6\omega 3$ ) en cerebro y retina.

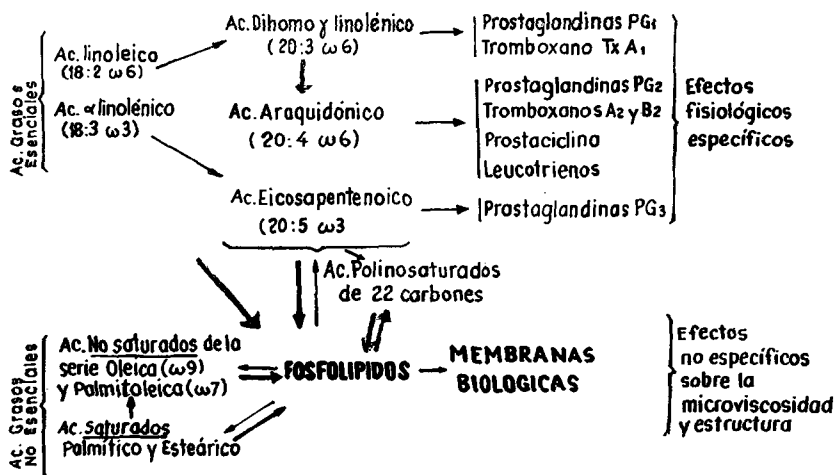


FIGURA 5

Transformaciones y funciones de los ácidos grasos esenciales. Por acción de ciclooxigenasas y lipooxidasas se convierten los ácidos de 20 carbonos en prostaglandinas, tromboxanos, prostaciclina y leucotrienos con efectos específicos. La incorporación en los fosfolípidos permite balancear la proporción de ácidos grasos saturados y no saturados y regular la microviscosidad de la membrana.

- c) *Efectos específicos por intermedio de la conversión en prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos y leucotrienos (15-17) (Figuras 5 y 6).*

Para interpretar cualquiera de esos mecanismos es fundamental señalar que los ácidos grasos polietilénicos se acumulan fundamentalmente en los fosfolípidos (lecitina, fosfatidil etanolamina y fosfatidil inositol). El tejido adiposo en los animales y el hombre, sin embargo, posee una importante reserva de ácido linoleico, no así de ácido α-linolénico. Los ésteres de colesterol también son ricos en ácidos polietilénicos.

En consecuencia, los fosfolípidos no sólo mantienen su fluidez apropiada por el balance adecuado de los ácidos polietilénicos y saturados que los constituyen, sino también representan un depósito de los mismos y la fuente para proveer los sustratos que requiere la síntesis de las prostaglandinas.

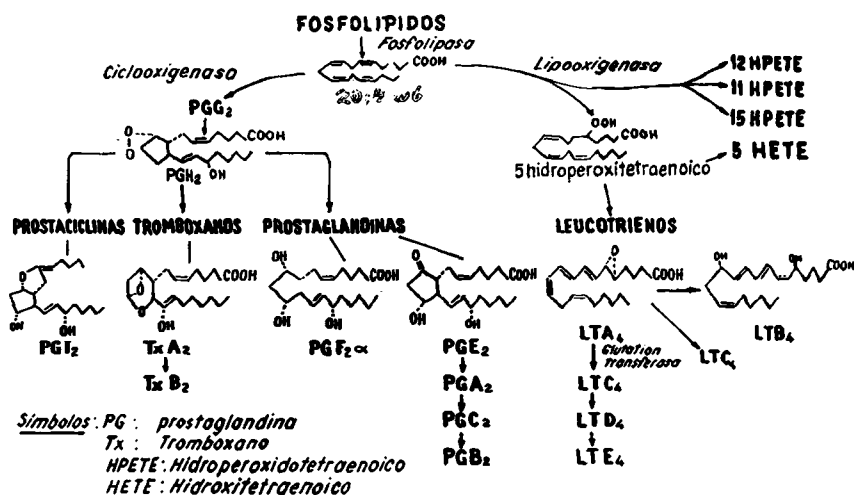


FIGURA 6

Transformación del ácido araquidónico en prostanoides por acción de ciclooxigenasas y lipooxigenasas. Los productos formados, prostaciclina, tromboxanos, prostaglandinas, y leucotrienos, tienen diferentes efectos fisiológicos

Las prostaglandinas son sintetizadas a partir de los ácidos grasos esenciales de 20 carbonos en estado libre, no de CoA derivados. Así, la primera reacción en su síntesis consiste en una reacción hidrolítica que libera los ácidos grasos polietilénicos precursores de los fosfolípidos. Esa acción es producida por las fosfolipasas.

Luego de los trabajos de Van Dorp y la escuela holandesa, se estableció (15, 16), como norma válida en ese momento, que los ácidos grasos esenciales deben su acción específica a su conversión en prostaglandinas.

Ese axioma fue postulado luego que Van Dorp y sus colegas demostraron que era posible sintetizar ácidos impares de 17, 19 y 21 carbonos polinosaturados que tenían propiedades fisiológicas similares a los ácidos naturales linoleico y araquidónico y que se transformaban todos en prostaglandinas de 21 carbonos (18-20). Las prostaglandinas naturales tienen 20 carbonos y dobles ligaduras en 2, 8, 11, 14 ó 5, 8, 11, 14, ó 5, 8, 11, 14, 17, igual que las artificiales de 21.

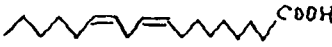

Las prostaglandinas naturales derivan de tres ácidos polietilénicos específicos: el eicosa-8, 11, 14-trienoico (o dihomogama-linolénico) y el araquidónico, ambos pertenecientes a la familia del linoleico y el eicosa-5, 8, 11, 14, 17-pentaenoico perteneciente a la familia del  $\alpha$ -linolénico.

Las prostaglandinas que se derivan de cada ácido graso tienen efectos biológicos cualitativa y cuantitativamente diferentes. Además, existen prostaglandinas diferentes en cada uno de los tres grupos, siendo las principales las E, F y las prostaciclina. A éstas se agregan los tromboxanos y leucotrienos. Cada uno produce efectos biológicos diferentes, y la diferencia también la determina el tejido considerado. Por ejemplo, del dihomogama linolénico (20:3 $\omega$  6) se produce una prostaglandina con propiedades anti-trombóticas. En cambio, del araquidónico (20:4 $\omega$  6) se produce en plaquetas el tromboxano altamente trombótico, mientras que en las paredes vasculares se transforma en prostaciclina, que es antitrombótica.

*En consecuencia, resulta evidente que los diversos ácidos grasos esenciales de una misma familia no producen efectos iguales por lo que es necesario terminar con la generalización de los efectos de la carencia de ácidos grasos esenciales. En primer lugar es necesario diferenciar la carencia de linoleico de la carencia de  $\alpha$ -linolénico. También hay que reconocer que la esencialidad de un ácido graso no está determinada exclusivamente por su conversión en prostaglandina. El descubrimiento del ácido graso columbínico permite reconocer este error (21). El ácido columbínico ha sido aislado de las semillas de *Aquilegia vulgaris* y posee una estructura de 18 C similar a la del linoleico pero con una doble ligadura trans adicional en el carbono 5 (Tabla 3). La presencia de esa doble ligadura no permite su transformación en prostaglandinas. Sin embargo, ratas alimentadas con una dieta carente de EFA a las que se administró ácido columbínico, aumentaron de peso y no presentaron las alteraciones dérmicas. En consecuencia, con ello se señala un efecto específico de ácido graso esencial que no es producido vía prostaglandina.*

TABLA 3

RELACION ENTRE ESTRUCTURA QUIMICA Y EFECTO BIOLÓGICO  
DE LOS ACIDOS LINOLEICO Y COLUMBINICO\*

Estructura	Efecto biológico (Potencia)		Formación de prostano- ides derivados de homólogos superiores
	Peso del animal	Permeabi- dad de la piel	
 Acido linoleico	100o/o	100o/o	Sí
 Acido columbínico	80o/o	100o/o	No

\* El acido columbínico no se transforma en el organismo en prostaglan-  
dinas pero corrige algunos de los efectos de la carencia de ácidos grasos  
esenciales.

## SUMMARY

ESSENTIAL FATTY ACIDS: THEIR TRANSFORMATIONS  
AND FUNCTIONS

Essential fatty acids, in animals, pertain to two different fatty acid families: the linoleic and the linolenic. These, and the non-essential families of oleic and palmitoleic are produced by action of the enzymes proper. The lack of essential fatty acids produces typical symptoms that are accompanied by fatty acid compositions, also typical, utilized with diagnostic value. The biological effects of essential fatty acids can be specific and nonspecific. The latter manifest themselves particularly in the phospholipid composition and, therefore, in the structure and fluency of the membranes. In contrast, specific essential fatty acids act in the formation of prostaglandins, prostacyclins, tromboxans and leucotriens. Each essential fatty acid produces specific effects, depending on the prostanoids formed and the tissue in question.

## BIBLIOGRAFIA

1. Holman, R. T. En: **Essential Fatty Acids and Prostaglandins. Progress in Lipid Research.** Vol 20. R. T. Holman (Ed.). New York, N. Y., Pergamon Press, 1982, p. 41.
2. Brenner, R. R. **Mol. & Cell Biochem.**, **3**: 41, 1974.
3. Bernet, J. T. Jr. & H. Sprecher. **Biochem. Biophys. Acta**, **398**: 354, 1975.
4. Brenner, R. R. **Lipids**, **6**: 567, 1971.
5. Brenner, R. R., H. Garda, I. N. T. de Gómez Dumm & H. Pezzano. En: **Essential Fatty Acids and Prostaglandins. Progress in Lipid Research.** Vol. 20. R. T. Holman (Ed.). New York, N. Y., Pergamon Press, 1982, p. 315.
6. Holloway, P. W., R. O. Peluffo & S. J. Wakil. **Biochem. Biophys. Res. Commun.**, **12**: 300, 1963.
7. Castuma, J. C., A. Catalá & R. R. Brenner. **J. Lipid Res.**, **13**: 783, 1972.
8. Holman, R. T. **Prog. Chem. Fats Other Lipids**, **9**: 175, 1971.
9. **Report on Dietary Fats and Oils in Human Nutrition** FAO/WHO, 1977.
10. Gómez Dumm, I. N. T. de, M. J. T. de Alaniz & R. R. Brenner. (Comunicación personal).
11. Bloj, B., R. D. Morero & R. N. Farías. **J. Nutr.**, **104**: 1265, 1977.
12. Castuma, C. & R. R. Brenner. **Biochem. Biophys. Acta** (en prensa).
13. Davis, J. T. & J. G. Coniglio. **J. Biol. Chem.**, **241**: 610, 1966.
14. Ayala, S., G. Gaspar, R. R. Brenner, R. O. Peluffo & W. Kunau. **J. Lipid Res.**, **14**: 1296, 1973.
15. Van Dorp, D. A. **Acta Biol. Germ.**, **35**: 1041, 1976.
16. Van Dorp, D. A. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, **180**: 181, 1971.
17. Ziboh, V. A. & S. L. Hsia. **J. Lipid Res.**, **13**: 458, 1972.
18. Beerthuis, R. K., D. H. Nutgeren, H. J. J. Pabon & D. A. Van Dorp. **Rac. Trav. Chem.**, **87**: 461, 1968.
19. Beerthuis, R. K., D. H. Nutgeren, H. J. J. Pabon, A. Stenhock & D. A. Van Dorp. **Rac. Trav. Chem.**, **90**: 943, 1971.
20. Schlenk, H. **Fed. Proc.**, **31**: 1430, 1972.
21. Houstmuller, U. M. T. En: **Essential Fatty Acids and Prostaglandins. Progress in Lipid Research.** Vol. 20. R. T. Holman (Ed.). New York, N. Y. Pergamon Press, 1982, p. 889.

## NOTES ON MORTALITY RESEARCH<sup>1</sup>

Discussion of related papers presented at the International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), held in Manila, Philippines, December 9-16, 1981<sup>1</sup>

*Hernán L. Delgado*<sup>2</sup>

Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP),  
Guatemala, C. A.

Under natural conditions, the levels of mortality of a population constitute valid proxies of the levels of its underlying morbidity. Under the same circumstances, the extremely complex interrelationships responsible for the morbidity status of the population also determine mortality rates. In fact, results of different analytic approaches indicate that there are associations between the socioeconomic, cultural and educational characteristics of the family and the infant and child mortality rates (1).

---

Manuscrito modificado recibido: 23-2-83.

- 1 Supported by the United Nations Fund for Population Activities (UNFPA) Program on Mortality Studies.
- 2 Scientific Medical Officer, Division of Human Development, Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP), P. O. Box 1188, Guatemala City, Guatemala, C. A.

INCAP Publication No. I-1354.

The same factors are determinants of the health and nutritional status of a population (2).

The associations of morbidity and mortality rates of a population with its social and economic characteristics have made the former valid indicators of socioeconomic development. Moreover, it is assumed that improvement of the socioeconomic and educational levels of the population will trigger the sequence of events postulated in the theory of epidemiological transition. According to this theory, high death rates begin declining in response to economic development and advances in sanitation and preventive medicine, while the response of birth rates lags behind. This differential response between birth and death rates leads to higher rates of natural population increase and produces what is sometimes referred to as a "population explosion". Finally, with rising living standards, birth rates also respond to development and begin declining. This brings birth and death rates into balance, and a decline in population growth (3, 4).

The propositions contained in the theory of epidemiological transition, however, have been modified by other factors such as health, nutritional, and family planning services. These programs are presently reducing the mortality rates in most countries, even though they are not affecting the underlying causes of death. Furthermore, the effects of most programs are not evenly distributed at community level; those better able or better prepared to receive their services benefit most (5). Consequently, these programs may be widening the gap between extreme socioeconomic groups within the community. Moreover, by focusing on the mother and child dyad as the more vulnerable population group, health and nutritional programs neglect the functional unit of society, which is the family. Once the differential impacts of social programs within a community or a family begin to occur, the interrelationships initially found between socioeconomic characteristics of the family and mortality rates may disappear (6).

Key pieces of this complex puzzle were addressed by the papers presented at the session on determinants of late fetal, infant and child mortality changes.

Caldwell and McDonald presented data on the role of maternal education on infant and child mortality (7). Caldwell had previously reported a negative association between mortality and education found in Nigerian data (8). Preston (6) has argued that advances in female education may represent a cost-effective means

for reducing child mortality. In a previous meeting held in Mexico, Behm (9) presented abundant information suggesting that maternal education powerfully differentiates among child mortality levels in Latin America, and Cochrane (10) compiled confirmatory evidence for other regions. In Caldwell and McDonald's paper (7), the authors further explored the interrelationship between education and mortality utilizing world fertility survey data from ten developing countries. The general results point to a strong negative association of maternal and paternal education level (number of years completed in school), especially that of the mother, with infant and child mortality. These findings also give partial support to the hypothesis of a reduction of mortality due to community development. In fact, one important component of community development efforts in developing countries has been the upgrading of the population through education.

The question of whether the above association is a spurious or a causal one however, still remains unsolved. Since education is also significantly associated with socioeconomic and cultural variables, the observed association may well be spurious. The authors (7) partially explore this possibility by taking into consideration gross measures of other variables for which data are available in these surveys, such as occupation and rurality. They conclude that these variables do not explain the observed association between education and mortality. Based on these results, the authors therefore suggested that improved utilization of services and resources available to the family could be one of the mechanisms by which education affects mortality. Other papers presented in this session analyzing data from Bangladesh (11), India (12), Brazil (13), Togo (14), and Argentine (15) also found a negative association between education and infant and child mortality.

Some findings in rural Guatemalan populations may contribute to the interpretation of these results. First, it has been found that mortality rates are higher for children of shorter mothers than for children of taller mothers, after adjusting for maternal age and parity (16). This association holds for rural Indian population without formal education, as well as for rural *ladino* (of Spanish descent) populations with access to formal education. It is well known that 75% of maternal stature is achieved at around seven years of age; therefore, high or low maternal statures reflect good or poor past nutritional status of the mothers. A second related finding is the existence of a positive association

between school performance and the height of children of school ages (17). This relationship between past nutritional status of children and school performance remains significant after controlling for indicators of home stimulation and socioeconomic status. Therefore, it could be suggested that attained educational levels are proxies of better prepared (more able) individuals or better prepared families. Incidentally, it has been shown that taller women in poor communities frequently marry taller men (18). The same seems to be true for educational level and socioeconomic conditions.

Based on the afore-mentioned findings, it is clear that poor socioeconomic conditions entail economic, cultural and biological deprivation which are transmitted from generation to generation. Therefore, in any developing country, the lower socioeconomic group woman is shorter, has almost no formal education, works more during pregnancy, and generally has poorer health. She is also more likely to have a smaller pelvis and a poorer diet during pregnancy; consequently, she has a higher probability of having a low birthweight baby and an inadequate lactation period. In addition, women of low socioeconomic groups are more likely to delay seeking prenatal care. Since each of the above factors has been shown to be associated with a high risk of infant mortality (19), they could therefore partially explain the association found between infant mortality and education.

The Allman and Rohde (20) and Chen *et al.* (21), presentations were related to the impact of specific interventions on infant and child mortality. Allman and Rohde focused theirs on the ways in which family planning may reduce mortality rates in both developing and developed countries, providing very clear examples. On the other hand, Chen *et al.* presented data supporting the hypothetical estimates of Allman and Rohde, and showed that the introduction of family planning services in rural Bangladesh affected the crude mortality rate through age structure changes. Other specific health interventions analyzed by Chen *et al.* were the tetanus immunizations to mothers during pregnancy and the utilization of oral rehydration therapy in cases of diarrheal diseases, which proved to lower mortality rates. It should be pointed out, however, that the tetanus immunization program had a low overall impact because of the poor acceptance of the vaccine. This is an unfortunately common experience. Technology that proved to be successful in pilot studies, fails when implemented in larger population groups. These examples

and others from Guatemala, demonstrating that less than 50% of children suffering from severe diarrhea actually attend the available free health services (22), indicate the need to integrate educational activities and improve supervision with the provision of services in health care programs.

Allman and Rohde's findings regarding the apparent negative effect of an otherwise successful health intervention on the nutritional status of the population deserve further comment. In Haiti, the authors found that a health program produced a substantial reduction in infant mortality rates, but deteriorated the nutritional status of children below five years of age. A decline in infant nutritional status has also been found in a simplified health care program in rural Guatemala (20). This is due in part to the survival of infants, mostly malnourished, who would have died had there been no intervention.

Various other papers focused on specific actions aimed to decrease infant mortality rates. These actions should be adapted to the needs of each population group, and planners should take into account the sociopolitical constraints that influence maternal and child health status. As immediate actions, integrated primary health care programs with a strong educational component, and utilization of paramedical personnel as well as of appropriate technology, may be most effective. Health and nutritional education should be aimed at achieving changes in behavior. This could be done by the implementation of educational programs that follow the principles of social learning theory. This theory implies that modification of behavior will be obtained through stimulation, participant modelling and reinforcement. Programs based on this model are increasing in the health education field. Educational programs should focus on environmental sanitation and hygiene, infectious diseases, and food and nutrition, including food production, selection, acquisition, conservation, preparation, distribution, and consumption. In the long term, however, the most effective actions in developing countries will be those oriented to tackle not only common health and nutritional problems, but also the social and economic context in which they occur.

As a final comment, it is important to stress the need for performing analyses on mortality rates by categories of functional groups. For example, analyses of infant and child mortality rates by occupation of the father could constitute useful information for socioeconomic planning.

## BIBLIOGRAPHY

1. United Nations/World Health Organization. **Proceedings of the Meeting on Socioeconomic Determinants and Consequences of Mortality, organized by El Colegio de México, Mexico City, 19-25 June, 1979.**
2. Béhar, M. Protein-calorie deficits in developing countries. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **300**: 176, 1977.
3. Davis, K. The world demographic transition. *The Annals*, p. 1-11, 1945.
4. Omran, A. R. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. *Milbank Memorial Fund Quarterly*, **49**: 509, 1971.
5. King, M. Introduction. In: **Medical Care in Developing Countries.** London, Oxford University Press, 1973.
6. Preston, S. H. The changing relation between mortality and level of economic development. *Population Studies*, **29**: 231-248, 1975.
7. Caldwell, J. C. & P. McDonald. Influence of maternal education on infant and child mortality: levels and causes. Presented at: **International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, Philippines, December 9-16, 1981.**
8. Caldwell, J. C. Education as a factor in mortality decline: an examination of Nigerian data. *Population Studies*, **33**: 395, 1979.
9. Behm, H. Socioeconomic determinants of mortality in Latin America. In: **Proceedings of the Meeting on Socioeconomic Determinants and Consequences of Mortality, organized by El Colegio de México, Mexico City, 19-25 June, 1979.** Mexico, D. F., United Nations/World Health Organization, 1979.
10. Cochrane, S. H. Educational differences in child survival in developing countries. Presented at: **Annual Meeting of the PAA, Denver, Colorado, 10-12 April, 1980.**
11. Kabir, M. Levels, patterns and differentials in infant and child mortality in Bangladesh. Presented at: **International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, Philippines, December 9-16, 1981.**
12. Gandotra, M. M., N. Daj & D. Dey. Effects of child mortality on fertility in a micro level analysis of Indian data. Presented at: **International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, Philippines, December 9-16, 1981.**
13. Merrick, T. W. The impact of access to piped water on infant mortality in urban Brazil, 1970 to 1976. Presented at: **International Popula-**

- tion Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, Philippines, December 9-16, 1981.
14. Vimard, P. Facteurs de la baisse de la mortalité intra-utérine et de la mortalité de l'enfance. Presented at: **International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, Philippines, December 9-16, 1981.**
  15. Müller, M. S. Algunos condicionantes económico-sociales de la mortalidad infantil. Misiones (Argentina) 1978. Presented at: **International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, Philippines, December 9-16, 1981.**
  16. Martorell, R., H. L. Delgado, V. Valverde & R. E. Klein. Maternal stature, fertility and infant mortality. *Human Biol.*, **53**: 303-312, 1981.
  17. Klein, R. E. Personal communication.
  18. Delgado, H. Unpublished data.
  19. Lechtig, A., H. Delgado, R. Martorell, D. Richardson, C. Yarbrough & R. E. Klein. Effect of maternal nutrition on infant mortality. In: **Nutrition and Human Reproduction**. W. H. Mosley (Ed.). New York, Plenum Press, 1978, p. 147-174.
  20. Allman, J. & J. Rohde. Infant mortality in relation to the level of fertility control practice in developing countries. Presented at: **International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, Philippines, December 9-16, 1981.**
  21. Chen, L. C., J. Chakroborty, A.M. Sardar & M. Yunus. Estimating and partitioning the mortality impact of several modern medical technologies in basic health services. Presented at: **International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Manila, Philippines, December 9-16, 1981.**
  22. Delgado, H., V. Valverde, R. Martorell, E. Hurtado & R. E. Klein. On the evaluation of health care systems: The Patulul Project. Presented at: **XII International Congress of Nutrition, San Diego, California, August 16-21, 1981.**

# **TRABAJOS DE INVESTIGACION**



**REANIMATION ALIMENTAIRE ET EVALUATION DE  
L'ETAT NUTRITIONNEL**

**VALIDITE DES MESURES ANTHROPOMETRIQUES POUR  
SUIVRE, CHEZ LES MALADES HOSPITALISES,  
L'EVOLUTION DE L'ETAT NUTRITIONNEL ET DES  
COMPARTIMENTS CORPORELS DURANT LE RATTRAPAGE  
NUTRITIONNEL**

*Pedro Eladio Vázquez<sup>1</sup>, Alain Mourey<sup>2</sup> et Denis Dupont<sup>3</sup>*

**Hôpital Cantonal Universitaire de Genève, Suisse**

**RESUME**

La comparaison des mesures anthropométriques avec le potassium total (Kt), chez les patients en rattrapage nutritionnel avec un bilan d'azote positif, nous permet de dire que le poids (P), la circonférence du bras (CB), la circonférence musculaire moyenne du bras (CMMB) et les plis cutanés (PC) sont utiles pour suivre avec une précision acceptable, l'évolution de l'état nutritionnel et des compartiments corporels.

---

Manuscrito modificado recibido: 17-11-82.

- 1 Chef de Clinique à la Division de Gastroentérologie et Nutrition. Hôpital Cantonal Universitaire de Genève, Genève, Suisse. Adresse actuel du Dr. Vázquez: Lafinur 2932 Piso: 2o, Dto: C, 1425 Buenos Aires, Argentine.
- 2 Assitant au Laboratoire Central de Chimie Clinique, Hôpital Cantonal Universitaire de Genève.
- 3 Assitant en Nutrition Clinique à la Division de Gastroentérologie et Nutrition du même Hôpital.

## INTRODUCTION

Etant donnée l'existence prouvée de différents degrés de malnutrition chez les malades hospitalisés (1, 2) et l'importance qu'a l'état nutritionnel vis à vis du déclenchement d'une maladie et la réussite ou l'échec d'une thérapeutique (3), il est devenu très important d'avoir une méthode qui nous permette d'évaluer l'état nutritionnel d'un malade et l'efficacité du traitement nutritionnel.

Durant très longtemps, les critères d'évaluation nutritionnelle étaient avant tout subjectifs. Il est alors nécessaire d'étudier les différents paramètres que la nutrition clinique peut utiliser et avec lesquels on peut "dissequer" l'être vivant, du point de vue nutritionnel, en deux grands compartiments: la masse maigre (MM), ou compartiment protidique, et le tissu adipeux (TA), ou compartiment énergétique, anhydre, ce qui résume l'expression du poids (P) à l'équation suivante:

$$P = MM + TA$$

L'effet d'une carence protéino-calorique (MPC) mettra l'être vivant en état "d'urgence nutritionnelle" (4), que l'on peut définir comme le moment où l'organisme utilise l'énergie tissulaire pour fournir l'énergie d'entretien métabolique. La fonte du capital protidique et du tissu adipeux va jouer un rôle fondamental dans l'évolution du malade. Il faut alors avoir, durant le rattrapage nutritionnel, des paramètres permettant d'évaluer l'évolution de ces deux compartiments et par là aussi, l'efficacité de la thérapeutique. L'anthropométrie soigneusement faite, permettra l'évaluation de ces deux compartiments nutritionnels.

Habituellement, en clinique, on utilise les protéines plasmatiques pour évaluer le status protidique, alors que l'on sait qu'elles ne représentent qu'une faible proportion de la réserve protidique totale à côté des protéines tissulaires, qu'elles ne peuvent donner qu'une idée éloignée de ce qui se passe dans l'intimité cellulaire (cf., marasme) (2, 5) et qu'elles dépendent très étroitement de la fonction hépatique. En outre, chez un homme de 70 kg, les protéines plasmatiques ne représentent que quelques 350 g, tandis que les protéines tissulaires représentent 11 kg (6 kg poids sec). Aussi nous faut-il tester plutôt la valeur des méthodes visant à évaluer les variations du compartiment protidique tissulaire. C'est dans ce but que nous avons comparé les données anthropométriques avec le potassium total (Kt) qui représente le plus

précisément la masse maigre (MM) (2, 6-8). K est un cation intracellulaire à 98<sup>o</sup>/o, avec 75<sup>o</sup>/o dans la masse cellulaire musculaire et les 23<sup>o</sup>/o restant dans la masse cellulaire maigre non musculaire. En anthropométrie, la circonférence du bras (CB) et la circonférence musculaire moyenne du bras (CMMB), sont deux moyens de mesurer les variations de la masse musculaire (9); tandis que les plis cutanés (PC) nous donnent une idée des variations du tissu adipeux de surface (TAS), véritable couche de protection thermique et de réserve énergétique (10, 11).

Nous avons fait ce travail en pensant que la réanimation alimentaire est chaque jour plus répandue dans la clinique mais que les méthodes de son évaluation doivent être les plus simples possibles, puisqu'on ne dispose pas partout: ni des appareils ni des moyens nécessaires pour pratiquer les tests sophistiqués réputés pour leur précision.

#### MATERIEL ET METHODES

Notre travail porte sur 7 malades hospitalisés (Tableau 1); ils sont atteints d'une forme grave de malnutrition avec des aspects cliniques variés, et une assistance nutritionnelle a été nécessaire pour traiter la malnutrition en tant que facteur de leur état pathologique ou comme état associé.

Notre critère pour évaluer le degré d'atteinte de MM est la comparaison du Kt du malade mesuré à l'admission, avec le Kt qu'il devrait avoir selon son âge, sa taille et son sexe, et calculé d'après Boddy *et al.* (12):

$$\text{Hommes, Kt (mmoles)} = 53.02 \times \text{taille (cm)} - 9.74 \times \text{âge} - 5,305$$

$$\text{Femmes, Kt (mmoles)} = 33.63 \times \text{taille (cm)} - 7.73 \times \text{âge} - 2,727$$

Nous assumons que cette valeur théorique de Kt (exprimée en g dans le Tableau 1: Kt (g) calculé) correspond au 100<sup>o</sup>/o de l'état nutritionnel que devrait avoir chacun des malades. Nous pouvons ainsi y comparer le Kt mesuré à la prise en charge et attribuer à chaque patient un <sup>o</sup>/o d'état nutritionnel qui définit le degré d'atteinte de la masse maigre par la malnutrition protéino-calorique (MPC) (Tableau 1).

Les paramètres anthropométriques ont été choisis selon les critères suivants: P est une mesure tridimensionnelle non spécifique (cf. oedème occulte) de rattrapage nutritionnel. CB et CMMB

TABLEAU 1

## PRESENTATION DES MALADES A LA PRISE EN CHARGE

Patient	Taille (cm)	P (kg)	Age (années)	Sexe	Diagnostique	Kt (g) calculé	Kt (g) mesuré	o/o de l'état nutritionnel
1	175	40	64	M	MPC, bérubéri	130.99	89.00	67.94
2	171	62	37	M	Volvulus intestinal sur diverticule de Meckel, fistule postopératoire, MPC	132.98	120.30	90.46
3	149	26.4	61	F	Sténose de l'oesophage non néoplasique, MPC	61.79	42.8	69.27
4	176	60	22	F	Maladie de Crohn, anorexie, MPC	118.15	86.00	72.79
5	170	52.5	55	M	Sténose de l'oesophage, MPC	124.05	73.17	58.98
6	165	46.5	54	F	Polytraumatisme, anorexie, MPC	94.02	86.20	91.68
7	158	30.1	33	F	Anorexie mentale, MPC	90.55	62.25	68.75

MPC = Malnutrition protéino-calorique. o/o de l'état nutritionnel =  $Kt \text{ mesuré} \times 100 / Kt \text{ calculé}$ .

sont proportionnelles à la masse musculaire (mm) qui correspond à environ 750/o de MM; en accord avec la littérature (2, 9-11), nous pensons que CB et CMMB permettent d'évaluer la croissance tissulaire aussi bien de MM que de mm, avec la réserve suivante: la masse musculaire (mm) est affectée différemment selon la forme clinique de malnutrition (kwashiorkor, marasme ou modalités intermédiaires); cependant, ici, nous essayons d'évaluer le rattrapage et seules les variations de mm au cours du traitement ont de l'importance. PC ne représente rien d'autre que TAS. Il est impossible d'en extrapoler la graisse totale avec les tables de Durnin et Kahaman (13), car elles ne sont pas adaptées à une population gravement malnourrie.

Les déterminations ont été faites à 0 jours (just avant le début du traitement nutritionnel) et à environ 21 jours de traitement nutritionnel.

Les paramètres de l'état nutritionnel sont: le poids (P), la taille (T), la circonférence du bras (CB), la circonférence musculaire moyenne du bras (CMMB) et les plis cutanés (PC) pour l'anthropométrie et Kt comme point de référence biochimique. Tous les malades étaient en bilan positif d'azote (Tableau 2).

### 1. *Déterminations Anthropométriques*

Le même observateur les faisait trois fois de suite puis prenait la moyenne, pour limiter autant que possible les variations de mesure. CB est mesurée au moyen d'un ruban métrique selon la technique de Jelliffe (10). CMMB est obtenue de la façon suivante (10):

$$\text{CMMB} = \text{CB} - \pi \text{PC (tricipital)}$$

CB et CMMB sont exprimées en cm

Les PC sont: bicipital, tricipital, sous-scapulaire et supra-iliaque, ce dernier pris au niveau de l'épine iliaque antéro-supérieure droite; les PC sont évalués au moyen d'un compas de Harpenden avec une précision de  $\pm 0.1$  mm. Comme paramètre de TAS, nous utilisons toujours la somme de 4PC ( $\Sigma$  PC).

### 2. *Déterminations Biochimiques*

Le bilan d'azote a été effectué par dosage de l'azote selon Kjeldahl (14) sur des collectes de trois jours de selles et d'urines et

TABLEAU 2

## BILANS D'AZOTE

Patient numéro	Bilans d'azote	Duré de traitement (jours)		
		0	7	21
1	Apport	16.49	16.49	16.49
	Pertes	10.93	11.35	18.61
	Bilan	5.56	5.14	- 2.12
2	Apport	16.49	16.49	16.49
	Pertes	10.38	13.93	9.81
	Bilan	6.11	2.56	6.68
3	Apport	10.78	13.65	13.65
	Pertes	2.91	4.66	9.27
	Bilan	7.87	8.99	4.38
4	Apport	13.65		13.65
	Pertes	7.45		11.72
	Bilan	6.2		1.93
5	Apport	5.68	9.1	9.1
	Pertes	3.83	3.41	4.53
	Bilan	1.85	5.69	4.57
6	Apport	7.84	15.7	15.7
	Pertes	8.58	11.05	10.31
	Bilan	- 0.74	4.65	5.39
7	Apport	11.94	5.68	14.29
	Pertes	4.58	4.43	6.26
	Bilan	7.36	1.25	8.03

par calcul de l'apport azoté; ceci à la prise en charge, après 7 jours de traitement et à 21 jours (Tableau 2).

Kt est obtenu à partir de la mesure de l'isotope 40 de K dans un Whole Body Counter qui répond au design de Miller (15). Le temps de comptage est de 20 minutes. Cette méthode est non

invasive puis qu'elle est basée sur la mesure de la radioactivité émise naturellement par  $^{40}\text{K}$  qui constitue le 0.018% du K existant dans la nature. La mesure est précise à  $\pm 5\%$ . On peut facilement relier MM à Kt par la formule de Forbes et Hirsch (7):

$$\text{Hommes: MM} = \text{Kt}/0.039102 \times 68.1$$

$$\text{Femmes: MM} = \text{Kt}/0.039102 \times 64.2$$

où MM est exprimée en kg et Kt en g. Avec MM dérivée de K (MM(K)) selon Forbes et Hirsch, on peut évaluer le tissu adipeux total (TAt) en la retranchant de P.

### 3. *Apport Journalier*

Le rattrapage nutritionnel a été fait par voie parentérale et/ou entérale par sonde nasogastrique (en alternance ou simultanément). L'alimentation parentérale a été réalisée avec le système Nutriflex<sup>®</sup> 32/750 (Vifor SA, Genève, Suisse) qui consiste en un récipient en PVC souple à deux compartiments et qui permet l'administration simultanée d'acides aminés, de glucose et d'électrolytes. Selon les cas des apports supplémentaires d'acides aminés ont dû être assurés à l'aide d'Aminoflex<sup>®</sup> (Vifor SA, Genève, Suisse). En plus, on a utilisé l'apport parentéral de lipides (Intralipid<sup>®</sup>, Vitrium, AB S-102 24 Stockholm).

L'apport moyen était de 0.27 g d'azote protidique/kg/jour et de 50 kcal/kg/jour.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats sont présentés dans le Tableau 3 et sont analysés selon le schéma suivant (Tableau 4):

1) Un Students't test pour déterminer statistiquement si les variations enregistrées entre 0 et 21 jours sont significatives ou pas.

2) Un test de corrélation linéaire pour voir quels paramètres suivent la même évolution de 0 à 21 jours de traitement.

3) Un test de corrélation pour voir quels paramètres sont associés parmi les différents malades à 0 et 21 jours.

Dans le Tableau 1, on peut voir que Kt mesuré à la prise en charge est toujours inférieur à Kt de référence, calculé selon l'âge, la taille et le sexe (12); un test de t confirme une atteinte signifi-

TABLEAU 3

## RESULTATS

Paramètres	P (kg)	CB (cm)		CMMB (cm)		PC (mm)		Kt (g)		o/o de l'état nutritionnel		Rattrapage nutritionnel o/o de 0 à 21	MM (K) (kg)		TAt (kg)			
		0	21	0	21	0	21	0	21	0	21		0	21	0	21		
1	VN	40.00	43.80	16.80	17.50	16.07	16.55	12.37	15.00	89.00	105.13	67.94	80.26	12.32	33.42	39.48	6.58	4.32
	o/o	100.00	109.50	100.00	104.17	100.00	102.99	100.00	121.26	100.00	118.12				100.00	118.11	100.00	65.65
2	VN	62.00	68.20	25.00	26.50	22.80	24.20	25.00	30.40	120.30	137.00	90.46	103.20	12.56	45.18	51.45	16.82	16.75
	o/o	100.00	110.00	100.00	106.00	100.00	106.14	100.00	121.60	100.00	113.88				100.00	113.86	100.00	99.58
3	VN	26.40	31.20	14.77	16.00	13.45	14.60	12.07	15.68	42.80	59.60	69.27	96.46	27.19	17.05	23.74	9.35	7.46
	o/o	100.00	118.18	100.00	108.33	100.00	108.55	100.00	129.91	100.00	139.25				100.00	139.26	100.00	79.79
4	VN	60.00	65.00	23.10	26.00	19.48	22.23	42.70	47.00	86.00	102.00	72.79	86.33	13.54	34.26	40.63	25.74	24.37
	o/o	100.00	108.33	100.00	112.55	100.00	114.12	100.00	110.07	100.00	118.60				100.00	118.60	100.00	94.68
5	VN	52.50	57.90	22.10	23.00	18.48	18.85	27.30	28.40	73.17	83.60	58.98	67.39	8.41	27.48	31.39	25.02	26.51
	o/o	100.00	110.29	100.00	104.07	100.00	102.00	100.00	104.03	100.00	114.25				100.00	114.26	100.00	105.96
6	VN	46.50	49.50	21.00	22.00	19.64	20.61	13.01	17.18	86.20	96.00	91.68	102.11	10.43	34.34	38.24	12.16	11.26
	o/o	100.00	106.45	100.00	104.76	100.00	104.94	100.00	132.05	100.00	111.37				100.00	111.36	100.00	92.60
7	VN	30.10	35.50	15.70	17.40	15.19	16.70	6.40	8.86	62.25	80.33	68.75	88.71	19.96	24.80	32.00	5.30	3.50
	o/o	100.00	117.94	100.00	110.83	100.00	109.94	100.00	138.44	100.00	129.04				100.00	129.04	100.00	66.04

VN = Valeur numérique.

o/o de l'état nutritionnel =  $Kt \text{ mesuré} \times 100 / Kt \text{ calculé}$ ;  $Kt \text{ calculé} = Kt \text{ selon l'âge, la taille et le sexe (Boddy } et \text{ al.)}$ .

TABLEAU 4

## ANALYSE DES RESULTATS

1) *Signification des variations observés de 0 à 21 jours (t test)*

P	n = 7	t = 11.79	p < 0.001
Kt	n = 7	t = 11.87	p < 0.001
MM (K)	n = 7	t = 11.51	p < 0.001
Atteinte de MM	n = 7	t = 5.56	0.01 > p > 0.001
CB	n = 7	t = 5.07	0.01 > p > 0.001
CMMB	n = 7	t = 4.10	0.01 > p > 0.001
ΣPC	n = 7	t = 6.27	p < 0.001
TAt	n = 7	t = 1.96	NS

2) *Corrélation d'évolution de 0 à 21 jours*

P-Kt	n = 7	r = 0.914	p < 0.01
P-CB	n = 7	r = 0.883	p < 0.01
P-CMMB	n = 7	r = 0.816	0.05 > p > 0.02
P-ΣPC	n = 7	r = 0.803	0.05 > p > 0.02
CB-CMMB	n = 7	r = 0.975	p < 0.01
CB-Kt	n = 7	r = 0.904	p < 0.01
CMMB-Kt	n = 7	r = 0.888	p < 0.01
ΣPC-Kt	n = 7	r = 0.787	0.05 > p > 0.02

3) *Association des paramètres à la prise en charge*

P-Kt	n = 7	r = 0.811	0.05 > p > 0.02
P-CB	n = 7	r = 0.978	p < 0.01
P-CMMB	n = 7	r = 0.929	p < 0.01
P-ΣPC	n = 7	r = 0.816	0.05 > p > 0.02
CB-CMMB	n = 7	r = 0.961	p < 0.01
CB-Kt	n = 7	r = 0.781	0.05 > p > 0.02
CMMB-Kt	n = 7	r = 0.890	p < 0.01
ΣPC-Kt	n = 7	r = 0.389	NS

4) *Association des paramètres à 21 jours*

P-Kt	n = 7	r = 0.756	0.05 > p > 0.02
P-CB	n = 7	r = 0.976	p < 0.01
P-CMMB	n = 7	r = 0.926	p < 0.01
P-ΣPC	n = 7	r = 0.839	0.02 > p > 0.01
CB-CMMB	n = 7	r = 0.960	p < 0.01
CB-Kt	n = 7	r = 0.705	NS
CMMB-Kt	n = 7	r = 0.821	0.05 > p > 0.02
ΣPC-Kt	n = 7	r = 0.422	NS

NS = Non significatif.

cative de la masse maigre (MM) chez tous nos malades ( $0.01 > p > 0.001$ ). Comme nous l'avons mentionné plus haut, Kt est notre critère de référence pour apprécier la valeur de l'anthropométrie. A partir de la mesure de Kt, il est possible d'évaluer la masse maigre (MM(K)) et par extrapolation le tissu adipeux total (TAt) qui est égal à:  $P-MM(K)$  (7, 8, 16). Il faut cependant être prudent lorsqu'on évalue MM(K) car la corrélation entre Kt et MM n'est pas tout à fait la même chez l'homme adulte en état de malnutrition que chez l'homme normal auquel s'applique la formule de Forbes et Hursch (7); probablement, la différence d'hydratation intracellulaire en est la cause première (17-19). Il est préférable de travailler avec Kt plutôt qu'avec MM(K) et nous n'avons utilisé cette dernière que pour calculer TAt. Dans ce travail, la valeur de Kt comme représentant de la masse maigre est renforcée par le bilan positif d'azote, garantie de la bonne utilisation de l'apport d'acides aminés, ce qui implique la croissance tissulaire ou, en d'autres termes, le rattrapage nutritionnel.

#### *Variations des Paramètres de 0 a 21 Jours de Traitement Nutritionnel*

La croissance tissulaire attendue selon le bilan positif d'azote est mise en évidence de façon significative par l'augmentation de Kt ( $p < 0.001$ ). MM(K) dérivée de la mesure de Kt montre aussi une augmentation très nette ( $p < 0.001$ ) et de même tous les paramètres mesurés directement: P ( $p < 0.001$ ), CB et CMMB ( $0.01 > p > 0.001$ ) et  $\Sigma PC$  ( $p < 0.001$ ). Seul TAt calculé d'après MM(K) ne varie pas significativement sur 21 jours de traitement nutritionnel, ce qui est en accord avec la littérature la plus récente (20, 21). On admet en général que TAt se rattrape globalement plus tard que MM, dès que les besoins en énergie nécessaires pour reconstruire la masse maigre ont diminué et qu'une fraction de l'énergie de l'apport peut alors être stockée sous forme de TA, composante essentielle du compartiment énergétique (11, 20). Cependant, TAS, dont le paramètre anthropométrique est  $\Sigma PC$ , augmente: ceci s'explique par une probable redistribution qui affecte TAt dès le début du rattrapage nutritionnel, en vue de reformer TAS, tissu d'isolation thermique qui a diminué au cours de la malnutrition et a subi une modification de sa répartition. Il faut signaler en outre que la quantité et la distribution de TAt sont fortement affectées par l'âge, le sexe, la maladie et l'état nutritionnel (20, 21). Dans notre travail, nous voyons que

TAt = P-MM(K) ne varie pas de façon significative et qu'il peut même diminuer au cours du rattrapage nutritionnel; néanmoins, il faut regarder cela dans les limites de la validité de calcul de MM(K).

### *Evolution des Paramètres, Analyse Comparative*

Pour comparer l'évolution des paramètres, il faut tout d'abord exprimer cette évolution en  $\%$  de la valeur à la prise en charge, à laquelle nous attribuons le 100%. Il faut ensuite considérer ce que signifie chaque donnée: P et Kt ont une valeur tridimensionnelle, alors que CB, CMMB et  $\Sigma$ PC doivent être rapportées au poids et à la taille (ici le poids à la prise en charge) de façon à balancer la variation biologique individuelle et à leur donner ainsi leur caractère unidimensionnel réel. P et Kt évoluent de manière comparable au cours du traitement ( $p < 0.01$ ) et l'on peut dire, si l'on admet que TAt ne varie pas dans notre population, que l'augmentation de P est une augmentation de MM. Les expressions anthropométriques de MM, CB et CMMB ont une évolution associée à celle de Kt ( $p < 0.01$ ) et associée à celle de P ( $p < 0.01$  pour CB et  $0.05 > p > 0.02$  pour CMMB).  $\Sigma$ PC, expression anthropométrique de TAS, a un rattrapage associé à celui de Kt et par conséquent à celui de P ( $0.05 > p > 0.02$ ).

Les deux mesures de la masse musculaire, CB et CMMB ont une évolution identique,  $r = 0.975$  ( $p < 0.01$ ).

Ces résultats tendent à indiquer que, lors des trois premières semaines de rattrapage nutritionnel, la prise de poids observée est due avant tout à la croissance de la masse maigre et l'augmentation de TAS renforce l'hypothèse de la redistribution de TAt. Les mesures anthropométriques permettent de déceler ces phénomènes.

### *Corrélations Transversales Avant et Après le Traitement*

L'intérêt d'une étude de corrélation transversale est de connaître le rapport que les déterminations anthropométriques qui les représentent ont entre elles. Kt est proportionnel à P avant et après le traitement ( $0.05 > p > 0.02$ ), ainsi que CB et CMMB ( $p < 0.01$ ). La corrélation entre CMMB et Kt n'est pas la même avant le traitement ( $p < 0.01$ ) et après ( $0.05 > p > 0.02$ ), mais Kt représente la masse cellulaire maigre musculaire et non musculaire (viscérale), qui sont affectées chacune différemment selon le degré et le type clinique de malnutrition. Il en va de même pour

CB et Kt, ( $0.05 > p > 0.02$  avant le traitement et NS après), d'autant plus que CB est affectée par PC tricépitale qui augmente au cours du rattrapage mais est aussi fonction des nombreux facteurs influençant le compartiment adipeux (11, 20). Il n'y a d'ailleurs pas de proportionnalité entre Kt et  $\Sigma$ PC ni avant ni après le traitement, alors qu'il y en a une entre P et  $\Sigma$ PC ( $0.05 > p > 0.02$  avant et  $0.02 > p > 0.01$  après). On peut déduire de ceci qu'il n'y a pas proportionnalité entre TAS et MM. De nouveau, CB et CMMB sont en étroite corrélation avant et après le traitement ( $p < 0.01$ ).

En résumé, au cours du rattrapage nutritionnel, le rattrapage du compartiment protidique (ou MM) est prioritaire et indépendant vis-à-vis du compartiment énergétique (ou TAt) qui ne montre qu'une redistribution en faveur de TAS.

L'augmentation du poids est avant tout l'expression de la croissance de MM, ce que corroborent CB et CMMB dont le comportement est suffisamment parallèle pour qu'il soit possible d'utiliser indifféremment l'une ou l'autre lorsque l'on cherche à évaluer MM et son évolution.

### CONCLUSION

On a traité une population atteinte d'une forme grave de malnutrition. L'efficacité et l'impact de l'apport nutritionnel sont mis en évidence par les variations, statistiquement significatives, des déterminations cliniques et de laboratoire.

Le bilan d'azote positif (Tableau 2) et l'augmentation significative du Kt sont des données sans équivoque du rattrapage nutritionnel: bonne utilisation nette de protéines (UNP), ainsi que de l'apport d'acides aminés, et de la récupération de la masse tissulaire perdue. Le rattrapage du compartiment protidique est prioritaire tandis que le compartiment énergétique ne subit qu'une redistribution en faveur du tissu adipeux de surface (TAS).

La mesure hebdomadaire de la CB liée à un contrôle journalier de l'évolution pondérale se révèle être particulièrement intéressante pour connaître la qualité du rattrapage nutritionnel, lorsque les moyens de contrôle plus sophistiqués ne sont pas disponibles (whole-body-counter, bilan d'azote, etc.).

Dans la mesure où il n'y a pas d'œdème pour tromper ses déterminations, l'anthropométrie peut sans doute rendre un grand service pour évaluer le résultat d'une réanimation alimentaire. En

outré, l'anthropométrie se signale par sa simplicité pratique, sa précision acceptable lorsqu'elle est soigneusement faite et son respect du malade; le fait qu'elle ne coûte pratiquement rien n'est pas négligeable à l'heure actuelle.

#### SUMMARY

##### NUTRITIONAL REHABILITATION AND ASSESSMENT OF NUTRITIONAL STATUS

##### VALIDITY OF ANTHROPOMETRIC MEASURES FOR MONITORING CHANGES IN THE NUTRITIONAL STATUS AND BODY COMPARTMENTS OF HOSPITALIZED PATIENTS DURING NUTRITIONAL CATCH-UP

A population suffering from a serious form of malnutrition was examined. The effectiveness of nutritional rehabilitation is demonstrated by the statistically significant changes observed in clinical and laboratory indicators.

Several anthropometric measurements related to nutritional status are also compared with total body potassium (TBK) in patients with a positive nitrogen balance during the process of nutritional rehabilitation.

It is concluded that weight (W), arm circumference (AC), middle arm muscle circumference (MAMC) and skinfold thickness (ST) measures are useful, and sufficiently accurate and precise to follow the evolution of nutritional status and body compartments.

#### REMERCIEMENTS

Nous remercions pour leur collaboration les Professeurs A. Müller (Département de Médecine), E. Loizeau (Division de Gastroentérologie et Nutrition) et A. Donath (Division de Médecine Nucléaire), et le Docteur Roth (Laboratoire Central de Chimie Clinique), et pour leur appui: Vifor (Genève, Suisse) et le "stiftung zur Förderung der Ernährungsforschung in der Schweiz".

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Bistrian, B. R., G. L. Blackburn & N. S. Scrimshaw. Malnutrition: cellular immunity in the hospitalized patients. *Abs. Clin. Res.*, 21: 972, 1973.

2. Waterlow, J. C. & A. E. Harper. Assessment of Protein Nutrition. In: **Total Parenteral Nutrition: Premises and Promises**. H. Ghadimi (Ed.). New York, N. Y., John Wiley & Sons, 1975.
3. Vázquez, P. E. Comment évaluer l'état nutritionnel d'un malade au cabinet médical. **Med. et Hyg.**, **39**: 293-295, 1981.
4. Vázquez, P. E. L'urgence nutritionnelle et son évaluation en médecine interne. **Revue Suisse Praxis de Médecine**, Nr. **32**: 1391, 1981.
5. Forse, R. A. & H. M. Shizgal. Serum albumin and nutritional status. **Parenteral and Enteral Nutrition**, **4**: 5, 450-454, 1980.
6. Shizgal, H. M. The use of body composition measurements to assess the efficacy of parenteral nutrition. In: **Advances in Parenteral Nutrition**. I.D.A. Johnston (Ed.). England, MTP Press, 1978.
7. Forbes, G. B. & J. B. Hursch. Age and sex trends in lean body mass calculated from  $^{40}\text{K}$  measurements: with a note on the theoretical basis for the procedure. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, **110**: 225, 1963.
8. Goode, A. W. & T. Hawkins. The use of  $^{40}\text{K}$  counting and its relationship to other estimates of lean body mass. In: **Advances in Parenteral Nutrition**. I.D.A. Johnston (Ed.). England, MTP Press, 1978.
9. Standard, K. L., V. G. Willis & J. C. Waterlow. Indirect indicators of muscle in malnourished infants. **Am. J. Clin. Nutr.**, **7**: 271, 1959.
10. Jelliffe, D. B. **The Assessment of the Nutritional Status of the Community**. Geneva, WHO, 1966 (Monograph Series No. 53).
11. Alleyne, G. A. O., R. W. Hay, D. Picou, J. P. Stanfield & R. G. Whitehead. **Protein-Energy Malnutrition**. London, Ed. Arnold, 1977.
12. Boddy, K., *et al.* Measurement of total body potassium with a shadow shield whole body counter: calibration and errors. **Phys. Med. Biol.**, **16**: 275, 1971.
13. Durnin, J. V. & M. M. Rahaman. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. **Brit. J. Nutr.**, **21**: 681, 1967.
14. Archibald, R. M. Nitrogen by Kjeldahl method. **Standard Methods of Clinical Chemistry**. Vol. II. New York, N. Y. Academic Press Inc., 1958.
15. Miller, C. E. An experimental evaluation of multiple crystal arrays and simple crystal techniques. **Proceeding of the Sympos. on Whole-Body-Counting, Vienna, 1962**, p. 81-120.
16. Talso, P. J. Exchangeable potassium as a parameter of body composition. **Metabolism**, **9**: 456, 1960.
17. Gopalan, C. P. S., P. S. Venkatachalam & S. G. Srikantia. Body composition in nutritional edema. **Metabol. Clin. Exptl**, **2**: 335, 1953.
18. Moore, F. D., J. D. Olesen, H. McMurrey, V. Parker, M. R. Ball & C. M. Boyden. **The Body Cell Mass and Its Supporting Environment**. Phila-

- delphia, W. B. Saunders, 1963, p. 22.
19. Bernard, R. W. & W. M. Stahl. Total body potassium as a guide to parenteral alimentation. *Ann. Surg.*, **178**: 559, 1973.
  20. Barac Nieto, M., G. B. Spurr, D. H. Lotero, M. G. Maksud & H. W. Dahners. Body composition during nutritional repletion of severely undernourished men. *Am. J. Nutr.*, **32**: 981-991, 1979.
  21. Barac Nieto, M., G. B. Spurr, H. Lotero & M. G. Maksud. Body composition in chronic undernutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 23-40, 1978.

## **COSTO-EFECTO SOCIAL DE DOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DEL NIÑO DESNUTRIDO, EN CHILE<sup>1</sup>**

*Elena Gómez A.<sup>2</sup>, Eduardo Atalab S.<sup>3</sup> y Bernardo Salinas S.<sup>4</sup>*

**Facultad de Medicina, División de Ciencias Médicas Norte,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile**

### **RESUMEN**

**Con el propósito de evaluar la eficiencia médica y económica de dos alternativas en la recuperación del desnutrido, se estudiaron 745 niños atendidos en un programa ambulatorio que comprende control de salud, suplementación alimentaria y educación; y 420 pequeños que asistían a Jardines Infantiles estatales, donde se les proporciona alimentación adecuada, estimulación psicomotora de acuerdo a su edad, y atención de salud.**

---

**Manuscrito modificado recibido: 6-5-83.**

- 1** Esta investigación fue parcialmente financiada por el Consejo Nacional para la Alimentación y Nutrición (CONPAN), Ministerio de Salud, Santiago, Chile.
- 2** Profesor Auxiliar, Nutricionista Licenciada en Salud Pública, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, División Ciencias Médicas Norte, Universidad de Chile, Independencia 1027, Santiago, Chile.
- 3** Profesor Asociado y Médico Pediatra del mismo Departamento.
- 4** Investigador Adjunto, Economista, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, División de Ciencias Médicas Norte, ya citada.

El análisis de la evolución nutricional se hizo aplicando la relación peso/talla según las tablas del NCHS/OMS. En ambos programas, menos del 50% de los que padecían de déficit leve se recuperan, proporción que es aún menor en los deficitarios más avanzados. En aquéllos que logran la normalidad, el tiempo promedio de recuperación es mayor en el programa ambulatorio, especialmente en el caso de los deficitarios moderados. Al corregir el tiempo por la probabilidad de recuperación en cada sistema, se acentúa la ventaja de los Jardines Infantiles donde la recuperación de un desnutrido moderado tarda, en promedio, 33.2% de menos tiempo.

El costo social niño/día resultó ser sustancialmente menor en el programa ambulatorio. Al integrar este aspecto con el tiempo promedio de recuperación corregido, se obtiene el costo-efecto social de la recuperación, el que claramente es más ventajoso en el programa ambulatorio para todos los grados y edades, a excepción del desnutrido moderado menor de dos años para quien los Jardines Infantiles serían la alternativa más eficaz de tratamiento.

Este tipo de análisis es un aporte a la evaluación de programas médico-sociales, ya que permite optimizar el uso de los recursos, determinando de acuerdo a la edad y diagnóstico nutricional de ingreso, la mejor alternativa de tratamiento para cada caso.

## INTRODUCCION

Las condiciones socioeconómicas y culturales de los países en desarrollo, que caracterizan a Chile, determinan la situación de desnutrición infantil prevalente en nuestro medio. La toma de conciencia acerca de este fenómeno ha implicado que en el último decenio, la política de salud del Supremo Gobierno haya otorgado la mayor prioridad a la prevención y tratamiento de esta patología social. Es así que para el quinquenio 1976-1980, se estableció entre otras metas, la de "disminuir las tasas de prevalencia de déficit nutricional moderado y avanzado a menos del 20%, en niños de 0-5 años" (1).

Para alcanzar dichos objetivos, el país ha invertido grandes recursos en la implementación de programas de control de salud, atención integral y recuperación de niños con déficit nutricional (2). Producto de este esfuerzo ha sido el descenso sostenido de la tasa global de desnutrición que, de 15.9% en 1976 se redujo a 11.5% en 1980, siendo más impactante este descenso en los grados moderado y avanzado que, de 3.8% han disminuido a 1.6% en igual período (2).

Todo este impulso hacia las acciones en favor del niño

desnutrido ha despertado interés por evaluar su efecto, centrado principalmente en estudios de los indicadores antropométricos o en el tiempo requerido para la recuperación (3-8). Algunos autores han planteado nuevas modalidades de atención del niño con déficit nutricional, dando énfasis a aspectos operativos como la educación y participación de las madres o el fortalecimiento del equipo multiprofesional que atiende al desnutrido y su familia, con el fin de obtener mejores efectos (3-7).

Existe información relativa al efecto de los programas y acciones ejecutadas, pero no se ha abordado con igual intensidad el estudio de su costo social. Si consideramos la inversión en programas de atención del niño desnutrido como una forma de redistribuir los ingresos, puesto que está orientada fundamentalmente a los sectores más desposeídos, creemos que tales programas deben ser evaluados mediante un análisis de costo-efecto social.

Esta metodología ha sido diseñada para evaluar proyectos sociales que, por definición, no persiguen rentabilidad sino más bien lograr el objetivo social, al costo mínimo. La evaluación planteada tiene como fin determinar el valor que la sociedad asigna al uso alternativo de los recursos empleados en un proyecto dado. En este caso, se pretende definir los "costos sociales", es decir, el valor de los bienes que habrían generado los recursos en otras actividades, si no estuviesen asignados al funcionamiento de sistemas de recuperación de niños desnutridos (9).

Entre las diversas alternativas existentes para el tratamiento del niño con déficit nutricional, de acuerdo a la gravedad del daño y edad, hemos elegido para nuestro estudio los dos sistemas que a continuación se describen:

1. Programa ambulatorio, que comprende control de salud, educación alimentaria y suplementación mediante la entrega de alimentos calórico-proteínicos a base de harina de soya, cereales y leche.
2. Centros abiertos de atención diurna, donde se proporciona al niño una alimentación adecuada, estimulación de acuerdo a su edad, y atención en materia de salud.

#### MATERIAL Y METODOS

Con miras a evaluar la eficiencia médica y económica de estas

dos alternativas, durante 1979 se estudió la evolución de un grupo de niños atendidos en el sistema ambulatorio, y otro que asistía a los Jardines Infantiles, en la Región Metropolitana.

El primero de los programas corresponde a un Subprograma del Sistema Nacional de Servicios de Salud, cuya cobertura alcanza aproximadamente a 105,000 niños menores de seis años, y que se lleva a cabo a través de más de 2,000 establecimientos periféricos de atención primaria.

El estudio se realizó en una muestra obtenida en forma aleatoria de las fichas antropométricas de 745 niños ingresados a control de desnutrición en el primer semestre de 1979, en los Consultorios Julio Acuña, Renca, Eneas Gonel, La Faena y Albertz de la Región Metropolitana. El seguimiento de la evolución comprendió un período de 18 meses.

El sistema de centros abiertos de atención diurna, está representado por la red estatal de Jardines Infantiles y Salas Cunas de la Junta Nacional de Jardines Infantiles, con una cobertura de 45,000 niños (lactantes y preescolares), de cuyo total aproximadamente 9,000 acusan algún grado de desnutrición.

Para el estudio de los niños atendidos en este segundo sistema, la propia institución seleccionó una muestra de 420 menores ingresados en marzo de 1979 con diagnóstico de desnutrición, en los Jardines pertenecientes a las Delegaciones Norte, Sur, Oriente y Occidente de la Región Metropolitana. En este caso, el seguimiento se extendió por el período de duración del año lectivo (10 meses).

En ambos casos, se consideró como variable de exclusión el peso de nacimiento inferior a 2,500 g, y la presencia de patología congénita o crónica que afectara el proceso de crecimiento y desarrollo normal.

El estado nutricional se catalogó de acuerdo al índice peso/talla, teniendo como padrón de normalidad el percentil 50 de las Tablas del NCHS/OMS (10). El criterio de clasificación del déficit fue el siguiente: *leve*, en el rango comprendido entre 95 y 86<sup>o</sup>/o, *moderado*, entre 85 y 76<sup>o</sup>/o, y *grave*, menos de 76<sup>o</sup>/o de la relación peso/talla. Se consideró como *normal* un valor de 96 a 110<sup>o</sup>/o y como *sobrepeso*, cuando este indicador superaba el 110<sup>o</sup>/o.

En cada programa se calculó la proporción de niños que alcanzó la normalidad durante su permanencia en el programa (probabilidad de recuperación) y el tiempo promedio en que ésta se lograba. En vista de que un bajo porcentaje alcanza la normalidad,

se determinó el tiempo promedio de recuperación parcial para cada cambio de grado, o sea, de déficit moderado a leve, y de leve a normal.

Ambos aspectos se integraron en un solo indicador denominado "tiempo promedio de recuperación corregido por probabilidad de recuperación", en el cual se castigó el tiempo promedio en que ocurre el cambio de grado en función de la proporción de niños que no se recuperan e, incluso, se deterioran durante el seguimiento. Se utilizó como criterio, el siguiente: para aquéllos que se mantienen en el déficit de ingreso, se sumó el tiempo promedio de permanencia real y el tiempo promedio del grupo que se recuperó; en los casos de deterioro, se aplicó el promedio de permanencia más dos veces el tiempo promedio de cambio de grado, asumiendo que el niño que sufre un deterioro debería permanecer un tiempo similar a aquél en que se produce el cambio de grado para alcanzar la situación de ingreso, necesitando además el tiempo promedio del grupo que alcanzó la normalidad para egresar recuperado.

Con el fin de evaluar ambos sistemas en términos económicos, se calculó el costo social niño/día, que luego se relacionó con la evaluación médica (tiempo promedio de recuperación corregido por probabilidad de recuperación), determinándose así la mejor alternativa en términos de costo-efecto social, para cada grado de desnutrición y grupo etario.

En el análisis estadístico se utilizaron las pruebas de "t", de Student y Ji (Chi) cuadrado ( $X^2$ ), aceptándose como diferencias significativas con una  $P < 0.05$  (11).

Se pretende determinar cuál sistema presenta la más adecuada relación de costo-efecto social en la recuperación de niños desnutridos de diferentes grados y edades, con el fin de establecer la mejor alternativa de tratamiento para cada caso y, a la vez, optimizar el uso de los recursos asignados a estas acciones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La distribución al ingreso demostró una situación similar en ambos grupos (Tabla 1); alrededor del 55% de los menores son desnutridos leves; entre 10 y 15% acusan un déficit moderado, y sólo un pequeño porcentaje menor de 2% son desnutridos graves. Llama la atención el hecho de que un 30.2% de los beneficiarios sean calificados en rango de normalidad según peso/talla.

TABLA 1

## DISTRIBUCION SEGUN RELACION PESO/TALLA AL INGRESO

Rel. peso/talla o/o	Prog. ambulatorio		Jardines Infantiles		Total	
	n	o/o	n	o/o	n	o/o
> 96	239	32.1	113	27.0	352	30.2
86 - 95	406	54.4	236	56.1	642	55.1
76 - 85	87	11.7	65	15.5	152	13.1
< 75	13	1.8	6	1.4	19	1.6
Total	745	100.0	420	100.0	1,165	100.0

$\chi^2 = 5.65$ ; NS.

La explicación radica en que el criterio diagnóstico de ingreso que se utiliza por norma es la relación peso/edad, la cual no discrimina entre desnutrición activa y secuelas nutricionales (talla baja). Por lo tanto, se trataría de niños con secuelas de desnutrición en quienes los beneficios obtenidos de la atención pueden considerarse improductivos.

En la Tabla 2 se analiza la relación peso/talla al egreso en aquellos beneficiarios que ingresaron con déficit leve. Según puede apreciarse, en ambos programas menos del 50% de los desnutridos se recuperan durante el período observado, aunque la probabilidad de recuperación es significativamente mayor en el programa de Jardines Infantiles. En general, se observa también una alta frecuencia de mantención en la categoría inicial e, incluso, deterioro, siendo esta situación más frecuente en el programa ambulatorio.

En consecuencia, los menores con desnutrición leve atendidos en este último sistema, evolucionan en forma significativamente más desfavorables con respecto a los niños atendidos en los Jardines Infantiles.

Para los déficits más acentuados (Tabla 3) la probabilidad de recuperación en general es menor, ya que menos de un tercio de los beneficiarios alcanza la normalidad o el sobrepeso. La evaluación global no reveló diferencias significativas entre ambos programas, aun cuando la proporción de aquéllos con mejoría parcial es

TABLA 2

ESTADO NUTRICIONAL AL EGRESO, EN NIÑOS INGRESADOS  
CON DEFICIT LEVE DE LA RELACION PESO/TALLA

Estado nutricional al egreso	Programa ambulatorio	Jardines Infantiles	Total o/o
	o/o	o/o	
Sobrepeso	2.2	0.9	1.7
Normal	32.3	47.6	37.9
Déficit leve	56.9	48.9	54.0
Déficit moderado	8.6	2.6	6.4
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

$$X^2 = 21.35; P \ll 0.01.$$

más alta en los Jardines Infantiles y la normalidad es mayor en los consultorios. El riesgo de que los niños mantengan el déficit a su ingreso o caigan en un mayor deterioro, sin embargo, es similar en ambos sistemas.

En el análisis de la evolución nutricional se debe tener presente el diferente aporte calórico que los niños reciben en uno y otro programa. Mientras que en el programa ambulatorio el suplemento pretende cubrir aproximadamente 200/o de las calorías recomendadas, la dieta establecida por la Junta Nacional de Jardines Infantiles se propone aportar 800/o de las calorías requeridas de acuerdo a la edad. Curiosamente, este mayor aporte no se refleja en una evolución sustancialmente mejor de los niños que asisten a Jardines Infantiles. La explicación podría ser que la atención institucional no siempre permite dedicar todo el cuidado que requieren en términos de estimulación sensoafectiva, especialmente en los tiempos de alimentación, con lo cual se ve afectada la ingesta real. Agrava esta situación la escasa variedad de la dieta, tanto en consistencia como en lo que a su valor sávido se refiere, lo que bien podría contribuir al rechazo de los alimentos. Debemos considerar también la evidencia de que el aporte real es insuficiente, ya que no cumple a cabalidad con lo programado (12, 13). Por otra parte, el mayor riesgo de enfermedades infecto-contagiosas a que están expuestos los niños en los Jardines Infantiles,

TABLA 3

**ESTADO NUTRICIONAL AL EGRESO, DE NIÑOS INGRESADOS  
CON DEFICIT MODERADO Y GRAVE DE LA RELACION  
PESO/TALLA**

Estado nutricional al egreso	Programa ambulatorio o/o	Jardines Infantiles o/o	Total o/o
Sobrepeso	6.0	5.5	5.8
Normal	25.0	12.5	19.9
Déficit leve	47.0	65.3	54.4
Déficit moderado	21.0	15.3	18.7
Déficit grave	1.0	1.4	1.2
Total	100.0	100.0	100.0

$\chi^2 = 6.31$ ; NS.

también podría estar afectando la capacidad de utilización biológica de los nutrientes que se les ofrecen.

Tan importante como la probabilidad de recuperación o mejoría, es el tiempo en que ésta se logra, por lo que se determinó el promedio de días en que ocurre el cambio de grado. Esta información se expone en la Tabla 4, observándose que, en general, en los Jardines Infantiles la recuperación demanda menor tiempo, aunque no todas las diferencias alcanzan significación estadística, dada la magnitud del coeficiente de variación (DE) y el reducido tamaño de muestra en algunos grupos etarios.

Los resultados son comparables con los datos de evolución de niños atendidos en forma ambulatoria en el Area de Coronel (5), donde se observó que, en promedio, mejorar de grado moderado a leve demoraba 135 días, mientras que la recuperación de leve a eutrófico requería 150 días.

En ambos programas la probabilidad de recuperación es relativamente baja y se relaciona en forma inversa con el grado de déficit nutricional. La probabilidad de mantención del déficit, e incluso el deterioro del estado nutricional al ingreso, es muy frecuente.

La eficacia global del programa depende tanto de la probabi-

TABLA 4

**TIEMPO PROMEDIO DE RECUPERACION (DIAS) SEGUN  
PESO/TALLA, POR EDAD**

Edad meses	Cambio de peso/talla	Programa ambulatorio		Jardines Infantiles		P
		Días $\bar{x}$	DE	Días $\bar{x}$	DE	
0-5	Moderado a leve	84.7	69.8	31.5	0.6	< 0.05
	Leve a normal	77.9	60.1	105.2	55.3	NS
6-11	Moderado a leve	91.3	73.9	42.6	15.4	< 0.05
	Leve a normal	81.7	68.7	58.0	38.2	NS
12-23	Moderado a leve	79.0	61.1	59.3	28.1	NS
	Leve a normal	113.5	85.7	85.8	55.5	< 0.05
24-71	Moderado a leve	104.7	86.1	63.9	49.9	$\ll$ 0.01
	Leve a normal	117.2	98.4	81.1	56.2	$\ll$ 0.01

lidad de recuperación como del tiempo necesario para alcanzarla. Al integrar ambos aspectos se obtuvo el indicador "tiempo promedio de recuperación corregido por probabilidad de recuperación", el cual determina ventajas evidentes a favor del programa de Jardines Infantiles (Tabla 5) que muestra más eficiencia para todos los grados. El mejoramiento de grado de un desnutrido moderado demora en promedio 33.70/o menos tiempo y la recuperación de uno con desnutrición leve, 32.80/o menos de lo que exigiría el programa ambulatorio.

Al efectuar el análisis por edad, se observa que el programa de Jardines Infantiles mantiene una situación favorable en todos los grados y edades, a excepción del desnutrido leve menor de seis meses (Tabla 6).

La estructura de costos sociales por niño/día se presenta en la Tabla 7. Por tratarse de programas de atención ambulatoria y abierta, se agregó al costo institucional otros costos derivados de la permanencia del niño en el hogar (alimentos, valoración social del tiempo de la madre).

TABLA 5

TIEMPO PROMEDIO DE RECUPERACION (DIAS) SEGUN PESO/TALLA,  
CORREGIDO POR PROBABILIDAD DE RECUPERACION

Cambio en peso/talla	Programa ambulatorio días $\bar{x}$	Jardines Infantiles días $\bar{x}$
Moderado a leve	154.1	102.1
Leve a normal	265.2	178.1
Total	419.3	280.2

TABLA 6

TIEMPO PROMEDIO DE RECUPERACION (DIAS) SEGUN PESO/TALLA,  
CORREGIDO POR PROBABILIDAD DE RECUPERACION, POR EDAD

Edad meses	Cambio de peso/talla	Programa ambulatorio días $\bar{x}$	Jardines Infantiles días $\bar{x}$
0-5	Moderado a leve	93.7	31.5
	Leve a normal	239.6	164.0
6-11	Moderado a leve	210.3	44.6
	Leve a normal	269.0	157.8
11-23	Moderado a leve	126.6	65.4
	Leve a normal	245.3	165.0
24-71	Moderado a leve	179.5	128.7
	Leve a normal	297.1	183.7

TABLA 7

ESTRUCTURA DE COSTOS SOCIALES NIÑO/DIA, POR PROGRAMA  
(\$ DICIEMBRE, 1979\*)

Item	Programa ambulatorio		Jardines Infantiles	
	\$	o/o	\$	o/o
Alimentación	2.1	3.3	15.4	9.5
Remuneraciones	1.8	2.9	110.4	67.9
Costo capital activos	0.1	0.2	15.7	9.6
Distribución y otros	0.1	0.2	5.3	3.2
Costos en hogar	58.6	93.4	15.9	9.8
<b>Total</b>	<b>62.7</b>	<b>100.0</b>	<b>162.7</b>	<b>100.0</b>

\* En esa época un dólar de los EUA = \$39 pesos chilenos.

La estructura de costos refleja fielmente las diferentes características de ambos programas; mientras que la atención ambulatoria consiste básicamente en una suplementación alimentaria cuyo costo institucional es muy bajo (6.60/o del costo total), el programa de Jardines Infantiles destaca el peso de los costos institucionales y, dentro de ellos, el item Remuneraciones, con 67.90/o del costo social total.

En vista de que en el niño menor de dos años, la desnutrición afecta el desarrollo psicomotor y que los costos sociales reales obtenidos no consideraban especialmente esta situación, se realizó una estimación del costo social por niño/día necesario para la recuperación integral, separando el aspecto físico y el psicomotor. Se trabajó sobre la base de dos considerandos:

- El programa ambulatorio no tiene como objetivo explícito actuar sobre el desarrollo psicomotor.
- Los lactantes recuperados en el programa alternativo no alcanzan la normalidad en desarrollo psicomotor, aun cuando se encuentran físicamente recuperados.

Los costos sociales reales se vieron aumentados por otros "estimados" para desarrollar actividades de estimulación tendientes a la recuperación integral del menor de dos años. En el caso del programa ambulatorio se contempló la educación y el adiestramiento de las madres en técnicas de estimulación psicomotora, y la entrega de un manual para este efecto. En cambio, para los Jardines Infantiles se estimó un mayor gasto institucional proporcional al grado de déficit psicomotor que presentaban los menores de dos años que alcanzaron la normalidad en peso/talla.

Los costos sociales así obtenidos permiten homologar estrictamente el costo-efecto social de ambos sistemas de tratamiento.

El costo social de niño/día, para que logre la recuperación integral resulta ser significativamente menor en el programa ambulatorio, tanto para el grupo de lactantes como para el preescolar, alcanzando un valor cercano a la mitad del costo social del programa de Jardines Infantiles (Tabla 8).

TABLA 8

**COSTOS SOCIALES NIÑO/DÍA, ESTIMADOS PARA LOGRAR LA  
RECUPERACION INTEGRAL, POR GRUPO ETARIO  
(\$ DICIEMBRE, 1979\*)**

Edad meses	Programa ambulatorio %/o	Jardines Infantiles \$
0-23	115.2	222.1
24-71	62.7	162.7

\* En esa época un dólar de los EUA = \$39 pesos chilenos.

Al integrar la eficiencia del tratamiento, desde el punto de vista médico, y la eficiencia económica expresada en el costo social niño/día, se obtiene el costo-efecto social de su recuperación integral (costo social diario x tiempo promedio corregido). En la Tabla 9 se observa que existen ventajas comparativas del programa ambulatorio en la recuperación del desnutrido leve en todos los grupos etarios y para el preescolar desnutrido moderado. El programa de Jardines Infantiles, en cambio, se muestra más ventajoso

sólo en el tratamiento y mejoría parcial de los lactantes con desnutrición moderada.

En general, el costo-efecto social de la recuperación integral tiene menor eficiencia en el programa de Jardines Infantiles, donde, alcanzar el mismo efecto que en el programa ambulatorio, tiene un costo social de 38.50/o mayor.

La metodología planteada constituye un nuevo aporte a la evaluación de acciones médico-sociales, como es la intervención nutricional que, aun cuando no persigue rentabilidad, debe ser medida en su eficiencia económica y efectividad en salud. Esto permite optimizar la asignación de los recursos de acuerdo a los resultados y, al mismo tiempo, señalar la orientación del beneficiario hacia la alternativa de tratamiento más eficaz, de acuerdo al diagnóstico nutricional, y la edad del niño.

TABLA 9

COSTO—EFECTO SOCIAL DE LA RECUPERACION, POR EDAD  
(\$ DICIEMBRE, 1979)

Edad meses	Cambio de peso/talla	Programa ambulatorio \$	Jardines Infantiles \$
0-5	Moderado a leve	10,794	6,996
	Leve a normal	27,602	36,440
6-11	Moderado a leve	24,227	9,910
	Leve a normal	30,989	35,063
12-23	Moderado a leve	14,584	14,532
	Leve a normal	28,259	36,663
24-71	Moderado a leve	11,255	20,939
	Leve a normal	18,628	29,888

\* En esa época un dólar de los EUA = \$39 pesos chilenos.

## SUMMARY

SOCIAL COST—EFFECTIVENESS OF TWO ALTERNATIVES FOR  
THE TREATMENT OF MALNUTRITION IN CHILE

Two approaches in the care of malnourished children were evaluated in order to ascertain both their medical and economical effectiveness. One was a group of 745 children under an ambulatory nutritional rehabilitation program that included health care, supplementary foods and nutrition education; a second group of 420 children attended Day Care Centers (8 hours a day and five days per week) where they received a balanced diet, psychomotor stimulation according to age, and health care.

The evolution of nutritional status was followed up and plotted against the NCHS/WHO weight-for-height tables. The rate of recovery was unsatisfactory; below 50% in mild cases of malnutrition, and even less in the more severe cases. The average length of time for attaining normality was longer for moderate malnutrition and for the ambulatory program. When the calculation included a correction for the probability of recovery for each system, the advantage of the Day Care Centers became even more evident: the mean length of time for recovery was 33.2% less than the ambulatory program.

The social cost per child, per day, was substantially lower in the ambulatory program. The integral calculus of social cost per child, per day, and the corrected mean time for recovery provided the social cost-effectiveness of nutritional recovery. This figure was clearly advantageous for the ambulatory program for all ages and degrees of malnutrition, exception made for moderately malnourished children below two years of age. In this case, the Day Care Centers appeared to be the most effective therapeutic alternative.

This type of analysis is a contribution to the evaluation of medico-social programs for the recuperation of malnutrition. The advantage lies in the fact that it allows an optimization in the allocation of resources, when the previous step is the choice of best therapeutic alternative based upon the patient's age and nutritional status.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su sincero reconocimiento al Sr. Jorge Rodríguez, por su inestimable colaboración en los análisis estadísticos. Asimismo, agradecen a la Sra. Ximena Pino su trabajo de transcripción del manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ministerio de Salud. Departamento Programa de las Personas. Salud Infantil, Programa de Salud del Niño y del Adolescente – Chile, 1976-1980.
2. González, N. & H. Sánchez. CONPAN y el Problema Nutricional en Chile. *Cuadernos Médico Sociales*, **21**(4): 7, 1980.
3. Puentes, R., S. Ibáñez, E. Isla & M. E. Mejías. Desnutrición proteínocalórica severa del lactante. *Bol. Med. Hosp. Infantil*, **36**(4): 701, 1979.
4. Cruz Melo, A., M. Barría *et al.* Análisis de los siete primeros meses de funcionamiento del Centro de Rehabilitación de Lactantes Desnutridos de Quilicura. *Pediatría (Santiago)*, **19**: 59, 1976.
5. Asenjo, S., E. Molina & G. Boggiano. Evaluación del uso de alimentos complementarios en desnutridos en el Area de Coronel – Convenio Ministerio de Salud-Ofasa. *Cuadernos Médico Sociales*, **20**(4): 40, 1979.
6. Véjar, L., R. Puentes, H. Guajardo *et al.* Programa de nutrición infantil Area Sur Oriente de Santiago. Evolución al año de trabajo. *Rev. Chile. Pediat.*, **46**: 523, 1975.
7. Puentes, R., M. Morales *et al.* Desnutrición calórico-proteica severa del lactante. Evaluación de actividades de recuperación. *Rev. Chile. Pediat.*, **48**: 193, 1977.
8. Radrihan, M. E., E. Atalah & E. Fernández. Costo de recuperación del lactante desnutrido en un servicio hospitalario especializado. *Pediatría (Santiago)*, **22**: 122, 1979.
9. Atalah, E., E. Gómez, B. Salinas *et al.* Evaluación Integrada de los Sistemas de Recuperación de Desnutridos. Primer Informe. Diseño de Detalles. Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina – CONPAN, Ministerio de Salud. Santiago-Chile. Agosto, 1980.
10. Organización Mundial de la Salud. *Guía para la Medición del Efecto Nutricional en un Programa de Alimentación Suplementaria Destinado a Grupos Vulnerables (con referencia especial a las operaciones del Programa Mundial de Alimentos)*. Ginebra, OMS, junio de 1980 (WHO/FAP 79.1).
11. Snedecor, G. & W. Cochran. *Statistical Methods*, 6th ed. Ames, Iowa, the Iowa State University Press, 1972.
12. Pak, N., H. Araya *et al.* Valor nutritivo de la dieta proporcionada por la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI), a los Jardines Infantiles del Area Norte de Santiago. *Pediatría (Santiago)*, **19**: 35, 1976.
13. Godoy, R., L. Cabrera, A. Mateluna, A. Revollo, J. Araya & H. Araya. Evaluación del estado nutritivo de preescolares de Santiago, beneficiarios de la Junta Nacional de Jardines Infantiles. *Pediatría (Santiago)*, **20**: 323, 1977.

# IMPACTO NUTRICIONAL DE LA ALIMENTACION COMPLEMENTARIA EN RELACION CON LA DURACION Y GRAVEDAD DE LOS EPISODIOS INFECCIOSOS

*Graciela Uriburu<sup>1</sup>, Ana Victoria Román<sup>2</sup>, Luis Blanco<sup>3</sup>,  
Mariflor Herrera<sup>4</sup>, Armando Campos<sup>5</sup>, Max Rutman<sup>6</sup> y  
Marta Troncoso<sup>7</sup>*

Universidad de Costa Rica  
San José, Costa Rica

## RESUMEN

Se examinó el impacto nutricional de tres diferentes programas de alimentación complementaria para niños de seis a 24 meses de edad, en relación con la duración y gravedad de los episodios infecciosos.

---

Manuscrito modificado recibido: 6-5-83.

- 1 Médico Pediatra e Investigadora del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA), Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San José, Costa Rica.
- 2 Directora Científica del CITA, Universidad de Costa Rica.
- 3 Ingeniero Químico del Centro de Informática, Universidad de Costa Rica.
- 4 Nutricionista y, en la actualidad, Investigadora del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA).
- 5 Psicólogo e Investigador del citado Centro.
- 6 Director de Ingeniería en Nutrición y Alimentos (INUAL), Santiago, Chile.
- 7 Ingeniero Civil especializado en análisis de sistemas, también del INUAL, Santiago, Chile.

Después de dos meses de intervención, se determinaron cambios estadísticamente significativos según peso/talla en dos de los grupos (los que recibieron arroz y frijoles, y a los que se les distribuyó un cereal de arroz enriquecido con aceite).

No hubo cambios de significación estadística en cuanto a peso/talla en los otros dos grupos (el que recibió un cereal de banano enriquecido con aceite y el grupo control), ni según peso/edad o talla/edad en ninguno de los cuatro grupos que integraron el estudio.

Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación con la incidencia, duración o gravedad de los episodios infecciosos, entre los grupos que recibieron alimentación complementaria y el control.

En base a los hallazgos citados, se postula que la complementación alimentaria en este período de la vida, en el que existe un alto riesgo de desnutrición, puede ser eficaz a pesar de la alta frecuencia, duración y gravedad de los episodios infecciosos.

## INTRODUCCION

Juntamente con la disponibilidad de alimentos y patrones adecuados de cuidados maternos, la frecuencia y gravedad de los episodios infecciosos juegan un rol fundamental en la determinación del estado nutricional de los niños (1-5). Por otra parte, se ha demostrado que las tasas de infecciones más altas ocurren entre los seis y los 24 meses de vida (6).

Sin embargo, entre los episodios infecciosos, quedan intervalos, períodos de tiempo que coinciden con la recuperación rápida, los cuales deberían ser aprovechados al máximo: las "ventanas que se abren cuando la fiebre y la anorexia terminan y que se cierran cuando comienza el siguiente episodio" (7). Ese debería ser uno de los focos de las campañas de educación nutricional y el momento de administrar los complementos nutricionales más adecuados (6).

En el marco de un trabajo de campo realizado en cuatro comunidades del área periurbana de San José, Costa Rica, en el que se estudió el efecto de tres alimentos complementarios en niños con edades comprendidas entre los seis y los 24 meses, se registró la frecuencia de infecciones (8, 9), el nivel socioeconómico (10), el consumo de alimentos del niño y de su familia (11), la aceptabilidad de los productos distribuidos, la dinámica familiar, los efectos motivacionales (12) y el impacto nutricional (13). En este artículo se aborda solamente el impacto nutricional encontrado en

los cuatro grupos, relacionándolo con la frecuencia y gravedad de los episodios infecciosos.

#### MATERIAL Y METODOS

Se seleccionaron 200 niños de seis a 24 meses de edad, distribuidos en cuatro áreas poblacionales del área periurbana de San José, Costa Rica. Estas cuatro localidades fueron escogidas entre las que acusaban mayores tasas de retardo de talla/edad y de mortalidad infantil (14). Luego, a cada grupo de 50 niños se les distribuyó a domicilio, un alimento diferente (Tabla 1).

TABLA 1

TIPO DE TRATAMIENTO Y NUMERO DE NIÑOS ENTRE SEIS Y 24 MESES AL COMIENZO DEL ESTUDIO

Tratamiento	n	Energía (Kcal) recomendada del complemento, por día, a cada niño
1 — Control	50	—
2 — Arroz y frijoles	50	*
3 — Cereal con sabor a banano	50	277
4 — Cereal de arroz	50	268

\* No se hicieron recomendaciones cuantitativas, pues a este grupo se le administró un alimento para la familia.

#### *Selección de la Muestra*

La selección de la muestra se hizo teniendo en cuenta el nivel socioeconómico (15) y el grado de desnutrición (peso/edad, (16)). Todos los niños eran de condición socioeconómica semejante y el 50% presentaban algún grado de desnutrición, según el criterio de peso/edad.

El trabajo de campo tuvo una duración de 14 semanas. Las

tres primeras (período "antes") se destinaron a las mediciones de base. Las ocho semanas siguientes (período "durante"), fueron propiamente de intervención, y las tres últimas (período "después") cuando ya no se distribuían alimentos, se dedicaron a evaluar los efectos (10).

### *Cantidades de Alimentos Distribuidos*

*Arroz y frijoles* – Las familias de seis miembros o menos, recibieron en sus domicilios quincenalmente 3 kg de arroz y 1 kg de frijoles, y el doble para el mismo tiempo si la familia tenía más de seis miembros.

*Alimentos procesados infantiles* (Tabla 2) – Se entregó, por niño (por familia), una caja que contenía 1,250 g del cereal, cada quince días, recomendándose diluirlo al 10<sup>o</sup>/o en el biberón, o consumirlo en forma de papilla en plato y con cuchara. El cálculo de la cantidad de cereal entregado se basó en el hecho de que la adecuación energética de las dietas en las criaturas de estas edades es de aproximadamente 83<sup>o</sup>/o (17). Con el objeto de compensar la posibilidad de consumo de los productos por otros miembros familiares, se les entregó 30<sup>o</sup>/o por encima de la cantidad calculada.

TABLA 2

#### COMPOSICION DE LOS CEREALES (BASE SECA)

	Energía (Kcal <sup>o</sup> /o g)	Proteínas (g <sup>o</sup> /o g)	Hierro (mg <sup>o</sup> /o g)
Cereal de arroz	446	6.94	70
Cereal con sabor a banano	463	10.30	35

### *Educación Nutricional*

Cada familia de los cuatro grupos recibió un folleto ilustrativo con pautas de educación nutricional, haciendo énfasis en la necesidad de aumentar el consumo de alimentos ricos en energía

(en general desprestigiados entre las madres que asignan mucha importancia a los alimentos de origen animal).

### *Registro de Infecciones y Antropometría*

Se entrenaron y estandarizaron tres parejas de estudiantes universitarios, quienes pesaron los niños con balanzas portátiles (CMS, Modelo PBW, 25, Weighing Equipment Ltd., England), y los midieron con un infantómetro de madera (18-21).

El error permitido para el peso fue  $\pm 100$  g, y para la talla,  $\pm 0.5$  cm. Los instrumentos se calibraron periódicamente y el supervisor (médico-pediatra) controló diariamente el 100% de las mediciones, según un programa de control al azar. Toda medida dudosa fue repetida al día siguiente. Además, cada niño fue pesado y medido siempre a la misma hora. Se realizaron siete mediciones: dos en el período "antes", tres "durante" la entrega de productos, y dos "después" (13).

El diseño del estudio fue "ciego", vale decir que los antropometristas no sabían si las mediciones las estaban haciendo en niños control o en los sometidos a tratamiento, ya que la distribución de alimentos la realizaba otro personal. Tampoco conocían las medidas anteriores pues no quedaba ningún registro de ellas en las casas, a fin de evitar sesgos del operador. Las mediciones antropométricas se efectuaron cada 15 días a partir de la primera medición. No obstante, por razones operacionales, entre las mediciones 4 y 5 transcurrió un mes. Las mediciones 1 y 2 corresponden al período "antes"; la medición 5 es la última del período "durante", y las mediciones 6 y 7 se hicieron cuando ya no se estaba distribuyendo alimento.

Se llevó un registro semanal de infecciones con miras a evitar el subregistro. Las variables que se controlaron, mediante un formulario precodificado, fueron las siguientes (8, 9):

1. Fiebre: duración-gravedad;
2. inapetencia: duración-gravedad;
3. diarrea: duración-gravedad;
4. vómitos: duración;
5. bronquitis, mocos, nariz trancada, gripe o resfrío: duración;
6. tos: duración-gravedad;
7. angina: duración;
8. conjuntivitis: duración;
9. otitis: duración;
10. infecciones de la piel: duración;
11. enfermedades eruptivas: duración;
12. complicaciones de eruptivas: duración;
13. estomatitis: duración;
14. neumonía: duración;
15. otras infecciones: duración, y
16. hospitalizaciones: duración.

Las enfermedades infecciosas se expresaron según la duración, como el porcentaje en relación al tiempo total que cada niño estuvo enfermo, según se observó. El índice duración quedó construido como sigue:

### *Índice de Duración*

1. Entre el 0 y el 10<sup>o</sup>/o del tiempo total observado; 2. entre el 11 y el 30<sup>o</sup>/o del tiempo total observado; 3. entre el 31 y el 60<sup>o</sup>/o del tiempo total observado; y 4. más del 60<sup>o</sup>/o del tiempo total observado.

Para simplificar la interpretación de los resultados, se consideró a los niños con índice 1, como "sanos", y se agruparon los índices 2, 3 y 4 para expresar patología.

Las variables fiebre, inapetencia, diarrea y tos, se discriminaron según su severidad en graves, moderadas y leves.

## RESULTADOS

En la Tabla 3 se aprecian los resultados obtenidos en los cuatro grupos de acuerdo a su peso/talla. Los grupos 2 y 4 tuvieron una disminución estadísticamente significativa del número de desnutridos agudos, después de la intervención. Solamente con este indicador aparecen diferencias estadísticamente significativas. No se modificó el número de niños desnutridos según peso/edad (Tabla 3) ni tampoco según talla/edad (Tabla 4). Las comparaciones estadísticas (Tabla 5) se realizaron entre las mediciones 2 y 5, pues la medición 2 corresponde a la última de la línea de base, y la 5 a la última con tratamiento. Entre las mediciones 2 y 5 transcurrieron dos meses.

### *Infecciones*

En la Tabla 6 se aprecia que no hubo diferencias significativas entre ninguno de los grupos experimentales, y el control en cuanto a la frecuencia y duración de los episodios infecciosos, particularmente en el período "*durante*". La única diferencia significativa que se encontró fue en el período "*antes*", en el que el síntoma "fiebre" figuró en el 42<sup>o</sup>/o de los niños del grupo 2 (grupo que recibió arroz y frijoles).

TABLA 3

## CAMBIOS OBSERVADOS EN LA FASE FINAL DE LOS TRES PERIODOS, SEGUN EL INDICADOR PESO/TALLA

		Antes	Durante	Después
		Medición 2	Medición 5	Medición 7
		D*	D*	D*
1.	Control	4	4	4
2.	Arroz y frijoles	8	2	5
3.	Cereal con sabor a banano	6	7	7
4.	Cereal de arroz	8	3	4

P: No hubo diferencias significativas entre grupos (test no paramétrico de Friedman, 2 vías) (22).

P < 0.001 entre las mediciones 2 y 5, grupo 2 (Kruskal-Wallis) (22).

P < 0.001 entre las mediciones 2 y 5, grupo 4 (Kruskal-Wallis) (22).

P: NS entre las mediciones 2 y 5, grupos 1 y 3 (Kruskal-Wallis) (22).

\* Desnutridos: niños con peso/talla menor del 90o/o del 50 percentil, Tablas NCHS, OMS, Ginebra, 1979 (21).

Las Tablas 7, 8 y 9 demuestran que analizando en particular la fiebre, inapetencia, y diarrea, según la gravedad, tampoco hubo diferencias estadísticas significativas entre los grupos tratados y el grupo 1 (control), en los períodos antes, durante o después.

Los datos en la Tabla 10 muestran con gran claridad que tampoco hubo diferencias entre los grupos en cuanto a frecuencia de episodios diarreicos por niño en los cuatro meses que duró el estudio total.

TABLA 4

**CAMBIOS OBSERVADOS EN LA FASE FINAL DE LOS TRES  
PERIODOS SEGUN EL INDICADOR PESO/EDAD**

		Antes		Durante		Después	
		Medición 2		Medición 5		Medición 7	
		D <sub>I</sub> *	D <sub>II</sub> **	D <sub>I</sub>	D <sub>II</sub>	D <sub>I</sub>	D <sub>II</sub>
1	Control	18	1	19	1	17	2
2.	Arroz y frijoles	24	1	25	1	24	1
3.	Cereal con sabor a banano	17	2	19	2	17	2
4.	Cereal de arroz	26	1	21	1	24	1

D<sub>I</sub>\* : Desnutrido de primer grado: peso/edad entre 75 y 90% del 50 percentil, Tablas NCHS, OMS, Ginebra, 1979 (21).

D<sub>II</sub>\*\* : Desnutrido de segundo grado: peso/edad entre 60 y 74% del 50 percentil, Tablas NCHS, OMS, Ginebra, 1979 (21).

El test no paramétrico de Friedman (22), no reveló diferencias significativas (Se comparó el número de desnutridos I + II, entre las mediciones 2 y 5).

TABLA 5

**CAMBIOS OBSERVADOS EN LA FASE FINAL DE LOS TRES  
PERIODOS SEGUN EL INDICADOR TALLA/EDAD**

		Antes		Durante		Después	
		Medición 2		Medición 5		Medición 7	
		Bajos*	NN**	Bajos*	NN**	Bajos*	NN**
1.	Control	13	4	10	1	16	1
2.	Arroz y frijoles	23	1	23	1	20	1
3.	Cereal con sabor a banano	11	4	14	3	12	4
4.	Cereal de arroz	13	5	13	3	11	4

Bajos\* : Niños cuya longitud era entre 90 y 95% del 50 percentil de las Tablas NCHS, OMS, Ginebra, 1979 (21).

NN\*\* : Nanismo nutricional: niños cuya longitud era inferior al 89.9% del 50 percentil de las Tablas NCHS, OMS, Ginebra, 1979 (21).

El test no paramétrico de Friedman (22), no reveló diferencias significativas (Se compararon los Bajos + NN entre las mediciones 2 y 5).

TABLA 6

DURACION DE MAS DEL 10% DEL TIEMPO OBSERVADO  
(INDICES 2 + 3 + 4)

	Grupos			
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)
1. <i>Todas las variables</i>				
Antes	11.8	18.3	13.8	15.1
Durante	14.1	16.1	16.2	13.1
Después	10.2	13.8	9.9	11.1
2. <i>Fiebre</i>				
Antes	22.8	42.4	25.7	26.4
Durante	22.1	28.9	24.7	20.2
Después	17.5	21.9	10.1	12.6
3. <i>Inapetencia</i>				
Antes	21.6	35.9	31.7	24.2
Durante	26.7	26.4	30.9	26.0
Después	15.9	24.1	16.0	16.3
4. <i>Diarrea</i>				
Antes	12.7	25.0	11.0	18.7
Durante	12.3	16.2	13.2	11.4
Después	14.2	10.3	11.8	10.4

Prueba de diferencia de proporciones: no significativa entre los grupos de estudio y el control, excepto en el caso de "fiebre", en el período *Antes* en el que se registró una diferencia significativa con un nivel del 5% entre el grupo 2 y el control (22).

#### DISCUSION

Después de dos meses de intervención, obviamente no se encontraron cambios significativos en los índices peso/edad y talla/edad. Tampoco las hubo en cuanto a la frecuencia o severidad de los episodios infecciosos. Sin embargo, se logró aplicar la metodología de medición en el terreno de la variable "infecciones", y

TABLA 7

**FIEBRE, INAPETENCIA Y DIARREA  
DURACION DE MAS DEL 10% DEL TIEMPO OBSERVADO  
(INDICES 2 + 3 + 4)  
SEGUN GRAVEDAD**

		ANTES			
		Grupos			
		1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)
<i>Fiebre</i>	Leve	11.4	21.7	11.0	13.2
	Moderado	10.2	17.4	22.0	9.9
	Grave	1.3	3.3	3.7	3.3
	Total > 10%	22.9	42.4	25.7	26.4
<i>Inapetencia</i>	Moderado	16.5	23.9	25.7	20.9
	Grave	3.8	12.0	6.1	3.3
	Total > 10%	20.3	35.9	31.8	24.2
<i>Diarrhea</i>	Leve	2.5	1.1	1.2	2.2
	Moderado	8.9	21.8	9.7	16.5
	Grave	1.3	2.2	0.0	0.0
	Total > 10%	12.7	25.1	10.9	18.7

La prueba de diferencia de proporciones: no hubo diferencias significativas entre los grupos de estudio y el control, excepto en el caso de "fiebre", *Antes*, total de + 10% en el que se registró una diferencia significativa con un nivel del 5% entre el grupo 2 y el control (22).

demostrar que los cuatro grupos de niños de condición socioeconómica y ecológica comparables (10, 14, 15), tuvieron una frecuencia y severidad de episodios infecciosos también comparables. Las variables cuyos resultados se presentan son fiebre, inapetencia y diarrea, ya que éstas, juntamente con las infecciones de las vías respiratorias superiores, cubrieron el 88% de la varianza de los datos registrados en estos grupos (dato obtenido según la técnica de componentes principales) (8, 23).

TABLA 8

**FIEBRE, INAPETENCIA Y DIARREA  
DURACION DE MAS DEL 10% DEL TIEMPO OBSERVADO  
(INDICES 2 + 3 + 4)  
SEGUN GRAVEDAD**

		DURANTE			
		Grupos			
		1	2	3	4
		(%)	(%)	(%)	(%)
<i>Fiebre</i>	Leve	11.7	10.5	10.8	10.2
	Moderado	7.8	18.2	13.5	7.9
	Grave	0.9	0.3	0.6	1.9
	Total > 10%	20.4	29.0	24.9	20.0
<i>Inapetencia</i>	Moderado	21.8	17.6	21.1	17.6
	Grave	4.6	8.5	9.8	8.0
	Total > 10%	26.4	26.1	30.9	25.6
<i>Diarrea</i>	Leve	2.5	1.8	0.6	2.4
	Moderado	9.0	14.1	12.2	8.9
	Grave	0.3	0.6	0.3	0.0
	Total > 10%	11.8	16.5	13.1	11.3

Prueba de diferencia de proporciones: no significativa entre el control y cada uno de los grupos (22).

Las infecciones de las vías respiratorias superiores no fueron analizadas especialmente, pues éstas no siempre son indicadoras de desmedro nutricional: muchas veces evolucionan con excelente estado general, conservación del apetito y gasto energético habituales (4, 24).

La "fiebre", sí mereció consideración especial, a pesar de los resultados contradictorios determinados en la bibliografía (2, 4), como un indicador de toda patología anorexiantes (25). Por otra parte, el intervalo de una semana entre cada medición garantizó el mínimo subregistro (4, 23).

TABLA 9

**FIEBRE, INAPETENCIA Y DIARREA  
DURACION DE MAS DEL 10% DEL TIEMPO OBSERVADO  
(INDICES 2 + 3 + 4)  
SEGUN GRAVEDAD**

		DESPUES			
		Grupos			
		1	2	3	4
		(%)	(%)	(%)	(%)
<i>Fiebre</i>	Leve	11.7	8.0	5.8	6.7
	Moderado	5.9	10.9	3.3	4.4
	Grave	0.0	2.9	0.8	1.5
	Total > 10%	17.6	21.8	9.9	12.6
<i>Inapetencia</i>	Moderado	14.2	17.6	13.4	14.8
	Grave	1.7	6.6	2.5	1.4
	Total > 10%	15.9	24.2	15.9	16.2
<i>Diarrea</i>	Leve	2.5	2.2	0.0	1.4
	Moderado	10.8	7.9	11.8	8.9
	Grave	0.8	0.0	0.0	0.0
	Total > 10%	14.1	10.1	11.8	10.3

Prueba de diferencia de proporciones: no significativa entre el control y cada uno de los grupos (22).

Los datos de la dieta básica de los niños, los del consumo de los alimentos distribuidos, por niño y su familia, así como los cambios en las tendencias de consumo de todos los miembros de la familia, se citan en otras publicaciones (11). Resultó evidente que los niños consumieron los cereales en una forma generalizada; los datos del recordatorio de 24 horas, sin embargo, no causan diferencias significativas en la ingesta energética de los niños proveniente de los alimentos distribuidos en relación al grupo control. No obstante, sí se observaron cambios en las tendencias de consumo familiar de azúcar y otros cereales naturales, resultado quizá

**TABLA 10**  
**CONTROL DE INFECCIONES**

Episodios de diarrea aguda por niño en el período de 4 meses (agosto-noviembre)	
Grupo	Episodios/niño
1	2.71
2	3.24
3	2.72
4	2.78

Prueba de diferencia de proporciones: no significativa entre el control y cada uno de los grupos (22).

de una redistribución del presupuesto familiar.

Los cereales distribuidos fueron consumidos principalmente utilizando el biberón, 77<sup>o</sup>/o en el caso del cereal de arroz, y 72<sup>o</sup>/o en el de cereal de banano. Tal comportamiento es consistente con la pauta cultural existente en Costa Rica, que es la de utilización del biberón hasta muy avanzada edad preescolar.

El grupo al que se le distribuyó arroz y frijoles (la dieta básica costarricense) fue uno de los dos grupos que respondieron reduciendo el número de desnutridos por peso/talla de manera estadísticamente significativa. El otro grupo, que también disminuyó significativamente el número de desnutridos agudos, fue el que recibió cereal a base de arroz.

El grupo que recibió cereal con sabor a banano se comportó de manera semejante al control. A pesar de que el cereal fue consumido, en muy pocos casos se utilizaron las cantidades recomendadas.

El tamizaje inicial de la muestra se realizó tratando de incorporar en cada grupo un porcentaje de más de 50<sup>o</sup>/o de desnutridos por peso/edad (16). Este índice se utilizó a los fines de simplificar la tarea de selección de la muestra, pero, dado que dos meses es muy poco tiempo, este índice no se modificó. No se utilizaron datos de velocidad de crecimiento, pues lo que se observa en la Tabla 1, es el número total de desnutridos por peso/talla en el momento de la medición. No se trata siempre de los mismos niños: algunos

dejaron de ser desnutridos, y otros empezaron a serlo. Estábamos probando al mismo tiempo la posibilidad de que con un programa de distribución de alimentos en una población con alto riesgo de desnutrición, se pudiera realizar la prevención primaria, controlando la aparición de nuevos casos.

De esta forma se efectuó una clasificación cualitativa, lo cual permitió —mediante pruebas estadísticas no paramétricas— conocer los cambios ocurridos en la cantidad total de niños ubicados en cada condición o tratamiento, *antes* y al final del período *durante*.

Ya que se trataba de un estudio preliminar utilizando una muestra pequeña y gran cantidad de variables, no se realizaron pruebas de potencia para estimar si el tamaño de la muestra era suficiente para apreciar cambios en antropometría física. Sin embargo, las pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis y Friedman (22) aplicadas, demostraron tener un alto nivel de potencia/eficiencia que permite confiar en sus resultados.

En la actualidad estamos trabajando con un número mucho menor de variables pero con alrededor de 1,000 niños, en un intento de probar la hipótesis que se desprende de estos datos preliminares: la distribución de alimentos en grupos de niños de 6 a 24 meses —cuando existe alto riesgo de desnutrición— puede ser eficaz a pesar de la alta frecuencia, duración y gravedad de los episodios infecciosos.

## SUMMARY

### THE NUTRITIONAL IMPACT OF COMPLEMENTARY FEEDING IN RELATION TO THE DURATION AND SEVERITY OF INFECTIOUS PROCESSES

The nutritional impact of three different programs of supplementary feeding implemented with children aged 6-24 months, was examined in relation to the duration and the severity of infectious diseases.

After a 2-month intervention, statistically significant changes in weight for length were found in two of the groups (those supplemented with rice and beans, and those supplemented with rice-cereal enriched with oil). No significant changes in weight for length were found in the other groups (those supplemented with banana cereal and the control group), nor were statistically significant changes found in any of the four groups in relation to weight for age, nor length for age. No statistically significant changes were found on the incidence, duration, and severity of infectious diseases.

As a result of these findings it can be postulated that despite a high frequency of infectious episodes, often severe and of long duration, supplementary feeding on the early part of life can be effective when there is a high risk of malnutrition.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la decidida participación de los trabajadores de campo en la recolección de los datos y, muy especialmente, al Lic. José Antonio Calvo por su análisis e interpretación estadística especializada.

A la misión AID en Costa Rica, y a la Dirección Ejecutiva del Préstamo AID-515-T-026, expresan asimismo, su reconocimiento por el financiamiento y amistosa colaboración en la realización de estos trabajos.

### BIBLIOGRAFIA

1. Scrimshaw, N.S., C.E. Taylor & J.E. Gordon. **Interactions of Nutrition and Infection**. Geneva, World Health Organization, 1968. (Monograph No. 57).
2. Mata, L. **The Children of Santa María Cauqué: A Prospective Field Study of Health and Growth**. Cambridge, Mass., The MIT Press, 1978, 395 p.
3. Stephens, L.S., D.W.T. Grompton, M.C. Latham, T.W.J. Schulpen, M.C. Nesheim & A.A.J. Jansen. Relationship between *Ascaris* infection and growth of malnourished preschool children in Kenya. **Am. J. Clin. Nutr.**, **33**: 1165-1172, 1980.
4. Martorell, R., C. Yarbrough, S. Yarbrough & R.E. Klein. The impact of ordinary illness on the dietary intakes of malnourished children. **Am. J. Clin. Nutr.**, **33**: 345-350, 1980.
5. Koopman, J., L. Fajardo & W. Bertrand. Food, sanitation and the socioeconomic determinants of child growth in Colombia. **Am. J. Publ. Hlth**, **71**: 31-37, 1981.
6. Rohde, J.E. Preparing for the next round: convalescent care after acute infection. **Am. J. Clin. Nutr.**, **31**: 2259-2269, 1978.
7. Whitehead, R.G. & F.I. Biol. Protein and energy requirements of young children living in the developing countries to allow for catch-up growth after infectious. **Am. J. Clin. Nutr.**, **30**: 1545-1547, 1977.

8. Uriburu, G., M. Troncoso, A.V. Román, M. Herrera, A. Campos & M. Rutman. Construcción de un índice para controlar infecciones en niños entre 6 y 24 meses. *Rev. Méd. Hosp. Nal. Niños, (Costa Rica)*, **17** (1 y 2): 237-244, 1982.
9. Uriburu, G., M. Troncoso, A.V. Román, L. Blanco, M. Herrera, A. Campos & M. Rutman. Frecuencia de infecciones en cuatro grupos de niños de 6-24 meses del área periurbana de San José. *Rev. Méd. Hosp. Nal. Niños (Costa Rica)*, **17** (1 y 2): 245-254, 1982.
10. Campos, A., M. Herrera, A.V. Román & G. Uriburu. Diseño de investigación de pre-experimento de campo. Proyecto 0-2 años. Serie Reportes Metodológicos No. 2. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, 1980, 71 p.
11. Román, A.V., M. Herrera, G. Uriburu, A. Campos, M. Rutman & M. Troncoso. Antecedentes de alimentación de cuatro grupos de niños entre 6-24 meses de edad en el área periurbana de San José. Aspectos relacionados con el uso de productos alimentarios distribuidos. *Rev. Méd. Hosp. Nal. Niños (Costa Rica)*, **17** (1 y 2): 217-236, 1982.
12. Campos, A., A.V. Román, G. Uriburu, M. Herrera, M. Rutman & M. Troncoso. El pronóstico de aceptación en la introducción de alimentos infantiles en poblaciones de escasos recursos. *Rev. Méd. Hosp. Nal. Niños (Costa Rica)*, **17** (1 y 2): 209-216. 1982.
13. Uriburu, G., A.V. Román, A. Campos, M. Herrera, M. Rutman & M. Troncoso. Metodología utilizada en la recolección de datos antropométricos en el estudio pre-experimental de campo del Proyecto "Alimentos para niños menores de dos años". Avance No. 19 de la Actividad B-3. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, 1982, 20 p.
14. Valverde, G., P. Vinocur, S. Salazar & Z. Rojas. Relación entre la prevalencia de retardo en talla en escolares e indicadores socioeconómicos a nivel de cantón en Costa Rica. *Boletín Informativo del Sistema de Información en Nutrición, Costa Rica*, **10**(2): 4-10, 1981.
15. Cervantes, S., S. Salazar & Z. Rojas. Caracterización socioeconómica de los grupos funcionales de poblaciones desnutridas en Costa Rica. *Desarrollo Social y Asignaciones Familiares*, **1**: 2, 5-14, 1981.
16. Gómez, F. *et al.* Malnutrition in infancy and childhood with special reference to kwashiorkor. In: *Advances in Pediatrics*, S. Levine (Ed.). Vol. 7, New York, N. Y., Year Book Publisher, 1955.
17. Murillo, S. & L. Mata. ¿Existe un efecto nutricional en el Centro de Educación y Nutrición (CEN) de Costa Rica? *Rev. Méd. Hosp. Nal. Niños (Costa Rica)*, **15**: 59-70. 1980.
18. Jelliffe, D. B. *Assessment of the Nutritional Status of the Community*. Geneva, World Health Organization, 1966. (Monograph Series No. 53).

19. Fomon, S. **Nutrición Infantil**. 2a. ed. México, D. F., México, Editorial Interamericana, 1976.
20. Falkner, F. Office measurement of physical growth. **Pediat. Clin. North America**, **8**: 13-15, 1961.
21. Organización Mundial de la Salud. **Guía para la Medición del Efecto Nutricional en un Programa de Alimentación Suplementaria Destinado a Grupos Vulnerables (con referencia especial a las operaciones del Programa Mundial de Alimentos)**. Ginebra, OMS, junio de 1980 (WHO/FAP 79.1).
22. Siegel, S. **Estadística no Paramétrica**. México, D.F., México, Ed. Trillas, 1978, 345 p.
23. Cattel, R.B. Factor analyses: An introduction to essentials. II. The role of factor analysis in research. **Biometrics**, **21**: 405-415, 1965.
24. Keusch, G.T. The consequences of fever. **Am. J. Clin. Nutr.**, **30**: 1211-1214, 1977.
25. Beisel, W.R. Résumé of the discussion concerning the nutritional consequences of infection. **Am. J. Clin. Nutr.**, **30**: 1294-1300, 1977.

**RELACION ENTRE PROTOPORFIRINAS LIBRES EN  
GLOBULO ROJO E INGESTA HABITUAL DE HIERRO  
EN UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD  
DE BUENOS AIRES**

*Liliana B. Zago<sup>1</sup>, Silvia M. Friedman<sup>1</sup>, Nora H. Slobodianik<sup>1</sup>,  
María Luz Pita Martín de Portela<sup>1</sup>, María Esther Río<sup>2</sup>  
y Juan Claudio Sanabuja<sup>1</sup>*

**Facultad de Farmacia y Bioquímica  
Universidad de Buenos Aires**

**RESUMEN**

En una muestra de la población estudiantil femenina de la Universidad de Buenos Aires, se realizó una autoencuesta dietética usando el método de recordatorio de siete días. Se analizó luego la ingesta habitual de hierro, su origen alimenticio y su relación con la información suministrada por las protoporfirinas libres en glóbulo rojo (FEP).

El 74.5% de la población cubría sus necesidades de hierro, de acuerdo a las cifras recomendadas por FAO/OMS. En efecto, la ingesta promedio fue de  $23.0 \pm 1.5$  mg/día proviniendo el 44% de alimentos de origen animal. Sólo 7.8% de la muestra estudiada tenía valores de hemoglobina (Hb) y

---

Manuscrito modificado recibido: 14-12-82.

- 1 Miembros del Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Junín 956, 1113 Buenos Aires, Argentina.
- 2 Miembro de la Carrera del Investigador Científico, CONICET, Argentina.

hematocrito (Hto.) inferiores a los considerados normales según el ICNND. En una submuestra constituida por las estudiantes con adecuación calórico-proteínica y con valores normales de Hb y Hto. ( $n = 94$ ), se obtuvo un valor promedio de FEP<sup>o</sup>/o gl.r. de  $15.71 \pm 7.26$  y de FEP/Hb de  $0.44 \pm 0.21$   $\mu\text{g/g}$ . Estos valores son muy inferiores a los propuestos como normales por otros autores. Se encontró una correlación inversa de FEP<sup>o</sup>/o de gl.r. y FEP/Hb con la ingesta de hierro de origen animal ( $r = 0.80$  y  $r = 0.78$ , respectivamente), y entre FEP<sup>o</sup>/o gl.r. y la concentración de Hb ( $r = 0.81$ ). Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que la determinación de protoporfirinas libres en glóbulo rojo es de gran utilidad en los estudios de poblaciones clínicamente sanas, para obtener información acerca de la ingesta habitual de hierro y estado de los depósitos.

### INTRODUCCION

La deficiencia de hierro (Fe) es uno de los problemas nutricionales que los Organismos Internacionales aconsejan prestar atención particular debido a sus consecuencias, así como a la frecuencia con que se presenta, tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo (1, 2).

En la República Argentina predomina el consumo de carnes rojas, por lo que es de esperar que no exista un problema real de deficiencia de Fe. Sin embargo, los únicos datos con que se cuenta son los relativos a las ingestas promedio, calculadas a partir del estudio de las hojas de balance y disponibilidad de alimentos (3, 4). Lamentablemente, se carece de información bioquímica acerca del estado nutricional con respecto a este elemento mineral.

En este trabajo se determinó, en un grupo de alumnas de la Universidad de Buenos Aires, la ingesta habitual de Fe, su origen alimenticio y la utilidad de las protoporfirinas libres en glóbulo rojo (FEP). El objetivo fue aportar datos acerca de la verdadera situación con respecto a este nutriente, y establecer valores normales para este indicador bioquímico no tradicional.

### MATERIALES Y METODOS

Los estudios se realizaron en el grupo de estudiantes femenino de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (Universidad de Buenos Aires) que cursó Nutrición Experimental como asignatura correspondiente al 4o. año de la Carrera de Bioquímica durante

los meses de septiembre a diciembre del año 1981. La población estuvo constituida por 145 mujeres clínicamente sanas, comprendidas en el grupo de 20 a 30 años de edad, quienes durante siete días realizaron una autoencuesta dietética por el método del recordatorio diario (5). Para realizar el cálculo del consumo de los nutrientes individuales utilizaron la *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina* (6). Las estudiantes fueron instruidas adecuadamente para la veraz realización de la autoencuesta, y sus resultados fueron revisados y recalculados por los autores del trabajo.

### *Determinaciones Bioquímicas*

Durante la ejecución de la autoencuesta, el día de la semana correspondiente al trabajo práctico, se les extrajo, en ayunas, una muestra de sangre heparinizada, por punción venosa del pliegue del codo. En dicha muestra se hicieron las siguientes determinaciones: 1) hemoglobina (Hb), por el método de la cianometahemoglobina (7); 2) hematocrito (Hto) por micrométodo, y 3) protoporfirinas en glóbulo rojo (FEP) según el método de Piomelli (8). Los resultados de FEP se expresaron en  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  de glóbulos rojos (FEP<sup>o/o</sup> gl.r.) (FEP x 100/Hto), y como FEP/Hb ( $\mu\text{g/g}$ ).

## RESULTADOS

### *Encuesta Dietética*

En la Tabla 1 figuran los datos relativos a los porcentajes de población que cubren las necesidades de Fe, proteína, y energía, así como sus ingestas promedio.

En la Figura 1 se observa la distribución de la población según su ingesta de Fe haya sido inferior a 14 mg/día, superior a 28 mg/día, o de 14 a 28 mg/día que aconseja FAO/OMS (9).

En la Figura 2 se expone la proporción de Fe ingerido de origen animal (Fe<sub>A</sub> o/o) (Fe animal/Fe total o/o) dentro de los tres grupos de población. Se observa que para los grupos con ingestas inferiores a 14 mg o de 14 a 28 mg/día, la distribución es muy similar: la mayor parte de la población ingiere entre 25 y 75% de Fe de origen animal. No obstante, para ingestas elevadas (superiores a 28 mg/día) existe un elevado porcentaje (43%) de población que ingiere más del 75% del Fe procedente de alimentos animales.

TABLA 1

PORCENTAJE DE POBLACION QUE CUBRE LAS NECESIDADES DE ENERGIA, PROTEINAS, HIERRO E INGESTA PROMEDIO DIARIA

Nutriente	Ingesta promedio diaria*	Porcentaje de población en adecuación
Energía (Kcal)	2,066 ± 36	72.0
Proteínas (g)	104.0 ± 3.0	99.4
Proteínas (g) (origen animal)	71.6 ± 2.6	
Hierro total (mg)	23.0 ± 1.5	74.5
Hierro (mg) (origen animal)	10.2 ± 0.7	

\*  $\bar{x} \pm E_{sm}$ .

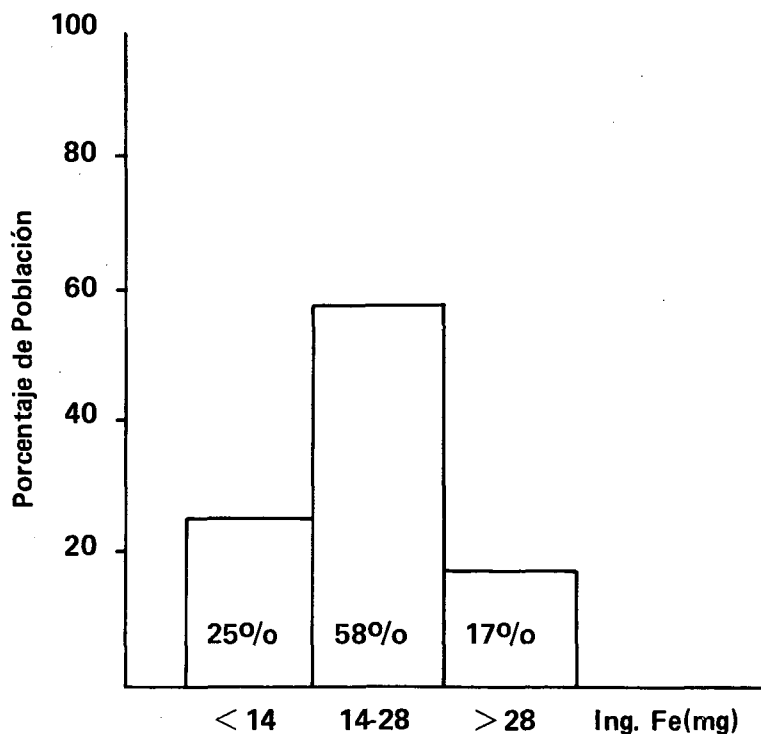


FIGURA 1

Distribución de la población según la ingesta de Fe total

### *Estudios Bioquímicos*

Los valores promedio de hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto.) fueron  $13.8 \pm 0.1$  g/100 ml y  $39.1 \pm 0.4\%$ , respectivamente. Es importante destacar que el 92.2% de la población presentó valores normales de Hb y Hto. a pesar de que solamente el 74.5% cubría la cifra recomendada para ingesta de hierro. Un 28% de las estudiantes no cubría sus necesidades energéticas debido a la tendencia de la población estudiantil femenina a reducir su ingesta alimenticia en la época previa a la temporada estival, con fines estrictamente estéticos.

Para cumplir los objetivos de establecer rangos normales de los indicadores bioquímicos estudiados (FEP<sup>o</sup>/o gl.r. y FEP/Hb), se seleccionó una submuestra constituida por las estudiantes que cubrían las necesidades energéticas y proteínicas, y presentaban valores normales de Hb y Hto. según las cifras del ICNND (10); esta submuestra estuvo constituida por 94 mujeres. La distribución de los valores de FEP<sup>o</sup>/o gl.r. para esta población, se encuentra en la Figura 3. De ésta surge que el 99% de la población acusó valores por debajo de 40.0  $\mu\text{g}^{\text{o}}/\text{o}$ , con un valor promedio de  $15.71 \pm 7.26$   $\mu\text{g}^{\text{o}}/\text{o}$ . Esta cifra es indicativa de un buen estado de los depósitos corporales, y está muy alejada del valor de 70  $\mu\text{g}^{\text{o}}/\text{o}$  que la bibliografía cita como límite de depleción de las reservas (8).

Se encontró una correlación inversa entre los valores de FEP<sup>o</sup>/o gl.r. y la ingesta de hierro total (Tabla 2). Al desglosar la información según el origen del hierro ingerido, se observa que la correlación se debe fundamentalmente a la ingesta de hierro de origen animal (Tabla 2).

Otro indicador propuesto para evaluar el estado nutricional con respecto al hierro es la relación FEP/Hb. En el grupo sometido a estudio, los valores extremos fueron de 0.12 y 1.12  $\mu\text{g}/\text{g}$ , con un promedio de  $0.44 \pm 0.21$   $\mu\text{g}/\text{g}$ , siendo la distribución de frecuencias la observada en la Figura 4. Se pone de manifiesto la misma tendencia en cuanto a la ingesta de hierro total que la observada para el FEP<sup>o</sup>/o gl.r. ( $r = 0.78$ ).

En la Figura 5 se representan los valores promedio de FEP<sup>o</sup>/o gl.r. en función de los valores promedio de los datos, agrupados según rangos de concentración de Hb. Se observa así una relación lineal e inversa ( $r: 0.81$ ;  $y = -1.72 + 39.16$ ).

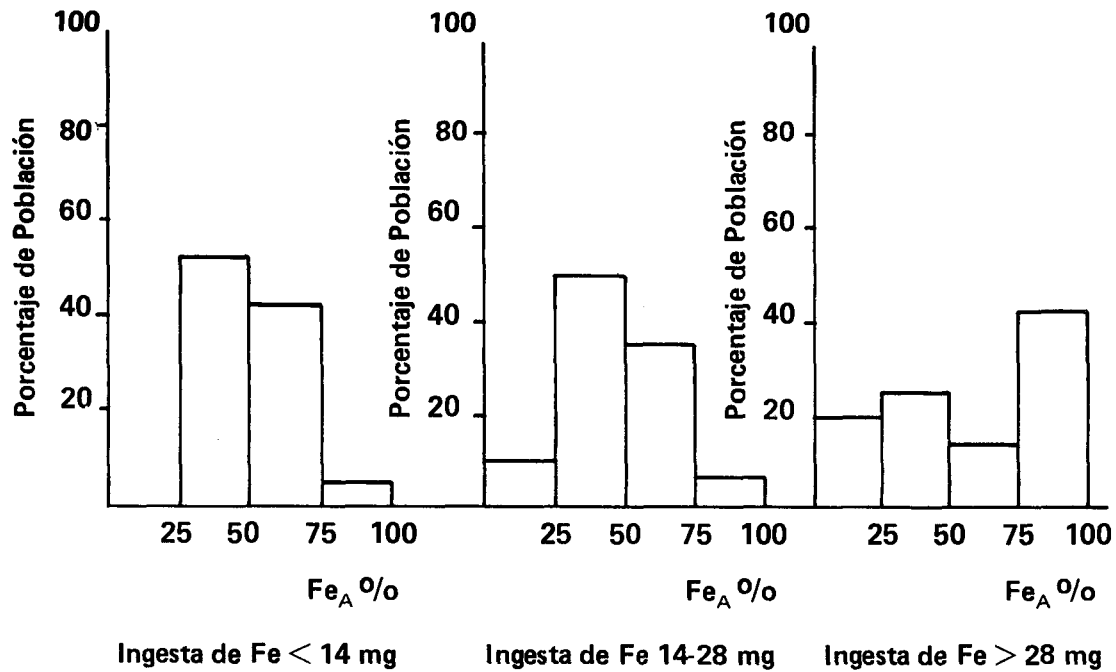


FIGURA 2

Distribución de las subpoblaciones respecto al porcentaje de hierro animal (Fe<sub>A</sub> %) ingerido

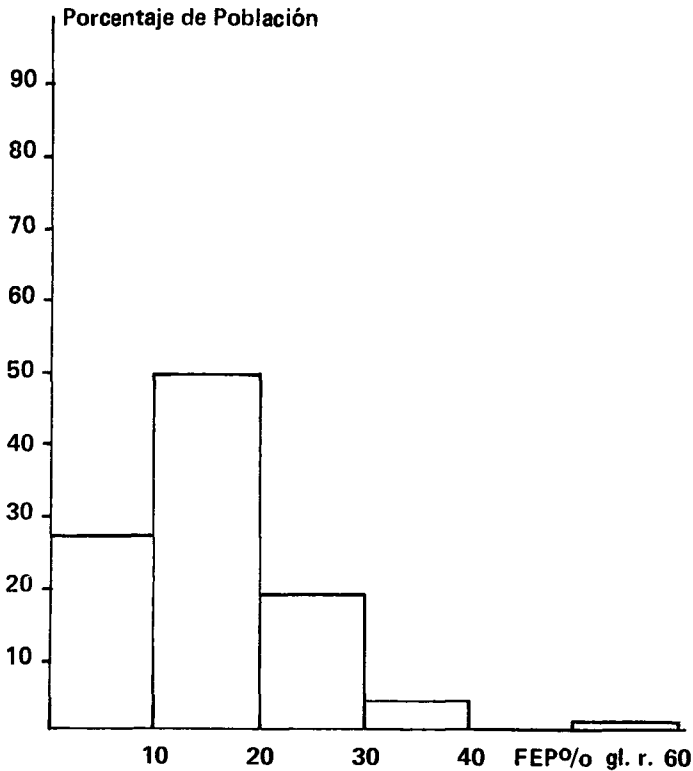


FIGURA 3

Distribución de frecuencias para FEP% o gl. r.

#### DISCUSION

El grupo de estudiantes investigado en el presente trabajo se puede considerar representativo de la clase media y media superior de la República Argentina, que comprende alrededor del 50% de la población total (11). Los datos promedio de la ingesta de Fe según encuestas efectuadas en distintas zonas del país, indican que la deficiencia de este nutriente esencial no constituye un problema nutricional de importancia (3). Corroborando este hecho encontramos una ingesta promedio de  $23.0 \pm 1.5$  mg/día, de los cuales 44% procede de alimentos de origen animal, constituyendo las

TABLA 2

RELACIONES ENTRE FEP ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml gl.r.}$ ) E INGESTA DE HIERRO SEGUN SU ORIGEN

Relación (y vs x)	Ecuación de regresión $y = f(x)$	r
FEP vs ingesta de hierro total	$y = -0.15 x + 19.09$	0.88
FEP vs ingesta de hierro animal	$y = -0.23 x + 19.99$	0.80
FEP vs ingesta de hierro vegetal	$y = -0.33 x + 19.44$	0.60

carnes rojas el aporte fundamental. Es importante también destacar la alta ingesta proteínica diaria ( $104 \pm 3.0 \text{ g}$ ) de la cual un elevado porcentaje (69%) corresponde a proteínas de origen animal.

Aun cuando en un 24.5% de la población la ingesta de hierro fue inferior a la cifra recomendada, sólo un 7.8% presentó valores de Hto. y Hb inferiores a los normales, sin evidencias clínicas de anemia en ningún caso. Estos hechos se justificarían por el elevado porcentaje de hierro hemínico ingerido y la elevada ingesta proteínica, lo que contribuiría a un mejor aprovechamiento del hierro no hemínico (12).

Al seleccionar el grupo de población que cubrió sus necesidades energéticas y proteínicas, encontramos un valor máximo de FEP/o gl. r. de 52.85, y uno mínimo de 4.05, con un valor promedio de  $15.71 \pm 7.26$ . Un hecho similar se observó para la relación FEP/Hb (0.12 – 1.12) cuyo valor promedio, para nuestra población fue de  $0.44 \pm 0.21$ . Estas cifras promedio son muy inferiores a las citadas por otros autores (8).

De los indicadores bioquímicos utilizados habitualmente, la ferritina es la única que arroja información directa acerca del

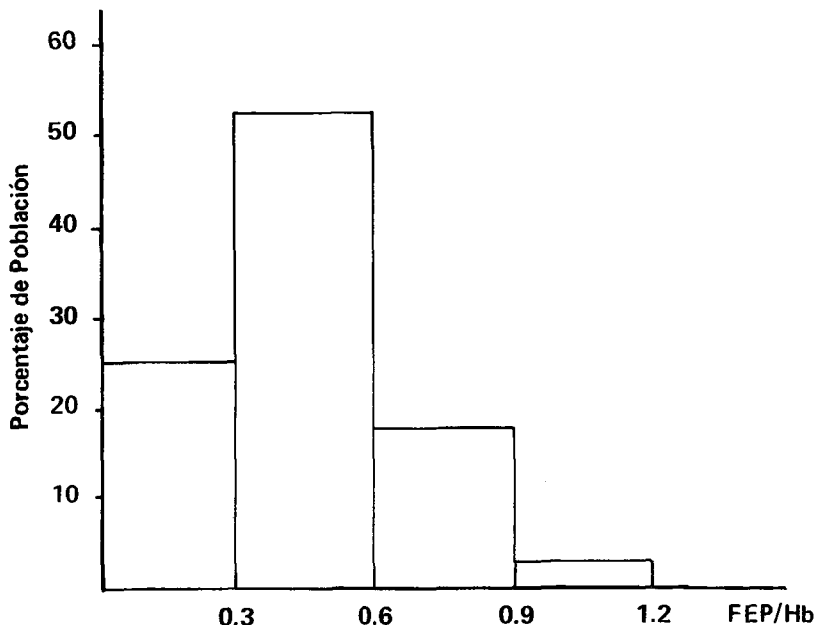


FIGURA 4

Distribución de frecuencias del indicador FEP/Hb

hierro almacenado; la Hb y el Hto. recién comienzan a disminuir al agotarse las reservas (13). Sin embargo, se acepta que a partir del momento en que comienza a utilizarse el Fe de los depósitos, las FEP comienzan a aumentar, aún sin acusar modificaciones en los valores de Hb y Hto.

Por consiguiente, este indicador se considera precoz y de utilidad para detectar deficiencias marginales, hecho que ha sido demostrado experimentalmente en la zona de valores de Hb por debajo de los considerados normales (13). En el trabajo aquí descrito se observa que esa correlación se cumple también en la zona de valores normales de Hb (Figura 5). Con base en estos resultados y en vista a lo ya observado (Tabla 2), podemos concluir que la determinación de las protoporfirinas libres en glóbulo rojo resultaría de gran utilidad en estudios a nivel de poblaciones, pues-

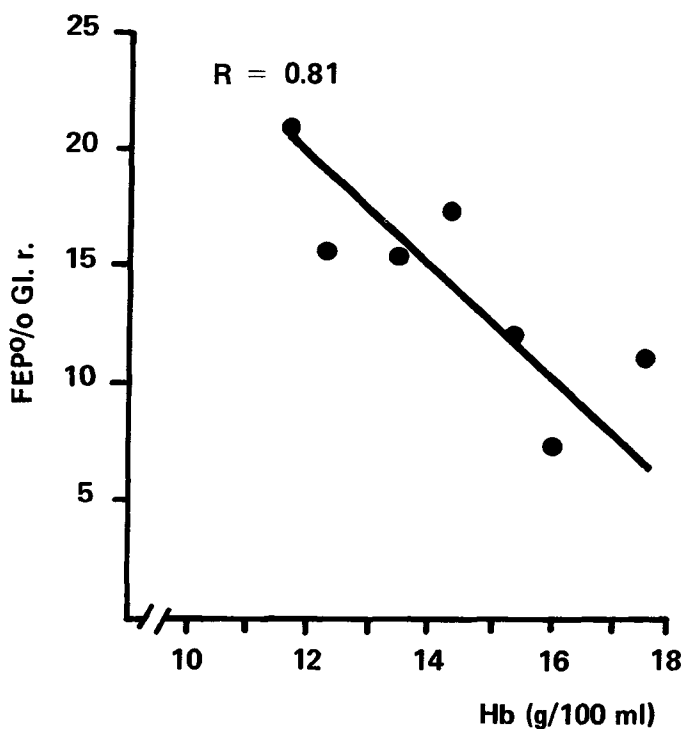


FIGURA 5

FEP% o gl.r. vs valores promedio de Hb (g/100 ml)

to que pueden arrojar información acerca de la ingesta habitual de Fe, y del estado de las reservas orgánicas.

#### SUMMARY

#### INTERRELATIONSHIPS BETWEEN FREE ERYTHROCYTE PROTOPORPHYRINS AND THE USUAL IRON INTAKE IN ADULT STUDENTS

In order to analyze the interrelationships between free erythrocyte

protoporphyrins and the usual iron intake in adult students, biochemical, and hematological values, and dietary daily intake, obtained using the recall method during seven days, were studied. Hematocrit (Hto.), hemoglobin (Hb) and free erythrocyte protoporphyrins (FEP) were determined in a group of 145 female university students, healthy according to the standard parameters of the Buenos Aires University Health Department.

Mean iron intake was  $23.0 \pm 1.5$  mg per day, about 44% being provided by animal sources; 74.5% of the population was within the recommended daily intake according to FAO/WHO; only 0.7% of the population did not cover protein requirements while 35% did not cover energy needs. Hto. and Hb were below normal levels in 7.8% of the population when compared with standards according to ICNND. To obtain information about normal values of FEP, expressed as  $\mu\text{g}/100$  ml red cells (FEP/o r.c.) and FEP/Hb ratio, the group of students with adequate intake of energy and proteins who had normal values for Hb and Hto. was selected. This group, including 94 women, had a mean FEP/o r.c. of  $15.71 \pm 7.26$  and a mean FEP/Hb ratio of  $0.44 \pm 0.21$ . There was observed an inverse correlation between FEP/o r.c. and FEP /Hb with total iron intake ( $r = 0.80$  and  $r = 0.78$ , respectively) and between FEP/o r.c. and Hb concentration ( $r = 0.81$ ). These results confirm the usefulness of the free erythrocyte protoporphyrins determination as a good index of iron stores and usual intake of this population.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la colaboración de los Bioquímicos Norma Barmasch, Sara Closa, Rosa Cosarinsky, Analía Felipoff, Federico Santoro y Licenciada Susana Zeni, quienes contribuyeron a la recopilación de la información utilizada.

#### BIBLIOGRAFIA

1. International Nutritional Anemia Consultative Group (INACG). Guidelines for the Eradication of Iron Deficiency Anemia. New York, N. Y. and Washington, D. C., The Nutrition Foundation, 1977, p. 2.
2. Baker, S. J. & E. M. DeMaeyer. Nutritional anemia: its understanding and control with special reference to the work of the World Health Organization. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 368-417, 1979.
3. Serantes, N. A. Nutrición. Proyección al futuro. En: *Acta del 60 Congreso Argentino de Nutrición, 1976*. Tomo 1, p. 67-82.

4. Valencia, Mirta E. La tecnología de alimentos como causa o solución de deficiencias nutricionales. Presentado en: **III Seminario y Primer Congreso Latinoamericano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Buenos Aires**, noviembre de 1979.
5. Young, C.M., C.G. Hagan, R.E. Tucker & W.D. Foster. A comparison of dietary study methods. II. Dietary history vs. seven-day record vs. 24-hr recall. **J. Am. Dietet. Assoc.**, **28**: 218-221, 1952.
6. Wu Leung, Woot-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina**. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EE.UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, ciudad de Guatemala, C.A. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, junio 1961, 132 p.
7. Hainline, A. **Standard Methods of Clinical Chemistry**. Vol. II. New York, N.Y., Academic Press, 1958, p. 49-60.
8. Piomelli, S., A. Brickman & E. Carlos. Rapid diagnosis of iron deficiency by measurement of free erythrocyte porphyrins and hemoglobin: the FEP/hemoglobin ratio. **Pediatrics**, **57**: 136-141, 1976.
9. **Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B<sub>12</sub>, Folate and Iron**. Geneva, World Health Organization, 1970 (WHO Technical Report Series No. 452).
10. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense, National Institutes of Health of the USA. **Manual for Nutrition Surveys**. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1963.
11. De Imaz, J.L. Bases sociológicas para una política alimentaria. En: **Acta del 6o. Congreso Argentino de Nutrición, 1976**. Tomo 1, p. 9-20.
12. Van Campden, D. Regulation of iron absorption. **Fed. Proc.**, **33**: 100-105, 1974.
13. International Nutritional Anemia Consultative Group (INACG). **Guidelines for the Eradication of Iron Deficiency Anemia**. New York, N.Y., and Washington, D.C., The Nutrition Foundation, 1977, p. 6.

## CRECIMIENTO CELULAR DE UTERO, PLACENTA Y FETOS DURANTE LA RESTRICCIÓN CALORICA MATERNA CRONICA EN RATAS

*Julia Araya,<sup>1</sup> M. Cristina Reyes,<sup>2</sup> Cristina M. Baginsky<sup>2</sup>  
y Manuel Ruz<sup>2</sup>*

Facultad de Medicina, División de Ciencias Médicas Norte,  
Universidad de Chile, Santiago, Chile

### RESUMEN

Se cruzaron ratas hembras vírgenes, crónicamente desnutridas por restricción de una dieta balanceada, por el término de 24 horas. Estas fueron sacrificadas a los 14, 16, 18 y 20 días post-concepción; se extrajo útero, placentas y fetos, cuantificando en ellos el contenido de ácidos nucleicos y proteínas. Según se determinó, la restricción dietética crónica disminuyó el número de crías, la ganancia de peso materno, el peso del útero, las placentas y los fetos. La división celular se vio dramáticamente disminuida en los tejidos estudiados, siendo esta diferencia significativa en útero a los 14 y 20 días post-concepción ( $P \ll 0.001$ ). Se observó que el descenso en el contenido total de ARN y proteína en el grupo con restricción dietética fue menos importante que la disminución constatada en el contenido de ADN; de ahí que la relación ARN/ADN y de proteína/ADN estuviese significativamente aumentada al final de la preñez en los tejidos analizados.

---

Manuscrito modificado recibido: 29-11-82.

1 Directora del Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, División Ciencias Médicas Norte, Universidad de Chile, Independencia 1027, 3o. P., Santiago, Chile.

2 Miembros del citado Departamento.

Se comenta la menor celularidad, el mayor tamaño celular, y el contenido de ARN intracelular aumentado en los órganos de la reproducción de ratas desnutridas, en relación a crecimiento fetal disminuido.

## INTRODUCCION

En las primeras etapas del crecimiento normal de un órgano o animal el número de células aumenta linealmente, luego la velocidad de división celular comienza a disminuir continuando casi imperceptiblemente, hasta que el órgano ha alcanzado su máximo tamaño (1). Como resultado del descenso en la velocidad de síntesis del ácido desoxiribonucleico (ADN), el crecimiento celular posterior se caracteriza por una acumulación de proteína y, presumiblemente, de cantidades proporcionales de agua (2).

Al igual que los órganos fetales, el útero y la placenta tienen un crecimiento proliferativo durante la gestación; de ahí que podrían ser susceptibles a daños ocasionados por factores adversos, por ejemplo, la desnutrición materna (3-6).

Se ha informado (7) que la desnutrición materna es uno de los factores que contribuyen al bajo peso del recién nacido, siendo más evidente y dramático el efecto en el producto de la concepción si la gestante inicia su vida reproductiva con desnutrición preconcepcional (8). En experiencias anteriores hemos comunicado que una desnutrición proteínico-calórica impuesta precozmente desde los primeros días de vida de la futura gestante, ratarda la aparición de la pubertad en la rata. Además, ello provoca un alto grado de infertilidad y un retraso en el crecimiento de tal magnitud que necesita 160 días de vida para lograr el peso con que las ratas control de 60 días de edad habitualmente inician el proceso de la reproducción en nuestro bioterio.

Con estos antecedentes, nos pareció importante establecer si una restricción calórica materna impuesta sólo antes de la pubertad y durante la preñez, altera el crecimiento celular normal del útero y placenta y su posible relación con el retardo del crecimiento fetal.

## MATERIAL Y METODOS

### *Dieta*

Se utilizó caseína al 25% (9NDpCal<sup>0</sup>/o) preparada según Araya y Ruz (8).

### *Animales*

Cien ratas hembras vírgenes de la cepa Wistar, de 45 días de edad, cuyo peso inicial promedio era de 100 g, se dividieron en dos grupos. El grupo control (C) recibió alimentación *ad libitum* durante toda la experiencia, consistente en la dieta de caseína al 250/o. Al grupo con alimentación restringida (R) se le ofreció sólo el 750/o de la misma dieta consumida por el grupo C, para lo cual se midió diariamente en el grupo C la ingesta promedio del día anterior.

Quando las ratas de ambos grupos lograron un peso promedio de 152 g —el control lo alcanzó a los 60 días de edad, y el restringido a los 75 días de edad— se les practicó un frotis vaginal y sólo al detectar la fase proestro, se cruzaron por 24 horas. Se consideró como día 0 el momento de separar al macho. Las ratas preñadas se ubicaron en jaulas individuales, siendo la temperatura del bioterio de 25°C, humedad 750/o, con 12 horas de luz y 12 de oscuridad. A los 14, 16, 18 y 20 días post-concepción se sacrificaron ocho ratas de cada grupo, a las que se les extrajo por cesárea el útero, las placentas y los fetos. Los tejidos fueron homogenizados en agua destilada fría (0-4°C) separadamente (útero, todas las placentas y todos los fetos de la camada) a concentraciones de 100/o peso/volumen. En cada homogenizado se determinó el contenido de ADN según Burton (9), ARN según Schmidt y Thanhauser, modificado por Fleck y Munro (10) y proteína, de acuerdo al procedimiento de Lowry *et al.* (11).

En el análisis estadístico se utilizó la prueba de "t" de Student para obtener la diferencia de promedios, considerándose como significativo un  $P < 0.05$ .

### RESULTADOS

La ingesta energética (Kcal/día), ganancia de peso materno (g/20 días), peso promedio final del útero, placentas y fetos de los grupos C y R se exponen en la Tabla 1. Según puede observarse, la restricción de la dieta balanceada afectó la ganancia ponderal materna ( $P \ll 0.001$ ); el número de crías de la camada también se vio disminuido aun cuando la diferencia no alcanzó significación estadística ( $P > 0.05$ ).

En el grupo desnutrido el peso del útero al final de la experiencia disminuyó en un 140/o, la placenta en un 80/o y el feto un 60/o en relación a las ratas control.

TABLA 1

INGESTA DE ENERGIA METABOLIZABLE PROMEDIO (Kcal/día),  
GANANCIA DE PESO MATERNO DURANTE 20 DIAS, Y PESO  
DEL UTERO, PLACENTA Y FETO A LOS 20 DIAS DE EDAD  
GESTACIONAL EN RATAS PREÑADAS CONTROL Y  
EN RESTRINGIDAS CALORICAS

Grupo	Control <sup>a</sup>	Restringido <sup>a</sup>	P
Ingesta (Kcal/día)	45.3* ± 3.11	34.0 ± 2.35	≤ 0.001
Ganancia de peso materno (g)	105.8 ± 12.2	41.9 ± 11.7	≤ 0.001
Peso útero (g)	2.9 ± 0.36	2.5 ± 0.30	< 0.05
Peso placenta (g)	0.404 ± 0.064	0.371 ± 0.034	> 0.20
Peso feto (g)	1.96 ± 0.38	1.84 ± 0.06	> 0.30
Número de fetos por camada	9.5 ± 1.87	7.9 ± 1.36	> 0.05
Rango	8 - 13	6 - 9	

\* Valores promedio ± desviación estándar.

<sup>a</sup> En cada determinación se utilizaron ocho ratas de cada grupo.

En la Tabla 2 se informa el contenido de ADN a los 14, 16, 18 y 20 días postconcepcionales en órganos de la reproducción y fetos. Puede apreciarse un contenido menor en útero, placenta y feto del grupo R en relación al grupo C, diferencias que se magnifican al día 20. El órgano más afectado dicho día fue el útero ( $P \leq 0.001$ ).

Al cuantificar el contenido total e intracelular de ARN en los tejidos estudiados de ratas preñadas control y restringidas calóricas, se observa (Figura 1) que al 14° día no hubo diferencias en cuanto al contenido total de ARN entre los grupos, siendo la única excepción el útero. No obstante, a los 18 días postconcepcionales, cuando el contenido total de ARN alcanzó un valor máximo en el útero y placentas de las ratas control, en contraste con los animales desnutridos, en los que éste fue significativamente menor ( $P \leq 0.001$ ).

TABLA 2

CONTENIDO DE ACIDO DESOXIRIBONUCLEICO DURANTE EL CRECIMIENTO DEL UTERO, PLACENTA  
Y FETOS EN RATAS PREÑADAS CONTROL Y EN RESTRINGIDAS CALORICAS

Grupo	Control				Restringidas				P	
Edad gestacional (días)	14 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	14	20
<i>Utero</i>										
ADN (mg/útero)	7.2* ± 1.28	7.2 ± 1.40	7.3 ± 0.44	8.3 ± 0.77	4.5* ± 0.32	4.9 ± 0.50	5.0 ± 0.51	5.9 ± 0.43	< 0.001	≪ 0.001
<i>Placenta</i>										
ADN (mg/placenta)	0.446* ± 0.041	1.140 ± 0.36	1.250 ± 0.088	1.310 ± 0.12	0.364* ± 0.071	0.788 ± 0.11	0.890 ± 0.071	1.056 <sup>o</sup> ± 0.13	< 0.02	< 0.01
<i>Feto</i>										
ADN (mg/feto)	0.608* ± 0.16	2.29 ± 0.31	5.71 ± 0.46	13.63 ± 1.91	0.422* ± 0.074	1.600 ± 0.23	4.13 ± 0.37	10.56 ± 0.56	< 0.02	< 0.01

\* Valor promedio ± desviación estandar.

<sup>a</sup> En cada determinación se utilizaron ocho ratas preñadas de cada grupo.

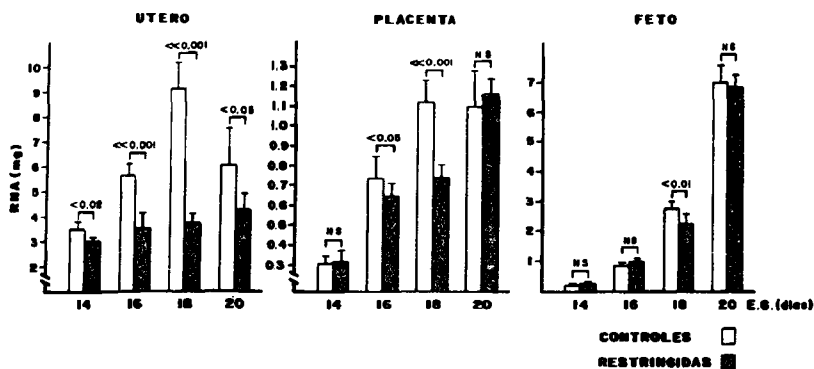


FIGURA 1

Contenido total de ácido ribonucleico durante el crecimiento del útero, placenta y fetos de ratas preñadas control y restringidas calóricas

En la Tabla 3 se da cuenta del contenido total de proteína desde el 14° al 20° día después de la concepción, en útero, placenta y feto de ratas preñadas control y de restringidas calóricas. Los datos revelan que la proteína total en las ratas restringidas estuvo disminuida con respecto al control al 20° día, sólo en útero y placenta.

La relación ARN/ADN y prot/ADN se ilustra gráficamente en la Figura 2, pudiendo advertirse que la relación ARN/ADN a los 14° y 20° días en fetos y placenta ( $P \ll 0.001$ ) y en útero ( $P < 0.05$ ) estaban significativamente elevadas en las sometidas a restricción calórica. La relación prot/ADN fue siempre mayor en los tres tejidos estudiados correspondientes a ratas desnutridas; al 20° día de edad gestacional todas las diferencias fueron significativas, a excepción de la placenta.

## DISCUSION

El estudio descrito indica que la restricción de una dieta con 25% de caseína —impuesta a la hembra desde antes de la pubertad

TABLA 3

CONTENIDO DE PROTEINA DURANTE EL CRECIMIENTO DEL UTERO, PLACENTA Y FETOS  
EN RATAS PREÑADAS CONTROL Y EN RESTRINGIDAS CALORICAS

Grupo	Control				Restringidas				P	
	14 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	14	20
Edad gestacional (días)										
<i>Utero</i>										
Proteína (mg/útero)	125* ± 13.8	156 ± 30.0	242 ± 13.2	216* ± 26.5	95.9 ± 20.4	100 ± 15.2	124 ± 9.7	168 ± 15.4	< 0.01	< 0.01
<i>Placenta</i>										
Proteína (mg/placenta)	7.21 ± 0.74	18.91 ± 4.06	27.31 ± 2.39	37.8 ± 5.70	6.9 ± 1.78	14.6 ± 1.59	19.4 ± 0.43	29.8 ± 2.1	NS	< 0.01
<i>Feto</i>										
Proteína (mg/feto)	3.7 ± 0.56	13.7 ± 1.51	43.8 ± 4.13	129.5 ± 23.3	2.7 ± 0.50	12.7 ± 0.87	31.5 ± 3.17	119.3 ± 9.45	< 0.01	NS

\* Valor promedio ± desviación estándar.

<sup>a</sup> En cada determinación se utilizaron ocho ratas preñadas de cada grupo.

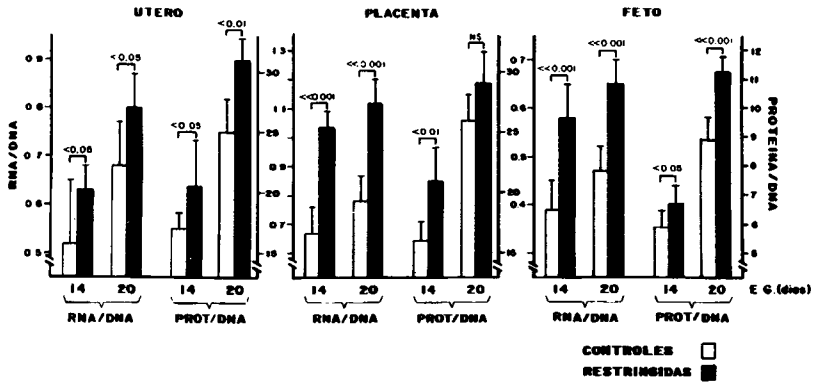


FIGURA 2

Relación RNA/DNA y proteína/DNA en útero, placenta y fetos a los 14 y 20 días de edad gestacional, en ratas control y en restringidas calóricas

y durante la preñez— disminuye el número y tamaño de fetos, el tamaño del útero y el de la placenta. Las características del crecimiento celular de los tejidos analizados muestra que el daño es predominantemente hiperplástico, acompañado de una leve disminución del contenido total de ARN y proteína. Ello da como resultado menor número de células, mayor tamaño celular, y aumento del contenido intracelular de ARN.

Winick (12) y Zamenhof, Van Marthens y Margolis (13), han comunicado una menor celularidad en diversas áreas del cerebro de ratas con desnutrición proteínica neonatal. Winick (14) informa el mismo efecto en la placenta de mujeres embarazadas desnutridas. Un estudio realizado en ratas preñadas a las cuales se ligó la arteria uterina de uno de los cuernos del útero, demostró que la velocidad de división celular de los fetos anidados en ese cuerno se detuvo (15). Lo que es más, se ha demostrado que la proliferación celular se detiene sólo si la interrupción de la circulación uterina se hace antes del 17º día post-concepcional (12).

Este estudio hace evidente que la restricción energética moderada preconcepcional frenó la síntesis de ADN asociada a la división celular en útero, placenta y feto, detectada 14 días después de la concepción. Esta reducción en el útero fue de 28.90/o

de lo observado en el útero de ratas controles; en los fetos de madres desnutridas se evidenció una reducción de 22.60/o, y en la placenta, una disminución de 19.40/o con respecto a las ratas control.

Dallman y Mahies (16) al medir el efecto de la desnutrición proteínico-calórica en la síntesis de ADN en hígado, muestra que la incorporación de  $H^3$  timidina en el ADN nuclear y la actividad de timidina kinasa, están notoriamente deprimidas, atribuyendo esta disminución a la baja disponibilidad de sustratos energéticos originada por descenso del aporte dietético.

Existe suficiente evidencia que permite responsabilizar a la unidad fetoplacentaria de la síntesis de progesterona y estrógeno durante el embarazo (17), y a la placenta de la síntesis de hormonas peptídicas como son el lactógeno placentario cuya secreción aumenta, y la gonadotrofina coriónica cuya síntesis disminuye a medida que progresa la preñez (18). Simultáneamente, se ha demostrado que entre el peso placentario y la producción de lactógeno placentario existe una buena correlación (19), así como entre ARN placentario y la síntesis de esta hormona al final de la preñez (18).

La mayor función del lactógeno placentario sería movilizar sustratos de las reservas maternas para transferir aminoácidos y glucosa hacia el feto cuando las exigencias de éste aumentan (20). Se podría postular que la placenta de ratas con restricción calórica, con un tamaño y un contenido de ARN placentario disminuidos exhibidos al 180 día, podría reducir la capacidad de síntesis de esta hormona, limitando así la disponibilidad de sustratos energéticos para el feto, cuyo peso y crecimiento celular se encontraron disminuidos.

El útero es un órgano cuyo crecimiento durante la preñez obedece intensamente a influencias hormonales (21). Anderson (22) observó que la restricción severa de alimento impuesta a cerdas hembra antes y durante la preñez, disminuye el crecimiento fetal y el tamaño del útero, efecto que se mitiga al inyectar progesterona y benzoato de estradiol. Por otra parte la desnutrición materna se ha asociado con bajos niveles de estríol. Un estudio de Iyengar (23), realizado en la India, muestra que madres embarazadas, desnutridas, elaboran menos estrógenos, detectado por la baja excreción urinaria de sus metabolitos, especialmente al final del embarazo.

Se ha demostrado que la producción de estrógeno influencia la síntesis de ARN ribosomal en el útero (24). Todas estas eviden-

cias, pues, nos permiten postular que la restricción calórica crónica pudo haber reprimido la síntesis de hormonas esteroidales sintetizadas por la unidad fetoplacentaria, disminuyendo así la cantidad de ácidos nucleicos y de proteína del útero, evidenciados en esta experiencia.

Como resultado del importante descenso observado en el contenido de ADN y, simultáneamente, la leve reducción en el contenido de ARN, es que la cantidad de ARN por célula se manifiesta significativamente aumentada un día antes del término de la preñez en los tejidos y fetos extraídos de ratas desnutridas.

Una relación ARN/ADN mayor de lo normal ha sido descrita en diversos tejidos, por ejemplo en placenta, debido a insuficiencia placentaria (14). Asimismo, como consecuencia de una interrupción de la circulación a nivel de arteria uterina (25), también se ha comunicado este hecho en el miocardio de animales después de ligar la aorta (26). Estos hallazgos sugieren una estrecha asociación entre el aumento de la relación ARN/ADN y la disminución del flujo o presión sanguínea en el tejido. Esta hipótesis la sustentan las observaciones de Rosso (27), quien postula que uno de los mecanismos que explicaría el retardo del crecimiento fetal y la reducción del tamaño placentario en animales desnutridos, sería la disminución del flujo sanguíneo placentario por un aumento inadecuado del débito cardíaco.

Como respuesta a la restricción crónica de alimento, la rata preñada responde disminuyendo su velocidad de crecimiento hiperplástico fetal y de los órganos de la reproducción, y elevando la relación ARN/ADN. Creemos que este efecto podría explicarse mejor con un mayor conocimiento de las alteraciones que pueden experimentar los sistemas endocrinos, al enfrentarse a una restricción exógena de energía y/o de nutrientes.

#### SUMMARY

##### CELLULAR GROWTH IN UTERI, PLACENTA AND FETUSES DURING MATERNAL CHRONIC RESTRICTION IN RATS

Wistar strain female rats were maintained with restricted amounts of 25% casein diet before and during pregnancy. Uteri, placentas and fetuses were removed from the rats beginning the 14th day of conception and continuing it up to the 20th day. Tissues were analyzed in regard to weight, nucleic acids and protein content.

A 25% food restriction decreased dramatically the uterine, placental and fetal size as well as DNA content. RNA and protein content were also found diminished, but it must be emphasized that these findings were less important than the DNA content reduction observed. This is the reason why RNA/DNA and protein/DNA ratios were markedly elevated in regard to control values.

Cellular changes observed in the reproductive organs and their relationships with fetal growth failure, induced by maternal dietary modification, are discussed.

### BIBLIOGRAFIA

1. Dobbing, J., J. Sands & Ch. A. Gatrix. Cell size and cell number: a reconsideration of organ growth and catch-up potential. *Proc. Nutr. Soc.*, **38**: 99A, 1979.
2. Winick, M. & A. Noble. Quantitative changes in ribonucleic acids and protein during normal growth of rat placenta. *Nature*, **212**: 34-35, 1966.
3. Winick, M., A. Coscia & A. Noble. Cellular growth in human placenta. 1. Normal placental growth. *Pediatrics*, **39**: 248-251, 1967.
4. Rosso, P., M. Wasserman, J. Rosovski & E. Velasco. Effects of maternal undernutrition on placental metabolism and function. En: *The Neonate*. D. S. Young and J. M. Hicks (Eds.). New York, N. Y., John Wiley and Sons, 1976, p. 59-66.
5. Salvatore, C. A. A cytological examination of uterine growth during pregnancy. *Endocrinology*, **43**: 355-370, 1945.
6. Daniel, E. E. & D. A. Boyes. The electrolytes of the human uterus and their possible relations to functional activity. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **73**: 395-401, 1957.
7. Lechtig, A., J-P. Habicht, H. Delgado, R. E. Klein, Ch. Yarbrough & R. Martorell. Effect of food supplementation during pregnancy on birthweight. *Pediatrics*, **56**: 508-520, 1975.
8. Araya, J. & M. Ruz. Influencia de la situación nutricional preconcepcional materna sobre el crecimiento y desarrollo fetal en ratas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **31**: 133-145, 1981.
9. Burton, K. A study of the conditions and mechanisms of diphenylamine reaction for the colorimetric estimation of deoxyribonucleic acid. *Biochem. J.*, **62**: 315-322, 1956.
10. Fleck, A. & H. N. Muñoz. The precision of ultraviolet absorption measurements in the Schmidt Thanhauser procedure for nucleic acids estimation. *Biochem. Biophys. Acta*, **55**: 571-583, 1962.

11. Lowry, O. M., J. Rosebrough, A. L. Farr & R. J. Randall. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265-275, 1951.
12. Winick, M. Cellular growth in intrauterina malnutrition. *Pediatrics Clinics of North America*, **17**: 69-78, 1970.
13. Zamenhof, S., E. Van Marthens & F. L. Margolis. DNA (cell number) and protein in neonatal brain. Alteration by maternal dietary protein restriction. *Science*, **160**: 322-323, 1968.
14. Winick, M. Cellular growth of human placenta. Intrauterine growth failure. *J. Pediat.*, **71**: 390-395, 1967.
15. Wiggleworth, J. S. Experimental growth retardation in fetal rat. *J. Pathol. Bacteriol.*, **88**: 1-13, 1964.
16. Dallman, P. K. & E. C. Manies. Protein deficiency: Contrasting effects on DNA and RNA metabolism in rat liver. *J. Nutrition*, **103**: 1311-1318, 1973.
17. Diczfalusy, E. Endocrine function of the human fetoplacental unit. *Fed. Proc.*, **23**: 791-798, 1964.
18. Munro, H. N. Placental protein and peptide hormone synthesis. Impact of maternal nutrition. *Fed. Proc.*, **39**: 255-260, 1980.
19. Mulay, S., C. A. Browne, D. R. Varma & S. Solomon. Placental hormones, malnutrition and fetal development. *Fed. Proc.*, **39**: 261-265, 1980.
20. Naismith, D. J. Maternal nutrition and the outcome of pregnancy - a critical appraisal. *Proc. Nutr. Soc.*, **39**: 1-11, 1980.
21. Brody, S. Hormonal influence on the nucleic acid and protein contents of the human myometrium. *Exp. Cell Research*, **14**: 149-159, 1958.
22. Anderson, L.L. Embryonic and placental development during prolonged inanition in the pig. *Am. J. Physiol.*, **229**: 1687-1964, 1975.
23. Yyengar, L. Urinary estrogen excretion in undernourished pregnant Indian women. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **102**: 834-838, 1968.
24. Moore, R. & T. H. Hamilton. Estrogen induced formation of uterine ribosomes. *Proc. Nutr. Soc.*, **52**: 439-446, 1964.
25. Winick, M. *Diagnosis and Treatment of Fetal Disorders*. New York, N. Y., Springer, Verlag, 1969, p. 83-101.
26. Gluck, L., N. S. Talner, H. Stern, T. H. Gardner & M. V. Kulovich. Experimental cardiac hypertrophy: concentration of RNA in the ventricles. *Science*, **144**: 1244-1245, 1964.
27. Rosso, P. Placental growth development and function in relation to maternal nutrition. *Fed. Proc.*, **39**: 250-254, 1980.

## COMPARACION DE CUATRO METODOS DE EVALUACION DE CALIDAD PROTEINICA EN FUENTES VEGETALES

*Ana María Muñoz de Maquiña<sup>1</sup>, Rainer Gross<sup>2</sup>,  
Hans Schoeneberger<sup>2</sup> y Luisa Villacorta<sup>1</sup>*

Instituto de Nutrición, Institutos Nacionales de Salud,  
Ministerio de Salud, Lima, Perú

### RESUMEN

Se comparó la utilidad práctica de los métodos de índice de eficiencia proteínica (PER), concentración de urea en sangre de ratas, valor nutritivo relativo (VNR) determinado a través de la bacteria *Streptococcus zymogenes*, y de predicción del valor proteínico (PPV), a fin de evaluar la calidad de la proteína de origen vegetal de 41 dietas.

Se obtuvo baja correlación entre los valores de PER y NRV ( $r = 0.66$ ), PER y PPV ( $r = 0.53$ ), NRV y PPV ( $r = 0.54$ ) en contraste con la correlación entre PER y urea, que resultó ser más alta ( $r = -0.89$ ). Los diferentes métodos

---

Manuscrito modificado recibido: 18-11-83.

- 1 Miembros del Departamento de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, Jr. Tizón y Bueno 276, Jesús María, Lima 11, Perú.
- 2 Miembros de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica, Proyecto Lupino, Instituto de Nutrición, Lima, Perú.

pueden ser útiles y valiosos para objetivos distintos y definidos, pero los resultados de cada procedimiento se valoran de acuerdo a los objetivos del presente estudio.

Para determinar la calidad proteínica de los alimentos, se recomienda la búsqueda de computadoras de modelos matemáticos, que abarquen el sistema cibernético del metabolismo de los aminoácidos. Ello disminuiría el empleo actual de ensayos prolongados y costosos con seres vivientes.

## INTRODUCCION

Hoy en día continúa la búsqueda de técnicas adecuadas y simples para determinar la calidad proteínica de los alimentos, porque aún no se ha encontrado la metodología que en forma satisfactoria reúna las condiciones de exactitud, simplicidad y economía (1, 2).

En la industria de alimentos se utilizan distintos métodos de evaluación proteínica con diferentes niveles de seguridad y exactitud, que varían según sus objetivos, los que pueden abarcar desde una evaluación y aprobación de nuevas fuentes de proteína hasta un simple control rutinario de calidad. Sin embargo, el principal método usado es el del índice de eficiencia proteínica (PER) (3).

Es bastante difícil evaluar la validez de las diferentes técnicas porque en ellas se determinan parámetros distintos y en diferentes especies. El trabajo de que aquí se da cuenta trata de revisar la utilidad práctica y comparar los resultados obtenidos con tres metodologías de evaluación de calidad de proteína diferentes con el método del PER. Estos son: la concentración de urea en sangre, utilizando ratas; el valor nutritivo relativo (RNV) a través del crecimiento de la bacteria *Streptococcus zymogenes*, y el procedimiento matemático de predicción del valor proteínico (PPV) que se basa en resultados de ensayos de balance de nitrógeno en seres humanos adultos.

## MATERIALES Y METODOS

Las fuentes proteínicas estudiadas corresponden a 41 dietas, todas ellas provenientes de vegetales, tanto de leguminosas (lupino, soya, frijoles, habas) como de cereales (trigo, cebada, avena, arroz, maíz), quinua, papa y microalgas.

La soya, los frijoles y las habas, así como la quinua y la papa,

fueron sometidos a cocción (1 hora a 100°C), secados y posteriormente molidos (malla 100). El *Lupinus mutabilis* fue primero desamargado (4), y la quinua se remojó y lavó previo a su cocción con el fin de eliminar las saponinas. Los métodos de obtención de la torta de *Lupinus mutabilis* y del aislado proteínico se describen en los trabajos de Hatzold y Gonzáles (5) y de Rodríguez *et al.* (6), respectivamente.

Todos los análisis bromatológicos se llevaron a cabo de acuerdo con los métodos de la AOAC (7). Los análisis de aminoácidos para el cálculo matemático de la calidad proteínica fueron efectuados por Degussa, según el método de Bech *et al.* (8). La calidad de la proteína de las dietas se evaluó a través de las siguientes cuatro técnicas:

- a) Índice de eficiencia proteínica (PER) en ratas cepa Sprague-Dawley, según método de la AOAC (7), descrito por Schoeneberger *et al.* (9).
- b) Concentración de urea en sangre de ratas, también Sprague-Dawley de acuerdo al método determinado por Fawcett y Scott (10), empleado según Schoeneberger y Gross (11).
- c) Valor nutritivo relativo (RNV) según el método de Ford (12), modificado por Luescher (13), empleando la bacteria *Streptococcus zymogenes* (NCDO - 592).
- d) Predicción del valor proteínico (PPV) descrito por Gross (14). Dicho método fue sujeto a ciertos cambios por Mørup y Olesen (15), utilizando los resultados de balance de nitrógeno en humanos notificados por Kofranyi y Jekat (16). La siguiente fórmula fue desarrollada mediante un análisis de regresión.

$$1) \quad PV = 10^{2.15} \cdot gL's^{0.41} \cdot gArom^{0.6} \cdot gSulf^{0.71} \cdot gTreo^{2.4} \\ \cdot gTrip^{0.21}$$

$$2) \quad g = \frac{A_{test}}{A_{ref}} ; A_{test} \leq A_{ref}$$

$$g = \frac{A_{ref}}{A_{test}} ; A_{test} \leq A_{ref}$$

$$3) \quad A_{Ile} + A_{Leu} + A_{Lis} + A_{Arom} + A_{Sulf} + A_{Treo} + A_{Trip} + \\ A_{Val} = 1000$$

4) $A_{ref}$	mg/g Total de AA esenciales
Lis	141
Arom (Fe + Trip)	212
Sulf (Met + Cis)	89
Treo	99
Trip	30

### RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se observan los resultados de la determinación de la calidad proteínica de las 41 fuentes alimenticias evaluadas a través del PER, la concentración de urea en la sangre, el RNV y el PPV, pudiéndose apreciar un amplio rango en los hallazgos.

Los coeficientes de correlación determinados entre los diferentes métodos se exponen en la Tabla 2, y se nota que éstos, a excepción de la correlación entre el método del PER y la concentración de úrea en la sangre de ratas, en su mayoría son relativamente bajos.

La alta correlación negativa entre la concentración de urea en sangre y el PER, ya fue también informada por otros autores como Muenchow y Bergner (17, 18), Eggum (19) y Schoeneberger y Gross (11).

El hecho de que la concentración de urea sea inversamente proporcional al PER se debe a que una proteína no balanceada incrementa la eliminación de los aminoácidos no utilizados para la síntesis de proteína. El nitrógeno de los aminoácidos no utilizados se elimina en forma de urea, lo que explica que una proteína de baja calidad produzca una alta concentración de urea en el plasma.

Para comparar mejor los diferentes métodos, los resultados de las determinaciones de la calidad proteínica de mezclas de la proteína de una leguminosa con metionina se ilustran gráficamente en la Figura 1, con quinua (Figura 2) y con trigo (Figura 3). Las curvas declinan cuando la calidad proteínica es inferior, debido a:

- Carencia de un aminoácido esencial, o
- Exceso de un aminoácido esencial, como en el caso de los aminoácidos azufrados que, en exceso, disminuyen el crecimiento de la rata.

TABLA 1

## INDICES DE CALIDAD PROTEINICA DE 41 FUENTES ALIMENTICIAS

Proteínas evaluadas	PER	Urea en sangre (mg/100 ml)	PNV	PPV
0. Proteína de referencia				
Caseína	2.50	25.5	100	82
Caseína + 2% met*	2.98	20.3	—	78
1. Soya + 2% met	2.63	11.8	116	83
2. Frijol canario + 2% met	2.59	14.2	98	88
3. Frijol castilla + 2% met	2.57	11.8	106	97
4. <i>Lupinus mutabilis</i> + cebada + quinua (33% + 33% + 33%)	2.52	14.3	125	107
5. <i>Lupinus mutabilis</i> + arroz + quinua (33% + 33% + 33%)	2.51	16.6	126	89
6. Quinua	2.48	11.3	99	80
7. <i>Lupinus mutabilis</i> + avena + quinua (33% + 33% + 33%)	2.42	13.6	126	98
8. <i>Lupinus mutabilis</i> + avena + quinua (33% + 33% + 33%)	2.39	19.8	114	108
9. <i>Lupinus mutabilis</i> + quinua (33% + 66%)	2.38	13.9	124	93
10. Torta de <i>Lupinus mutabilis</i> desamargada a pH 5 + 2% met	2.32	18.3	84	95
11. <i>Lupinus mutabilis</i> + 3% met	2.24	21.4	80	87
12. <i>Lupinus mutabilis</i> + avena + maíz (33% + 33% + 33%)	2.23	21.7	121	101
13. Soya	2.23	17.8	101	116

\* Todos los porcentajes de aminoácidos agregados se expresan en base a 100 g de proteína.

TABLA 1: continuación

Proteínas evaluadas	PER	Urea en sangre (mg/100 ml)	RNV	PPV
14. <i>Lupinus mutabilis</i> + 0.3% met + 0.1% fenil	2.21	20.5	80	85
15. Habas + 0.2% met	2.21	22.8	80	97
16. <i>Lupinus mutabilis</i> + quinua (50% + 50%)	2.19	19.3	113	97
17. <i>Lupinus mutabilis</i> + 0.2% met	2.18	30.9	74	102
18. <i>Lupinus mutabilis</i> + avena (50% + 50%)	2.16	18.7	113	119
19. Aislado proteínico de <i>Lupinus</i> <i>mutabilis</i> + 2% met	2.15	32.9	64	66
20. <i>Lupinus albus</i> + 0.2% met	2.15	30.1	83	82
21. Torta de <i>Lupinus mutabilis</i> desamargada a pH 9 + 0.2% met	2.13	23.3	87	92
22. <i>Lupinus mutabilis</i> + maíz (50% + 50%)	2.12	21.2	115	102
23. Microalgas	2.11	23.0	78	84
24. <i>Lupinus mutabilis</i> + arroz (50% + 50%)	2.08	20.8	119	120
25. <i>Lupinus mutabilis</i> + avena (33% + 66%)	2.07	21.8	84	112
26. <i>Lupinus mutabilis</i> + 0.1% met	2.03	39.3	68	102
27. <i>Lupinus mutabilis</i> + trigo (33% + 66%)	2.03	17.8	—	106
28. <i>Lupinus mutabilis</i> + trigo (50% + 50%)	2.02	24.4	107	116
29. <i>Lupinus mutabilis</i> + cebada (50% + 50%)	2.00	19.7	117	115
30. Microalgas + 0.2% met	1.97	37.6	94	68
31. Frijol castilla	1.87	32.7	105	104
32. <i>Lupinus mutabilis</i> + papa (50% + 50%)	1.59	43.4	105	94
33. <i>Lupinus albus</i>	1.50	34.6	64	103

TABLA 1: continuación

Proteínas evaluadas	PER	Urea en sangre (mg/100 mi)	RNV	PPV
34. Frijol alado	1.42	33.7	77	90
35. Frijol canario	1.39	41.1	97	70
36. Trigo	1.33	35.5	98	78
37. <i>Lupinus mutabilis</i>	1.24	47.9	64	72
38. Torta de <i>Lupinus mutabilis</i> desamargada a pH 5	0.99	45.2	75	78
39. Habas	0.96	37.5	68	75
40. Aislado proteínico de <i>Lupinus mutabilis</i>	0.46	58.9	51	55
41. Torta de <i>Lupinus mutabilis</i> desamargada a pH 9	**	73.4	79	68

\*\* = Valor negativo.

Met = Metionina.

Fenil = Fenilalanina.

TABLA 2

COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE CUATRO DIFERENTES  
METODOS DE EVALUACION DE CALIDAD PROTEINICA

	Urea	RNV	PPV
	n = 40	n = 39	n = 40
PER	-0.89	0.56	0.53
		n = 40	n = 41
Urea		-0.61	-0.62
			n = 40
RNV			0.54

La Figura 1 muestra que la calidad de la proteína de la leguminosa utilizada sigue mejorando según los valores del PER y de urea en la sangre, hasta una adición del 2% de metionina.

Mientras que la concentración de urea en la sangre disminuye en forma progresiva y recta, la curva de los valores del PER se aplana después de la suplementación con 1% de metionina. En este

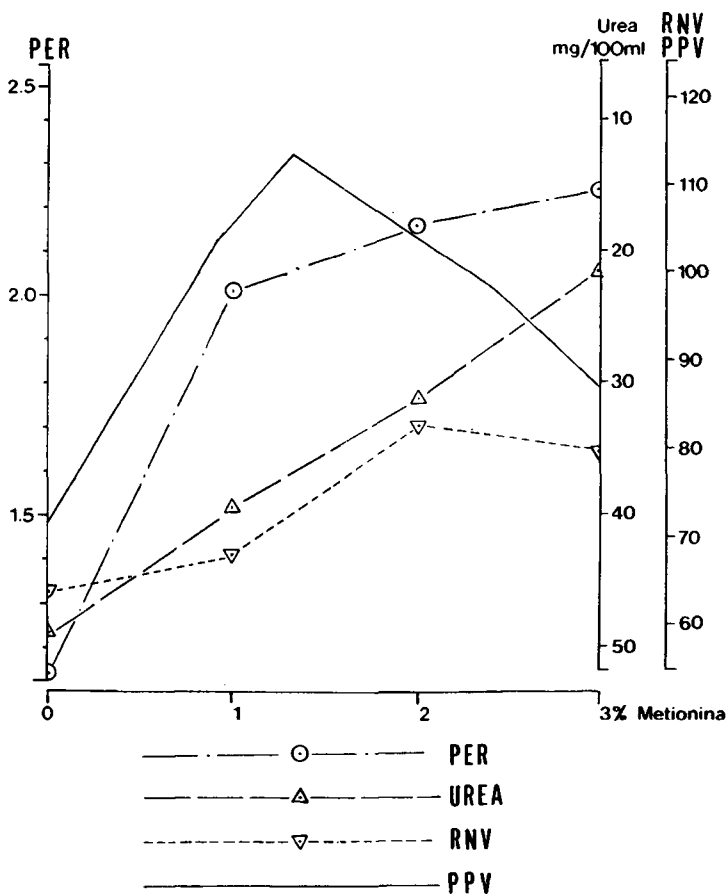


FIGURA 1

PER, urea, RNV y PPV de la proteína de *Lupinus mutabilis* con diferentes porcentajes de suplementación con metionina

caso, cabe considerar que el PER mide la influencia de la calidad proteínica sobre el crecimiento de la rata, mientras que la concentración de urea en la sangre refleja directamente la influencia de la metionina sobre la transformación de la proteína de la dieta en proteína corporal.

Como lo revela la curva graficada, los dos parámetros son muy parecidos pero no idénticos, lo que permite concluir que los requerimientos fisiológicos son distintos. Parece ser que para la transformación inmediata de la proteína de la dieta en proteína corporal, el requerimiento de aminoácidos azufrados es un poco más alto que para el crecimiento medido a largo plazo.

El crecimiento óptimo de *Streptococcus zymogenes* se obtiene con una suplementación de 2 g de metionina a 100 g de proteína. Este resultado confirma las observaciones de Ford (12), quien manifiesta que el *Streptococcus zymogenes* tiene un requerimiento de aminoácidos azufrados inferior que la rata.

Si se observa el gráfico de la curva del PPV —que refleja los requerimientos de aminoácidos del ser humano adulto obtenidos según cálculos matemáticos— apreciamos un suministro óptimo de aminoácidos azufrados, con una suplementación de 1.30/o de metionina, lo que equivale a un contenido total de 3.3 g de aminoácidos azufrados/100 g de proteína de la dieta. Mayores cantidades de metionina resultan en un declive de la calidad proteínica. Por la misma razón, el valor del PPV de la proteína de referencia (caseína) suplementada con 20/o de metionina (Tabla 1) es inferior (PPV = 78) que cuando carece de suplementación (PPV = 82). La mejor calidad proteínica de la caseína se obtiene según los cálculos, agregando 1.10/o de metionina a la caseína (PPV = 93).

La Figura 2 muestra una mezcla de dos fuentes proteínicas vegetales, de mayor importancia práctica: lupino y quinua. El incremento del porcentaje de proteína de quinua en la mezcla tiene como consecuencia un aumento paralelo del PER y de la urea sanguínea. En este caso, el agregado de la proteína de la quinua también compensa el déficit de aminoácidos azufrados de la proteína del lupino. El valor del PPV declina después de una relación de proteína de lupino/proteína de quinua de 54:46, lo que de nuevo indica que el requerimiento de aminoácidos azufrados del ser humano adulto es inferior.

Finalmente, la Figura 3 representa gráficamente los valores de la calidad proteínica de una mezcla de leguminosa con un cereal, según los cuatro métodos de evaluación empleados.

El valor máximo del PER se encuentra en una relación de

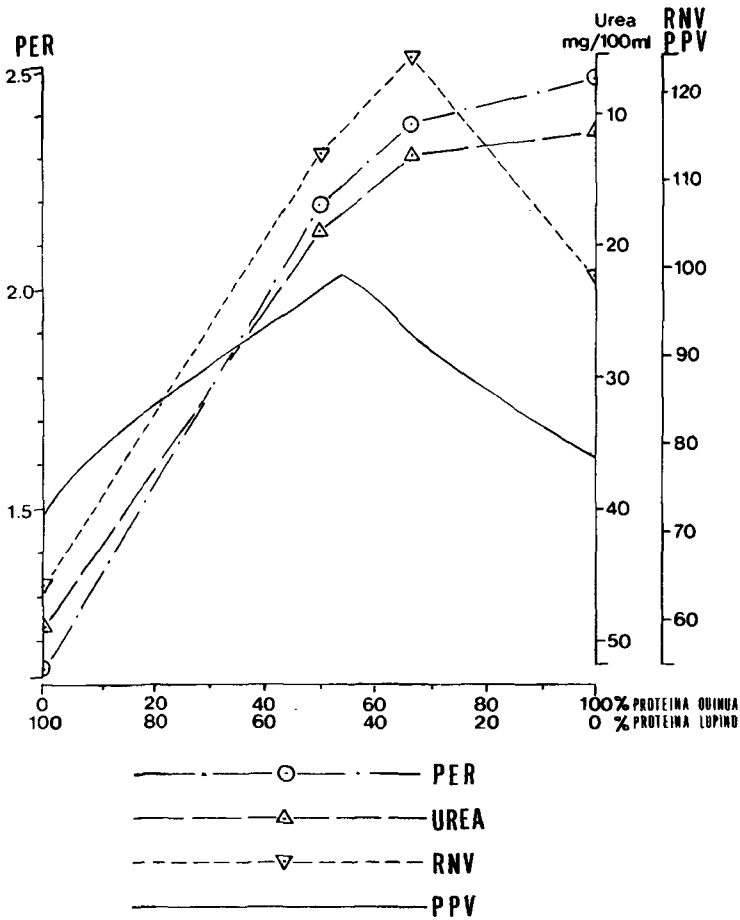


FIGURA 2

PER, urea, RNV y PPV de diferentes mezclas de proteína de lupino con proteína de quinua

proteína de lupino/trigo que oscila entre 1:1 y 1:2. El declive de las curvas hacia la izquierda (mayor porcentaje de proteína de lupino) es causado por la carencia de aminoácidos azufrados, mientras que el descenso hacia la derecha (mayor porcentaje de proteína de trigo) se debe al déficit de lisina.

Los niveles de urea reflejan las mismas tendencias, pero

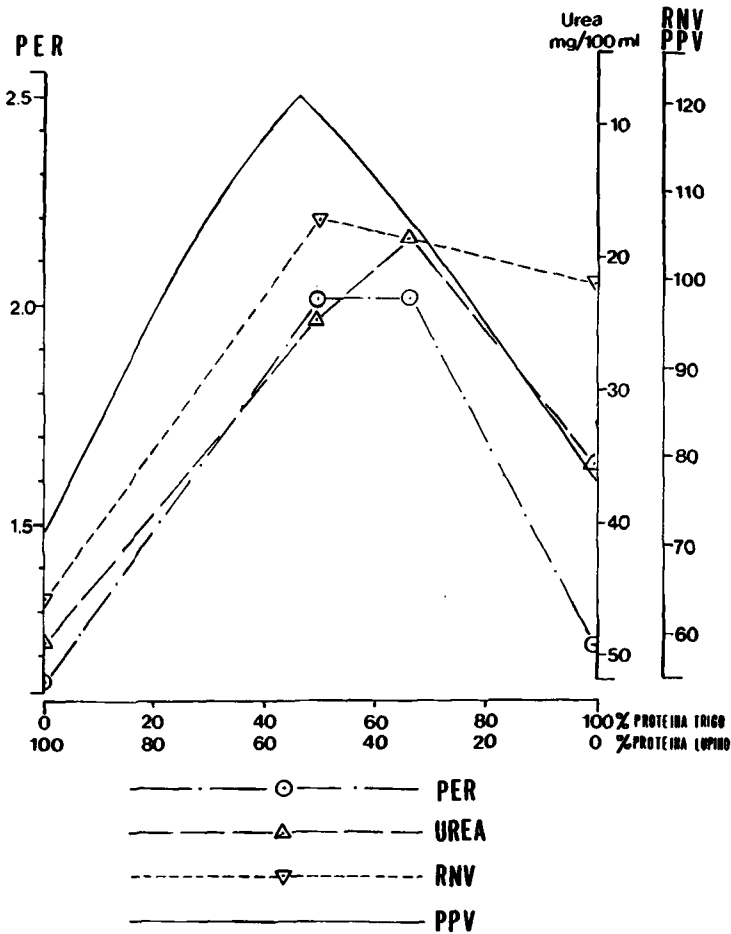


FIGURA 3

PER, urea, RNV y PPV de diferentes mezclas de proteína de trigo con proteína de lupino

también aquí, como en la Figura 1, la rata muestra en la sangre un requerimiento mayor de aminoácidos azufrados en relación a la concentración de urea, porque la mejor calidad proteínica de la mezcla se alcanza con un mayor porcentaje de proteína de trigo, comparado con el PER.

El gráfico de la curva del PPV se caracteriza igualmente por el

déficit de aminoácidos azufrados en la proteína del lupino y de lisina en la proteína del cereal. Consecuentemente, el valor máximo del PPV se encuentra más próximo a la mayor proporción de la proteína de la leguminosa, comparándolo con el PER. Ello se debe a que el requerimiento calculado de aminoácidos azufrados del ser humano adulto es inferior, como ya se mencionó antes.

El *Streptococcus zymogenes* también crece más cuando se mezcla la proteína del lupino con la del trigo, lo que indica que su requerimiento de aminoácidos azufrados es mayor de lo que contiene esta leguminosa.

Sustituyendo progresivamente la proteína del lupino por la del trigo la calidad proteínica, medida como RNV disminuye en forma menos notoria, en comparación con los otros métodos. El crecimiento de *Streptococcus zymogenes*, por lo tanto, apenas varía (hacia una falta de lisina), observación también descrita por Haenel (20).

De los resultados de los ensayos se puede deducir las siguientes conclusiones con respecto a los cuatro métodos:

### 1. *PER*

Este método usa como parámetro de la calidad proteínica de una dieta el crecimiento de la rata. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el metabolismo de la rata no es idéntico al del hombre, por lo que sus requerimientos de aminoácidos son diferentes (21). A pesar de ello, el PER es el método más usado en la actualidad.

### 2. *Urea en la Sangre de Ratas*

Este método se deduce de la relación en que la proteína de la dieta es transformada en proteína corporal a la calidad proteínica de la misma. Aunque dicho procedimiento tiene una alta correlación con el PER, los resultados de los dos métodos no son idénticos, por un lado, porque este procedimiento no abarca la digestibilidad de la proteína, y por otro lado, porque con este método rige un requerimiento de aminoácidos ligeramente distinto, como ya se explicó. La ventaja de esta técnica es que requiere menos tiempo, trabajo y costo, por lo que se presta para ensayos con gran número de muestras, por ejemplo, en el fitomejoramiento y en el control de calidad de alimentos.

Sería interesante comprobar si también puede ser aplicado en

seres humanos y, así reemplazar parcialmente los sofisticados métodos de balance de nitrógeno.

### 3. *RNV*

Los requerimientos de aminoácidos de la bacteria *Streptococcus zymogenes* se distinguen considerablemente de los de la rata. Es probable que también los mecanismos de digestión de un organismo monocelular no sean completamente comparables con los de un organismo multicelular. En consecuencia, este método podría recomendarse como un test no muy fino pero rápido para clasificar ("screening") un gran número de proteínas y solamente para aquellas cuyo valor no es limitado por su contenido de lisina, por ejemplo, para leguminosas.

### 4. *PPV*

Se admite, por un lado, que el requerimiento de aminoácidos del hombre es diferente al de la rata (21) y, por el otro, que este método matemático no considera la digestibilidad de las proteínas. Además, esta diferencia se explica porque se ha comparado el requerimiento de un organismo en crecimiento (rata), con el de un adulto (humano). No obstante, se sabe que tanto a causa de este estado fisiológico como por características propias de su especie, el requerimiento de metionina de la rata es mayor en relación al humano (22, 23).

A diferencia del puntaje químico (24), sin embargo, el PPV tiene la ventaja de que no sólo considera los aminoácidos limitantes sino que también tiene en cuenta el exceso de un aminoácido en la dieta, lo que podría ser, asimismo, el factor responsable de una disminución en la calidad de la proteína.

Al parecer, es necesario desarrollar mejor este método matemático a fin de poder aplicarlo también a los requerimientos de los niños, siendo ellos el grupo que merece mayor atención.

En base a lo expuesto, se puede afirmar que existen tres razones que ocasionan dificultad en la determinación del valor proteínico de un alimento, con respecto a los cuatro métodos:

1. Las diferentes especies utilizadas en los ensayos difieren no sólo en los requerimientos específicos de aminoácidos esenciales, sino también en la naturaleza morfológica y fisiológica de los sistemas digestivos y absortivos.

2. El hombre vive en un medio ecológico diferente a las condiciones estériles de un laboratorio, y sus requerimientos, además, varían mucho en función a su estado físico y fisiológico.
3. El metabolismo de la proteína en el cuerpo está integrado a un sistema biológico sumamente complejo y sometido a la interacción de muchos factores que interfieren en la utilización adecuada de la misma (25).

Las razones mencionadas dificultan juzgar el requerimiento general de un organismo haciendo uso de un sólo parámetro, situación que hace casi imposible encontrar *una sola* técnica para satisfacer en forma simultánea las diferentes tareas impuestas. Se hace, pues, necesario definir un método funcional para cada objetivo de la evaluación.

El método más difundido a la fecha es el PER (peso ganado por gramo de proteína consumida bajo condiciones experimentales estandarizadas). A pesar de su larga trayectoria (26), su amplio uso y de su status oficial (7), se le atribuyen limitaciones debidas, por una parte, al costo y duración del ensayo, particularmente en relación a los procedimientos rápidos que exige la floreciente industria de alimentos (27), y por la otra, a la validez estadística y precisión, ya que los requerimientos no concuerdan exactamente con los de los humanos (21, 23). No obstante, hasta el momento dicho método continúa siendo el que proporciona los resultados de mayor aproximación para el humano.

El método de cuantificación de la concentración de urea en sangre de ratas fue recomendado originalmente por Eggum (19). Gross *et al.* (28) proponen una modificación del mismo, reduciendo considerablemente su costo y su duración, sin por ello disminuir su exactitud.

El método del RNV podría ser una herramienta muy útil en casos de una selección rápida para evaluar diferentes variedades de una misma especie de plantas para fines de mejoramiento genético, siempre y cuando la técnica esté debidamente desarrollada, dado que ésta demanda mucha laboriosidad y dominio previo.

Para el establecimiento de un modelo matemático en la evaluación de la calidad proteínica de un alimento, hoy día es una ventaja disponer de computadores para interpretar las bases obtenidas con la experimentación biológica en seres humanos. Esto permite reducir los ensayos experimentales con animales de laboratorio.

## SUMMARY

FOUR METHODS FOR THE EVALUATION OF PROTEIN QUALITY  
OF VEGETABLE SOURCES

This study compares the practical value of the following methods: protein efficiency ratio (PER), blood urea concentration in rats (BUC), relative nutritive value (RNV), and predicted protein value (PPV) to evaluate the protein quality of 41 diets of plant origin.

Results demonstrated low correlations between PER and RNV ( $r = 0.66$ ), PER and PPV ( $r = 0.53$ ), RNV and PPV ( $r = 0.54$ ), whereas there was a high negative correlation between PER and BUC ( $r = -0.89$ ).

These different procedures can be useful and valid for distinct and well-defined objectives, but the evaluation of results must be made in accordance with the purpose of the experiment.

In assessing the protein quality of foodstuffs, it is therefore recommended that mathematical computer models be developed which take into account the cybernetic system of the amino acid metabolism. This would definitely reduce the actual need of expensive long-term biological assays.

## BIBLIOGRAFIA

1. Harper, A. E. Objective of protein evaluation. In: **Protein in Human Nutrition**. J. B. G. Porter and B. A. Rolls (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1973, p. 349-352.
2. Bodwell, C. E. Problems in the development and application of rapid methods of assessing protein quality. **Food Technol.**, 31: 73-77, 84, 1977.
3. Staub, H. W. Problems in evaluating the protein nutritive quality of complex foods. **Food Technol.**, 12: 57-61, 1978.
4. Bleitgen, R., R. Gross & U. Gross. Die Lupine — ein Beitrag zur Nahrungsversorgungen in den Anden. 5. **Z. Ernaehrungsw.**, 18: 104-111, 1979.
5. Hatzold, T. & J. Gonzáles. Extracción de grasa de alcaloides de la semilla de *Lupinus mutabilis*. En: **Proyecto Lupino, Instituto de Nutrición**, 1981, p. 112-118 (Informe No. 6).
6. Rodríguez, T., T. Aliaga, H. Schoeneberger & R. Gross. Establecimiento de las condiciones óptimas a nivel de planta piloto para la preparación de un aislado proteínico de *Lupinus mutabilis*. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 31: 782-795, 1981.
7. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of**

- Analysis of the AOAC**, 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
8. Bech, A., H. Schmidtboom, M. Spindler & H. Tanner. Bestimmung von gebundenen und supplementierten Aminosäuren in Futtermitteln und Mischfuttern und Hilfe der Ionenaustauschchromatographie. **Kraftfutter**, 3: 118-124, 1978.
  9. Schoeneberger, H., O. Sam, R. Gross, H. D. Cremer & I. Elmadfa. Die Proteinqualitaet von *Lupinus albus* und *Lupinus mutabilis*. **Die Nahrung**, 25: 667-674; 1981.
  10. Fawcett, J. K. & Y. E. Scott. A rapid and precise method for the determination of urea. **J. Clin. Pathol.**, 13: 156-159, 1960.
  11. Schoeneberger, H. & R. Gross. Comparison of protein efficiency ratios and serum urea concentrations in the assessment of dietary protein quality in growing rats. **Nutr. Repts. Internat.**, 25: 897-906, 1982.
  12. Ford, J. E. A microbiological method for assessing the nutritional value of proteins. **J. Nutrition**, 14: 485-497, 1960.
  13. Luescher, R. **Evaluation Method to Determine the Sulphur-Containing Amino Acid in Potatoes**. M. S. Thesis. Michigan State University, 1971, 68 p.
  14. Gross, R. Predicted protein value: Some considerations to a new mathematical method for the evaluation of the biological value of food protein. **Nutr. Repts. Internat.**, 22(1): 29-40, 1980.
  15. Mørup, I. L. K. & E. S. Olesen. New method for prediction of protein value from essential amino acid pattern. **Nutr. Repts. Internat.**, 13: 355-365, 1974.
  16. Kofranyi, E. & F. Jekat. Zur Bestimmung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen. VIII. Die Wertigkeit gemischter Proteine. **Hoppe-Seyler's. Z. Physio. Chem.**, 335: 174-179, 1964.
  17. Muenchow, H. & H. Bergner. Untersuchungen zur Proteinbewertung von Futtermitteln. **Arch. Tierernaehrung**, 17: 141-150, 1967.
  18. Muenchow, H. & H. Bergner. Empfehlung zur Proteinbewertung von Eiweissfuttermitteln anhand der Bestimmung der Harnstoffkonzentration im Blut von Ratte oder Schwein. **Arch. Tierernaehrung**, 18: 222-228, 1968.
  19. Eggum, B. O. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. **Brit. J. Nutr.**, 24: 983-988, 1970.
  20. Haenel, H. Some observations on the use of microbiological techniques for the determination of protein quality. En: **Protein in Human Nutrition**. J. B. G. Porter and B. A. Rolls (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1973, p. 195-206.
  21. Mitchell, H. H. (Ed.). Amino acid requirements for the replacement of endogenous nitrogen losses, in mature monogastric mammals. En:

- Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals.** Vol. I. New York, N. Y., Academic Press, 1967, p. 163-166.
22. Said, A. K. & D. M. Hegsted. Response of adult rats to low dietary levels of essential amino acids. **J. Nutrition**, **100**: 1363-1376, 1970.
  23. Mitchell, H. H. Some species and age differences in amino acid requirements. In: **Protein and Amino Acid Requirements of Mammals.** A. A. Albanese (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, 1950, p. 1-30.
  24. Oser, B. L. Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. **J. Am. Dietet. Assoc.**, **27**: 396-402, 1951.
  25. Bender, A. E. Chemical scores and availability of amino acids. En: **Protein in Human Nutrition.** J. B. G. Porter and B. A. Rolls (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1973, p. 167-178.
  26. Osborne, T. B., L. B. Mendel & E. L. Ferry. A method of expressing numerically the growth promoting value of proteins. **J. Biol. Chem.**, **37**: 223-224, 1919.
  27. Pellett, P. L. Protein quality evaluation revisited. **Food Technol.**, **5**: 60-79, 1978.
  28. Gross, R., H. Schoeneberger & I. Málaga. A short-term urea assay (STUA) to evaluate the protein quality of food. **Nutr. Reps. Internat.**, **26**: 629-634, 1982.

# EL PUNTAJE DIETETICO COMO METODOLOGIA SIMPLIFICADA PARA PROCESAR Y ANALIZAR DATOS DE CONSUMO DE ALIMENTOS

*Rosa María Zamora<sup>1</sup> y Víctor Valverde<sup>2</sup>*

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

## RESUMEN

Se evaluó el uso potencial de un sistema de puntaje dietético como alternativa válida para procesar y analizar, en forma más rápida, datos recabados en encuestas de consumo de alimentos en Guatemala. El puntaje dietético consiste en asignar puntos a una dieta, según el número de porciones que proporcione la misma de cada uno de ocho distintos grupos de alimentos. Utilizando datos disponibles en cuanto al patrón alimentario de Guatemala, el aporte calórico de cada uno de los ocho grupos de alimentos elaborados a la dieta total e información sobre necesidades de energía y nutrientes, se estimó el tamaño mínimo de porción de cada alimento que recibiría puntos.

---

Manuscrito modificado recibido: 5-8-83.

- 1 Médico del Ministerio de Salud Pública, Lima, Perú. Cuando este trabajo se llevó a cabo, la Dra. Zamora era becaria de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), en la División de Desarrollo Humano del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 2 Coordinador Residente del Programa de Adiestramiento Tutorial Avanzado de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), en el INCAP.

Publicación INCAP/UNU-27.

En el presente trabajo se compararon, en 392 dietas de madres y niños de 24 a 60 meses de edad, los puntajes dietéticos con los porcentajes de adecuación de energía y nutrientes estimados mediante procesamiento electrónico de datos. La información referente a la mitad de las dietas se recabó mediante el método de recordatorio de 24 horas, y los datos de la otra mitad, utilizando el método de peso directo. A partir de las adecuaciones de energía y nutrientes, se calculó un índice compuesto creándose una nueva variable, tipo binomial, de adecuación global de la dieta que sirvió para estimar, según su puntaje dietético, la probabilidad de que una dieta fuese adecuada.

Se concluyó que el puntaje dietético puede ser utilizado como alternativa válida y más rápida de procesamiento y evaluación de información dietética en Guatemala y que, con las modificaciones pertinentes basadas en el patrón alimentario habitual de cada país, la metodología puede ser aplicada en otros países en desarrollo.

## INTRODUCCION

La encuesta de consumo de alimentos es un instrumento utilizado para evaluar la situación alimentaria de poblaciones, familias e individuos (1). Identifican la medida en que la ingesta dietética de calorías y nutrientes cubre las cifras propuestas por comités técnicos, compatibles con un estado nutricional adecuado (2). Los estudios de consumo de alimentos establecen el tipo y la magnitud de deficiencias dietéticas en un país y son útiles para orientar el planteamiento de metas y estrategias en el proceso de la planificación alimentario-nutricional.

La necesidad de contar periódica y rápidamente con buena información sobre dietas confronta, por lo general, dos tipos de problemas. Primero, la ejecución de la encuesta en sí requiere de métodos exactos, de una amplia cooperación del informante y de personal capacitado y experimentado. Lo anterior permite reducir el nivel de error en el registro tanto del tipo como de la cantidad de alimentos que informan las familias. El segundo tipo de problema lo constituye el procesamiento y el análisis de la información recopilada. Ello demanda gran cantidad de personal entrenado, si se efectúa manualmente, o de sistemas de computación no siempre disponibles en los países en vías de desarrollo.

Para la recolección de datos dietéticos se cuenta con métodos de bajo costo tales como el recordatorio de 24 horas. Los resultados de estudios dietéticos, derivados de encuestas que utilizan el recordatorio, son bastante válidos y confiables al compararlos con

datos obtenidos por métodos más precisos (3). El recordatorio de 24 horas determina en forma exacta la ingesta de energía y nutrientes de grupos de población, brindando datos útiles para la identificación de problemas alimentarios, la planificación de programas de intervención y las actividades de educación nutricional (3-7). Estudios recientes han comunicado que, al identificar y corregir ciertas fuentes de error de medición en el método de recordatorio de 24 horas, se puede contar también con datos de consumo de calorías y nutrientes más exactos para la mayor parte de los individuos del grupo de población bajo estudio (3).

En términos de procesamiento de datos, en los Estados Unidos se ha propuesto y evaluado un método que permite estimar, en forma más rápida y sencilla, la adecuación<sup>3</sup> de dietas determinadas por medio del recordatorio de 24 horas (8). Dicho enfoque de procesamiento de datos combina los conceptos de los "cuatro grupos" de alimentos (9) y el puntaje dietético (10). Se asignó un puntaje dietético (PD) según el número de porciones de cada grupo de alimentos que aporta la dieta. Al comparar el valor del PD de cada dieta con el porcentaje de adecuación de aquellos nutrientes de los que cada grupo de alimentos es fuente importante, se obtuvieron correlaciones altamente significativas ( $P < 0.001$ ). Además, el puntaje se validó comparándolo con el índice compuesto (IC), que es el valor promedio de la suma de las adecuaciones de cada nutriente dividido entre el número total de nutrientes bajo estudio. Se obtuvo así una correlación de  $r = 0.71$  entre el PD y el IC, lo que indica una relación lineal entre ambas formas de procesar datos. Los autores señalan, además, que el PD así evaluado en los Estados Unidos, es un método que proporciona una buena estimación de la dieta consumida (8), requiere poco tiempo, y el adiestramiento para efectuar dicha actividad es sencillo.

El trabajo aquí descrito tuvo como propósito desarrollar y evaluar la utilidad de un sistema de puntaje dietético como metodología válida y rápida de procesamiento y análisis de datos dietéticos en Guatemala. Al mismo tiempo, el estudio comparó el PD con los resultados de consumo de alimentos obtenidos mediante dos diferentes métodos de recolección de datos: el de recordatorio y el de peso directo de los alimentos.

---

<sup>3</sup> Adecua- 
$$= \frac{\text{cantidad del nutriente medido por la encuesta}}{\text{cantidad del nutriente propuesta por comités técnicos}} \times 100$$
  
ción

## MATERIAL Y METODOS

Para clasificar los alimentos en distintos grupos y asignarles los puntos correspondientes, se tuvo en cuenta el patrón alimentario de Guatemala, el cual se basa en estudios dietéticos existentes (3, 7, 11), el porcentaje de la contribución calórica y de nutrientes de distintos alimentos a la dieta total, y las cifras de requerimiento calórico y niveles seguros de ingesta de nutrientes según edad, sexo y estado fisiológico (12).

El proceso de agrupamiento de alimentos y la asignación de puntos para elaborar el PD fue el siguiente. En base al patrón alimentario se clasificaron los alimentos en los ocho grupos que se presentan en el Anexo A. Dentro de cada grupo de alimentos se estimó el tamaño de la porción de cada alimento que recibiría puntos. Dicho tamaño o cantidad de alimento varió según la edad en el caso de los niños y, para efecto de las madres, según su estado fisiológico. Los tamaños de porción de cada alimento, dentro de los ocho grupos, se estimaron siguiendo en términos generales los lineamientos propuestos en la elaboración de "Canastas de Alimentos" (13). Se estimó primero el aporte porcentual diario de calorías de los grupos de alimentos I, III, IV, VII y VIII. El criterio para el grupo II fue proteínas, para el grupo V vitamina C, y para el Grupo VI vitamina A. Estos porcentajes se dividieron entre tres para darle un peso similar a cada tiempo de comida. El porcentaje obtenido se aplicó a las cifras de *Recomendaciones Dietéticas Diarias* (13) según edad, sexo y estado fisiológico. Las calorías y nutrientes así estimados se transformaron luego a gramos de cada alimento, y esas cantidades de alimentos constituyen lo mínimo aceptable para obtener puntaje (porción). En los grupos de alimentos I, II, III, IV, VII y VIII el número máximo de porciones por los que se asignó el puntaje a una dieta fue tres. En el grupo VII, vegetales, el puntaje más elevado que podría obtenerse era dos, y para el caso del grupo de frutas y musáceas, uno.

Se elaboró una tabla de equivalencias de porciones de alimentos, en la que se especificó, para cada alimento de los ocho grupos, el tamaño de las porciones equivalentes según edad, sexo y estado fisiológico. Cuando una dieta alcanza el puntaje máximo para su grupo, el excedente de porciones otorga puntos a otro grupo, siempre y cuando suministre cantidades iguales de energía y/o del nutriente en que se basó la elaboración del grupo de alimentos (calorías, proteínas, vitamina A o vitamina C). La composición de los ocho grupos de alimentos, el número de porciones y el

puntaje por porción de cada grupo se detallan en la Tabla 1. En el Anexo A se da a conocer el tamaño de las porciones de cada alimento para grupos de edad y estado fisiológico.

TABLA 1

**PUNTOS POR PORCIONES Y MAXIMO PUNTAJE ASIGNADO  
A LOS OCHO GRUPOS DE ALIMENTOS EN EL PUNTAJE DIETETICO**

Grupo de alimentos	Número de porciones	Puntos por porción	Máximo puntaje por grupo
I Productos lácteos	3	1	3
II Carnes y huevos	3	1	3
III Leguminosas, raíces y tubérculos	3	2	6
IV Cereales	3	2	6
V Musáceas y frutas	1	1	1
VI Vegetales			
a) Verdes	2	1	2
b) Otros	1	1	1
VII Azúcares	3	1	3
VIII Grasas y aceites	3	1	3

Puntaje dietético máximo: 28

Con base en los criterios anteriores, se evaluó el puntaje dietético de 392 dietas de 20 niños de 24 a 60 meses de edad y de 29 madres mayores de 18 años. El grupo de madres y niños residía en una finca cafetalera, era de extracción indígena y de bajo nivel socioeconómico. Cada individuo contaba con cuatro dietas en un día, recogidas en semanas independientes, dos mediante el método de peso directo y dos por medio del recordatorio de 24 horas. Para el caso de dietas de madres y niños, las adecuaciones de calorías y nutrientes fueron calculadas por medio de procesamiento electrónico de datos, utilizando tablas de composición de alimentos (14, 15) y las cifras de energía y nutrientes adaptadas por el INCAP para Centro América y Panamá (16). Debe aclararse que el uso de distintas cifras de calorías y nutrientes, para efectos del cálculo de las porciones (12) y para estimar los porcentajes de adecuación

(16), no tiene ninguna implicación en términos de los resultados de este trabajo.

Se correlacionó el puntaje dietético (PD) con los porcentajes de adecuación de energía y nutrientes seleccionados; y el PD con el índice compuesto (IC). En este trabajo, el IC se obtuvo de la suma de las adecuaciones de energía y de todos los nutrientes, dividida entre nueve. A los porcentajes de adecuación de energía y nutrientes mayores de 100% se les dio un valor máximo de 100. Los nutrientes seleccionados fueron proteínas, calcio, retinol, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C. Se estudió también la ingesta calórica.

Con el índice compuesto se creó una nueva variable de adecuación global de la dieta (ADG), tipo binomial<sup>4</sup>. La ADG tomó el valor de 1, si el IC era igual o mayor de 2/3 de las recomendaciones, y si era menor de las 2/3 partes la ADG fue igual a cero. La relación entre ADG (variable dependiente) y el PD se analizó por medio de análisis de regresión lineal, utilizando el método de mínimos cuadrados simples y ponderados (17). Los criterios para la elección del modelo a aplicar se detallan en el Anexo B.

Finalmente, se estimó la sensibilidad y especificidad del PD comparándolo con la adecuación del índice compuesto para cada método dietético. El punto de equilibrio para el PD fue 17, y para el IC, 66%. La selección de dichos puntos fue arbitraria y obedece a niveles por debajo de los cuales la probabilidad de tener una dieta deficiente en ambos procedimientos se acerca a, o es mayor de 50%.

## RESULTADOS

La distribución porcentual de las dietas de madres y niños obtenidas por los métodos de peso directo y el recordatorio de 24 horas, según categorías de puntaje dietético, se presentan en la Tabla 2. El 70.8% y 74.4% de las dietas determinadas por el método de peso directo y por el método de recordatorio, respectivamente, acusaron un PD que varía entre 15 y 24. No hubo diferencia significativa en la distribución de valores de PC por métodos dietéticos ( $P > 0.05$ ). Las diferencias entre los porcentajes de las

---

<sup>4</sup> Variable tipo binomial es aquella que sólo puede tomar uno de dos valores.

TABLA 2

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS DIETAS DE MADRES  
Y NIÑOS POR CATEGORIAS DE PUNTAJE DIETETICO,  
SEGUN METODO DIETETICO DE RECOLECCION DE DATOS**

Método dietético	n	≤ 14	15 - 18	19 - 24	≥ 25
Peso directo	196	19.8**	29.0*	41.8*	9.1**
Recordatorio	196	18.8**	35.7*	38.7*	6.6**

\*  $X^2 = 1.031$ .  
gl = 2.  
P > 0.05.

\*\*  $X^2 = 0.117$ .  
gl = 1.  
P > 0.05.

dietas con puntaje igual o mayor de 25 y menor o igual a 14, según el procedimiento usado tampoco son significativas (P > 0.05).

La Tabla 3 muestra para cada método de recolección de datos, los coeficientes de correlación (r) obtenidos al relacionar los valores de PD con cada porcentaje de adecuación de energía y nutrientes, y el PD con el IC. Las correlaciones para hierro, retinol, y vitamina C en las dietas recabadas por recordatorio son bajas: r = 0.25; r = 0.22, y r = 0.24, respectivamente. En el caso de hierro y retinol los coeficientes de correlación para el método de peso directo alcanzaron sólo valores de 0.12 y 0.22, respectivamente. En cambio, las correlaciones para calorías son las más altas con ambos métodos: r = 0.65 y r = 0.68. Con ambos procedimientos se observan valores superiores a r = 0.50 al relacionar los porcentajes de adecuación y el puntaje dietético en el caso de las proteínas, tiamina y niacina. Por otra parte, los coeficientes de correlación entre los porcentajes de adecuación resumidos en el índice compuesto y el PD son de 0.61 para el peso directo de los alimentos, y 0.66 para el método de recordatorio.

La sensibilidad y la especificidad (18) del puntaje dietético se exponen en la Tabla 4. La sensibilidad del PD es de 74% tanto en el caso del peso directo, como en el recordatorio de 24 horas. Sin embargo, la especificidad es ligeramente más baja aplicando el método de peso directo, 67%, en comparación con 74% en el caso del de recordatorio.

TABLA 3

CORRELACIONES ENTRE EL PUNTAJE DIETETICO, LOS PORCENTAJES DE ADECUACION\*  
DE CALORIAS Y NUTRIENTES SELECCIONADOS, Y EL INDICE COMPUESTO DE ADECUACION,  
SEGUN METODO DE RECOLECCION DE DATOS

Método	Calcio	Proteína	Calcio	Hierro	Retinol	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vit. C	Indice compuesto
Peso directo	0.65**	0.54**	0.38**	0.12 <sup>#</sup>	0.22**	0.54**	0.43**	0.53**	0.24**	0.61**
Recordatorio	0.68**	0.59**	0.40**	0.25**	0.33**	0.52**	0.55**	0.58**	0.26**	0.66**

\* A todos los porcentajes de adecuación mayores de 100, se les dio un valor máximo de 100.

\*\*  $P < 0.01$ .

#  $P > 0.05$ .

TABLA 4

**SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL PUNTAJE DIETETICO,  
SEGUN METODO DE RECOLECCION DE DATOS**

Adecuación del índice compuesto (Peso directo)	Puntaje dietético		Total
	> 17	≤ 17	
> 66	95	34	129
≤ 66	22	45	67
<b>Total</b>	<b>117</b>	<b>79</b>	<b>196</b>

$$\text{Especificidad} = \frac{45}{65} \times 100 = 67\%$$

$$\text{Sensibilidad} = \frac{95}{129} \times 100 = 74\%$$

Adecuación del índice compuesto (Recordatorio)	Puntaje dietético		Total
	> 17	≤ 17	
> 66	93	33	126
≤ 66	18	52	70
<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>85</b>	<b>196</b>

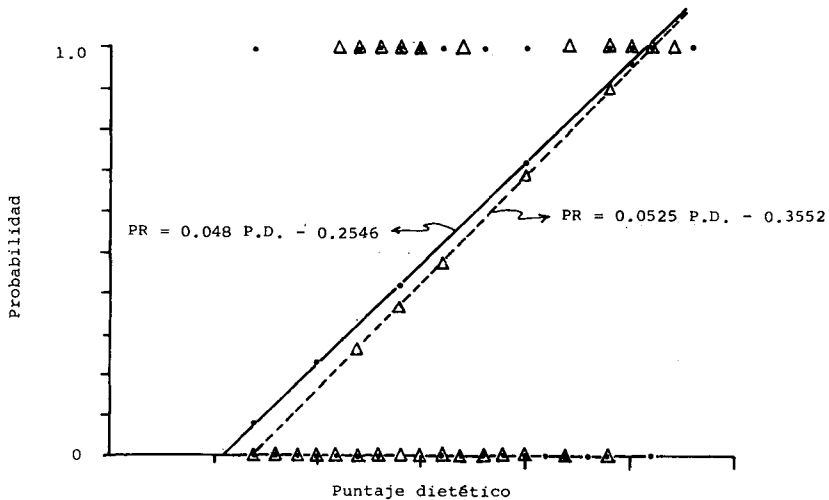
$$\text{Especificidad} = \frac{52}{70} \times 100 = 74\%$$

$$\text{Sensibilidad} = \frac{93}{126} \times 100 = 74\%$$

En el análisis de regresión entre la ADG y el puntaje dietético, se utilizó el método de mínimos cuadrados ponderados, presentándose las líneas de regresión para cada método dietético en la Figura 1. Las estimaciones, utilizando las líneas de regresión que ilustra la Figura, de la probabilidad de que una dieta sea adecuada al obtener un puntaje dietético de 7 a 28 puntos, se exponen en la Tabla 5. Así, por ejemplo, una dieta con PD igual a 7 tiene 8% de probabilidad de ser adecuada; mientras que otra dieta que obtiene un valor de 14 puntos tiene una probabilidad de ser adecuada de 42%. Si una dieta obtiene un puntaje igual a 25 puntos, la probabilidad de que sea adecuada es de 96%.

#### DISCUSION

Los bajos coeficientes de correlación obtenidos para hierro, retinol y vitamina C, se deben a que el PD resume el aporte de



Incap 82-382

FIGURA 1

Líneas de regresión entre la probabilidad de adecuación dietética y el puntaje dietético obtenido con los datos de los métodos de peso directo y de recordatorio de 24 horas

TABLA 5

**CALCULO DE PROBABILIDAD DE QUE UNA DIETA  
SEA ADECUADA, SEGUN EL PUNTAJE DIETETICO OBTENIDO,  
CON LOS DATOS DE LOS METODOS DE PESO DIRECTO  
Y RECORDATORIO**

Puntaje dietético	Probabilidad	
	Peso directo	Recordatorio
7	0.0870	0.0123
8	0.1358	0.0648
9	0.1846	0.1173
10	0.2334	0.1698
11	0.2822	0.2223
12	0.3310	0.2748
13	0.3798	0.3273
14	0.4285	0.3798
15	0.4774	0.4323
16	0.5262	0.4848
17	0.5750	0.5373
18	0.6238	0.5898
19	0.6726	0.6423
20	0.7214	0.6948
21	0.7702	0.7473
22	0.8190	0.7998
23	0.8678	0.8523
24	0.9166	0.9048
25	0.9654	0.9573
26	1.0142	1.0098
27	1.0630	1.0623

energía y varios nutrientes de la dieta la que, aun cuando no proporciona suficiente cantidad de hierro, retinol y vitamina C, obtiene buen puntaje por su aporte de energía, proteínas y otros nutrientes. Las dietas analizadas en este trabajo son de composición monótona y no cuentan con suficiente cantidad de alimentos fuentes de vitaminas A y C. Al aplicar la metodología del puntaje a otras dietas recabadas en una encuesta nacional que se llevó a cabo en Guatemala en el período comprendido entre 1975 y 1977 (19), los niveles de correlación de esos nutrientes han incrementado.

Dichas dietas cuentan ahora con más diversidad de alimentos y tienen mayor variabilidad en términos de consumo calórico y de nutrientes. Por otra parte, el hecho de que las correlaciones del PD con calorías, proteínas e índice compuesto sean muy semejantes y las más altas en este trabajo, sugiere que el PD proporciona una mejor estimación de adecuación de calorías y proteínas que de los otros nutrientes analizados.

La sensibilidad señala la medida en que un método es capaz de detectar los casos que realmente presentan la característica estudiada. Teniendo en cuenta el índice compuesto, la sensibilidad encontrada para el PD en los métodos de peso directo y de recordatorio, es de 74%. Ello indica que el 26% de los casos estudiados serían clasificados como falsos negativos, hallazgo que lo explica la presencia de algunos alimentos ricos en ciertos nutrientes que aumentan el porcentaje de adecuación global, estimado por el índice compuesto sin afectar el PD.

El índice compuesto fue calculado nuevamente, sin considerar los valores de calorías, debido a que para el cálculo de adecuación calórica se utilizan requerimientos, y en el caso de los nutrientes, se aplican las recomendaciones o niveles seguros de ingesta. Los valores de correlación entre el PD y los nutrientes seleccionados así como entre el PD con el IC así obtenido, no variaron. Al excluir la adecuación calórica, tampoco se identificaron cambios importantes en el análisis de regresión.

Debido a que los problemas nutricionales están básicamente ligados a dietas inadecuadas, principalmente en calorías y proteínas, el puntaje dietético puede ser un instrumento importante en salud pública ya que ayudaría a discriminar en forma fácil, rápida y adecuada a individuos y poblaciones cuyas dietas indiquen mayor riesgo de desnutrición. Los resultados de esta investigación permiten proponer esta metodología, con las modificaciones y validaciones pertinentes a cada país, como alternativa rápida que facilite el análisis y la interpretación de datos dietéticos en situaciones en las que no existen mayores facilidades de procesamiento electrónico de información.

## SUMMARY

DIETARY SCORE AS A SIMPLIFIED METHODOLOGY TO PROCESS  
AND ANALYZE FOOD CONSUMPTION DATA

The purpose of this investigation was to evaluate the dietary score as a valid and rapid alternative procedure for the processing and analysis of food consumption data in Guatemala. The dietary score consists in assigning points to a diet based upon the number of servings the diet provides of each one of the eight groups in which food has been classified. The size of the serving for each food receiving points was estimated based on available data describing the food pattern of Guatemala. The caloric contribution of each of the eight groups to the total caloric intake was also calculated, and information on the caloric and nutrient needs of the Guatemalan population is discussed.

In this communication, the dietary score was compared to the percentage of adequacy for energy and nutrients in 392 diets of women, and children between the ages of 24 and 60 months. Half of the dietaries were collected using the 24-hour recall method, while in the other half, the direct weighing method was used. Nutritional adequacy was estimated from food composition tables and based on the recommended energy and nutrient intake figures. In addition, by utilizing the adequacy indices for energy and nutrients, a binary variable was developed to describe the overall adequacy of the diet. This variable describes the probability a diet has of being adequate, given the dietary score obtained.

In conclusion, the dietary score was found to be a valid, rapid and efficient alternative for the processing and evaluation of food consumption information, collected by means of either the direct weighing of foods or the 24-hour recall methods.

## ANEXO A

## TABLA DE ALIMENTOS

GRUPOS DE ALIMENTOS Y TAMAÑO DE LAS PORCIONES  
EQUIVALENTES SEGUN EDAD Y ESTADO FISIOLÓGICO  
UTILIZADAS EN EL PUNTAJE DIETÉTICO

Grupos de Alimentos	Niños (años)			Madres	
	2	3	4-6	No lactantes	Lactantes
(Onzas)					
<i>I. Productos lácteos</i>					
Leche fluida	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2
Queso	0.2	0.2	0.3	0.9	1.3
<i>II. Carnes y huevos</i>					
Huevo de gallina	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5
Carne de res s/h*	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0
Carne de res c/h*	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5
Morongá c/grasa	0.5	0.6	0.6	0.8	1.0
Carne cerdo c/h	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7
Carne cerdo s/h	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5
Pulmón de cerdo	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3
Pollo s/h	0.5	0.5	0.6	0.8	1.0
Pollo c/h	0.7	0.9	1.0	1.0	1.2
Hígado de pollo	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7
Corazón de res	0.5	0.5	0.6	0.9	1.1
Panza de res	0.6	0.6	0.7	1.0	1.3
Sangre	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
Pescado de río	0.8	0.9	1.0	1.3	1.7
Pescado de mar	0.6	0.6	0.7	0.9	1.1
<i>III. Leguminosas, raíces y tubérculos</i>					
Frijol negro (n)*	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8
Frijol (n) cocido	1.7	1.9	2.2	2.3	2.8
Caldo de frijol	6.1	6.9	7.9	10.2	13.0
Papa	2.7	3.1	3.5	3.5	3.7
Malanga	1.2	1.3	1.5	1.9	1.9
Camote	1.3	1.5	1.7	2.6	3.3

\* (n) = Negro.

TABLA DE ALIMENTOS (Cont.)

Grupos de alimentos	Niños (años)			Madres	
	2	3	4-6	No lactantes	Lactantes
(Onzas)					
<i>IV. Cereales</i>					
Arroz	2.6	3.0	3.4	4.0	5.1
Arroz cocido	9.3	10.6	12.1	14.1	18.0
Fideo	2.6	3.0	3.4	4.0	5.1
Fideo cocido	7.5	8.5	9.7	11.3	14.4
Pan de manteca	2.3	2.6	3.0	3.5	4.4
Pan francés	3.4	3.8	4.4	5.1	6.5
Tortilla blanca	4.9	5.7	6.4	7.5	9.5
<i>V. Musáceas y frutas</i>					
Banano		8.3		12.5	20.8
Guineo majuncho		6.7		10.1	16.9
Mango maduro		1.9		2.8	4.8
Mango verde		0.5		0.8	1.4
Naranja		2.1		3.1	5.2
Sandía		22.3		35.0	58.0
<i>VI. Vegetales</i>					
Güicoy maduro		4.5		10.9	14.4
Zanahoria		1.2		2.0	2.9
Tomate		10.0		29.0	43.0
Quixtán		1.2		2.4	3.5
Bledo		1.3		2.2	3.4
Repollo		1.6		1.6	2.0
Coliflor		1.4		1.0	1.8
<i>VII. Azúcares</i>					
Azúcar	0.3	0.4	0.5	0.5	0.8
Panela	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7
<i>VIII. Grasas y aceites</i>					
Manteca cerdo	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Aceite	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

\* s/h = sin hueso.

c/h = con hueso.

## ANEXO B

## MODELO DE REGRESION LINEAL

En un modelo de regresión lineal simple ( $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + E_i$ ) cuando la variable dependiente es binaria ( $y = 0, 1$ ); el valor esperado de la respuesta ( $y_i$ ) es la probabilidad de que  $y_i = 1$  cuando el valor de la variable dependiente sea  $x_i$  (17).

Un modelo con variable dependiente binaria puede presentar errores ( $E_i$ ) no normales, varianza de error no constante y restricciones propias del mismo modelo (17). De estos tres problemas el más serio es el que presente varianza no constante, pero esto puede solucionarse aplicando el método de mínimos cuadrados ponderados.

Los límites de predicción para una nueva observación ( $y_i$ ) tienen en cuenta la variación en la posible localización de la distribución de  $y_i$  y la variación dentro de la misma distribución, de donde un modelo con una varianza mínima es un modelo más útil, puesto que procura límites más estrechos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Valverde, V., Z. Rojas & P. Vinocur. **Definición de Términos y Uso de Indicadores para Evaluarlos.** San José, Costa Rica, OCAF, 1981, p. 1-8.
2. Food and Nutrition Board – National Research Council. **Recommended Dietary Allowances.** 4th rev. ed. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1980.
3. Valverde, V., H. Delgado, R. Martorell, J. Belizán, E. de Ramírez, V. Mejía-Pivaral & R. E. Klein. **The Measurement of Individuals' Food Intake in Longitudinal Nutritional Studies in Poor Rural Communities in Guatemala.** Guatemala, INCAP, 1980. (Monograph Series No. 14).
4. Scrimshaw, N. S., M. A. Guzmán, M. Flores & J. E. Gordon. Nutrition and infection field study in Guatemalan villages, 1959-1964. V. Disease incidence among preschool children under natural village conditions, with improved diet and with medical and public health services. *Arch. Environ. Health*, **16**: 223-234, 1968.
5. Flores, M., M. T. Menchú & M. A. Guzmán. Evaluación dietética de familias y preescolares mediante la aplicación de diferentes métodos y técnicas. Area rural de Nicaragua. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **23**: 325-344, 1973.
6. Lechtig, A., C. Yarbrough, R. Martorell, H. Delgado & R. E. Klein. The one-day recall dietary survey: A review of its usefulness to estimate protein and calorie intake. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **26**: 243-271, 1976.
7. Mata, L. **The Children of Santa María Cauqué. A Prospective Field Study of Health and Growth.** Cambridge, Mass., The MIT Press, 1978, 400 p.
8. Guthrie, H. & J. Scheer. Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **78**: 240-245, 1981.
9. Page, L. & E. Phipard. Essentials of an adequate diet, factors for nutrition programs. USDA, Home Economics Research Report No. 3, 1957.
10. Bowering, J., M. A. Morrison, R. L. Lowenbert & N. Tirado. Evaluating 24-hour dietary recalls. *J. Nutr. Educ.*, **9**: 20, 1977.
11. **Nutritional Evaluation of the Population of Central America and Panama. Regional Summary.** Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP) and Nutrition Program, Center for Disease Control (formerly, Interdepartmental Committee on Nutrition for National Development). Washington, D. C., U. S. Department of Health, Education and Welfare, 1972, 165 p. (DHEW Publication No. (HSM) 72-8120).
12. Flores, M. & V. W. Bent. Canasta familiar de alimentos, definición y metodología. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **30**: 58-74, 1980.

13. **Recomendaciones Dietéticas Diarias para Centro América y Panamá.** Trabajo elaborado por María Teresa Menchú, Guillermo Arroyave y Marina Flores, con asesoría de un grupo de profesionales del INCAP. Guatemala, C. A., Unidad de Ayudas Audiovisuales, diciembre de 1973, 33 p.
14. Flores, M., con la colaboración de Zoila Flores, Berta García y Yolanda Gulate. **Tabla de Composición de Alimentos de Centro América y Panamá.** Cuarta edición. Guatemala, C. A., Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Talleres Gráficos de INCAP, enero de 1960, 29 p.
15. Wu Leung, Woot-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina.** Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EE. UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, ciudad de Guatemala, C. A. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, junio, 1961, 132 p.
16. Flores, M., M. T. Menchú, G. Arroyave & M. Béhar. **Recomendaciones Nutricionales Diarias.** Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1969, 10 p.
17. Netter, J. & W. Wasserman. **Applied Linear Statistical Models.** Homewood, Illinois, Irvin Dorsey Georgetown, 1974, p. 324-326.
18. Mac Mahon, B. **Epidemiology, Principles and Methods.** Boston, Little, Brown and Company, 1970.
19. Arroyave, G., J. R. Aguilar, M. Flores & M. A. Guzmán. **Evaluation of Sugar Fortification with Vitamin A at the National Level.** Washington, D. C., Pan American Health Organization, 1979. (Scientific Publication No. 384).

# SOJA COMO ALTERNATIVA NA ALIMENTAÇÃO INFANTIL NUMA COMUNIDADE NO NORDESTE DO BRASIL

*Lea Maria Costa Cedraz<sup>1</sup> e Richard Marvin Lockwood<sup>2</sup>*

Escola de Nutrição da Universidade Federal  
da Bahia, Salvador, Brasil

## RESUMO

O uso de soja em pó (30% de proteína) como um suplemento na alimentação infantil para as crianças de 02 a 24 meses, que tiveram suspenso o leite materno, foi testado quanto a aceitação e a melhora no estado nutricional em duas comunidades semi-rurais no Estado da Bahia.

O produto foi fornecido, gratuitamente, por uma firma brasileira de processamento de soja.

A introdução do produto foi um aspecto de um programa de ação comunitária.

O estado nutricional foi determinado durante seis meses pelo peso por idade usando a classificação de Gomez e peso padrão para crianças (Marcondes. Classe socio-econômico IV).

Foi encontrada uma diferença, estatisticamente significativa, no aumento do estado nutricional daquelas crianças que receberam o suplemento.

---

Manuscrito modificado recebido: 30-8-83.

1 Professor Assistente, Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil.

2 Professor Assistente da Universidade Federal de Bahia.

## INTRODUÇÃO

E lógico presumir, na tentativa de diminuir altas taxas de mortalidade, morbidade e desnutrição entre camadas da sociedade de baixo nível socio-econômico, que o fornecimento de um suplemento de alta qualidade merece prioridade máxima (1). A desnutrição proteico-energética ocorre geralmente em crianças em desmame. No Brasil as crianças das faixas mais pobres da população se alimentam com uma papa de farinha de mandioca que tem um teor muito baixo de nutriente — proteínas, vitaminas, minerais, e por sua maior consistência cria uma limitação de consumo. Enfim, a criança não recebe a quantidade e qualidade suficiente de nutrientes. Um alimento a base de soja poderia ser considerado um suplemento durante a fase de desmame porque tem baixa consistência, tem alto teor de proteína, e é formulado, justamente, para alcançar todos os grupos inclusive os socio-economicamente mais desfavorecidos. Entre outras vantagens, incluem não precisar de refrigeração, custar menos que a proteína animal e ser abundante no Brasil. Porém não está incluído no hábito alimentar da grande maioria da população brasileira e foi justamente o objeto desta pesquisa analisar o valor do uso da soja como alimento de desmame e criar condições para introduzi-lo no hábito alimentar da criança.

## MATERIAL E METODOS

Um levantamento prévio foi realizado no Município de Lauro de Freitas para diagnosticar os distritos mais carentes em serviços de saúde. Dos nove distritos estudados, dois foram selecionados para a implementação de um programa de ação comunitária envolvendo campanha de imunização, educação para saúde e nutrição, suplementação alimentar e outros cuidados primários de saúde (2).

Com a suplementação se visou a introdução de um alimento de soja para testar sua eficácia quanto a aceitação pela comunidade e seu impacto no estado nutricional da criança.

Para o presente estudo foi utilizado, durante 6 meses, como suplemento de alimentação infantil o P-30 conhecido por extrato hidrossolúvel de soja integral.

O valor biológico e a composição centesimal aproximada do P-30 foram investigados amplamente no Laboratório de Nutrição

da Universidade de Brasília em estudos experimentais e em ensaios clínicos. Foi introduzido no Programa de Nutrição e Saúde conduzido pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN) do Governo Federal do Brasil (3). O produto era oferecido a crianças maiores de 6 meses em embalagens de 500 g e com a composição média (por 100 gramas) de:

TABELA 1

## COMPOSIÇÃO MÉDIA POR 100 GRAMA DE P-30

Proteicos totais	30.00/o
Lipídios	25.00/o
Hidratos de carbono	36.60/o
Cinzas	5.00/o
Umidade	3.00/o
Fibra bruta	0.40/o
Calorias	491
Cálcio	600 mg
Fósforo	880 mg
Ferro	5 mg
Vitamina A	1,500 UI
Vitamina D	500 UI
Vitamina B <sub>1</sub>	0.75 mg
Vitamina B <sub>2</sub>	1.60 mg
Niacina	1.50 mg

Durante o período de 06 meses o produto foi distribuído com as 26 crianças (de 26 famílias) das comunidades de Jambreiro e Areia Branca do grupo experimental. Cada criança deste grupo recebeu 500 gramas de P-30 por semana que permitia um fornecimento diário de 70 gramas, ou sejam 3 copos por dia (60 gramas) e as 10 excedentes eram fornecidas misturadas a sopa ou frutas amassadas.

O P-30 era preparado (a 100/o) com água fervida e 5 gramas de açúcar por mamada de 200 cc. As crianças não recebiam outro tipo de leite, todavia, da amostra do grupo experimental, 02 crianças, ambas de 03 meses, com estado nutricional normal, recebiam leite materno. Elas eram amamentadas duas vezes por dia, sendo uma mamada pela manhã e outra à noite. O leite materno

foi oferecido pelas mães até os 04 meses, logo 01 mês após o início do estudo. Também do grupo controle 03 crianças estavam sendo amamentadas e foram até os 05 meses (duas crianças) e 06 meses (1 criança). Como o grupo experimental, estas crianças só recebiam 02 mamadas, em vista que as mães trabalhavam fora e distante das suas residências.

As crianças do grupo controle tomavam algum tipo de leite *en-natura* ou em pó, todavia dois aspectos interferiam na alimentação láctea desta amostra: 1) as crianças não recebiam o número de mamadas e quantidade de leite, em cada mamada, de forma adequada. Geralmente lhes eram oferecidas 03 mamadas dos 03 aos 06 meses de idade e 02 mamadas após os 6 meses; 2) a diluição do leite em pó não acompanhava a indicação. Este hábito, frequente na comunidade, está associado ao baixo poder aquisitivo da população.

Com o fornecimento de 70 gramas diárias do P-30 suplementou-se a dieta das crianças, do grupo experimental, com 21 gramas de proteína e 343.7 calorias. Considerando as recomendações diárias de nutrientes essenciais da Academia Nacional de Ciências, 1974, EUA, foi fornecido com a suplementação (P-30) 48.06% e 47.29% das calorias recomendadas para os grupos etários de 2 a 6 e 7 a 12 meses respectivamente, e 26.44% das recomendações calóricas para o grupo de 13 a 24 meses de idade. Em relação a proteína a suplementação contribuiu com uma quota superior ao requerido para os grupos de 2 a 12 meses. Para o grupo de 13 a 24 meses o teor proteico originado de suplementação atingiu 91.30% do recomendado (Tabela 2).

Para a formação do grupo experimental foram contactadas as mães de crianças de 02 a 24 meses da área. Nesta oportunidade se falou sobre o estudo e quiescência das mães em incluir as suas crianças no grupo experimental. Cada família participou com uma criança. Não houve uma seleção aleatória dos participantes do grupo experimental. Foram incluídos as crianças cujas mães manifestaram interesse em participar do estudo — 35 crianças.

Antecedendo a seleção do grupo controle, na própria comunidade, foi distribuído o produto P-30 com orientação do uso substituído o leite de vaca. Após a primeira semana de utilização do mesmo, pelas 35 crianças, efetuou-se a inscrição definitiva no grupo experimental.

Das 35 crianças iniciais, 09 delas foram afastadas considerando a indisposição das mães em continuar no grupo experimental. Interrogadas quanto as causas das desistências elas acusaram que:

TABELA 2

PERCENTUAL DA DIETA SUPLEMENTAR COM O P-30 DE ACORDO  
COM O GRUPO ETARIO E RECOMENDAÇÃO DIARIA DE  
NUTRIENTES\*

Nutrientes/Idade (meses)	Suplementado (P-30)	Requerido	Percentual da dieta suplementada
<b>Calorias (KCal)</b>			
2 a 6	343.7	715.2	48.06
7 a 12	343.7	726.8	47.29
13 a 24	343.7	1,300.0	26.44
<b>Proteína (g)</b>			
2 a 6	21	13.4	156.72
7 a 12	21	13.5	155.56
13 a 24	21	23.0	91.30
<b>Vitamina A (UI)</b>			
2 a 6	1,050	1,400	75.00
7 a 12	1,050	2,000	52.50
13 a 24	1,050	2,000	52.50
<b>Ferro (mg)</b>			
2 a 6	3.5	10	35.00
7 a 12	3.5	15	23.33
13 a 24	3.5	15	23.33

\* Recomendação diária de nutrientes-Academia Nacional de Ciências, EUA, 1974.  
Oficializado no Brasil pelo Ministério de Saúde através de resolução 12/78 (3).

1) as crianças não gostaram do "leite" de soja, 66.70/o; 2) a distância de suas residências para a Unidade de Apoio do Projeto impossibilitava a permanência no estudo, 33.30/o.

As mães afastadas do grupo experimental aceitaram manter as crianças sob controle, recebendo orientação de equipe do projeto e

imunização iguais as indicadas no grupo experimental. As crianças foram incluídas no grupo controle juntamente com mais 10 crianças, escolhidas na área. O grupo controle, totalizou, inicialmente, 19 crianças. A partir do terceiro mês de estudo este número foi reduzido para 11. A perda de 08 unidades do grupo controle foi resultante de: 1) mudança de residência das famílias, 37.50/o (3 casos); 2) não aceitação de orientação imunológica, 37.50/o, e 3) famílias que não ofereciam as crianças nenhum tipo de leite, 25.00/o.

A distribuição inicial por grupo de idade dos dois grupos de estudo poderá ser encontrada na seguinte tabela:

TABELA 3

**DISTRIBUIÇÃO DAS CRIANÇAS, POR IDADE INCLUIDAS NOS GRUPOS, EXPERIMENTAL E CONTROLE NO INICIO DO ESTUDO**

Grupo etario (meses)	Grupo experimental		Grupo controle	
	1ª semana	No periodo	1ªs 3 semanas	No periodo
2-6	10	8	5	3
7-8	8	8	3	3
9-12	7	6	2	2
13-18	5	3	4	2
19-24	5	1*	5	1*
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>11</b>

\* Estas crianças que permaneceram no estudo tinham 1.9 e 20 meses do grupo experimental e controle, respectivamente.

Não se aplicou a variável desnutrição como critério de exclusão das crianças para os grupos de estudo, assim foram incluídas crianças normais e desnutridas, segundo o indicador peso/idade, nos dois grupos: Experimental e Controle.

As crianças que compunham o grupo experimental foram médias (peso e altura) inicialmente no ato da inscrição quando as mães receberam as primeiras orientações quanto aos cuidados higienicos, alimentação e necessidade de imunização dos filhos.

Neste primeiro contato foi também entregue às mães ou responsáveis das crianças do grupo experimental a primeira cota do produto de soja e orientação quanto a quantidade e maneira de utilizá-lo na suplementação alimentar da criança.

O mesmo tratamento foi implementado com o grupo controle com exceção da distribuição do P-30.

As ações implementadas na execução do estudo obedeceram ao seguinte esquema:

1. Quinzenalmente, após a primeira distribuição do produto, as crianças eram levadas a Unidade de Apoio do Projeto para os exames antropométricos e clínicos. As mães recebiam orientações dietéticas, sobre higiene dos alimentos da criança e do ambiente.
2. Semanalmente, as mães pegavam, na Unidade de Apoio, o produto P-30.
3. As crianças ainda não imunizadas eram encaminhadas para os serviços de saúde mais próximos. Esta medida visou reduzir a incidência de doenças transmissíveis que, invariavelmente, afetaria o estado nutricional das crianças. A medida foi adotada para toda a comunidade.
4. O grupo controle era visitado, a nível de domicílio, quinzenalmente, para as orientações comuns aos dois grupos em estudo e para as medições antropométricas.

#### *Medidas Antropométricas*

*Peso:* Todas as crianças incluídas no estudo foram pesadas com balança de pé. As crianças menores de um ano eram pesadas no colo das respectivas mães. Primeiro se pesava a mãe e em seguida pesava-a com a criança no colo. A diferença obtida das duas pesagens correspondia ao peso da criança. Antes de cada pesagem a balança era tarada com o auxílio de um peso de 2 kg.

*Altura:* A medição da altura das crianças foi efetuada com o auxílio de um infantômetro.

As medições antropométricas como também as orientações dirigidas às crianças foram efetuadas por estudantes universitários participantes do Programa na área, sob supervisão dos professores responsáveis pela pesquisa.

Para determinar o estado nutricional dos grupos foi utilizado o indicador peso/idade e classificação de Gomez. Esta classificação é ainda profundamente usada na America Latina. O peso atual da criança é expressado como uma percentagem do peso ideal. Como padrão de referencia de peso foi utilizado Marcondes, Grupo IV (4).

## RESULTADOS

O levantamento de dados do município de Lauro de Freitas foi utilizado para o diagnóstico de saúde na área e mostrou que as duas comunidades, onde foi testado o extrato de soja, tinham uma prevalencia de desnutrição (crianças de 0 a 60 meses) de 65<sup>o</sup>/o em varios graus de desnutrição e elevada prevalencia de parasitos e constatando-se a presença de "ascaris" em 100<sup>o</sup>/o dos exames parasitológicos das crianças escolares de amostra e 80<sup>o</sup>/o com "Trichuris trichiura" e 40<sup>o</sup>/o com "ancilostomideos". Verificou-se também na amostra que era frequente a pratica de desmame precoce; 95<sup>o</sup>/o das mães amamentaram os filhos até dois meses porque tinham pouco leite ou precisavam retornar ao trabalho. Em relação a água de consumo foi verificado que em um dos povoados mais de 50<sup>o</sup>/o da população se abastece com água de uma cisterna enquanto o resto utiliza água do rio. No outro povoado a população em sua grande maioria utiliza a água do rio mais próximo. Não existe água encanada nas duas comunidades. Foi constatado que não existiam diferentes características entre os dois povoados com exceção da existência de energia elétrica em um deles (2).

Foi implantado nos dois povoados selecionados após o diagnóstico de saúde do Município, um Programa de Desenvolvimento Comunitário Integrado e uma das atividades de saúde implementadas, paralelamente, foi o teste do produto de soja para as crianças.

O estado nutricional das crianças de ambos os sexos e por grupo de idade nos grupos do estudo de acordo com a classificação de Gomez, é apresentado na Tabela 4. Nesta Tabela se verifica que 38.50<sup>o</sup>/o das crianças apresentou estado nutricional normal antes da intervenção, mudando esta situação para 69.20<sup>o</sup>/o no pós-tratamento ou intervenção. Das cinco crianças, inicialmente, desnutridas do I grau, quatro tiveram seu estado nutricional normalizado e uma permaneceu no mesmo estado inicial. Em relação ao grupo controle a situação se verificou invertida ou seja o estado

TABELA 4

ESTADO NUTRICIONAL DAS CRIANÇAS DO ESTUDO INDICADO PELA CLASSIFICAÇÃO DE GOMEZ, SEGUNDO IDADE, ANTES E APOS TRATAMENTO, 1981

Grupos de idade (meses)	Pre-Tratamento					Pos-Tratamento				
	Normal	Desn. I	Desn. II	Desn. III	Total	Normal	Desn. I	Desn. II	Desn. III	Total
<b>Grupo experi- mental</b>										
2-6	6(23.1)	1(3.8)	—	1(3.8)	8(30.8)	7(26.9)	1(3.8)	—	—	8(30.8)
7-12	3(11.5)	4(15.4)	5(19.2)	2(7.7)	14(53.8)	7(26.9)	4(15.4)	3(11.5)	—	14(53.9)
13-18	1(3.8)	—	1(3.8)	1(3.8)	3(11.5)	3(11.5)	—	—	—	3(11.5)
19-24	—	—	1(3.8)	—	1(3.8)	1(3.8)	—	—	—	1(3.8)
<b>Total N</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>26</b>
<b>o/o</b>	<b>38.5</b>	<b>19.2</b>	<b>26.9</b>	<b>15.4</b>	<b>100.0</b>	<b>69.2</b>	<b>19.2</b>	<b>11.5</b>	<b>—</b>	<b>100.0</b>
<b>Grupo controle</b>										
6-12	2(18.2)	1(9.1)	—	—	3(27.3)	2(18.2)	1(9.1)	—	—	3(27.3)
7-12	1(9.1)	2(18.2)	1(9.1)	1(9.1)	5(45.4)	—	2(18.2)	2(18.2)	1(9.1)	5(45.4)
13-18	—	2(18.2)	—	—	2(18.2)	—	1(9.1)	1(9.1)	—	2(18.2)
19-24	—	—	1(9.1)	—	1(9.1)	—	1(9.1)	—	—	1(0.1)
<b>Total N</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
<b>o/o</b>	<b>27.3</b>	<b>45.4</b>	<b>18.2</b>	<b>9.1</b>	<b>100.0</b>	<b>18.2</b>	<b>45.4</b>	<b>27.3</b>	<b>9.1</b>	

nutricional das crianças que não receberam P-30, sofreu, na sua maioria, mudanças. Todavia estas mudanças foram negativas considerando o agravamento no estado nutricional geral (Tabela 4).

Observando o estado nutricional das crianças de acordo com a distribuição por idade, pode-se verificar que, no pre-tratamento, nos dois grupos do estudo, os que apresentavam mais baixa idade tinham melhor estado nutricional. Em relação ao grupo experimental, no grupo etário de 7 a 12 meses, 42.30/o das crianças estava desnutrida, no pre-tratamento. No pós-tratamento, a mesma amostra já com 13 a 18 meses (6 meses após), apresentou um melhor estado nutricional, e essa percentagem foi reduzida para 26.90/o, sendo que 7.70/o das crianças apresentava desnutrição grau III e melhorou. Já no grupo acima de 12 meses, após o tratamento, foi possível recuperar, totalmente, as crianças que inicialmente eram desnutridas do II e III grau (Tabela 4).

A Tabela 5 mostra os dados da distribuição das crianças dos grupos-experimental e controle segundo o estado nutricional no pre-tratamento e no pos-tratamento.

TABELA 5

DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA DOS DOIS GRUPOS SEGUNDO O ESTADO NÚTRICIONAL ANTES E APOS O TRATAMENTO, 1981

Estado nutricional	Grupo experimental N = 26		Grupo controle N = 11	
	Pré-trat.	Pós-trat.	Pré-trat.	Pós-trat.
Normal	10	18	3	2
Desn. I	5	5	5	5
Desn. II	7	3	2	3
Desn. III	4	0	1	1
Teste de sinais	$z = 3.4$	$P < 0.05$	$N = 8$	$x = 1$ $P < 0.05$

Foi observado nos resultados da pesquisa, acentuada mudança positiva no grupo experimental. Verificou-se que do total da amostra que recebia o P-30, 80.80/o ou sejam 21 das crianças, tiveram seu estado nutricional melhorado conforme se pode constatar na Tabela 6.

TABELA 6

MUDANÇAS NO ESTADO NUTRICIONAL EM CRIANÇAS DE 02 a 24 MESES COM OU SEM SUPLEMENTO DE SOJA, 1981

	Melhorou	Não melhorou	Total
Sem suplemento	1	10	11
Com suplemento	21	5	26
	22	15	37
	$\chi^2 = 19.55$	$P < 0.001$	

### DISCUSSÃO

O grupo mais vulnerável aos problemas nutricionais é justamente o do lactente durante o período do desmame seja parcial ou completo. Sabe-se que, no momento, no Brasil se está enfatizando o aleitamento materno. Todavia, necessário se torna que planejadores de programas de estímulo ao aleitamento materno inovem a metodologia de abordagem do problema para mudar os hábitos de desmame precoce e para orientar a população quanto aos suplementos que podem ser introduzidos na alimentação infantil, antes das crianças entrarem no declínio nutricional ou seja na espiral da desnutrição – infecção – diarreia – morte (5). A história de alimentos formulados especificamente para alcançar crianças lactentes de todos os grupos sócio-econômicos inclusive o de baixa renda não tem atingido seus objetivos (6). Os governos em geral, são incapazes de desenhar, fabricar e garantir a distribuição de alimentos de alto valor nutritivo e baixo custo para as pessoas de baixa renda. Por outro lado, as empresas privadas, não têm condições, nem motivação para investir no processamento de um alimento nutritivo só para pessoas de baixa renda.

O extrato de soja oferece uma alternativa de alimento adequado para o lactente com preço mais baixo e de valor nutritivo competitivo com produtos lácteos.

O preço do extrato de soja em comparação ao do leite de vaca, desidratado, é de Cr\$240.00/quilo para Cr\$540.00/quilo respectivamente, sendo considerado o fator da diluição (abril, 1981).

As crianças pertencentes a amostra do estudo não tinham experimentado o extrato de soja e suas mães não conheciam o produto.

Constatado que o extrato de soja é, efetivamente, um alimento adequado para o lactente, tanto associado ao leite como em sua substituição, é necessário que se crie condições para se manter um programa de educação nutricional paralelo à distribuição do produto para a população. E que estes programas sejam organizados e controlados por entidades governamentais para assegurar preços sempre acessíveis à população de baixa renda permitindo assim o uso de extrato de soja na fase de desmame.

Nosso estudo é mais uma demonstração de que o "leite vegetal" ou extrato de soja pode ser utilizado na prevenção de malnutrição de crianças, tanto a nível primário, visando promover e proteger o bom estado nutricional, como quando se pretende recuperar desnutridos, prevenindo-os de estados mais graves de desnutrição e até de morte.

#### SUMMARY

##### SOY AS AN ALTERNATIVE INFANT FOOD IN A COMMUNITY IN NORTHEAST BRAZIL

The use of a powdered soy extract (30% protein) as a supplement in infant feeding for children from 2-24 months who had stopped breastfeeding was tested for acceptance and impact in two semi-rural communities in the State of Bahia in Northeast Brazil. The product was supplied gratuitously by a Brazilian soy bean processing firm. The introduction of the product was one aspect of a University-sponsored integrated community-action program. Nutritional status was determined by weight for age, using the Gomez classification (Marcondes, Class IV). There was a statistically significant difference in improvement in the nutritional status of those children who received the soy supplement.

#### AGRADECIMENTOS

Ao MEC/DAE, pelo apoio financeiro inicial; a Coordenação de Extensão/UFBA, pelo apoio administrativo e financeiro através de Bolsa de Extensão para o estudante, e a OLVEBRA S. A., pelo fornecimento do extrato de soja, durante o período da pesquisa.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Jelliffe, E., F. Patrice. A new look at multimixes for the Caribbean. **J. Trop. Pediat. Environ. Child. Health**, **17**: 136-150, 1971.
2. Cedraz, Lea & R. Lockwood. **Diagnostico de Saúde: Municipio de Lauro de Freitas**. (Mimeografo, não publicado).
3. Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN). **O Extrato da Soja no Programa de Nutrição e Saúde do INAN**. Brasilia, Brasil, 1978.
4. Marques, M., Elza Berquó, J. Yunes & E. Marcondes. **Crecimiento de Niños Brasileños: Peso y Altura en Relación con la Edad y el Sexo y la Influencia de Factores Socioeconómicos**. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud, 1975, 70 p. (Publicación Científica No. 309).
5. Puffer, R. R. & C. V. Serrano. **Patterns of Mortality in Childhood. Report of the Inter-American Investigation of Mortality in Childhood**. Washington, D. C., Pan American Health Organization, 1973, 492 p. (Scientific Publication Series No. 262).
6. Orr, Elizabeth. **The Use of Protein-Rich Foods for the Relief of Malnutrition in Developing Countries. An Analysis of Experience?** London, Tropical Products Institute, 1972.

**CULTIVATION OF TWO VARIETIES OF WINGED BEAN  
(*Psophocarpus tetragonolobus*, L. DC) IN JABOTICABAL,  
SÃO PAULO**

*Alfredo Lam-Sánchez*<sup>1</sup>, *José Fernando Durigan*<sup>2</sup>,  
*Eliás Tadeu de Oliveira*<sup>3</sup>, *Wisler José Negrão Serigatto*<sup>3</sup>, and  
*José Luiz Faggioni*<sup>3</sup>

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias  
Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil

**SUMMARY**

Winged bean was recently introduced in the region of Jaboticabal, and the behavior of varieties "UPS-31" and "UPS-122" in different planting seasons was studied. Plantings were spaced 15 days, and the experiment started October 16, 1978 and ended December 15 of the same year. Plantings were made in rows, spaced 1.50 m from each other, leaving a distance of 0.60 m between plants. Their growth was tutored by bamboo poles which led them to a single wire placed horizontally at 1.70 m from the soil.

---

Manuscrito modificado recibido: 2-3-83.

- 1 Associate Professor, Plant Sciences Department, School of Agricultural and Veterinary Sciences, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- 2 Assistant Professor, Department of Food Sciences, FCAVJ-UNESP-Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- 3 Undergraduate students attending the Course of Agronomy at the above-mentioned School.

An effect of the planting season was observed on flowering and fructification, since late plantings presented lower values for these characteristics and also decreased the harvesting period of the dry pods. Early plantings led to a higher development of the plants, and also to higher yield values as yield is a consequence of the number of pods per plant, with a high content of seeds per pod. Variety "UPS-122" was somewhat late in flowering and more vigorous than "UPS-31". The planting season did not affect the protein and oil contents, and average values in seeds of 43% and 17% were obtained, respectively.

### INTRODUCTION

The search for potential food sources, especially among species of the *Leguminosae* family, has been a continuous worry for several international agencies. Winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) has been in evidence because of the high protein (29.8 – 37.4%) and oil (15.0 – 20.4%) contents of the seed; from this species, flowers, leaves, tuber roots, green pods and seeds are consumed (1).

Winged bean is a climbing and herbaceous perennial plant that can reach a height of 3 – 4 m if well supported. In the Asian tropics it is grown on terrains at sea level up to 2000 m, located between 20°N and 10°S latitude. Its cultivation, however, is more restricted to the tropical humid regions (1).

Apparently it requires short days for induction of normal flowering, and when grown outside the tropics it rarely flowers. This seems to be caused by day length differences and not by temperature. Generally, where grown, plantings are made at the beginning of the rainy season (1).

Winged bean presents self-pollinated perfect flowers, which vary in color from white to blue and purple. When planted in the lowland tropics inflorescence begins on the 50th day or after 3 to 4 months at higher altitudes. Pods are four sided, with their characteristic wings which vary in length from 6 to 36 cm, and contain 5 to 20 globular seeds each; seed color can be white, yellow, brown, black or mottled. Generally, it takes around 64 days for a pod to reach maturity and be ready for harvest (1).

There is a need for precise information concerning its cultivation, and also for establishing production practices in places where it has been introduced. The present experiment was carried out to study the behavior of this species in the environmental condi-

tions of Jaboticabal, São Paulo, on different planting dates, and their effects over the biological, morphological, agronomic and nutritional characteristics of two varieties.

#### MATERIAL AND METHODS

The two varieties of winged bean studied, "UPS-122" and "UPS-31", both with dark purple seeds, were introduced from Papua New Guinea, and submitted to a planting season experiment in Jaboticabal, São Paulo (21°15'02"S; 48°15'18"W; 610 m). Planting was spaced 15 days, starting in October 16, 1978 and ending in December 15, 1978.

Varieties were sown in rows at a distance of 1.50 m and 0.60 between plants in a 2 x 5 factorial design, with 17 plants per parcel. Each plant hole received 11 g of a 4-31-6 fertilizer formulation. Bamboo poles were used as tutors for the plants, and they were supported by a single wire at 1.70 m from the soil.

For each planting date, data were collected on different development phases of the plant. For germination, inflorescence differentiation, flower opening and dry-pod harvest, observations were made in all plants of each parcel. Pod growth was measured daily in four plants per parcel. Data on plant length, yield components and seed yield per plant were determined in eight plants per parcel, assuming each plant as a replicate for statistical analysis.

All periods of time are expressed in days as units, followed by decimal fractions.

Analyses of protein and oil were performed in triplicate according to the AOAC methodology (2).

#### RESULTS AND DISCUSSION

Data for germination, inflorescence and pod harvest are presented in Table 1. As observed, seeds of variety "UPS-122" took longer to germinate than those of "UPS-31"; this difficulty for germination could be explained by a water absorption problem. With respect to flowering and pod harvest, an effect of the planting dates over these two characteristics is also evident. Early planting dates induced a longer time for the flowering of the plants; pod harvest was more concentrated in time in the later planting dates. Variety "UPS-122" is later than "UPS-31".

TABLE 1

DATA ON GERMINATION, INFLORESCENCE AND DRY-POD HARVEST FOR TWO WINGED BEAN VARIETIES ON SEVERAL PLANTING DATES

(Expressed as days after planting)

Planting dates	Germination		Floral bud differentiation		First flower opening		First dry-pod harvest		Last pod harvest	
	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122
October 10	10.13	21.83	70.00	84.50	88.45	102.25	152.25	170.05	183.50	194.76
October 31	9.25	27.50	61.50	83.60	80.33	110.30	143.75	167.00	172.00	181.00
November 15	10.58	18.12	68.83	84.56	88.58	99.87	139.88	154.13	160.70	166.00
November 30	8.58	15.92	56.50	77.15	74.50	94.76	138.75	145.25	145.88	159.88
December 15	7.31	17.69	63.61	78.83	81.00	93.91	127.88	137.00	139.88	154.00

The former variety presented longer pods (25.26 cm) and a higher daily pod growth rate (1.22 cm) than "UPS-31", that presented values of 10.94 cm and 0.65 cm, respectively (Table 2). Both varieties presented almost similar periods for each phase of plant flowering and fructification, taking around 16 days for a pod to reach final growth and 41 days for it to be dry and ready for harvest. These values are in accordance with those presented in the literature (1), and were not influenced by planting dates.

A marked effect of planting dates on yield components and seed yield was observed (Table 3). First plantings induced bigger plant developments and higher seed yields per plant. Yield was a consequence of the number of pods per plant and seeds per pod. According to these data, "UPS-122" is more vigorous and productive than "UPS-31" (3).

Table 3 also shows that plant vigor in both varieties was impaired by late planting, and this had a significant influence on the dry matter production. This impairment in plant vigor, however, did not affect seed yield in variety "UPS-31", but in "UPS-122" it did induce losses of 720/o.

In regard to seed protein and seed oil contents, planting dates did not have any effect on them, as it occurs in other crops, soybeans, for example, where this factor plays an important role on these components (4). Protein contents obtained from the different parts of the plant are very high (Table 4), justifying their consumption by certain population groups.

Seed protein content is higher in "UPS-122" than in "UPS-31". Seed oil content is within the range notified by the literature (1) and no differences were detected between these two varieties. Seed composition resembles that of wild or non cultivated soybeans, which have a high protein and low oil content (5). These values are also high, when compared with data obtained from four "Tpt" varieties introduced from Venezuela, which presented a seed protein content of 39.56 – 41.770/o and an oil content of 12.23 – 13.710/o (6).

According to these results, it can be stated that the newly introduced material has a good adaptation to local environmental conditions, with a certain effect of photoperiod, expressed by the planting dates. It also shows a good potentiality for protein and oil production that, associated to yield, can become a good food source. Because of the planting system required by this species, it can be better utilized as a source of green pods, since large scale production of seeds would be made difficult by plant tutoring and by the irregular pod maturity.

TABLE 2

DATA OF FLOWERING, FRUCTIFICATION, AND POD GROWTH, OBTAINED IN INDIVIDUAL FLOWERS AND PODS OF TWO WINGED BEAN VARIETIES

Variety	Phases					Total number of days	Daily pod growth rate (cm)	Total pod length (cm)
	1st	2nd	3rd	4th	5th			
UPS-31	14.82	3.60	3.70	14.50	42.35	78.97	0.65 ± 0.42*	10.94 ± 0.96*
UPS-122	16.38	3.53	3.62	17.65	40.20	81.38	1.22 ± 0.58	25.26 ± 2.66

Phase 1: Appearance of floral bud to petal showing.

Phase 2: Petal showing to flower opening.

Phase 3: Flower opening to beginning of ovary development.

Phase 4: Beginning of ovary development to final pod growth.

Phase 5: Final pod growth to complete pod dryness.

\* Mean ± standard deviation.

TABLE 3  
 PLANT CHARACTERISTICS OF TWO WINGED BEAN VARIETIES OBSERVED ON DIFFERENT  
 PLANTING DATES, JABOTICABAL, SÃO PAULO

Planting dates	Stem diameter (mm)		Plant length (m)		No. pods/plant		No. seeds/pod		Dry matter weight**		Yield/plant (g)	
	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122
Oct./10	9.89 <sup>a*</sup>	15.39 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	4.17 <sup>a</sup>	43.62 <sup>a</sup>	38.25 <sup>a</sup>	7.28 <sup>a</sup>	12.91 <sup>a</sup>	95.89	156.96	75.55 <sup>a</sup>	153.79 <sup>ab</sup>
Oct./31	10.48 <sup>a</sup>	12.31 <sup>b</sup>	3.45 <sup>ab</sup>	4.11 <sup>a</sup>	38.12 <sup>a</sup>	28.75 <sup>ab</sup>	7.44 <sup>a</sup>	11.65 <sup>ab</sup>	94.36	109.18	61.00 <sup>a</sup>	104.71 <sup>b</sup>
Nov./15	9.81 <sup>a</sup>	11.51 <sup>bc</sup>	3.47 <sup>ab</sup>	4.10 <sup>a</sup>	49.00 <sup>a</sup>	23.25 <sup>ab</sup>	6.96 <sup>a</sup>	11.05 <sup>ab</sup>	66.62	86.61	67.86 <sup>a</sup>	82.30 <sup>b</sup>
Nov./30	7.28 <sup>b</sup>	9.72 <sup>cd</sup>	3.39 <sup>ab</sup>	3.15 <sup>b</sup>	37.62 <sup>ab</sup>	24.75 <sup>ab</sup>	7.60 <sup>a</sup>	10.78 <sup>b</sup>	37.56	52.71	48.84 <sup>a</sup>	71.29 <sup>bc</sup>
Dec./15	5.45 <sup>b</sup>	8.55 <sup>d</sup>	3.15 <sup>b</sup>	3.22 <sup>b</sup>	22.88 <sup>b</sup>	20.38 <sup>b</sup>	8.24 <sup>a</sup>	10.44 <sup>b</sup>	12.82	41.36	37.14 <sup>a</sup>	42.86 <sup>c</sup>
$\Delta$ (5°/o)	2.14 mm		0.39 m		15.01		1.89		36.18 g		41.20 g	
CV. (°/o)	15.20		7.68		32.74		14.21		48.34		39.27	

\* Means in the same column identified by the same letter, are not statistically different.

\*\* Aerial part of the plant, without leaves or pods.

TABLE 4

AVERAGE VALUES FOR PROTEIN, OIL AND ASHES, FOUND IN SEVERAL PLANT PARTS  
OF TWO WINGED BEAN VARIETIES

Plant parts	Protein*		Oil*		Ashes*	
	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122	UPS-31	UPS-122
Leaves	29.66	29.49	—	—	7.10	6.30
Flowers	31.18	36.12	—	—	6.58	7.18
Green pods	24.48	22.52	—	—	5.62	4.40
Seeds	41.30	45.11	17.46	17.08	4.40	4.71

\* g/100 g on a dry-weight basis.

**RESUMEN****CULTIVO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL ALADO  
(*Psophocarpus tetraganologus* (L.) DC) EN JABOTICABAL — SÃO PAULO**

El frijol alado fue recientemente introducido en Jaboticabal, São Paulo, para estudiar el comportamiento de las variedades "UPS-31" y "UPS-122" en distintas épocas de siembra. Esta fue efectuada a intervalos de 15 días, iniciándose el 16 de octubre de 1978 y terminándose el 15 de diciembre de 1978. La siembra se realizó en surcos con una separación de 1.50 m entre sí, y a una distancia entre plantas de 0.60 m. El crecimiento de las mismas fue dirigido por un soporte de bambú, hacia un alambre situado horizontalmente a una distancia de 1.70 m del suelo.

Se observó cierto efecto de época de siembra sobre la floración y fructificación, pues las plantaciones tardías presentaron valores inferiores en los parámetros mencionados, así como una reducción en el número de vainas que alcanzaron madurez.

La siembra temprana indujo un mejor desarrollo de las plantas, así como valores más altos en rendimiento, el cual deriva de un mayor número de vainas por planta con un contenido más elevado de semillas. La variedad "UPS-122" fue más tardía y vigorosa que la "UPS-31". La época de siembra no influyó en el contenido de proteína y aceite, obteniéndose valores promedios en las semillas de 43% y 17%, respectivamente.

**ACKNOWLEDGEMENTS**

The authors wish to express their gratitude to Dr. Russ Stephenson of Papua New Guinea University, for supplying seeds of the cultivars used in the present study.

**BIBLIOGRAPHY**

1. National Academy of Sciences-National Research Council. **The Winged Bean. A High Protein Crop for the Tropics.** Washington, D. C., NAS-NRC, 1975, 48 p.
2. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 1015 p.
3. Lam-Sánchez, A., J. L. M. Faggioni & S. N. Kronka. Efeito da época de plantio sobre várias características de duas variedades de feijão alado

- (*Psophocarpus tetragonolobus*, L.) na região de Jaboticabal – SP. Científica 9: 137-144, 1981.
4. Lam-Sánchez, A. Variabilidad genética y/o ambiental en el contenido de proteína y aminoácidos en leguminosas. Arch. Latinoamer. Nutr., 27 (Suplemento 2): 118-124, 1977.
  5. Lam-Sánchez, A. **Obtenção de Germoplasma de Soja na Região de Jaboticabal pelos Processos de Introdução e Hibridação e Avaliação Nutricional do Material Introduzido.** Tese de Livre-Docencia, FCAVJ-UNESP, 1979, 167 p.
  6. Lam-Sánchez A. & J. F. Durigan. Conteúdo de proteína e óleo, de variedades de feijão alado (*Psophocarpus tetragonolobus*, L., DC), introduzidas da Venezuela, na região de Jaboticabal - SP, 1981. (Não publicado).

**EVALUACION DE ALGUNAS CARACTERISTICAS  
QUIMICO-NUTRICIONALES DE LA SEMILLA DEL ARBOL  
DE HULE (*Hevea brasiliensis*)<sup>1,2</sup>**

*Celia Margarita Selle*<sup>3</sup>, *Elvira González de Mejía*<sup>4</sup>,  
*Luiz G. Elías*<sup>5</sup> y *Ricardo Bressani*<sup>6</sup>

Universidad del Valle de Guatemala e Instituto de Nutrición  
de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala,  
Guatemala, C. A.

---

Manuscrito modificado recibido: 1-2-83.

- 1 Este trabajo constituye parte de la tesis de graduación presentada por la Srta. Margarita Selle previo a optar al título de Licenciada en Química, bajo la asesoría de la Ing. Elvira González de Mejía.
- 2 La realización de este trabajo contó con fondos que para ese propósito tuvo a bien otorgar la Universidad de las Naciones Unidas.
- 3 Estudiante de tesis de la Universidad del Valle de Guatemala.
- 4 Autor responsable de la correspondencia y solicitud de separatas, las cuales deben dirigirse a: Ing. Elvira González de Mejía, Profesora Investigadora, Departamento de Química, Universidad del Valle de Guatemala, Apartado No. 82, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 5 Jefe del Programa de Alimentos Básicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado No. 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 6 Jefe de la citada División.

Publicación INCAP C-126.

## RESUMEN

Se sometieron a estudio algunas características químicas y nutricionales de la semilla del árbol de hule *Hevea brasiliensis*. Se determinó en la semilla decorticada su contenido de proteína, su composición de aminoácidos, así como la concentración de hierro, calcio, fósforo y cianuro (libre y enlazado). Luego se evaluaron los efectos del remojo, cocción, remojo-cocción y cocción-extracción de aceite de la semilla sobre el contenido de cianuro, así como la utilización proteínica *in vivo*. La calidad de la proteína fue evaluada biológicamente utilizando el índice de eficiencia proteínica (PER). El contenido de proteína de la semilla fue de 180/o en base seca, siendo el aminoácido más limitante la treonina con un punteo de 71.6, y el contenido de hierro, calcio y fósforo, de 6.2, 109 y 429 mg/100 g, respectivamente. Se determinó un contenido de aceite de 480/o, con un valor calórico total de 702 Kcal/100 g (2,948 Kj/100 g). El contenido de cianuro total en la semilla fresca fue de 130-230 mg/100 g, 60/o del cual se encontró en la forma libre, y 940/o en la forma ligada. El tratamiento más efectivo para reducir el contenido de cianuro fue el de 20 horas de remojo en agua, combinado con una hora de cocción. La semilla cruda acusó un valor nutritivo bajo y produjo pérdida de peso y muerte al administrarse como alimento a ratas. Por otra parte, el valor proteínico mejoró al procesar la semilla, alcanzando valores de PER cercanos a los encontrados en cereales de consumo tradicional como el maíz.

Se concluye que la semilla del árbol de hule *Hevea brasiliensis* es una buena fuente de energía, calcio, valina, isoleucina, fenilalanina y tirosina. En cambio, es una fuente pobre de treonina, leucina y lisina. Su contenido de cianuro es alto, pero cuando éste se elimina por tratamientos como remojo, cocción y extracción de su aceite, la utilización de la proteína puede mejorar.

## INTRODUCCION

Uno de los cultivos importantes en Guatemala y en general en todas las regiones tropicales húmedas del mundo, es el de *Hevea brasiliensis*, árbol de la familia Euphorbiaceae, comúnmente conocido como hule o hule del Pará. Esta planta es cultivada para obtener, por incisiones en su corteza, el látex que es la materia prima para la producción de caucho o hule natural.

*Hevea brasiliensis* produce un fruto trilobado de cerca de 6 cm de diámetro, el cual contiene tres semillas de 2 ó 3 cm de longitud cada una. Esas semillas tienen una cáscara resistente color café manchado, y caen al suelo cuando el fruto madura y se abre. La almendra de estas semillas es blanda y de color blanco

crema. En ciertas regiones, principalmente de América del Sur y Asia, las personas que habitan en las plantaciones de *Hevea brasiliensis* aprovechan la almendra de la semilla de este árbol únicamente para propósitos de alimentación animal y en algunas ocasiones, humana. Esta semilla contiene además aceite de propiedades secantes, y la torta residual resultante de la extracción de aceite, también puede utilizarse como alimento (1-3).

En Guatemala, la semilla de *Hevea brasiliensis* es casi exclusivamente utilizada como medio de propagación de la planta, lo cual significa que de toda la semilla que se produce, sólo se aprovecha una pequeña fracción. Se ha estimado que la producción de almendra de semilla de hule fresca en Guatemala, en 1980, fue de cerca de 10,800 toneladas métricas. El dato anterior ha sido calculado en base a que en ese año había 2.7 millones de árboles en explotación de látex (4) que, se sabe, pueden producir alrededor de 2,000 semillas por año (5) y cuyas almendras respectivas pesan alrededor de 2 g. El cultivo de *Hevea brasiliensis* en Guatemala ha aumentado considerablemente con los años y se espera que ese incremento continúe.

Varios investigadores en diversas regiones del mundo se han interesado por estudiar las propiedades físicas, químicas y nutritivas de la almendra (3, 5, 6-12). Ha quedado establecido que el contenido de aceite en la almendra es relativamente alto y que, en efecto, posee propiedades secantes (10); la almendra contiene además un nivel adecuado de proteína y minerales para poderse utilizar como suplemento alimentario, aunque es deficiente en algunos aminoácidos (11). Se sabe también que es una buena fuente de energía y que contiene linamarina, compuesto que libera ácido cianhídrico, que es un factor tóxico (13). Aunque se han hecho algunas evaluaciones biológicas de la calidad alimenticia de la almendra de semilla de hule, no se ha determinado claramente cuál es su toxicidad, ni se han establecido métodos de preparación adecuados para su posible detoxificación y consumo.

El objetivo del presente estudio ha sido, pues, determinar la composición química y el valor nutricional de la semilla de hule (*Hevea brasiliensis*), así como evaluar química y biológicamente los factores tóxicos que contiene y los posibles métodos de detoxificación. Al realizar el estudio se ha tenido en mente el uso futuro de este producto vegetal en alimentación animal y, posiblemente, aun de los seres humanos.

## MATERIAL Y METODOS

La semilla de hule (*Hevea brasiliensis*), utilizada en este estudio, se obtuvo de diversas fincas guatemaltecas localizadas en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez y Quezaltenango. Parte de la semilla (aproximadamente el 10<sup>o</sup>/o) fue recolectada durante el período de agosto a septiembre de 1980, y previo a su uso, se almacenó a una temperatura de 6-12°C por el término de 10 meses. El resto se recolectó entre septiembre y noviembre de 1981, almacenándose entera a una temperatura de 6 a 12°C durante uno o dos meses.

### *Preparación de las Harinas*

La semilla fue primero decorticada utilizando un molino de martillos, y se fraccionó para luego someterla a los siguientes tratamientos: a) cocción por 30 minutos, b) remojo por 20 horas seguido de cocción por 30 minutos, y c) cocción por 30 minutos seguidos de extracción continua con hexano. Luego se prepararon harinas de almendra tratada según los procesos anteriores. El remojo de la almendra fraccionada se hizo en agua, en recipientes destapados; la cocción se realizó en agua en ebullición en recipientes también destapados y la extracción de aceite, en un aparato Soxhlet.

En la preparación de las harinas de la almendra remojada y las harinas de la almendra cocida, la proporción de almendra a agua fue alrededor de 250 g por litro de agua. La extracción de aceite de la harina de almendra cocida se hizo reduciendo el contenido de extracto etéreo en la harina de 48<sup>o</sup>/o, a cerca de 7<sup>o</sup>/o. Al mismo tiempo, esta extracción del aceite permitió que el contenido de proteína cruda en la harina ascendiera de 18 a 33<sup>o</sup>/o, y descendiera el contenido de cianuro enlazado, de 66 a 44 mg/100 g de harina seca. En los casos en que se consideró necesario secar la almendra o harina de ésta, se utilizó un horno con corriente de aire a una temperatura de 60 a 70°C.

### *Evaluación Química*

La determinación de humedad y extracto etéreo en almendras y harinas de almendra se llevó a cabo según métodos oficiales de la AOAC (14), mientras que en la determinación de cenizas, proteína cruda y fibra cruda, se aplicaron los métodos de la AOCS

(15). El análisis de hierro y calcio se hizo por espectrofotometría de absorción atómica, también según el método establecido por la AOAC (14), y el análisis de fósforo total, por espectrofotometría visible del molibdovanadofosfato, de acuerdo al método de la AOAC (14).

La determinación del contenido de cianuro libre y cianuro total (enlazado y libre) se efectuó según Cooke (16). Este método, propuesto originalmente para el análisis de cianuro en yuca y derivados, fue adaptado para el presente estudio. Ello consistió en la extracción del cianuro libre y del cianuro enlazado, por homogenización del material en medio ácido, lográndose al mismo tiempo la desactivación de la glicosidasa endógena. La cuantificación del cianuro libre y del cianuro total se estableció por espectrofotometría visible de la reacción modificada con cloramina-T, piridina y pirazolona. Para la cuantificación del cianuro total fue necesario hidrolizar primero el cianuro enlazado o glicosídico. Para lograrlo se utilizó linamarasa purificada, extraída de cáscara de raíz de yuca, en la que previamente se determinó su actividad enzimática, empleando para el caso, linamarina grado analítico. La linamarina fue obtenida de la casa Calbiochem (California, EUA) y la cloramina-T y pirazolona (3 metil-1-fenil-5 pirazolona), de la casa Merck (Alemania). Las pruebas se realizaron con almendra de un mismo lote de semilla, utilizando cerca de 15 g de almendra recién decorticada, por prueba. La almendra se fraccionó aproximadamente en cuatro partes antes de las pruebas. En las pruebas en remojo, la proporción de almendra a agua fue de 15 g de almendra por 250 ml de agua, y en las de cocción, al inicio se utilizaron 15 g de almendra por 500 ml de agua.

El análisis de aminoácidos se llevó a cabo citándose al proceso cromatográfico-espectrofotométrico y usando para el caso el Technicon Sequential Multisample Amino Acid Analyzer.

El contenido calórico de las dietas se determinó utilizando el calorímetro de bomba.

### *Evaluación Biológica*

La evaluación biológica de la calidad nutricional de las distintas harinas preparadas, se hizo utilizando la metodología del índice de eficiencia proteínica (PER). En el presente caso los valores de PER obtenidos reflejan, además de la calidad de la proteína, la toxicidad del material, por no haber sido eliminada totalmente esta otra variable. Dicha evaluación biológica se realizó utilizando

ratas Wistar, divididas en grupos de ocho animales cada uno.

Se prepararon dietas que contenían 100/o de proteína cruda, 40/o de mezcla de minerales Hegsted (17), 240/o de aceite de almendra de hule y/o algodón, 10/o de aceite de hígado de bacalao y 610/o de almidón de maíz, agregando por cada 100 g de dieta, 5 ml de una solución completa de vitaminas hidrosolubles (18). Las dietas así preparadas acusaron un valor calórico promedio de 506 Kcal/100 g (2,125 kg/100 g).

La cantidad de harina de almendra necesaria para la preparación de la dieta fue de 50 g/100 g de dieta en el caso de harinas sin desengrasar, y de 33.3 g/100 g de dieta cuando la harina fue previamente desengrasada.

Los animales recibieron alimentación *ad libitum*. Las determinaciones de PER se hicieron según Pellet y Young (19) a un nivel de 100/o de proteína, con la modificación de que algunas dietas contenían 240/o de aceite en vez del 100/o recomendado. La razón de utilizar dietas con un alto porcentaje de aceite fue que la almendra completa, o sea aquella a la que no se le había extraído el aceite, acusaba un alto contenido de extracto etéreo, y se quiso determinar la calidad alimenticia, tanto de harina de almendra completa, como de harina de almendra desengrasada. El estudio incluyó grupos control en dietas de caseína, y grupos control en dietas libres de proteína, con los porcentajes de contenido de aceite ya mencionados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Composición Química de la Almendra y su Valor Calórico*

En la Tabla 1 se presenta la composición química proximal, el contenido de fósforo, calcio y hierro, y el valor calórico de la almendra de semilla de hule. Para propósitos de comparación se exponen en la misma Tabla 1, datos de la literatura concernientes a otras almendras de oleaginosas. Los valores obtenidos para los diversos parámetros en el presente trabajo están comprendidos dentro de los intervalos informados por otros investigadores. Estos intervalos son en base seca (g/100 g) para extracto etéreo, entre 40.5 y 49.5; para proteína cruda, entre 16.2 y 27.0; para fibra cruda, entre 3.8 y 5.7, y para cenizas, entre 3.4 y 3.9 (3, 5, 8, 11). Los contenidos de fósforo, calcio y hierro encontrados en nuestra investigación son menores a los publicados por Fetuga *et al.*

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL, CONTENIDO DE MINERALES  
Y VALOR CALORICO DE ALMENDRA DE HULE Y ALMENDRAS  
DE OTRAS OLEAGINOSAS (VALORES EN BASE SECA)

		Hule <sup>a</sup>	Otros estudios		
			Maní <sup>b</sup>	Soya <sup>b</sup>	Algodón <sup>c</sup>
Extracto etéreo	g/100 g	48.0 ± 0.5	50.2	18.1	31.8
Proteína cruda	g/100 g	18.5 ± 1.0	28.3	36.8	32.5
Fibra cruda	g/100 g	5.4 ± 0.4	1.8	6.3	5.2
Cenizas	g/100 g	3.4 ± 0.1	2.9	6.1	7.4
Fósforo	mg/100 g	429 ± 23	494	795	811
Calcio	mg/100 g	109 ± 3	49	242	122
Hierro	mg/100 g	6.2 ± 0.1	3.4	12.5	23
Valor calórico	Kcal/100 g	702 ± 15	594	454	—
	Kj/100 g	2,948 ± 63	2,495	1,907	—

<sup>a</sup> Valores determinados en el presente estudio. Incertidumbres estimadas por propagación de error.

<sup>b</sup> Referencia 27.

<sup>c</sup> Referencia 28.

(5) quienes señalan contenidos de 640, 480, y 9.3 mg por 100 g de material seco, respectivamente. La ingesta diaria de fósforo, calcio y hierro recomendada para humanos adultos es 800-1,200 mg, 800-1,200 mg, y 10-18 mg, respectivamente, y el requerimiento diario de energía, de 1,200-3,900 Kcal (5,040-16,380 Kj) (20). En base a lo expuesto, la almendra de semilla de hule podría ser una buena fuente de fósforo, calcio y energía. Su contenido de hierro también es considerable, aunque su disponibilidad biológica podría estar limitada por inhibidores de su absorción que se encuentran típicamente en productos vegetales. En cuanto a comparar los valores obtenidos en este trabajo, con los señalados para almendras de maní, soya y algodón, se observa que la almendra de semilla de hule presenta un alto contenido de extracto etéreo, un mayor valor calórico y un menor contenido de proteína cruda; además su contenido de fósforo, calcio y hierro es menor que el de la soya, y el de calcio, mayor que el del maní.

El contenido de aminoácidos esenciales en la proteína de almendra de semilla de hule cocida-extraída, se expone en la Tabla 2, según determinación hecha en este trabajo, a la vez que el puntaje respectivo de los aminoácidos presentados, calculado en base al Patrón Provisional FAO/OMS. Según lo anterior, la almendra de semilla de hule es una buena fuente de valina, isoleucina y aminoácidos aromáticos y una fuente pobre de treonina, leucina y lisina. Al comparar nuestros resultados con los informados en distintos estudios, encontramos marcadas diferencias, las que, en parte, pueden deberse a que se usaron métodos analíticos diversos y los materiales fueron preparados en distintas formas. La mayoría de los valores obtenidos en el presente trabajo quedan incluidos dentro de los intervalos determinados por otros investigadores. Estos intervalos también se presentan en la misma Tabla 2.

**TABLA 2**  
**CONTENIDO Y COMPUTO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN LA**  
**PROTEINA DE LA ALMENDRA COCIDA – EXTRAIDA**

Aminoácido	Almendra <sup>a</sup> mg/gN	Patrón FAO <sup>b</sup> mg/gN	Cómputo	Almendra <sup>c</sup> mg/gN (otros autores)
Isoleucina	271	250	108	159 – 238
Leucina	329	440	75	190 – 444
Lisina	260	340	77	209 – 338
Azufrados totales (Metionina + cistina)	—	220	—	119 – 269
Aromáticos totales (Fenilalanina + tirosina)	438	380	115	401 – 463
Treonina	179	250	72	151 – 238
Triptofano	—	60	—	41 – 86
Valina	356	310	115	246 – 500

<sup>a</sup> Determinación hecha en el presente estudio.

<sup>b</sup> Referencia 29.

<sup>c</sup> Referencias 3, 5, 8, 11.

El contenido de cianuro de almendra fresca de semilla de distintos clones de hule, de distinta procedencia, se aprecia en la Tabla 3. Expresando los contenidos promedio en base húmeda, o sea tal y como se encuentran en la almendra fresca, el contenido de cianuro total es de 156 mg/100 g, del cual 9 mg, o sea el 6<sup>o</sup>o, es de cianuro libre y, por diferencia, 147 mg, o sea 94<sup>o</sup>o, son de cianuro enlazado. El valor de cianuro enlazado indicado, equivale a un contenido de linamarina de 1.4 g/100 g de material fresco. Es muy probable que las diferencias encontradas en los distintos clones analizados se deban en gran medida a diferencias en el grado de hidrólisis causadas por la linamarasa endógena y en el grado de eliminación del cianuro libre como ácido cianhídrico. Estos aspectos dependen del tiempo que la semilla lleve de haber caído del árbol, y de las condiciones de humedad y temperatura a las que ha estado sometida antes de su recolección y análisis, como en general se indica para materiales vegetales que contienen glicósidos cianogénéticos (21).

Otros autores informan un contenido de cianuro en la almendra fresca que oscila entre 9 y 220 mg/100 g (3, 6-8), sin especificar si se trata de cianuro total o sólo libre, o sólo enlazado. Si se compara el contenido de cianuro en la almendra de hule fresca, determinado en el trabajo tema de este artículo con la dosis letal media de cianuro (LD50) ingerido por vía oral —que es de 0.5 mg/kg de peso corporal (22)— se encuentra que el cianuro en la almendra fresca presenta un alto riesgo de toxicidad. Según lo determinado para el contenido de cianuro total, 16 mg de almendra fresca contendrían la dosis letal media para ratas de 50 g de peso corporal, y 19 g de almendra fresca, la dosis letal media para seres humanos con un peso corporal de 60 kg. Comparando el contenido de cianuro total en la almendra de hule fresca, determinado en este trabajo, con el indicado en la literatura para otros productos vegetales, se observa que sin duda alguna, el primero es alto. Por ejemplo, para frijol lima (*Phaseolus lunatus*) fresco, se informan contenidos de cianuro de 10 a 300 mg/100 g, y para raíz de yuca (*Manihot esculenta*), contenidos de cianuro de 7 a 110 mg/100 g (21, 23, 24).

*Efecto de los Tratamientos de Remojo, Cocción, Remojo-Cocción y Cocción-Extracción de Aceite, en el Contenido de Cianuro de la Almendra*

El efecto observado en el contenido de cianuro de la almendra

TABLA 3  
 CONTENIDO DE CIANURO EN ALMENDRA FRESCA DE SEMILLA  
 DE DISTINTOS CLONES  
 (VALORES EN BASE SECA<sup>a</sup>)

Clon/ procedencia <sup>c</sup>	Cianuro (CN <sup>-</sup> ) mg/100 g <sup>b</sup>			Humedad ori- ginal de la almendra g/100 g
	Total	Enlazado	Libre	
RRIM 513/L	212.2 ± 28.0 i, ii	200.5 ± 28.0	11.7 ± 1.0 i, ü	42.8 ± 0.2
RRIM 600/L	208.4 ± 30.3 i, ü	199.1 ± 30.3	9.3 ± 1.7 i	34.7 ± 0.1
RRIM 614/L	253.6 ± 34.3 i, ü	236.4 ± 34.3	17.2 ± 2.0 iv	33.8 ± 0.1
PB-86/L	187.8 ± 23.3 i	169.9 ± 23.5	17.9 ± 2.4 iv	33.5 ± 0.1
PB-86/ML	182.1 ± 17.9 i	167.5 ± 18.2	14.6 ± 2.8 ü, iii, iv	24.7 ± 0.1
TJIR-1/L	353.5 ± 40.3 iii	336.9 ± 40.3	16.6 ± 1.9 iii, iv	35.7 ± 0.1
AV-308/L	299.2 ± 72.1 ü	288.3 ± 72.1	10.9 ± 0.8 i, ü	39.4 ± 0.1
AV-308/ML	199.4 ± 15.9 i	186.5 ± 16.1	12.9 ± 1.5 i, ü, iii	27.8 ± 0.1
GX-26/ML	239.0 ± 18.8 i, ü	227.7 ± 18.9	11.3 ± 1.3 i, ü	32.8 ± 0.1
Promedio (Desviación estándar)	237.2 (57.0)	223.6 (56.7)	13.6 (3.1)	33.9 (5.4)

<sup>a</sup> Almendra de semilla, recolectada un mes antes de la determinación, guardada en refrigeración.

<sup>b</sup> Incertidumbres estimadas por propagación de error.

<sup>c</sup> La Finca Luisiana, Patulul, Suchitepéquez, Guatemala. ML = Finca María de Lourdes, Génova, Quezaltenango, Guatemala.

i, ü... Diferencia no significativa ( $P > 0.05$ ) entre los valores con el mismo subíndice.

de hule, después de sometida a diferentes tratamientos, se indica en las Figuras 1 y 2.

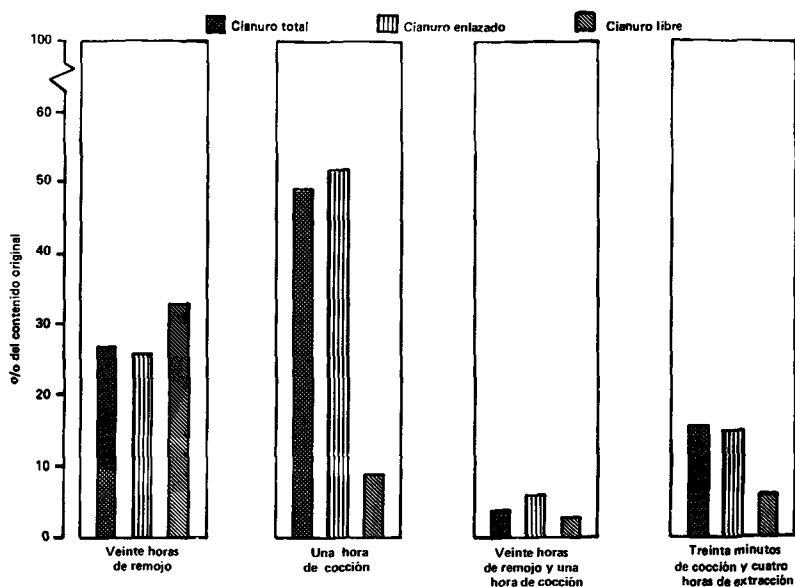


FIGURA 1

Contenido de cianuro total, enlazado y libre en la almendra de semilla de hule después de someterla a distintos tratamientos (Expresado como porcentaje del contenido original correspondiente)

Entre los tratamientos experimentados, el tratamiento combinado de 20 horas de remojo y una hora de cocción, fue el más efectivo para eliminar cianuro, tanto enlazado como libre. Se observa que todos los tratamientos que incluyen cocción son muy efectivos para reducir el contenido de cianuro libre. Es importante señalar aquí que estos tratamientos también son ventajosos por el hecho de que, teóricamente, desactivan la linamarasa endógena, con lo cual no se produce más cianuro libre a partir de cianuro enlazado, por acción endógena.

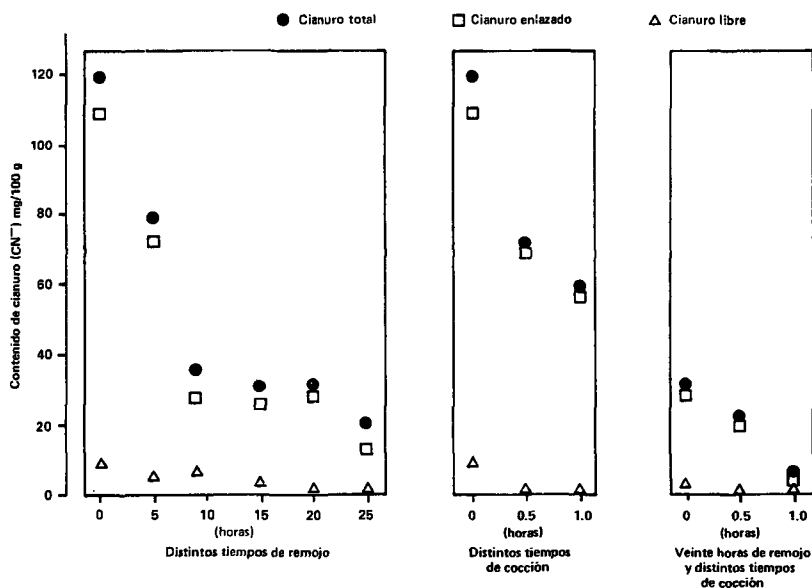


FIGURA 2

Contenido de cianuro total, enlazado y libre en almendra de semilla de hule después de someterla a distintos tratamientos de remojo, cocción y remojo-cocción

Al comparar el valor de la dosis letal media de cianuro ingerido por vía oral, con el contenido de cianuro total remanente en la almendra tratada por 20 horas de remojo y una hora de cocción, se aprecia que en 0.5 g de almendra tratada estaría contenida la dosis letal media para ratas de 50 g de peso corporal, y en 566 g de almendra, la dosis letal media para seres humanos con 60 kg de peso corporal.

No se encontró información alguna en la literatura acerca del efecto de los tratamientos de remojo, cocción, remojo-cocción y cocción-extracción de aceite con hexano, en el contenido de cianuro libre y enlazado de la almendra de hule. En cuanto al efecto de los tratamientos de remojo y cocción en el contenido de

cianuro libre y enlazado en raíz de yuca, sí se informan tendencias a una disminución, en general semejantes a las observadas en el presente estudio con el tratamiento de remojo y cocción por pocas horas. En el caso de remojo por 18 horas, los mismos investigadores señalan una reducción insignificante del contenido de cianuro libre, y una disminución de 50% en el contenido de cianuro enlazado. Este hecho lo explican como resultado del inicio del proceso de fermentación del material tratado, lo cual contribuye a la hidrólisis de cianuro enlazado (23). En nuestro estudio con almendra de hule no se observó desarrollo de fermentación en el material sujeto a remojo. Es importante señalar que para lograr la máxima efectividad, es esencial fraccionar la almendra de hule antes de someterla a cualquier tratamiento con el que se pretenda disminuir su contenido de cianuro enlazado y libre.

#### *Evaluación Biológica de la Calidad Alimenticia de la Almendra*

Los resultados que figuran en la Tabla 4 indican que la almendra de hule cruda es de mala calidad nutricional, causa deterioro, y muerte de ratas alimentadas con dietas que la contienen como fuente única de proteína y aceite. Sin embargo, según se observa, la calidad alimenticia de la almendra mejora al someterla a tratamientos de 30 min de cocción, 20 horas de remojo o a combinación de 30 min de cocción, y extracción de aceite con hexano por 10 horas. La almendra sometida a alguno de estos tratamientos no causa muerte y sí permite cierto grado de crecimiento en ratas alimentadas con dietas que la contienen como fuente total de proteína y fuente total o parcial de aceite. Por otro lado, como los datos lo revelan, la calidad alimenticia de la almendra no mejora al someterla al tratamiento combinado de 20 horas de remojo y 30 min de cocción, a pesar de que este tratamiento es efectivo en lo que a reducir el contenido de cianuro total y libre de la almendra se refiere. Es importante hacer notar, sin embargo, que durante la preparación de esta muestra la almendra no fue adecuadamente fraccionada, lo que pone de manifiesto la falta de acción de la linamarasa endógena (25). Además, no puede descartarse la presencia de otros factores tóxicos en la almendra.

En los tejidos vegetales en que hay glicósidos cianogenéticos, normalmente también hay una glicosidasa correspondiente y es por ello que estos tejidos además de contener cianuro glicosídico o enlazado, contienen cianuro libre resultante de la mencionada hidrólisis. Esta última es favorecida por procesos que contribuyen a

TABLA 4

EVALUACION BIOLOGICA DE LA CALIDAD ALIMENTICIA DE LA ALMENDRA DE *Hevea brasiliensis*, CRUDA Y TRATADA EN RELACION AL CONTENIDO DE CIANURO EN LAS DIETAS<sup>a</sup>

Fuente de proteína en la dieta	Dieta ingerida g	Cambio de peso g	PER	Cianuro (CN-1) mg/100 g de dieta		Mortalidad y No. de ratas de un grupo de ocho
				Total	Libre	
Caseína	291 (38) <sup>b</sup>	83 (17)	2.87 (0.39) <sup>iii</sup>	0	0	0
Almendra cruda	100 (11) <sup>ic</sup>	-6 (5) <sup>i</sup>	d	33.3	2.5	2
Almendra remojada por 20 horas	153 (22) <sup>ii, iii</sup>	13 (6) <sup>iii, iv</sup>	0.96 (0.34) <sup>ii</sup>	23.4	4.7	0
Almendra cocida por 30 min	145 (17) <sup>ii, iii</sup>	12 (6) <sup>iii, iv</sup>	0.99 (0.32) <sup>ii</sup>	33.5	0.6	0
Almendra remojada <sup>e</sup> por 20 horas y cocida por 30 min	122 (11) <sup>i, ü</sup>	4 (7) <sup>ü</sup>	0.33 (0.56) <sup>i</sup>	26.4	0.6	5
Almendra cocida por 30 min y extraída con hexano por 10 horas	157 (32) <sup>iii</sup>	13 (5) <sup>ii, iv</sup>	0.73 (0.18) <sup>i, ü</sup>	13.3	0.5	0

<sup>a</sup> Dieta ingerida, cambio de peso y PER determinados a las cuatro semanas de experimentación con datos de ocho ratas, excepto en el caso de la almendra remojada-cocida cuando se determinaron sólo con siete ratas, por haber muerto la 8a. durante la 4a. semana. Mortalidad observada al cabo de ocho semanas de experimentación.

<sup>b</sup> ( ) Desviaciones estándar correspondientes.

<sup>c</sup> i, ü.. Los valores con el mismo subíndice no presentan diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

<sup>d</sup> Debido a la pérdida de peso de los animales, el valor de PER no pudo ser determinado.

aumentar el contacto glicósido cianogénico-glicosidasa; tales procesos son, por ejemplo, molienda o simple fraccionamiento y remojo o mayor humedad (13). Los glicósidos cianogénicos son termoestables, pero las glicosidasas son termolábiles (24); la linamarasa se desactiva a temperaturas mayores de 72°C (26).

Ajeno a las evaluaciones señaladas en la Tabla 4, se evaluó la almendra cocida-extraída como fuente total de proteína en una dieta que contenía 100/o de proteína cruda, y sólo 100/o de aceite. Esta dieta acusó un valor calórico de 406 Kcal/100 g (1,705 Kj/100 g), y aunque en su caso el alimento ingerido por los animales fue mayor que en el de la dieta preparada con la misma harina pero con 240/o de aceite, los valores respectivos de PER no difirieron significativamente.

Después de siete semanas de experimentación con ratas que consumieron las dietas de distintas harinas de almendra de hule, las que contenían 240/o de aceite y que aparecen en la Tabla 4, se observó que los animales sobrevivientes aumentaron el 140/o de peso del incremento que presentaron los animales alimentados con la dieta control de caseína, y que consumieron 450/o del alimento ingerido por los animales en la dieta control. Ello puede ser la respuesta de los animales a la calidad relativamente baja de la proteína de las harinas de almendra evaluadas, además de su toxicidad. Las muertes registradas ocurrieron de la cuarta semana de experimentación en adelante.

Los resultados del presente estudio indican, pues, que debido a su alto contenido de grasa, la semilla de *Hevea brasiliensis* es una buena fuente energética. Posee además cantidades importantes de calcio, hierro y fósforo, pero su calidad proteínica es pobre, siendo —de los aminoácidos analizados— la treonina el aminoácido más limitante. La calidad proteínica es también afectada por su alto contenido de sustancias cianogénicas. Si la cantidad de estas sustancias se reduce por tratamientos de remojo, cocción y extracción del aceite, la utilización proteínica mejora alcanzando niveles cercanos a la calidad proteínica de cereales de consumo tradicional, por ejemplo el maíz. Se requiere la realización de estudios adicionales para lograr el mejor aprovechamiento del potencial nutricional de este recurso vegetal. Por ejemplo, evaluando el efecto de la eliminación total de las sustancias tóxicas y suplementándola con los aminoácidos limitantes, o bien complementándola con otras fuentes proteínicas. Una vez los factores tóxicos existentes en la semilla sean claramente identificados y eliminados, su uso podría ser destinado como un suplemento dietario de energía, nitrógeno, algunos aminoácidos esenciales y minerales.

## SUMMARY

EVALUATION OF SOME CHEMICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF THE RUBBER SEED *Hevea brasiliensis*

Some chemical and nutritional characteristics of the rubber seed *Hevea brasiliensis* were studied. The protein content, its amino acid composition as well as the iron, calcium, phosphorus and cyanide (free and bound) concentrations, were determined in the dehulled seed. The effect of soaking, cooking, soaking-cooking and cooking-fat extraction procedure of the seed on the cyanide content and its *in vivo* protein utilization, was also evaluated. The protein quality was biologically assessed using the protein efficiency ratio (PER). The protein content of the seed was 18%, and the most limiting amino acid was threonine, with a chemical score of 71.6. The iron, calcium and phosphorus contents were 6.2, 109 and 429 mg/100 g, respectively.

Its fat content was 48% with a total energy value of 702 kcal/100 g (2,948 Kj/100 g). The total cyanide content in the fresh seed was 130-230 mg/100 g; 6% was in the free form and 94% as bound cyanide. The most effective treatment for reducing the cyanide content was found to be 20 hours of soaking in water, combined with one hour of cooking.

The raw seed had a low nutritive value and produced weight loss and death when fed to rats. The protein value, however, improved upon the seed treatment, reaching PER values close to those found in traditional cereals such as corn. It is therefore concluded that the seed of *Hevea brasiliensis* is a good source of energy, calcium, valine, isoleucine, phenylalanine and tyrosine. In contrast, it is a poor source of threonine, leucine and lysine. Its cyanide content is high, but when removed by treatment, such as soaking in water, cooking or fat extraction, the protein utilization can be improved.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Roberto Gómez Brenes su valiosa colaboración, ya que se encargó del análisis de aminoácidos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Hill, A. F. *Economic Botany*. 1st. ed. (Chapter VI). New York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1937, p. 143-157.
2. Polhamus, Loren G. *Rubber: Botany, Production, Utilization*. N. Polunin (Ed.). Great Britain, Leonard Hill-Interscience, 1962, 449 p. (World Crop Series).

3. Lauw Tjin Giok, Samsudin, Husaini & Ignatius Tarworjo. Nutritional value of rubber seed protein. *Am. J. Clin. Nutr.*, 20: 1300-1303, 1967.
4. Bourdet, A. E. **Memoria de Labores de la Gremial de Huleros de Guatemala, correspondiente al año 1980.** Guatemala, La Gremial, 1981.
5. Fetuga, B. L., T. C. Ayeni, A. Olaniyan, M. A. Balogun, G. M. Babatunde & V. A. Oyenuga. Biological evaluation of Para rubber seeds (*Hevea brasiliensis*). *Nutr. Repts. Internat.*, 15: 497-510, 1977.
6. Auld, S. J. M. Digestibility experiments with sheep. Para rubber seed cake. *J. Agr. Sci.*, 5: 429-433, 1912 - 3.
7. Butler, G. W. The distribution of the cyanoglucosides linamarin and lotaustralin in higher plants. *Phytochemistry*, 4: 127-131, 1965.
8. Rosal, O. R. **Determinación del Valor Nutritivo de la Torta de Semilla de Hule.** Tesis de Graduación. Guatemala, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1970, 31 p.
9. Elías, L. Evaluación nutricional de la torta y del aceite de la semilla de hule. En: **Segunda Reunión Centroamericana en Tecnología de Aceites, Grasas y Proteínas.** Guatemala, Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, 1971, p. 34-42 (Presentación IV-1).
10. Lottman, J. G. **Extracción y Caracterización del Aceite de la Semilla de Hule *Hevea brasiliensis*.** Tesis de Graduación. Guatemala. Departamento de Química, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad del Valle de Guatemala, 1981, 124 p.
11. Orok, E. J. & J. P. Bowland. Nigerian Para rubber seed meal as an energy and protein source for rats fed soybean meal- or peanut meal-supplemented diets. *Can. J. Animal Sci.*, 54: 239-246, 1974.
12. Viswanathan, T. V., G. R. Ananthasubramanian & Maggie Manachery. Evaluation of rubber (*Hevea brasiliensis*) seed cake for promoting growth in calves. *Indian J. Nutr. Dietet.*, 16: 383-389, 1979.
13. Bourdoux, P., M. Mafuta, A. Hanson & A. M. Ermans. Cassava toxicity: the role of linamarin. (Chapter 1). En: **Role of Cassava in the Aetiology of Endemic Goitre and Cretinism.** A. M. Ermans, N. M. Mbulamoko, F. Delange and R. Ahluwalia (Eds.). Canada, Canada, International Development Research Centre, 1980, p. 15-27.
14. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
15. American Oil Chemists Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS.** 3rd. ed. Illinois, The Society, 1973.
16. Cooke, R. D. An enzymatic assay for the total cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *J. Sci. Food Agr.*, 29: 345-352, 1978.

17. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, **138**: 459-466, 1941.
18. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B<sub>13</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1953.
19. Pellet, P. L. & V. R. Young (Eds.). **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. The United Nations University World Hunger Programme, Food and Nutrition Bulletin Supplement 4. Tokyo, Japan, UNU, 1980, p. 104-105.
20. National Academy of Sciences. **Recommended Dietary Allowances**. Washington, D. C., Food and Nutrition Board, National Research Council, National Academy of Sciences, 1980, 128 p.
21. Montgomery, R. D. The medical significance of cyanogen in plant foodstuffs. Perspectives in nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **17**: 103-113, 1965.
22. Dreisbach, R. H. **Handbook of Poisoning: Prevention, Diagnosis and Treatment**. 10th. ed. Lange Medical Publications, 1980, p. 246-248.
23. Cooke, R. D. & E. N. Maduagwu. The effects of simple processing on the cyanide content of cassava chips. *J. Food Technol.*, **13**: 299-306, 1978.
24. Ammerman, G. R. (Ed.). **Food Safety**. US IFT Short Course Committee, 1975, p. 25.
25. Conn, E. E. & G. M. Butler. The biosynthesis of cyanogenic glycosides and other simple nitrogen compounds. En: **Perspectives in Phytochemistry**. (Chapter 2). J. B. Harborne and T. Swain (Eds.). London, Great Britain, Academic Press, 1969, p. 47-74.
26. Joachim, A. W. R. & D. G. Pandittesekere. *Trop. Agriculturist*, **100**: 150, 1944. (Original no consultado: referencia en Cooke, R. D. & E. N. Maduagwu. The effects of simple processing on the cyanide content of cassava chips. *J. Food Technol.*, **13**: 299-306, 1978).
27. Wu Leung, Woot-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. **Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina**. Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EE. UU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, ciudad de Guatemala, C. A. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, junio, 1961, p. 60-61.
28. Bailey, A. E. (Ed.). **Cottonseed and Cottonseed Products**. New York, N. Y. Interscience Publishers, Inc., 1948, p. 128. (Fats and Oils Series).
29. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Necesidades de Energía y de Proteínas**. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos. Roma, FAO, 1973, p. 70.

# INHIBIDORES DE TRIPSINA EN ALIMENTOS A BASE DE SOYA: REVISION CRITICA DE LA CINETICA DE DESTRUCCION TERMICA, Y LOS METODOS DE ANALISIS

*Roberto Cuevas<sup>1</sup> y Munir Cheryan<sup>2</sup>*

Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE), San Felipe, Venezuela, y Universidad de Illinois, Estados Unidos

## RESUMEN

Se hace un análisis, basado en datos en la literatura y de los propios autores, de los posibles mecanismos cinéticos de destrucción térmica de los inhibidores de tripsina (IdT). Se sugiere que la cinética de primer orden rige el mecanismo de destrucción. También se demuestra que el efecto de la temperatura sobre la constante de la velocidad de reacción, para la destrucción térmica de los IdT, puede ser cuantificado en términos de la ecuación de Arrhenius. Los datos cinéticos se utilizaron para ejemplificar la optimización de un proceso térmico, maximizando la destrucción de microorganismos y de los IdT, y minimizando la destrucción de un nutriente.

---

Manuscrito modificado recibido: 19--5--83.

- 1 Profesional de Investigación, Fundación CIEPE (Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial), Apartado 100, San Felipe, Yaracuy, Venezuela, a quien debe dirigirse cualquier correspondencia relacionada con este trabajo.
- 2 Profesor Asociado de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Illinois, Urbana, Illinois 61801, Estados Unidos de América.

Además, se discuten los métodos de análisis de actividad de los inhibidores, haciendo especial énfasis en el método oficial de la AACC. Se demuestra que el método original para el cálculo de la actividad de los IdT no es correcto ni apropiado, como tampoco lo son varias recientes modificaciones. Con miras a resolver esta situación, los autores desarrollaron un modelo mecanístico para representar las reacciones químicas que ocurren en el análisis de los IdT. También se probó que este modelo resuelve los problemas de cálculo e incertidumbre que se han encontrado en el método original o sus modificaciones. Por último, se presentan sugerencias prácticas para la aplicación del método de cálculo propuesto.

### INTRODUCCION

Aun cuando las características nutricionales de los productos de soya son de mucha importancia, esos productos contienen sustancias que podrían producir efectos adversos al ser consumidos por animales o por el hombre. En efecto, se ha demostrado que un incremento en el valor nutritivo de los productos de soya es paralelo a la destrucción de la actividad de los inhibidores de tripsina (IdT), los que tienen la característica de inhibir la actividad de ciertas enzimas proteolíticas (1, 2). Las propiedades físicas y químicas de los IdT en productos de soya, su modo de acción, sus efectos fisiológicos, y su posible significado en la nutrición animal y humana, han sido ampliamente comentados por diversos autores (1-6). Sin embargo, se ha dado menor énfasis a las razones cinéticas que ocasionan la destrucción térmica de los inhibidores. Por otro lado, la literatura revela que relativamente pocos autores se preocupan por la idoneidad de los métodos de análisis de la actividad de los IdT.

En el trabajo aquí descrito se efectúa una discusión de los posibles mecanismos cinéticos que gobiernan la destrucción térmica de los inhibidores de tripsina, en productos de soya. También se discuten los métodos de análisis y de cálculo de la actividad de los IdT, y se emiten sugerencias en cuanto a su uso en casos específicos. Sobre todo, se llama la atención hacia el método de cálculo oficial de la AACC, y se presenta una alternativa que, a juicio de los autores, es más adecuada que el método original.

### CINETICA DE DESTRUCCION TERMICA DE LOS INHIBIDORES DE TRIPSINA (IdT)

La destrucción térmica de los inhibidores de tripsina (IdT) depende de la temperatura, tiempo de calentamiento, tamaño de partículas y estado físico del producto, así como de las condiciones de humedad (4), y de la presencia de ácidos y bases (1, 7). La inactivación de los IdT en granos de soya se puede lograr por cocción en autoclave durante 15-20 min a 15 psig; por inmersión en agua hirviendo (7, 8); o por cocción en vapor a presión atmosférica; el grado de inactivación depende grandemente de la humedad del grano antes del tratamiento (8-11). Además, la inactivación se acelera mediante la adición de bases durante el procesamiento, y se retarda por la adición de ácidos (7).

Los productos de soya en forma de harina han sido tratados por diversos métodos, siendo el más utilizado el calentamiento con vapor vivo (1, 12-14). La actividad de los IdT se reduce un 90% con un tratamiento de 20 min con vapor a 100°C.

Una tecnología de gran efectividad y versatilidad para el procesamiento de productos sólidos de soya, es la extrusión/cocción a altas presiones y temperaturas. En general, a más altas humedades de extrusión se requieren más cortos tiempos de residencia para lograr grados equivalentes de destrucción de los IdT, tanto en granos o harina de soya, como en mezclas de soya con cereales (15-17). La destrucción de los IdT obtenida puede ser hasta de 100% (15).

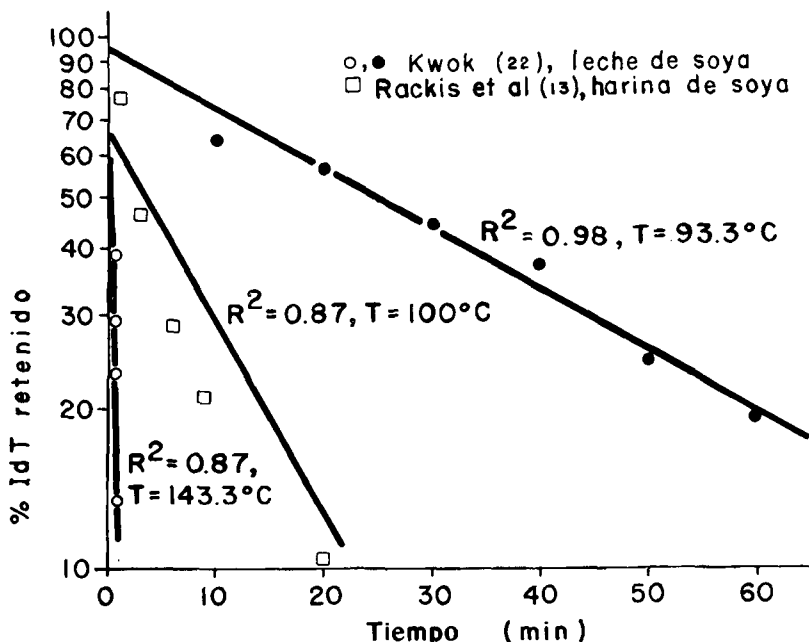
En el caso de extractos acuosos de soya, de 5 a 10 min de cocción en el autoclave son suficientes para obtener 90% de inactivación, a 121°C (18, 19). Un tratamiento consistente en remojo en agua a 4°C por un período de 10 a 12 hr, un escaldado por 3 min a 90°C, y una molienda húmeda por 5 min inmediatamente después del escaldado, reduce el contenido de los IdT en un 62% (11, 20). El procesamiento a 115°C (de 15 a 20 min) en autoclave estacionario, de extractos acuosos de soya envasados en recipientes metálicos, produce un 100% de inactivación de los IdT (21). Si se usa un autoclave giratorio, se obtiene un 95% de destrucción en sólo 3 min de tratamiento (11). La inactivación de los IdT en extractos acuosos de soya procesados a temperaturas ultra altas (UHT), ha sido estudiada por Al-Kishtaini (11) y Kwok (22), usando un intercambiador de calor tubular; por Johnson *et al.* (23), usando infusión de vapor; y por Cuevas, Cheryan y Porter (24) usando un intercambiador de superficie raspada. A

temperaturas de más de 140°C, el tiempo de retención para inactivar al menos 90% de los IdT, es del orden de 1 min.

A pesar que el tratamiento térmico se usa comúnmente para preparar productos de soya, poco se sabe acerca de las reacciones que sufren las proteínas en los casos de calentamiento de los productos (25). Sin embargo, la información disponible en la literatura científica, y los trabajos de los propios autores, permiten establecer ciertas ideas acerca de los mecanismos cinéticos que gobiernan las reacciones de destrucción térmica de los inhibidores de tripsina.

Existen dos posibles órdenes de reacción: cinética de cero orden, y cinética de primer orden. Según Wolf *et al.* (26), la cinética de cero orden (en que la velocidad de reacción es independiente de la concentración de las especies que reaccionan) puede describir la inactivación térmica de los IdT. Dichos autores sugieren que los resultados de Borchers, Ackerson y Sandstedt (27) indican una cinética de cero orden, con una constante de reacción de 0.16 (unidades/unidad de muestra/min a 80°C). Sin embargo, los datos de estos últimos para harina de soya desgrasada, corresponden a un tratamiento en autoclave, lo que podría incluir el tiempo de calentamiento y el tiempo de enfriamiento. Estos tiempos podrían contribuir de manera importante al efecto térmico global del proceso, en el caso de alimentos sólidos, los cuales son calentados por mecanismos de conducción de calor. Además, los datos de Borchers, Ackerson y Sandstedt (27) para temperaturas entre 100°C y 115.5°C, no tienen en cuenta tiempos menores de 10 min. Otros autores (12-14) han informado que con vapor se obtiene un 90% de destrucción en un máximo de 20 min. Por lo tanto, el análisis de los resultados de Borchers *et al.* (27) debe hacerse con cautela, y no de manera concluyente. Se ha encontrado, asimismo, que la cinética que gobierna la velocidad de inactivación de los IdT a 98°C cambia progresivamente de cero a primer orden, si el pH de los extractos acuosos de soya se cambia de 6.8 a 9.9.

La otra posibilidad es que la cinética de destrucción de los IdT por calor sea de primer orden, es decir, que la velocidad de reacción sea proporcional a la concentración de una de las sustancias en reacción. Si los datos de destrucción térmica de los IdT (porcentaje de retención de IdT y tiempo de calentamiento a una temperatura dada) se grafican en coordenadas semilogarítmicas, se obtienen líneas rectas, lo que también aplica a los datos de varias fuentes bibliográficas (11, 12, 19, 22). La Figura 1 muestra algu-



● % IdTret =  $94.71e^{-0.026t}$ ; □ % IdTret =  $64.58e^{-0.08t}$ ;  
○ % IdTret =  $80.22e^{-1.947t}$

FIGURA 1

Destrucción térmica de inhibidores de tripsina en productos de soya

nos casos. Lo mismo demostraron Johnson *et al.* (23), lo que indica que la cinética de primer orden sí puede describir la reacción de inactivación por calor de los inhibidores de tripsina.

Conviene recordar que hay más de un tipo de inhibidor, y que cuando una pequeña cantidad de actividad de IdT se detecta en muestras tratadas térmicamente, la actividad residual puede deberse al inhibidor del tipo Bowman-Birk. Este tipo de inhibidor es más estable ante los tratamientos térmicos que el inhibidor tipo Kunitz (6). Kwok (22) encontró que al tratar extractos de soya en agua a temperaturas ultra altas, se vislumbraba la posibilidad de la

existencia de fracciones de IdT estables al calor, siendo la fracción Kunitz la que primero se destruye. Johnson *et al.* (23) obtuvieron los mismos resultados, y lograron establecer que la inactivación de los IdT sigue una cinética de primer orden compuesta. Estos autores encontraron que al graficar el logaritmo de la actividad residual de IdT contra el tiempo de tratamiento térmico (a temperatura constante), se obtienen dos porciones rectilíneas en la gráfica. Es posible que la primera porción recta describa la destrucción (siguiendo cinética de primer orden) del inhibidor tipo Kunitz. Por ser este inhibidor termolábil, la pendiente de la línea es grande, indicando una rápida reducción de la actividad de los IdT. La segunda porción recta, con una pendiente que indica reacción lenta, es posterior a la anterior, y podría estar relacionada con la destrucción del inhibidor tipo Bowman-Birk.

El efecto de la temperatura sobre la constante de reacción ( $k$ ) se puede explicar por medio de la ecuación de Arrhenius (28, 29):

$$k = A e^{-\Delta H/RT} \quad (1)$$

en donde  $k$  es la constante de reacción ( $\text{min}^{-1}$ ),  $A$  es una constante (el factor de frecuencia de colisiones moleculares),  $\Delta H$  es el cambio de entalpía requerido para la formación de un complejo activado de las sustancias en reacción,  $R$  es la constante de los gases ideales, y  $T$  la temperatura absoluta.

La Tabla 1 constituye un resumen de los datos cinéticos del trabajo de Kwok (22), y la Tabla 2 corresponde a los datos de Johnson *et al.* (23), ambas para el tratamiento de extractos acuosos de soya a temperaturas ultra altas. De la Tabla 1 obtenemos, por análisis de regresión:

$$k = 4.56 \times 10^{12} e^{-11797.6/T} \quad (2)$$

con  $R^2 = 0.867$ , y válida para  $366 \leq T \leq 427.6$  °K. Por otro lado, la Tabla 2 nos permite calcular:

$$k = 3.05 \times 10^{13} e^{-12442.6/T} \quad (3)$$

con  $R^2 = 0.978$ , y válida para  $372 \leq T \leq 426$  °K. Los valores de la energía de activación son de 23.4 Kcal/gmol (ecuación 2), y de 24.6 kcal/gmol (ecuación 3). Si se usa la misma metodología que para obtener las ecuaciones 2 y 3, y se combinan los datos de

TABLA 1

**PARAMETROS CINETICOS PARA LA DESTRUCCION DE  
INHIBIDORES DE TRIPSINA EN EXTRACTOS ACUOSOS DE SOYA<sup>a,b</sup>**

Temperatura °K	k min <sup>-1</sup>	D <sub>T</sub> min
366.5	0.026	88.580
394.3	1.228	1.875
405.4	1.586	1.452
416.5	1.947	1.183
427.6	2.525	0.912

<sup>a</sup> Datos obtenidos gráficamente de la fuente (22), y por subsecuente análisis de regresión (31).

<sup>b</sup> pH = 6.5.

TABLA 2

**PARAMETROS CINETICOS PARA LA DESTRUCCION DE INHIBIDORES  
DE TRIPSINA EN EXTRACTOS ACUOSOS DE SOYA<sup>a,b</sup>**

Temperatura °K	k min <sup>-1</sup>	D <sub>T</sub> min
372	0.073	31.667
394	0.727	3.167
405	1.727	1.333
416	3.455	0.667
427	4.935	0.467

<sup>a</sup> Datos obtenidos gráficamente de la fuente (23), y por subsecuente análisis de regresión (31).

<sup>b</sup> pH = 6.6.

las Tablas 1 y 2 con los datos de Hacklet *et al.* (19), Van Buren *et al.* (18), y Al-Kishtaini (11), todos para leche de soya al pH "natural", obtenemos (para 15 datos):

$$k = 5.67 \times 10^{14} e^{-13822.9/T} \quad (4)$$

con  $R^2 = 0.850$ , y válida para  $366 \leq T \leq 428$  °K. A partir de la ecuación 4 se obtiene la energía de activación ( $E_a$ ) de 27.4 Kcal/gmol, y el tiempo de reducción decimal a 121°C ( $D_{121}$ ) de 6.84 min. Lund (30) notifica, para los resultados de Hackler *et al.* (19), el valor  $E_a = 18.5$  Kcal/gmol y  $D_{121} = 13.3$  min. Puede que la discrepancia de estos valores con respecto a los datos obtenidos a partir de la ecuación 4, se deba a diferencias en los métodos usados para el cálculo de los parámetros cinéticos; al hecho de que los experimentos en que se basan los resultados no fueron lo suficientemente controlados como para arrojar datos cinéticos confiables; o bien al método utilizado para extraer la información de las referencias originales, a fin de realizar los cálculos cinéticos. En todo caso, los datos de las ecuaciones 2 a 4 sugieren que el valor de la energía de activación para la destrucción térmica de los IdT está entre 23 y 27 Kcal/gmol. Sin embargo, es obvio que la técnica experimental para determinar los parámetros cinéticos se debe mejorar, a fin de obtener datos confiables y reproducibles.

Una prueba de significación para la pendiente  $b_1$  (estimador de  $\beta_1$ ) en el modelo linearizado (ecuaciones 2 a 4), permite concluir que la regresión entre  $k$  y  $T$  es significativa al 50/o.

En el caso de productos sólidos de soya, los datos de López y Castillo (32) para el calentamiento de granos de soya permiten estimar  $k_{100^\circ\text{C}} = 0.0635 \text{ min}^{-1}$ , para la destrucción de los IdT. Los resultados de Rackis, McGhee y Booth (12) y Rackis *et al.* (13) indican que  $k_{100^\circ\text{C}} = 0.093 \text{ min}^{-1}$  para el calentamiento por vapor de harina de soya.

De lo comentado anteriormente se deduce que los inhibidores de tripsina pueden ser destruidos por diferentes mecanismos, según el producto de soya de que se trate, y el tratamiento involucrado. Cuando un estudio de inactivación se lleva a cabo, también parece conveniente determinar los parámetros cinéticos, y no asumir que los datos obtenidos para otros productos de soya, o bajo otras condiciones de procesamiento, son aplicables y extrapolables en todos los casos. Además, se concluye que no se puede asumir que la destrucción de los IdT sigue una cinética de primer orden en todos los casos. Ello se complica aún más por la falta de uniformidad en los resultados que se informan en la literatura con respecto a la presentación de datos de destrucción térmica. Algunos autores incluyen el tiempo de calentamiento como parte del tratamiento, mientras que otros consideran el "tiempo cero" como

el momento en que la temperatura de proceso deseada se alcanza. Por otro lado, la base escogida para la presentación de datos (fracción retenida o destruida de IdT) no es consistente de autor a autor; algunos utilizan la concentración a "tiempo cero", y otros la concentración antes del inicio del período de calentamiento; aun se da el caso en que la concentración de IdT en los granos de soya originales se toma como base. Esto resalta la importancia que tiene el escoger una base consistente y acertada para determinar los parámetros cinéticos en la destrucción térmica de los IdT ( y de cualquier componente del alimento).

Por supuesto, el desarrollo de los experimentos requiere extremo cuidado a fin de obtener resultados de valor. Algunos de los aspectos a considerar han sido comentados por Hill (29) y por Lenz y Lund (33).

#### OPTIMIZACION DE PROCESOS TERMICOS EN PRODUCTOS DE SOYA

Desde el punto de vista de optimización de procesos térmicos, el objetivo que se persigue es maximizar la destrucción de los factores no deseados y, a la vez, minimizar la destrucción de los factores deseados en el producto alimenticio. Tomemos, por ejemplo, el caso de un proceso a temperatura ultra alta (UHT), con el propósito de destruir las esporas del *Bacillus stearothermophilus*, cuyos parámetros cinéticos son  $D_{121^{\circ}\text{C}} = 1.63$  min y  $z = 8.28^{\circ}\text{C}$  (34). Se desea obtener un proceso con un  $F_0 = 6$  min; además se pretende minimizar la destrucción de tiamina, la cual tiene un  $D_{121^{\circ}\text{C}} = 157$  min, y  $z = 25^{\circ}\text{C}$ , y según Mulley, Stumbo y Hunting (35) se desea también maximizar la destrucción de los inhibidores de tripsina. Si usamos la ecuación 4, tenemos para los IdT un  $D_{121^{\circ}\text{C}} = 6.84$  min, y  $z = 26^{\circ}\text{C}$ . La Figura 2 presenta la relación entre el tiempo de retención y la temperatura de procesamiento. Según se aprecia, a temperaturas mayores de  $114^{\circ}\text{C}$ , destruiremos más rápidamente el microorganismo que el inhibidor, para una combinación dada de tiempo y temperatura de proceso. Por ejemplo, a  $140^{\circ}\text{C}$ , se necesitan sólo 0.5 seg para destruir las esporas de la bacteria (y obtener un proceso con  $F_0 = 6$  min), mientras que para destruir el 90% del inhibidor se requieren 80 seg. Por lo tanto, el diseño del proceso térmico debe estar basado en los IdT (se puede escoger cualquier otro nivel deseado de destrucción de los IdT, con base en consideraciones nutricionales). A  $140^{\circ}\text{C}$

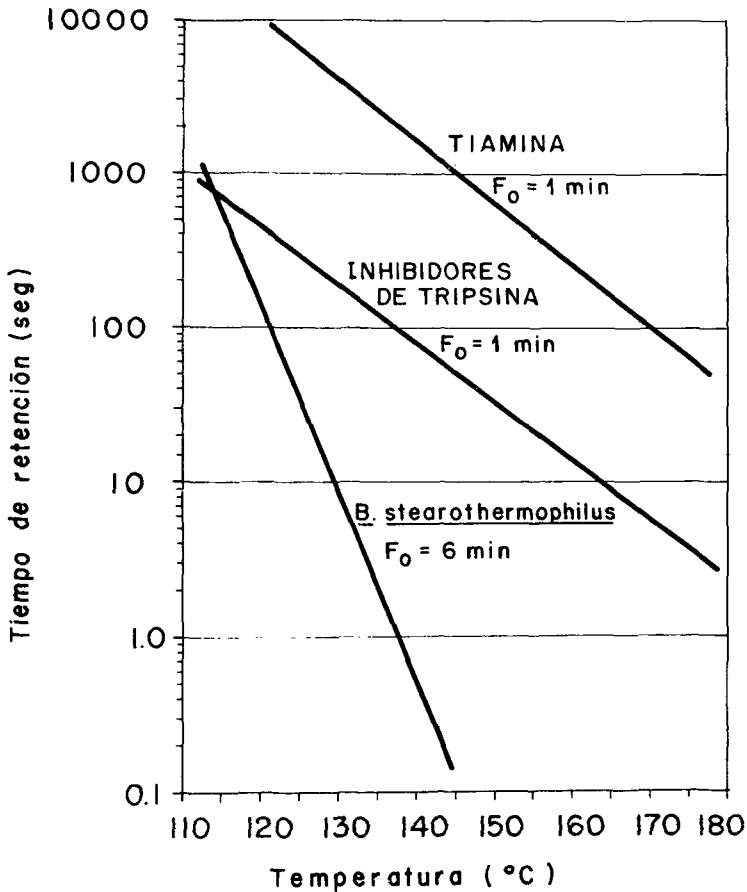


FIGURA 2

Destrucción térmica de componentes de extractos acuosos de soja, a temperaturas ultra altas (UHT)

necesitaríamos aproximadamente 1,600 seg para destruir el 90% de la tiamina presente. Dicho de otra forma, la retención de tiamina sería de aproximadamente 93%, si se procesa 80 seg a 140°C, destruyéndose el 90% de los IdT y prácticamente todas las espo-

ras presentes. Salta a la vista que en este caso se tomaron tres factores únicamente, pero en otros, de acuerdo a las propiedades funcionales deseadas y según el tipo de producto, se podrían tomar otros factores para efectuar la optimización del proceso térmico.

#### METODOS DE ANALISIS DE INHIBIDORES DE TRIPSINA (IdT) EN PRODUCTOS DE SOYA

Independientemente del uso y propiedades funcionales de los productos de soya, de la tecnología de procesamiento utilizada, y de la estrategia para la optimización de procesos y productos, para determinar los factores antinutricionales es indispensable contar con técnicas analíticas adecuadas. Tal el caso de los inhibidores de tripsina. En algunas circunstancias, los niveles residuales de IdT pueden ser bajos y, por lo tanto, difíciles de determinar. Además, la amplia gama de productos basados en soya que es posible obtener, exige la existencia de métodos *ad hoc*, según sea el caso.

La Tabla 3 presenta los métodos más aplicados en el análisis de la actividad de los IdT de la soya y sus productos. La base común de estos métodos radica en la determinación de la actividad de la tripsina frente a un sustrato, en presencia y en ausencia del producto que contiene los inhibidores provenientes de la soya. Los sustratos utilizados para determinar la actividad de la tripsina pueden ser (36-38): a) proteínas denaturalizadas (hemoglobina, gelatina, caseína); b) los ésteres y amidas de lisina y arginina (benzoi-DL-arginina-p-nitroanilida, (el isómero L); N-benzoi-L-arginina etil éster; N-benzoi-L-argininamida; N-benzoi-L-arginina- $\beta$ -naftilamida; p-toluenosulfonil-L-arginina metil éster; L-lisina-p-nitroanilida). La tripsina hidroliza uniones en que el grupo carboxilo de la lisina o de la arginina esté presente.

La actividad de los IdT puede ser expresada como unidades de tripsina inhibidas por unidad de peso de referencia (UTI/g de muestra; UTI/g de proteína; UTI/g IdT), o bien en términos de los inhibidores (IdT/g de muestra). En cualquiera de los casos, se debe partir de la respuesta analítica del método usado (densidad óptica, por ejemplo), para calcular y obtener una expresión de la actividad de los IdT.

TABLA 3  
METODOS DE ANALISIS DE LA ACTIVIDAD DE LOS INHIBIDORES DE TRIPSINA DE LA SOYA

Autor y referencia	Año	Substrato	Respuesta analítica <sup>a</sup>	Expresión para actividad de IdT <sup>a</sup>	Muestra
Kunitz (39)	1947	Caseína <sup>b</sup>	Densidad óptica a 280 nm	UTI= D.O. muestra sin IdT - D.O. muestra con IdT	IdT cristalizado de harina de soya
Kunitz (39) <sup>c</sup>	1947	Gelatina	Neutralización de COO - y titulación con HCl	UTI = mEq muestra sin IdT - mEq muestra con IdT	IdT cristalizado de harina de soya
Borchers, Ackerson & Sandstedt (27) <sup>d</sup>	1947	Hemoglobina	Densidad óptica a 578,691, ó 730-750 nm	UTI = D.O. muestra sin IdT - D.O. muestra con IdT	Extractos de harina de soya
Green (40) <sup>e</sup>	1953	BAEE <sup>f</sup>	Densidad óptica a 254 nm	Moles de BAEE hidrolizados en presencia de IdT	IdT cristalizado de harina de soya
Van Buren <i>et al.</i> (18) <sup>g</sup>	1964	Gelatina	Tiempo de incubación a 98°F para que la gelatina no gelifique a 32°F	Retardación del tiempo de incubación en presencia de IdT	Leche de soya
Sambeth, Nesheim & Serafin (41) y Simons & Liener (42) <sup>h</sup>	1967 y 1969	BAPA <sup>i</sup>	Densidad óptica a 410 nm	UTI= D.O. muestra sin IdT - D.O. muestra con IdT	Extractos de harina, leche de soya, e IdT cristalizado comercial
Collins & Sanders (43) <sup>j</sup>	1976	TAME <sup>k</sup>	Densidad óptica a 247 nm	UTI= D.O. muestra sin IdT - D.O. muestra con IdT	Soya en grano, sus fracciones y aguas de lavado

<sup>a</sup> En base a las condiciones del análisis. <sup>b</sup> Kakade, Simons & Liener (42) modificaron este método. <sup>c</sup> Kwok (22) y Baker & Mushtakas (7) modificaron este procedimiento. <sup>d</sup> Basado en el método de M. L. Anson, *J. Gen. Physiol.*, 22: 79, 1939, descrito por Rick (36); usado por Wallace, Banatyne & Khaleque (21) en leche de soya. <sup>e</sup> El método para tripsina fue descrito por Rick (36). <sup>f</sup> N-benzoil-L-arginina-etil éster (hidrocloruro). <sup>g</sup> Basado en el método de E. M. Learmonth, *J. Sci. Food Agr.*, 3: 54, 1952, para harina de soya. <sup>h</sup> Basado en el método de Erlanger, Kokowsky & Cohen (44) para tripsina, con BAPA como sustrato. Modificado por Rackis *et al.* (45) y por Kakade *et al.* (46), originando el método oficial de la AACC (47). <sup>i</sup> Benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (hidrocloruro). <sup>j</sup> Basado en el procedimiento de B.C.K. Hummel. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 1393, 1959, para tripsina, con TAME como sustrato. <sup>k</sup> p-toluenosulfonil-L-arginina metil éster.

**DISCUSION DEL METODO DE ANALISIS DE LOS INHIBIDORES  
DE TRIPSINA APROBADO POR LA AACC**

El trabajo de Erlanger, Kokowsky y Cohen (44), usando benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (BAPA) como sustrato, dio origen al método oficial de la AACC (47) para la determinación de la actividad de los inhibidores de tripsina provenientes de la soya. Numerosos investigadores han utilizado la técnica analítica de Kakade, Simons y Liener (42) y Kakade *et al.* (46), en la cual se basa el método de la AACC (47). Sin embargo, el modo de manejar los datos, sugerido por Kakade *et al.*, tiene dos fallas básicas: a) el primer problema fue observado por Kakade, Simons y Liener (42) y por Rackis *et al.* (45). Cuando se grafica UTI/ml contra ml, tres tipos de curvas se encuentran frecuentemente. El primer caso es la línea recta mostrada en la Figura 3. Kakade *et al.* recomendaron que la actividad de los IdT sea expresada en términos de "cero ml" de la alícuota conteniendo la muestra, lo cual se obtiene por extrapolación de la curva de UTI/ml contra ml, hasta el valor correspondiente a cero ml. La Figura 3 también muestra este método de cálculo: el punto en el cual la línea extrapolada intercepta el eje de las ordenadas se toma como el valor "verdadero" de UTI/ml. El segundo caso es una distribución casi horizontal de puntos (no necesariamente una línea recta), que según Kakade y colaboradores se resuelve dibujando arbitrariamente una línea recta horizontal. El tercer caso, que es una curva con un máximo, o aun con un mínimo, según Smith *et al.* (48), se resuelve tomando el promedio de todos los puntos. Evidentemente, no se cuenta con un método uniforme y objetivo para manejar los resultados del análisis, y es obvio que esto trae consigo incertidumbre en cuanto a los valores obtenidos de la actividad "verdadera" de los IdT.

b) El segundo problema es que el concepto de extrapolación hasta cero ml de alícuota es incorrecto desde el punto de vista matemático, ya que los datos experimentales que se exponen en la Tabla 4, muestran (y por lógica se hace necesario) que si el tamaño de la alícuota tiende a cero ( $ml \rightarrow 0$ ), las UTI tienden a cero ( $UTI \rightarrow 0$ ). Esto implica que, conforme  $ml \rightarrow 0$ ,  $UTI/ml \rightarrow \infty$  si  $UTI \neq 0$ ; alternativamente, si  $UTI \cong 0$ ,  $UTI/ml \rightarrow 0$ . Un análisis de los datos de la Tabla III de Kakade, Simons y Liener (42), muestra que hacer el tamaño de la alícuota más y más pequeño ( $ml \rightarrow 0$ ), hace que UTI/ml sea cada vez mayor ( $UTI/ml \rightarrow \infty$ ).

Sin embargo, al graficar los datos de la manera sugerida por

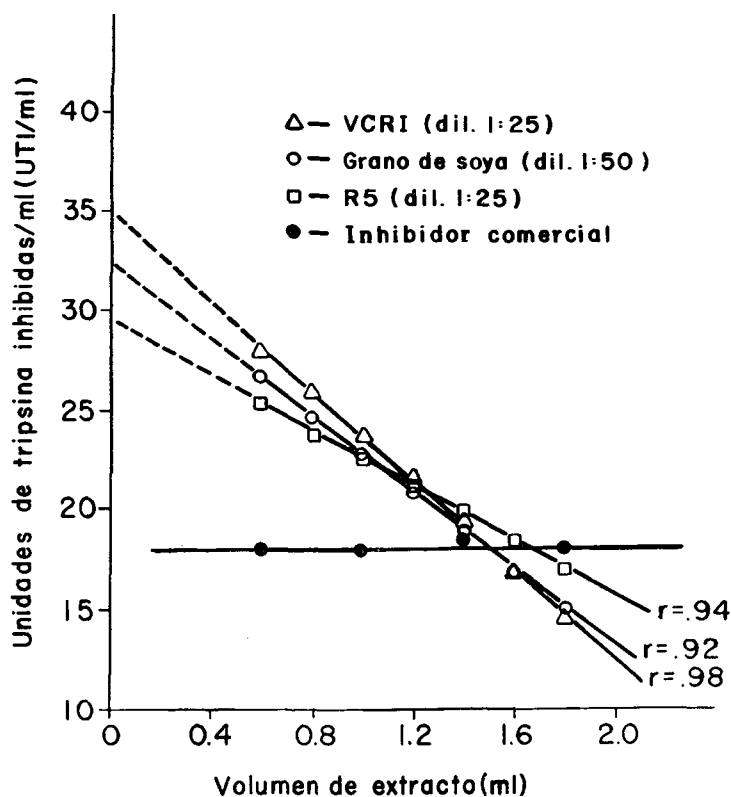


FIGURA 3

Tipos de curvas obtenidas en el análisis de IdT por el método de Kakade *et al.* (46). Tomado de Omosaiye (49). VCRI y R5 son flujos en la ultrafiltración de extractos de soya

Kakade *et al.* (42, 46) (Figura 3), fuerza los datos a que intercepten el eje de las ordenadas en un valor finito, diferente de cero, lo cual no cumple con las condiciones matemáticas arriba expresadas. De hecho, las pendientes de las líneas, y por lo tanto el intercepto (y el valor "verdadero" de la actividad de los IdT), dependerán de

**TABLA 4**  
**EFEECTO DEL TAMAÑO DE LA ALICUOTA (ml) DE LA MEZCLA DE ANALISIS,**  
**SOBRE LA ACTIVIDAD DE LOS IdT**

Muestra de soya D <sup>a</sup>				Soya entera <sup>b</sup>				Inhibidor comercial <sup>b</sup>			
Volumen de alícuota, ml	D.O. <sup>c</sup>	UTI	$\frac{UTI}{ml}$	Volumen de alícuota, ml	D.O.	UTI	$\frac{UTI}{ml}$	Volumen de alícuota, ml	D.O.	UTI	$\frac{UTI}{ml}$
0	0.480	—	—	0	0.430	—	—	0	0.435	—	—
0.2	0.384	9.6	48.0	0.6	0.268	16.2	27.0	0.6	0.325	11.0	18.33
0.4	0.283	19.7	49.2	0.8	0.232	19.8	24.75	1.0	0.255	18.0	18.00
0.6	0.197	28.3	47.2	1.0	0.202	22.8	22.80	1.4	0.176	25.0	18.50
0.8	0.129	35.1	43.9	1.2	0.176	25.4	21.20	1.8	0.097	34.0	18.80
1.0	0.078	40.2	40.2	1.4	0.165	26.5	18.90				
				1.6	0.157	27.3	17.10				
				1.8	0.156	27.4	15.20				

<sup>a</sup> Tomado de Kakade, Simons & Liener (42).

<sup>b</sup> Tomado de Omosaiye (49).

<sup>c</sup> Densidad óptica.

varios factores, entre ellos el número de alícuotas, el intervalo entre las alícuotas, la cercanía de las alícuotas utilizadas al valor de cero ml, el método gráfico utilizado, etc.

El método de Kakade *et al.* (42, 46) presenta otro aspecto problemático. Cuevas (50), al tratar de calcular la "verdadera" actividad de inhibidores de tripsina usando el método de Kakade *et al.* (46), observó que los resultados presentaban cierto comportamiento, según habían también encontrado Kakade, Simons y Liener (42). Al incrementar la concentración de la substancia que contiene al inhibidor en la mezcla de ensayo, no se obtenía el incremento correspondiente en el nivel de inhibición. Este fenómeno, según se muestra en la Tabla 4, corresponde a dos grupos de datos de la literatura. Por ejemplo, Kakade, Simons y Liener (42), encontraron que el hecho de aumentar el nivel del extracto de soya en la mezcla reactiva, desde 0.2 hasta 0.8 ml, no indujo ningún incremento en las unidades de inhibidores de tripsina, sino que ocasionó que las unidades de inhibición por ml decrecieran, es decir, que no permanecieran en una tendencia constante de crecimiento. Los datos de Omosaiye (49) para soya entera (Tabla 4), también acusan tendencias similares.

La obtención de resultados decrecientes de UTI/ml al incrementar el tamaño de la alícuota puede deberse a diversas causas, características de las reacciones catalizadas por enzimas. Por ejemplo, es posible que se desarrolle alguna forma de competencia entre el substrato sintético (BAPA) y algunas proteínas (diferentes a los propios inhibidores), por la tripsina. En otros términos, aunque el extracto de soya (o cualquier otra muestra que contenga proteínas) no posea actividad de inhibidores de tripsina, el análisis podría mostrar una ligera actividad "inhibitoria" debido a esta competencia. Por lo tanto, al incrementar el tamaño de la muestra en la mezcla de ensayo, no sólo aumenta el contenido de los IdT, sino también el contenido de las proteínas competitivas. Ello resulta en una actividad neta menor que la que se atribuiría a los inhibidores por sí mismos.

Esto explicaría la diferencia entre los resultados obtenidos para soya y los resultados para el inhibidor comercial purificado (Tabla 4). El inhibidor comercial no contiene proteínas competitivas, y por consiguiente, el valor de UTI/ml permanece constante en un amplio rango del tamaño de la alícuota.

Otra posible explicación de las desviaciones del comportamiento lineal de la actividad de los IdT con respecto al tamaño de la alícuota de ensayo, es la disociación del complejo inhibidor de

tripsina-enzima, de acuerdo con lo propuesto por Green (40). También es plausible pensar en que diferentes mecanismos cinéticos podrían intervenir en la reacción, según el tamaño de la alícuota usada, lo que podría abrir la posibilidad de que la reacción dependa de la concentración de alguna de las sustancias presentes.

#### MODIFICACIONES AL METODO DE LA AACC (45) PARA EL ANALISIS DE LOS DATOS Y EL CALCULO DE LA ACTIVIDAD INHIBITORIA

Se han realizado varios intentos para resolver los problemas encontrados por Kakade *et al.* (42, 46), también discutidos por Rackis *et al.* (45), y analizados en la sección anterior. Las modificaciones consisten esencialmente en: a) usar solo una alícuota, por ejemplo 1 ml de extracto de la muestra (48), o 2 ml (51); el método oficial de la AACC (47) indica obtener una suspensión o extracto de la muestra por analizar, y diluir esta suspensión a fin de que 1 ml produzca una inhibición de 40<sup>o</sup>/o a 60<sup>o</sup>/o, para luego realizar el análisis en porciones de 0, 0.6, 1.0, 1.4, y 1.8 ml de la suspensión diluida. b) Usar un porcentaje fijo de inhibición, por ejemplo 35<sup>o</sup>/o, como lo proponen Egberg, Potter y Honold (52), o 50<sup>o</sup>/o (Johnson *et al.* (23)) para expresar la actividad de los inhibidores de tripsina (en lugar de usar la actividad obtenida extrapolando a cero ml de extracto, o tomando un valor promedio, como sugiere el método de la AACC).

Egberg, Potter y Honold (52) usaron un método semi-automático y una ecuación polinomial de 2<sup>o</sup> grado para calcular, a partir de la densidad óptica, la concentración de tripsina para cada dilución; este valor sirve entonces para estimar la actividad específica de los IdT, independientemente del efecto del nivel de dilución. No obstante, dichos autores toman como referencia (arbitraria) un 35<sup>o</sup>/o de inactivación de la tripsina, en lugar de extrapolar a 0<sup>o</sup>/o de reducción de la actividad (como se indica en el método de Kakade *et al.*). Por lo tanto, Egberg, Potter y Honold (52) simplemente evitan el problema de la extrapolación tomando otro camino, igualmente arbitrario. Por otro lado, Smith *et al.* (48) sugieren la siguiente alternativa: estimar la actividad de los IdT equivalente al rango de 40<sup>o</sup>/o–60<sup>o</sup>/o de inhibición (tal como lo sugieren Kakade *et al.*), preferiblemente 50<sup>o</sup>/o, basado en una sola alícuota de 1 ml (y no en una serie de diluciones, como se

indica en el método de la AACC). Esta alternativa, sin embargo, también ignora el hecho de que la densidad óptica obtenida depende del tamaño de la alícuota de la muestra usada en el análisis. Es obvio que varios tamaños de la alícuota implican más trabajo experimental, pero es el único camino a seguir para tomar en consideración el efecto del tamaño de la muestra. Por lo tanto, en el presente trabajo se considera que la alternativa de Smith *et al.* (48) tampoco es adecuada. Otras modificaciones (a nivel de laboratorio) al método de Kakade *et al.* (42, 46) son las siguientes: Churrella, Yeo y Thomson (53) modificaron el método (42) para usarlo en muestras liofilizadas de extractos de aislados de soya y de fórmulas infantiles, teniendo en cuenta la actividad inhibitoria de varias diluciones de los extractos liofilizados. Stewart (54) describió un método para el análisis automatizado (en un Technicon Autoanalyzer, Technicon Sampler II) de los inhibidores, basado en el trabajo de Erlanger, Kokowsky y Cohen (44). El principio del método es similar al de Sambeth, Nesheim y Serafin (41) y Kakade, Simons y Liener (42), pero el substrato usado es el isómero L-BAPA, ya que el DL-BAPA precipitaba en el equipo. El método fue utilizado sólo para IdT comercial. Egberg, Potter y Honold (52) automatizaron el método de Kakade *et al.* (46), para su uso en proteína texturizada de soya.

A pesar de todas estas modificaciones, las fallas del procedimiento para calcular la actividad de los IdT siguen vigentes. Con miras a resolver los problemas y fallas del método de cálculo de la actividad de los IdT (42, 46), y para impartir al análisis de esta actividad una base matemática y bioquímica más sólida, a continuación se recomiendan algunas modificaciones en lo concerniente a la manipulación de los datos (50). El objetivo último del análisis es obtener la concentración de los IdT en el extracto, expresada adecuadamente (UTI/gr, UTI/ml, IdT/gr, etc.). Los datos deben ser tratados como UTI directamente, es decir, en términos de densidad óptica, o de la diferencia entre la densidad óptica del estándar de tripsina (cero ml de extracto en los tubos de ensayo) y la densidad óptica de la alícuota de la muestra. En otras palabras, se debe graficar UTI contra ml de extracto en el análisis, siendo así posible obtener la pendiente de la curva para valores del volumen de la alícuota (ml) cercanos a cero. Un ejemplo de dicha gráfica se presenta en la Figura 4, para diferentes muestras de soya y para el inhibidor purificado (véase Tabla 4 y Figura 3). Hammerstrand, Black y Glover sugieren un tratamiento similar (51). Sin embargo, estos investigadores sugieren que se tome la porción recta de la

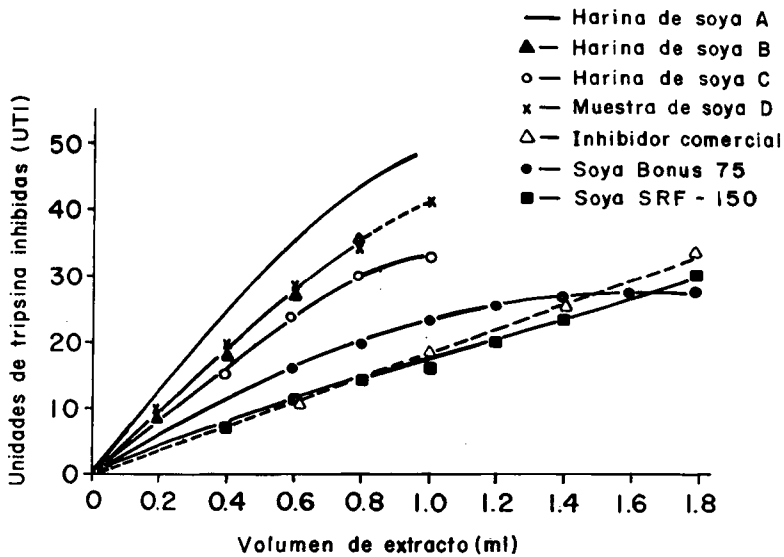


FIGURA 4

Actividad de los inhibidores de tripsina en varios productos de soja (véase Tabla 1 para consultar fuentes de datos)

gráfica (o su extensión), y de ahí se obtenga la actividad de los IdT. Además, sugieren el uso de una sola alícuota para el análisis. Los autores del presente trabajo creen que es más correcto tomar la pendiente inicial de la curva (pendiente cuando  $ml \rightarrow 0$ ), usando varias alícuotas, desde 0 ml hasta 2 ml, en intervalos de 0.1 ó 0.2 ml. El valor de la pendiente cuando  $ml \rightarrow 0$  se puede obtener gráficamente, pero es más correcto usar un modelo matemático. Este puede ser de tipo empírico (basado puramente en métodos de regresión), o de tipo mecánico (basado en consideraciones teóricas acerca de los posibles mecanismos bioquímicos que la reacción presenta, y cuyos parámetros se obtienen también por regresión).

### MODELO MECANISTICO PARA EL CALCULO DE LA ACTIVIDAD DE LOS INHIBIDORES DE TRIPSINA

Un modelo mecanístico trata de explicar matemáticamente, asumiendo ciertos hechos, un fenómeno bajo estudio. Se realiza así un análisis basado en la teoría y en la experiencia disponibles, en relación al caso estudiado, y se propone una ecuación diferencial. Esta ecuación expresa la ley física que posiblemente gobierna el fenómeno, e incluye los hechos que fueron asumidos. Al resolver esta ecuación (con la cual también se deben postular las condiciones límite o de frontera), se obtiene una expresión que relaciona a las variables dependientes con las variables independientes involucradas en el fenómeno.

El caso de la determinación de la actividad de los inhibidores de tripsina, se trata de una reacción bioquímica. Basándonos en los posibles mecanismos de reacción, podemos postular el tipo de relaciones o leyes cinéticas aplicables. Según han demostrado Erlanger, Kokowsky y Cohen (44), la reacción de hidrólisis de DL-BAPA por acción de la tripsina puede ser descrita por la ecuación cinética de Michaelis-Menten. Por lo tanto, la velocidad de reacción es de primer orden para concentraciones de sustrato  $[S]$  pequeñas; y es de cero orden, para concentraciones de sustrato altas (30, 55). En otras palabras, al aumentar  $[S]$ , el orden de la reacción disminuye de orden uno (velocidad de reacción proporcional a la concentración de sustrato  $[S]$ ), a orden cero (velocidad de reacción proporcional a la concentración de enzima  $[E]$ ). Kakade, Simons y Liener (42) comprobaron que la hidrólisis de DL-BAPA por tripsina sigue una cinética de orden cero. Además, al analizar muestras de productos de soya, la actividad de los inhibidores de tripsina no sigue un comportamiento lineal con respecto a la concentración de los inhibidores (o más exactamente, al tamaño de la muestra o alícuota analizada). Esto ha sido discutido anteriormente. La situación se complica aún más si se tiene en cuenta que la cinética de la inhibición corresponde a inhibición competitiva (con BAPA como sustrato), si los inhibidores presentes son del tipo Bowman-Birk, y a inhibición no competitiva, si los inhibidores son del tipo Kunitz (39).

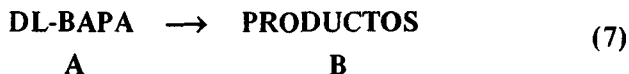
Con estos antecedentes, podemos aseverar que el postular un modelo mecanístico para la actividad de los IdT, puede que no resulte tan sencillo. Sin embargo, podemos hacer las siguientes observaciones, que resumen lo comentado antes:

- i) al aumentar el tamaño de la alícuota analizada, la cual

contiene cierta cantidad de muestra, la cantidad de los IdT aumenta, y también la de otros componentes del producto de soya que podrían competir con el sustrato BAPA (de hecho, aun el isómero D del BAPA actúa como inhibidor competitivo en el sistema DL-BAPA/tripsina (33) ). Alternativamente, al aumentar la cantidad de muestra también podría aumentar el grado de disociación del complejo inhibidor/enzima. Todo esto hace que una gráfica de la actividad inhibitoria contra el tamaño de la alícuota (es decir, el tamaño de la muestra), siga una relación lineal cuando la alícuota es pequeña, y una relación no lineal decreciente conforme aumenta el tamaño de la alícuota (Figura 4).

ii) por lo tanto, proponemos que el cambio de la actividad inhibitoria (es decir, la razón de disminución de la densidad óptica en el análisis según el método de la AACC (17<sup>o</sup>) cuando cambia el tamaño de la alícuota analizada, es directamente proporcional a la cantidad o magnitud de actividad inhibitoria aún por obtener si la alícuota aumentara hasta tamaños muy grandes (ml  $\rightarrow$   $\infty$ ).

En términos matemáticos, la descomposición de DL-BAPA puede ser representada por:



Si no existe inhibición, la concentración de productos es máxima, y esto corresponde al caso en que no existe muestra de soya presente en la mezcla de análisis; en otras palabras, si ml = 0, [B] = máximo. La tasa (rate) de disminución de [B] al aumentar la alícuota puede expresarse de la siguiente manera:

$$-\frac{d[B]}{dml} \propto [B] - [B]_{\text{mínimo}} \quad (8)$$

en donde [B] es la concentración de productos B para una alícuota de tamaño "ml", y [B]<sub>mínimo</sub> es la cantidad más pequeña de productos que se puede formar, si se tiene una alícuota suficientemente grande, con gran cantidad de IdT y de otros compuestos con actividad inhibitoria de tripsina. La ecuación 8 también nos dice que la actividad enzimática disminuirá más rápidamente (si se aumenta el tamaño de la alícuota) cuanto más lejos del mínimo de actividad de la tripsina se encuentran las condiciones de la reacción (este comportamiento corresponde a la porción recta de las curvas en la Figura 4). Si introducimos una constante en la ecuación 8, obtenemos:

$$-\frac{d[B]}{dml} = K ([B] - [B]_{\text{mín}}) \quad (9)$$

Puesto que la cantidad de producto B es evaluada ópticamente (47), [B] es proporcional a la densidad óptica. Además, la definición de la actividad de los inhibidores de tripsina (unidades de tripsina inhibidas, UTI) está dada por (42, 46):

$$UTI = (D.O._{ml=0} - D.O._{ml}) \times 100 \quad (10)$$

Por lo tanto, al manipular matemáticamente las ecuaciones 9 y 10 obtenemos:

$$\frac{dUTI}{dml} = K (M - UTI) \quad (11)$$

en donde K es una constante (en  $ml^{-1}$ ) y M es el valor máximo posible de UTI (correspondiente a  $[B]_{\text{mínimo}}$ ). Los parámetros K y M son característicos de cada muestra particular. Las condiciones matemáticas para la ecuación diferencial 11 son:

$$\begin{aligned} \text{condición inicial: para } ml = 0, \quad UTI &= 0 \\ \text{condición de frontera: para } ml = \infty, \quad UTI &= M \end{aligned} \quad (12)$$

Al integrar la ecuación 11 con las condiciones dadas en la ecuación 12, resulta:

$$UTI = M (1 - e^{-K ml}) \quad (13)$$

La expresión para UTI dada en la ecuación 13 satisface la condición real del laboratorio, de que si  $ml = 0$ ,  $UTI = 0$ , por lo que puede ser considerado un modelo mecanístico satisfactorio

(31, 56, 57). La pendiente inicial, que es el valor de UTI/ml para  $ml \rightarrow 0$ , es:

$$\frac{dUTI}{dml} = K M \quad (14)$$

$$ml \rightarrow 0$$

Esto quiere decir que K y M son los parámetros necesarios para determinar la actividad "verdadera" de los IdT; así, ninguna de las arbitrariedades sugeridas en el método original (42, 46, 47) o en las más recientes modificaciones (48, 51, 52) necesitan ser introducidas. El valor de  $(dUTI/dml)_{ml \rightarrow 0}$  puede ser estimado gráficamente (tomando la pendiente inicial de la gráfica de UTI contra ml), pero esto podría acarrear errores de estimación y apreciación. Es más adecuado estimar K y M, lo cual se puede hacer por regresión no lineal, ya sea por el método de las ecuaciones normales, la técnica de linearización, u otros métodos (31). En el apéndice<sup>3</sup> se muestra la aplicación de las ecuaciones normales para la obtención de K y M en un caso específico. Algunos de los métodos de regresión no lineal se encuentran disponibles en paquetes estadísticos para ser usados en computadoras. Por ejemplo, el método de Marquardt está incluido en el paquete SPSS (58), y en la librería IBM; los paquetes BMDP y SAS también cuentan con programas para regresión no lineal (31). La Tabla 5 presenta valores de K y M, obtenidos usando el paquete SPSS, para algunos resultados de la literatura y de los autores. La Tabla 6 muestra una comparación de los valores de la actividad "verdadera" de los IdT, para las muestras de la Tabla 5, obtenidos por el método tradicional (47), y por el procedimiento basado en el modelo mecánico sugerido en este trabajo. Aunque para las muestras seleccionadas las diferencias no son muy grandes, éstas se acentúan de un investigador a otro (debido a lo arbitrario del método de cálculo original), y podrían ser significativas si se expresan como UTI/mg sólidos, tomando en cuenta las diluciones hechas en el

---

<sup>3</sup> El apéndice está disponible, previa solicitud al Dr. R. Cuevas.

TABLA 5

VALORES DE LOS PARAMETROS M, K EN LA ECUACION 13  
OBTENIDOS POR REGRESION NO LINEAR\*

Muestra	M	K	SCM**
Harina de soya A <sup>1</sup>	89.0639	0.79920	1.5589
Harina de soya B <sup>1</sup>	1682.7550	0.02746	2.9154
Harina de soya C <sup>1</sup>	86.7379	0.50360	10.5530
Muestra de soya D <sup>2</sup>	80.5936	0.70280	1.6932
Soya entera <sup>3</sup>	32.2499	1.18154	3.3675
Soya entera <sup>4</sup>	136.0450	0.13762	6.6633
Extracto de soya <sup>5</sup>	60.0490	0.52760	0.0270
IdT puro <sup>6</sup>	947.3110	0.01966	1.2059

\* Nonlinear Program, Robinson (58).

\*\* Suma de cuadrados =  $\sum_i (UTI_i - f_i(m, M, K))^2$  minimizada.

1. Rackis *et al.* (45).
2. Kakade, Simons y Liener (42).
3. Omosaiye (49), soya variedad Bonus 75.
4. Cuevas (50), soya variedad SRF-150.
5. Omosaiye (49), inhibidor tipo 1-S de Sigma Chemical Co., St. Louis, MO., EUA.

análisis. Con el método de cálculo introducido en este trabajo, no sólo se evita la incertidumbre y arbitrariedad al extrapolar a cero ml, o al promediar los valores de UTI/ml, sino que también se logra que el cálculo esté basado en un modelo mecanístico. Este modelo trata de explicar los fenómenos cinéticos que ocurren en el análisis; por lo tanto, la solidez matemática y bioquímica del método de cálculo está garantizada.

TABLA 6

COMPARACION DE LA ACTIVIDAD "VERDADERA" DE LOS IdT  
(EXPRESADA COMO UTI/ml) OBTENIDA POR EL METODO DE  
CALCULO ORIGINAL, Y POR EL METODO DEL MODELO  
MECANISTICO\*

Muestra	UTI/ml	
	Método original	Método modelo mecanístico
Harina de soya A	69.0 <sup>a</sup>	71.18
Harina de soya B	46.0 <sup>b</sup>	46.21
Harina de soya C	36.0 <sup>b</sup>	43.68
Harina de soya D	54.0 <sup>b</sup>	56.64
Soya entera (Bonus 75)	32.5 <sup>a</sup>	38.10
Soya entera (SRF-150)	18.4 <sup>b</sup>	18.72
Extracto de soya	35.1 <sup>a</sup>	31.68
IdT comercial	18.4 <sup>b</sup>	18.63

\* Véase Tabla 5 para la fuente de datos.

<sup>a</sup> Obtenido por extrapolación lineal a 0 ml.

<sup>b</sup> Obtenido promediando todos los datos.

## SUMMARY

### TRIPSIN INHIBITORS IN SOYA-BASED FOODS: CRITICAL REVIEW OF THE THERMAL DESTRUCTION KINETICS, AND ANALYTICAL METHODS

The possible kinetic mechanisms for thermal destruction of trypsin inhibitors (TI) are analyzed in this work, based on literature data and on the authors' data. The authors suggest that first order kinetics describes the destruction mechanism. On the other hand, it is demonstrated that temperature effects on the reaction rate constant for thermal destruction of TI can be quantified in terms of Arrhenius' equation. The kinetic data are used for illustrating thermal process optimization, maximizing microorganisms and TI destruction, and minimizing the destruction of a nutrient.

The analytical methods for TI activity determination are discussed, with special emphasis on the AACC Official Method. The authors show that

the original method for calculating TI activity is neither correct nor appropriate. The same can be said about several recent modifications. In order to solve this situation, the authors developed a mechanistic model, to explain the reactions occurring in the reaction mixture, when analyzing TI activity. Furthermore, it is demonstrated in this paper that the model solves the uncertainties and calculation problems found in the AACC Official Method and in its modifications. Lastly, some practical suggestions for the application of the new calculation method are proposed.

### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada gracias al apoyo económico de la Research Corporation de New York, N. Y., y de la Agricultural Experiment Station, University of Illinois, Urbana, Illinois, EUA. También se agradece a la Fundación CIEPE (Venezuela) la ayuda que gentilmente nos proporcionara para la publicación de este trabajo.

### BIBLIOGRAFIA

1. Rackis, J. J. Biological and physiological factors in soybeans. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **51**: 161A-174A, 1974.
2. Liener, I. E. Significance for humans of biologically active factors in soybeans and other food legumes. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **56**: 121-129, 1979.
3. Liener, I. E. Legume toxins in relation to protein digestibility – a review. *J. Food Sci.*, **41**: 1076-1081, 1976.
4. Liener, I. E. Effects of anti-nutritional and toxic factors on the quantity and utilization of legume proteins. En: **Protein Nutritional Quality of Foods and Feeds**. Vol. 7, Part 2. M. Friedman (Ed.). New York, N. Y., Marcel Dekker, Inc., 1975, p. 523-550.
5. Anderson, R. L., J. J. Rackis & W. H. Tallent. Biologically active substances in soy products. En: **Soy Protein and Human Nutrition**. H. L. Wilke, D. T. Hophins and D. Waggle (Eds.). New York, N. Y., Academic Press, 1979, p. 209-233.
6. Wolf, W. J. & J. C. Cowan. **Soybeans as a Food Source**. Rev. ed. Cleveland, Ohio, CRC Press, Inc., 1975.
7. Baker, E. C. & G. C. Mustakas. Heat inactivation of trypsin inhibitor, lipoxygenase and urease in soybeans: effect of acid and base additives. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **50**: 137-141, 1973.

8. Albrecht, W. J., G. C. Mustakas & J. E. McGhee. Rate studies on atmospheric steaming and immersion cooking of soybeans. **Cereal Chem.**, **43**: 400-407, 1966.
9. Nelson, A. I., M. P. Steinberg & L. S. Wei. Illinois process for preparation of soymilk. **J. Food Sci.**, **41**: 57-61, 1976.
10. Rackis, J. J. Soybean trypsin inhibitors: their inactivation during meal processing. **Food Technol.**, **20**: 1482-1484, 1966.
11. Al-Kishtaini, S. F. **Methods of Preparation and Properties of Water Extracts of Soybeans.** Urbana, Champaign, Illinois, University of Illinois, Ph.D. Thesis, 1971.
12. Rackis, J. J., J. E. McGhee & A. N. Booth. Biological threshold levels of soybean trypsin inhibitors by rat bioassay. **Cereal Chem.**, **52**: 85-92, 1975a.
13. Rackis, J. J., J. E. McGhee, D. H. Honig & A. N. Booth. Processing soybeans into foods: selected aspects of nutrition and flavor. **J. Am. Oil Chemists' Soc.**, **52**: 249A-253A, 1975b.
14. Ferrier, L. K. & M. J. López. Preparation of full-fat soy flour by conditioning, heating and grinding. **J. Food Sci.**, **44**: 1017-1021, 1031, 1979.
15. Harper, J. M. **Extrusion of Foods.** Volume II. Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc., 1981.
16. Bressani, R., J. E. Braham, L. G. Elías, R. Cuevas & M. R. Molina. Protein quality of a whole corn/whole soybean mixture processed by a simple extrusion cooker. **J. Food Sci.**, **43**: 1563-1565, 1978.
17. Molina, M. R., R. Bressani, R. Cuevas, H. Gudiel & V. Chauvín. Effects of processing variables on some physico-chemical characteristics and nutritive quality of high protein foods. **AICHe Symp. Series**, **74**(172): 153-157, 1978.
18. Van Buren, J. P., K. H. Steinkraus, L. R. Hackler, I. El-Rawi & D. B. Hand. Indices of protein quality of dried soymilk. **Agr. Food Chem.**, **12**: 524, 528, 1964.
19. Hackler, L. R., J. P. Van Buren, K. H. Steinkraus, I. El-Rawi & D. B. Hand. Effect of heat treatment on nutritive value of soymilk protein fed to weanling rats. **J. Food Sci.**, **30**: 723-728, 1965.
20. Omosaiye, O. & M. Cheryan. Ultrafiltration of soybean water extracts: processing characteristics and yields. **J. Food Sci.**, **44**: 1027, 1979.
21. Wallace, G. M., W. R. Bannatyne & A. Khaleque. Studies on the processing and properties of soymilk. II. Effect of processing conditions on the trypsin inhibitor activity and the digestibility *in vitro* of proteins in various soymilk preparations. **J. Sci. Food Agr.**, **22**: 526-531, 1971.
22. Kwok, C. K. **Effect of Heat Treatment on the Trypsin Inhibitor and**

- Urease Activities of Water Extracts of Soybeans.** Urbana, Champaign, Illinois, University of Illinois, M. S. Thesis, 1972.
23. Johnson, L. A., C. W. Deyoe, W. J. Hoover & J. R. Schwenke. Inactivation of trypsin inhibitor in aqueous soybean extracts by direct steam infusion. **Cereal Chem.**, **57**: 376-379, 1980.
  24. Cuevas, R., M. Cheryan & V. L. Porter. Heat transfer and thermal process design in scraped-surface heat exchangers. **AIChE Symp. Series**, en prensa.
  25. Wolf, W. J. Purification and properties of the proteins. En: **Soybeans Chemistry and Technology**. Vol. 1. Rev. 2nd printing. A. K. Smith and S. J. Circle (Eds.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co., 1978, p. 93
  26. Wolf, J. C., D. R. Thompson, P. C. Ahn & P. V. J. Hegarty. Kinetics of available lysine losses in a soy protein isolate: confirmation of the 'transition phase' by protein efficiency ratio tests. **J. Food Sci.**, **44**: 294-295, 297, 1979.
  27. Borchers, R., C. W. Ackerson & R. M. Sandstedt. Trypsin inhibitor. III. Determination and heat destruction of the trypsin inhibitor of soybeans. **Arch. Biochem.**, **47**: 362-374, 1947.
  28. Smith, J. M. **Chemical Engineering Kinetics**. 2nd. ed. New York, N. Y., McGraw-Hill Book Company, 1970.
  29. Hill, C. G. **An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design**. New York, N. Y., John Wiley & Sons, 1977.
  30. Lund, D. B. Heat processing. En: **Principles of Food Science. Part II. Physical Principles of Food Preservation**. O. Fennema (Ed.). New York, N. Y., Marcel Dekker, Inc., 1975.
  31. Draper, N. R. & H. Smith. **Applied Regression Analysis**. 2nd. ed. New York, N. Y., John Wiley & Sons, Inc., 1981.
  32. López Castillo, M. J. **Preparation of a Full-fat Soy Flour by Conditioning Heating and Grinding**. Urbana, Champaign, Illinois, University of Illinois, M. S. Thesis, 1977.
  33. Lenz, M. K. & D. B. Lund. Experimental procedures for determining destruction kinetics of food components. **Food Technol.**, **34**(2): 51-55, 1980.
  34. Shih, S. C., R. Cuevas, V. L. Porter & M. Cheryan. Inactivation of *Bacillus stearothermophilus* spores in soybean water extracts at ultra high temperatures in a scraped-surface heat exchanger. **J. Food Protection**, **45**(2): 145-149, 1982.
  35. Mulley, E. A., C. R. Stumbo & W. M. Hunting. Kinetics of thiamine degradation by heat. A new method for studying reaction rates in model systems and food products at high temperatures. **J. Food Sci.**, **40**: 985-988, 1975.

36. Rick, W. Trypsin. En: **Methods of Enzymatic Analysis**. H. U. Bergmeyer (Ed.). 2nd. Printing, rev. New York, N. Y. Academic Press, 1965, p. 807-818.
37. Keil, B. Trypsin. En: **The Enzymes**. P. D. Boyer (Ed.). Volume III. Third ed., New York, N. Y., Academic Press, 1971, p. 249-275.
38. Barman, T. E. **Enzyme Handbook**. New York, N. Y., Springer-Verlag. New York, Inc., 1969.
39. Kunitz, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II. General properties. **J. Gen. Physiol.**, **30**: 291-310, 1947.
40. Green, N. M. Competition among trypsin inhibitors. **J. Biol. Chem.**, **205**: 535-551, 1953.
41. Sambeth, W., M. C. Nesheim & J. A. Serafin. Separation of soybean whey into fractions with different biological activities for chicks and rats. **J. Nutr.**, **92**: 479-490, 1967.
42. Kakade, M. L., N. Simons & E. Liener. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chem.**, **46**: 518-526, 1969.
43. Collins, J. L. & G. G. Sanders. Changes in trypsin inhibitory activity in some soybean varieties during maturation and germination. **J. Food Sci.**, **41**: 168-172, 1976.
44. Erlanger, B. F., N. Kokowsky & W. Cohen. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. **Arch. Biochem. Biophys.**, **95**: 271-278, 1961.
45. Rackis, J. J., J. E. McGhee, I. E. Liener, M. L. Kakade & G. Puski. Problems encountered in measuring trypsin inhibitor activity of soy flour. Report of a collaborative analysis. **Cereal Sci. Today**, **19**: 513-516, 1974.
46. Kakade, M. L., J. J. Rackis, J. E. McGhee & G. Puski. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chem.**, **51**: 376-382, 1974.
47. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of the AACC**. St. Paul, Minn., AACC, Method 71-10 (approved 1973), 1976.
48. Smith, C., W. Van Megen, L. Twaalfhoven & C. Hitchcock. The determination of trypsin inhibitor levels in foodstuffs. **J. Sci. Food Agr.**, **31**: 341-350, 1980.
49. Omosaiye, O. B. **Hollow Fiber Ultrafiltration of Water Extracts of Soybeans**. Urbana-Champaign, Illinois, University of Illinois, Ph.D. Thesis, 1978.
50. Cuevas García, R. **Heat Transfer and Thermal Process Design in Scraped-Surface Heat Exchangers**. Urbana, Champaign, Illinois, University of Illinois, Ph.D. Thesis, 1981.
51. Hamerstrand, G. E., L. T. Black & J. D. Glover. Trypsin inhibitor in soy

- products: modification of the standard analytical procedure. **Cereal Chem.**, **58**: 42-45, 1981.
52. Egberg, D. C., R. H. Potter & G. R. Honold. The semiautomated determination of trypsin inhibitors in textured soy protein. **J. Agr. Food Chem.**, **23**: 603-605, 1975.
  53. Churella, H. R., B. C. Yao & W. A. B. Thomson. Soybean trypsin inhibitor activity of soy infant formulas and its nutritional significance for the rat. **J. Agr. Food Chem.**, **24**: 393-397, 1976.
  54. Stewart, K. K. A method for automated analysis of the activities of trypsin, chymotrypsin, and their inhibitors. **Anal. Biochem.**, **51**: 11-18, 1973.
  55. Richardson, T. Enzymes. En: **Principles of Food Science. Part I. Food Chemistry**. O. Fennema (Ed.). New York, N. Y., Marcel Dekker, Inc., 1976, p. 285-345.
  56. Box, G. E. P., W. G. Hunter & J. S. Hunter. **Statistics for Experimenters**. New York, N. Y., John Wiley & Sons, 1978.
  57. Himmelblau, D. M. **Process Analysis by Statistical Methods**. New York, N. Y., John Wiley & Sons, Inc., 1970.
  58. Robinson, B. **SPSS Subprogram Nonlinear-nonlinear Regression**. Evanston, Ill., Northwestern University, Vogelback Computing Center 1979. (Manual No. 433).



# BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

## BRASIL

**Recovery of slaughter animal blood for human consumption. I. A review (Aproveitamento de sangue de abate para alimentação humana). I. Uma revisão.** — Dorly Piske (Pesquisadora do CTAA-EMBRAPA, colaborando no Centro de Tecnologia da Carne — ITAL, Campinas, SP, Brasil). *Bol. ITAL*, 19(3): 253-308, 1982.

Methods for the hygienic recovery and preservation of animal blood and its components, and also the alternative uses of the product in food products, mainly meat products, are described. 71 Ref.

## CHILE

**Acción de la desnutrición calórico-proteica precoz en la parietal asociativa de la rata.**— Hernán Pérez, Samuel Ruiz, nán Pérez, Samuel Ruiz, Alejandro Hernández y Ru-

bén Soto-Moyano (Universidad de Chile, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Santiago, Chile). *Rev. Chil. Nutr.*, 10: 213-230, 1982.

Se sabe que el aprendizaje y la conducta están relacionadas con áreas de asociación de la corteza cerebral. El propósito del presente trabajo fue estudiar el efecto de la desnutrición postnatal precoz en la reactividad y conectividad neuronal del área parietal asociativa (APA). Para tal efecto, se indujo una desnutrición calórico-proteica por aumento de la camada a 18 ratas, desde el nacimiento hasta el destete, a los 21 días. Posteriormente y hasta el inicio de los experimentos se alimentaron con dieta stock del vivero. A los 40-46 días de edad se estudió la excitabilidad, la fatigabilidad, la extensión del campo y la latencia de la respuesta directa cortical (RDC) por estimulación directa del APA de la corteza cerebral. Los resultados revelaron que la desnutrición calórico-proteica precoz indujo, con respecto al grupo normal, variaciones significativas

de la cronaxia cortical, de la fatigabilidad y de la extensión del campo de respuestas de la RDC. Se sugiere que las alteraciones encontradas en el APA, podrían estar correlacionadas con trastornos de conducta y aprendizaje. 53 Ref.

**Cómputo de nutrientes: un índice dietético para evaluar la potencialidad nutricional de dietas.**— Marcela Grez, Gloria Vera, Nelly Pak y Héctor Araya (Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile). *Rev. Chil. Nutr.*, 10: 255-270, 1982.

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar el concepto de cómputo de nutrientes, su aplicación más racional a estudios dietéticos y proveer información de la calidad nutricional de las preparaciones habitualmente consumidas por una población de bajo nivel socioeconómico. Se realizó una encuesta dietética en 200 madres asistentes a Consultorios del Area Norte de Santiago. Las personas encuestadas pertenecían principalmente al estrato socioeconómico de nivel medio bajo (Graffar). El valor energético de las preparaciones y su composición en cuanto a proteína, vitamina A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, calcio y hierro se estimó mediante Tablas de Composición de Alimentos, determinándose la densidad de nutrientes biodisponibles y el cómputo de

nutrientes. Las 19 preparaciones estudiadas mostraron cómputos de nutrientes adecuados (> 100) con respecto a proteína y niacina; la situación fue heterogénea en tiamina, ácido ascórbico y retinol, y con porcentajes importantes bajo 100 en calcio, riboflavina y hierro. Se observó una asociación positiva y altamente significativa entre cómputo de nutrientes de hierro y retinol (elegidos como ejemplos) y porcentaje de adecuación de las preparaciones:  $r = 0.918$  con un  $P \ll 0.001$  en el caso de retinol y  $r = 0.860$  con un  $P < 0.001$  para el hierro. Los resultados permiten disponer de criterios metodológicos destinados a obtener una aplicación racional del cómputo de nutrientes en programas de educación alimentaria, explicación de las causas de los déficits dietéticos, y análisis de la información proporcionada por los estudios dietéticos. 34 Ref.

## PERU

**Enzimas del ciclo de la urea en ratas alimentadas con maíz.**  
— Percy Noriega P., María Bernal O. y Fredy Zegarra A. (Departamento de Ciencias Fisiológicas, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú). *Rev. Per. Bioq.*, 4 (4): 4-11, 1982.

Se determinaron las actividades de las cinco enzimas del ciclo de la

urea, esto es, carbamil fosfato sinteasa, ornitina carbamil transferasa, argininosuccinato sinteasa, argininosuccinato liasa, y arginasa, en el hígado de ratas. Estas consumían dos tipos de dieta: dieta I, a base de maíz común entero molido, con un contenido de 8<sup>o</sup>/o de proteínas, y dieta II, constituida por una mezcla de almidón de maíz (maicena), "chuño" (papa deshidratada), azúcar y grasa, con 3<sup>o</sup>/o de proteína. Luego se compararon dichas actividades con las obtenidas de un grupo control de ratas, alimentadas con una dieta balanceada y cuyo contenido de proteínas era de 16<sup>o</sup>/o.

Las dietas fueron administradas a ratas recién destetadas durante un período experimental de 90 días y las actividades enzimáticas se midieron a intervalos regulares en dicho lapso de tiempo.

Tanto los animales alimentados con la dieta I, como los alimentados con la dieta II, mostraron una baja actividad de las cinco enzimas del ciclo de la urea, pero el descenso de las actividades enzimáticas fue mayor y apareció más tempranamente en los animales alimentados con la dieta II. Las dos sinteasas del ciclo, esto es, carbamil fosfato sinteasa y argininosuccinato sinteasa, disminuyeron más precozmente y en mayor cuantía que las otras tres enzimas en los animales alimentados con los dos tipos de dieta. 31 Ref.

## VENEZUELA

### Contenido de aceite y de ca-

**feína en el grano, y de cafeína en la pulpa de café en veintidós cultivares.**— Raúl A. Morillo, Erasmo Pérez Nieto, Jesús A. Linares y Numa C. Román G. (Centro de Investigaciones Agropecuarias, Región Los Andes, CIARLA-FONAIAP, Bramón, Venezuela). *Agronomía Tropical*, 29 (2): 165-171, 1979.

Se analizaron muestras de 22 cultivares de *Coffea arabica* L., de los campos de la Estación Experimental de Bramón, con la finalidad de verificar los contenidos en aceite y en cafeína que presentan los granos, y el de cafeína en la pulpa.

Entre los 22 cultivares se pudo notar que los menores valores de cafeína en la pulpa correspondieron a las muestras de los cultivares "K.P. 423" (1.066), concentración que fue duplicada por el "Typica Amarillo" y el "S. 6 Cioiccie" (2.036), los cuales presentaron las concentraciones más altas.

En el grano los tenores más elevados se encontraron en el "Mundo Novo 385" (1.216), "Mundo Novo Amarillo" (1.175) y "Catuai" (1.033), siendo el más bajo el de "K.P. 263" (0.762).

Entre los cultivares con contenidos más altos de aceite se destacaron el "Caturra Rojo" (16.85) y "Bourbon Rojo" (16.75), siendo los menores los "Geisha" (10.85 y 10.94). 16 Ref.

**Nota Técnica: Uso de la harina integral de auyama (*Cucurbita máxima* L.) en dietas para ponedoras.— J. Pérez Buriel y J. Faria M. (Escuela de Zootecnia, Universidad de Oriente, Jusepín, Venezuela, y Estación Experimental Nor-Oriente del Guárico. CIARLLACEN-FONAIAP, Valle de la Pascua, Venezuela). *Agronomía Tropical*, 29(3): 289-294, 1979.**

Se condujo un experimento con la finalidad de evaluar el uso de la harina integral de auyama en dietas para ponedoras. Para la fabricación de la harina se usaron frutos maduros de gran variabilidad en cuanto a forma, color y aspecto general. Los frutos fueron picados, deshidratados, molidos, y comprimidos (peletizados) en una instalación industrial deshidratadora de fabricación

francesa, según la tecnología específica de procesamiento de la raíz de yuca (*Manihot esculenta*). Se seleccionaron 144 gallinas del híbrido comercial Warren, y se agruparon en unidades experimentales de seis aves cada una, suministrándoseles dietas del tipo maíz-maní, en las cuales el maíz fue reemplazado por la harina de auyama a niveles de 0, 2, 4, 6, 8 y 10%. Al cabo de 41 días de ensayo se obtuvieron los siguientes resultados, respectivamente: producción de huevos: 75, 67, 73, 72, 74 y 68%; consumo de alimentos: 126, 124, 129, 127, 128 y 129 g/ave/día; conversión alimenticia: 1.9, 2.2, 1, 1.9, 2.1 y 2.2 g/alimento/docena, y peso de los huevos: 65, 63, 65, 64, 65 y 64 g. El análisis de varianza no reveló diferencias significativas para ninguna de las variables estudiadas, concluyéndose que la harina integral de frutos de auyama constituye un excelente ingrediente en las dietas para aves.

## NUEVOS LIBROS

**Annual Review of Nutrition. Volume 3. William J. Darby (Ed.), Harry P. Broquist, and Robert E. Olson (Associate Eds.). Palo Alto, California, Annual Reviews, Inc., July, 1983, Clothbound, 478 p., US\$30.00 per copy (ISBN 0-8243-2803-5).**

El tercer volumen de esta serie, cuya publicación se inició en 1981, fue recibido en las Oficinas de ALAN en noviembre de 1983. Como en casos anteriores, en este volumen se presentan revisiones bibliográficas críticas y de sólido fundamento de la literatura original relativa a los recientes acontecimientos en la ciencia de la nutrición.

En esta oportunidad, el volumen consta de un capítulo introductorio, el cual versa sobre dietas históricas para el asma y el placer sexual, que se basa en las publicaciones de Maimovides. Se incluye luego una revisión en antropología nutricional; tres capítulos enfocan los nutrientes inorgánicos, y luego varios capítulos sobre tópicos diversos, así: uno en lípidos, cinco en nutrición clínica, otro en nutrición materno-infantil, y dos más, cada uno de los cuales aborda la metodología y las encuestas en alimentos y nutrición, respectivamente. Los artículos de este volumen se complementan con un listado de títulos de otros artículos de interés, tratados en otros libros de esta Serie de Revisión Anual de Nutrición.

Como en casos anteriores, el volumen de que se trata es valioso como material de referencia que permite mantenerse al día en los adelantos que se logran en materia de nutrición y ciencias afines.

El volumen 3, puede adquirirse solicitándolo de: Annual Review of Nutrition, Vol. 3, 1983, Annual Reviews, Inc., 4139 El Camino Way, Palo Alto, California 94306, USA.

*Ricardo Bressani*  
Editor General  
Archivos Latinoamericanos de Nutrición

**Memoria: Procesamiento de la Quinua. Mesa Redonda Internacional organizada por el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBIA), y auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), La Paz, Bolivia, 15 de agosto de 1983.**

Las Memorias de esta importante Mesa Redonda la conforman trabajos informativos relacionados con la quinua, elaborados por investigadores procedentes de Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, México y Perú.

Los temas cubiertos y ampliamente comentados fueron distribuidos en cinco sesiones. Así, en la primera se abordó la situación actual de la producción e industrialización de la quinua en los países Andinos. La segunda versó sobre el problema del procesamiento de la quinua, sesión en la que se tocó también el tema de la determinación de saponinas, factores que han sido responsables de retrasar la utilización de un grano de tan alto valor nutritivo como es el de la quinua. La tercera sesión fue dedicada a discutir los aspectos económicos, sociales, nutricionales y de comercialización de la quinua y sus derivados industriales. Además, se dio a conocer un resumen sobre el grado de adelanto industrial del amaranto, un grano parecido a la quinua. La cuarta sesión trató sobre políticas de desarrollo de la producción, agroindustrialización, comercio y consumo de la quinua, y en la quinta y última, se formularon ponencias sobre pequeños empresarios, agroindustria, y un tema de gran importancia, como lo constituye el establecimiento de una red de cooperación agroindustrial.

Además de los temas sometidos a discusión, se llegó a 19 conclusiones, y se formularon 27 recomendaciones, las que enfocan los problemas a resolver para que la quinua ocupe el lugar que le corresponde en el desarrollo socioeconómico de la región Andina.

*Ricardo Bressani*

Editor General

Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

**Manual for Social Surveys on Food Habits and Consumption in Developing Countries. Adel P. den Hartog and Wija A. van Staveren. Wageningen, Netherlands, Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), 1983, 122 p. Price, Df. 10.00. (ISBN 90-220-0838-X).**

This book is a publication of the International Course in Food Science and Nutrition (ICFSN), and both authors are lecturers at the Department of Human Nutrition of the Agricultural University in Wageningen, The Netherlands.

In general terms, the manual on food habits and food consumption is addressed to people with either practical or academic training in nutrition, and who are involved in various types of food and nutrition programs such as nutrition education, supplementary feeding for vulnerable groups, school feeding or applied nutrition programs. It provides a theoretical background on food habits (Chapters 2-8), and practical information on small surveys, on how to collect information on food habits, and food consumption.

The material presented is based on the authors' experiences while working with the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Netherlands bilateral aid programs, and with the International Course in Food Science and Nutrition in Wageningen. It constitutes a revised edition of the 'Field Guide on Food Habits and Food Consumption.'

The total of 12 chapters which the manual includes deal with the following subjects: 1. Introduction. 2. Introduction to food habits and food consumption patterns. 3. Food habits and ecology. 4. Orientation from subsistence farming to cash-crop farming. 5. Influence of towns on food habits and urbanization. 6. Food distribution in the household and infant feeding. 7. Dynamics of food habits. 8. Food and nutrition policy. 9. Some notes on field studies. 10. Measurement of food consumption. 11. Conversion of amounts of food into nutrients. 12. Reporting data.

It also includes a total of five appendices: A. Items of observational data on food habits. B. Example of a questionnaire on food habits. C. Presentation of data on food habits. D. Questionnaire on food consumption of an individual, and E. Examples of calculation of nutrient intakes. The manual is complemented by a good number of references presented in alphabetical order, and illustrated by Tables and Figures.

The book constitutes a valuable guide for all those interested in the execution of social surveys which pursue the objectives mentioned in the title. It can be obtained by ordering it from PUDOC, P.O. Box 4, 6700 AA Wageningen, Netherlands.

**A Comparison of Growth Standards: Similarities Between NCHS, Harvard, Denver and Privileged African Children and Differences with Kenyan Rural Children.**— Lani S. Atephenson, Michael C., Latham, and Ad Jansen. Ithaca, New York, Cornell University Program in International Nutrition, 1983, 109 p. (Monograph Series No. 12). Price: US \$3.00 including postage surface mail.

This monograph has three major aims: 1. To report the physical growth of rural Kenyan children living in two fertile coffee growing villages in Machakos District. 2. To compare the growth of this Kenyan population with (a) sets of reference values for growth which have been derived from healthy predominantly Caucasian or East African Bantu populations, and also with (b) two studies of growth in rural Kenyan children. 3. To compare different commonly available sets of growth references with each other, to determine the degree to which they differ, and discuss the implications of these differences for the use of the various growth charts.

Of more general importance to international nutrition is the comparison of various available growth references with each other. The references for height and weight discussed in this monograph include the Harvard Standards, and NCHS and WHO growth charts, the Denver growth study, and the Nairobi and Baganda studies mentioned in the monograph. The results of these studies are very similar to each other, both in terms of absolute values of weight and height and in terms of the shapes of the growth curves produced.

Other chapters, in order of presentation are: I. "Materials and Methods." This covers, A. Machakos growth study. B. Comparison of Machakos study with external growth references and other rural Kenyan studies, and C. Comparisons of reference values with each other. II. "Comparison of NCHS, WHO, Harvard and Denver References." III. Comparison of Machakos Attained Growth with External Growth References A. Machakos subjects-socio-economic status; B. Height and weight 2-18 years. C. Weight for height 1-18 years, and D. Age for height and age for weight. Chapter IV. deals with the "Comparison of Machakos Arm Circumference and Triceps Skinfold Thickness with External Growth References." V. "Comparison of Machakos Height and Weight Increments with Denver and Baganda Populations," and VI. "Summary and Conclusions." A total of 28 references, Tables and Figures, are included. The monograph is accompanied also by a total of three appendices.

Copies of the monograph may be obtained from: Dr. Michael C. Latham, Division of Nutritional Sciences, Savage Hall, Cornell University, Ithaca, New York 14853, USA.

## NOTAS

FUNDACION DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DEL TERCER MUNDO  
Castillo de Duino y Universidad de Trieste, Italia,  
10 y 11 de noviembre de 1983

De particular relevancia se considera este evento, en el que se celebró la primera reunión e inauguración de la Academia. La idea de establecer la Academia de Ciencias del Tercer Mundo data de la reunión general de la Academia Pontificia que tuvo lugar en Roma el 6 de octubre de 1981. En dicha oportunidad, los miembros procedentes de países en desarrollo acordaron, en un memorándum, explorar la posibilidad de crear dicha entidad, siendo signatarios los siguientes: C. Chagas (Brasil), H. Croxatto (Chile), J. Dobereiner (Brasil), M.G.K. Menon (India), T.R. Odhiambo (Kenya), C. Pavan (Brasil), M. Roche (Venezuela), Abdus Salam (Paquistán) y S. Siddiqui (también de Paquistán).

Los signatarios invitaron así a prestigiosos hombres de ciencia de los países subdesarrollados que han logrado reconocimiento de su trabajo a través de su elección como miembros de otras Academias de Ciencias de reconocimiento internacional, tales como la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América, la Academia Pontificia de Ciencias del Vaticano, la Real Academia del Reino Unido, Academia de Ciencias de Francia, Academia Americana de Artes y Ciencias, Academia Soviética de Ciencias, Academia Real de Ciencias de Suecia, Academia Nacional dei Lincei de Italia y la Academia Nacional de la Ciencia detta dei XL, también de Italia, para convertirse en Miembros Fundadores de la Academia. El Profesor Abdus Salam fue autorizado para coordinar las invitaciones y preparar la primera reunión de la Academia, habiéndose seleccionado a 28 científicos como Miembros Fundadores. Estos últimos, a su vez, invitaron a distinguidos científicos que satisficieran los mismos criterios, y que fueran ya sea ex-ciudadanos de países en desarrollo o que se han distinguido en el contexto de la ciencia del Tercer Mundo, para convertirse en Miembros Fundadores Asociados.

Según se indica al principio de esta narración, la primera reunión e inauguración oficial de la Academia se celebró en el lugar y fecha indicados, bajo el patrocinio de la Fundación Internacional de Trieste, entidad que proporcionó los fondos requeridos para la reunión, acordándose que la localización de las oficinas de la Academia serán las del Presidente de la misma. El Dr. Salam fue elegido Presidente, los Dres. Chagas, Menon y Odhiambo, Vicepresidentes; el Dr. Roche, Secretario; Dr. Hassan, Secretario Ejecutivo, y como Miembros del Consejo, los Dres. Rosenblueth (México) y Ratsimananga, (Madagascar).

El objetivo general de la Academia es reconocer el valor de la investigación científica realizada por cada uno de los científicos de los países en desarrollo, facilitar el contacto mutuo, fortalecer su trabajo científico investigativo, y fomentarlo para beneficio del bienestar humano y en pro del desarrollo del Tercer Mundo.

Con profunda satisfacción, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), en el que el *Dr. Ricardo Bressani* desempeña el cargo de Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, y Coordinador de Investigaciones del Instituto, y *Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)*, cuyo Editor General es el Dr. Bressani, han recibido esta noticia: su selección como uno de los 28 Miembros Fundadores de esta entidad, cuya creación augura muchos éxitos a todos los investigadores de América Latina.

#### CURSO DE ESPECIALIZACION EN NUTRICION Y RESIDENCIA EN NUTRICION

Por gentileza del Dr. José E. Dutra de Oliveira, Profesor Titular de Clínica Médica y Jefe de la Disciplina de Nutrición, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, nos hemos enterado que el Departamento de Clínica Médica de dicha Facultad ofrecerá en el año de 1984 los siguientes cursos: "Especialización en Nutrición" para profesionales graduados a nivel superior (inscripciones abiertas del 15 de enero al 15 de febrero) y "Residencia en Nutrición" para nutricionistas, cuya fecha de inscripción no ha sido aún establecida.

Para mayores datos al respecto se recomienda a los interesados dirigirse a: Secretaria da Disciplina de Nutrição, Faculdade de Medicina, 14.100 - Ribeirão Preto, SP., Brasil. (Teléfono (016) 625-7736).

**FUTURAS ACTIVIDADES DE LA AMERICAN OIL CHEMISTS'  
SOCIETY, 1984**

Se incluye seguidamente una lista de las actividades que la Sociedad en referencia, con sede en Champaign, Illinois, Estados Unidos de América, desarrollará en el próximo año calendario, en las fechas señaladas:

**29 de abril a 3 de mayo de 1984** — “75th Annual Meeting of the Society”, a celebrarse en el Fairmont Hotel, Dallas, Texas. Para mayor información al respecto, los interesados deben dirigirse a: Meetings Coordinator, AOCS, 508 S. Sixth St., Champaign, IL 61820, USA.

**23 a 26 de abril** — “AOCS Short Course on Fatty Acids”, Kings Island, Ohio. Información a ser suministrada por la AOCS, en la dirección ya indicada.

**4 a 9 de noviembre** — “World Congress of the International Society for Fat Research”, New Delhi, India. En este caso, dirigirse a: Organizing Committee, ISF — OTAI World Congress, c/o Shirram Foods and Fertilizer Industries, Shivaju Marg, New Delhi 110015, India.

**11 a 16 de noviembre** — “AOCS/PORIM World Conference on Processing of Palm, Palm Kernel and Coconut Oils”, Kuala Lumpur Hilton, Kuala Lumpur, Malaysia. Información: la señalada en el primer evento.

(PORIM) son las siglas del Palm Oil Research Institute of Malaysia, el copatrocinador principal y la entidad local organizadora de la última Reunión). En su debida oportunidad se proporcionarán mayores detalles en lo que respecta a tal evento.



## /CONTENIDO/

/ Cartas al Editor /	61
/ Editorial /	
<i>Carlos A. Di Prisco:</i> LA INVESTIGACION CIENTIFICA: RECURSO RENOVADOR Y RENOVABLE DE LAS UNIVERSIDADES	62
/ Artículos /	
<i>Philip M. Fearnside (inglés):</i> ALTERNATIVAS DE DESARROLLO EN LA AMAZONIA BRASILEIRA: UNA EVALUACION ECOLOGICA	65
<i>José Luis Avila (español):</i> EL INVESTIGADOR CLINICO VENEZOLANO Y SU PRODUCTIVIDAD CIENTIFICA	79
/ Cabildo Abierto /	
<i>Ernesto Mayz Vallenilla (español):</i> ¿ABOLIR LA INVESTIGACION EN LA UNIVERSIDAD?	89
<i>Francisco De Venanzi (español):</i> RESPUESTA AL DR. MAYZ VALLENILLA	93
/ Ciencia y Tecnología Hoy /	
<i>Joseph Hodara (español):</i> SIMPOSIUM SOBRE POLITICAS CIENTIFICO-TECNOLOGICAS EN AMERICA LATINA: UN RECUENTO	97
<i>Carlos Schubert (español):</i> UNION GEOFISICA AMERICANA: CONFERENCIA CHAPMAN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS FALLAS Y EL PROCESO GENERADOR DE TERREMOTOS	99
<i>Walter Jaffé Carbonell (español):</i> ORGANIZACION MUNDIAL DE INSTITUTOS DE INVESTIGACION TECNOLOGICA E INDUSTRIAL (WAITRO)	101
/ Comunicaciones /	102
/ Internoticias /	103
/ Publicaciones /	
ETHICAL ISSUES IN SOCIAL SCIENCE RESEARCH - <i>Crítica de Aaron Segal (inglés)</i>	112
PROMISING TECHNOLOGIES FOR DEVELOPING COUNTRIES - <i>Crítica de P. M. Williams (inglés):</i>	113
AUTOCRITICA DE LA CIENCIA - <i>Crítica de Joseph Hodara (español):</i>	115
/ Resumen de los Artículos /	117

## PORTADA

Enrique Arnal (Bolivia, 1932). *Figura*, óleo sobre tela, 113 x 107 cm. Colección Museo de Bellas Artes de Caracas.

Enrique Arnal ha optado por un lenguaje plástico simple y preciso. En sus obras representa la figura del hombre, generalmente el minero o el agricultor, pero también la de otros seres o símbolos, como el cóndor, identificados, de alguna manera, con su país. En la obra reproducida, los únicos pobladores de un paisaje casi blanco, donde

adquieren claridad y vida un perro, un hombre y su sombra, hacen de esta *Figura* un buen ejemplo de su pintura reciente, mezcla sutil de surrealismo y expresionismo.

Comentario tomado del: *Catálogo General Colección Pintura y Escultura Latinoamericana, Museo de Bellas Artes de Caracas, 1980* Reproducción cortesía Museo de Bellas Artes de Caracas/Fotografía: Herón Araujo/Separación de colores: Fotograbado Vene.





# TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 33

TRIMESTRE ENERO—MARZO 1983

NUMERO 1

Editor: ALFREDO ALVARADO H.  
Asistente Editorial: FLOR ARAYA S.

## CONTENIDO

	Página
<i>Determinación del potencial agroclimático para la producción de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en Costa Rica (en español).</i> Oscar E. Rojas, Michel Eldin . . . . .	1
<i>Supervivencia reproductiva de la oveja enana del África Occidental y de cabras en Nigeria bajo un sistema de manejo intensivo (en inglés).</i> O. Chiboka . . . . .	11
<i>Fertilización potásica de papa (Solanum tuberosum L.) en cultivo bajo riego (en español).</i> J. C. Lucero, J. C. Silenzi, M. Verdoljak, C. Andreoli . . . . .	17
<i>Estructura y funcionamiento de un bosque pluvial del proyecto internacional del ecosistema amazónico: Datos preliminares sobre crecimiento y regeneración natural en un estudio piloto (en inglés).</i> J. Heuveldop, M. Neumann . . . . .	25
<i>Estudio comparativo de cultivares de repollo (Brassica oleracea L. var. capitata L.) para la producción de chucrute: ácidos orgánicos (en portugués).</i> J. Santo Goldoni, I. A. Bonassi . . . . .	39
<i>Residuos, degradación y persistencia del fungicida maneb en patatas, en Costa Rica (en español).</i> Vera Diez, Manuel A. Constenla . . . . .	47
<i>Actividad reproductiva de tres cultivares de soya, por sección de la planta y estadios de desarrollo (en portugués).</i> Enio Marchezan, José Antonio Costa . . . . .	55
<i>Valor nutritivo de la proteína y el aceite de semillas de hule (Hevea brasiliensis) (en inglés).</i> R. Bressani, L. G. Elias, T. Ayuso, O. Rosal, I. E. Braham, J. Zúñiga . . . . .	61
<i>Actividad fijadora de N<sub>2</sub> (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) en 17 variedades de caupí (Vigna unguiculata (L.) Walp) en condiciones de campo (en inglés).</i> Guillermo Castilleja, G. Joann P. Roskoski . . . . .	67
<i>Enfoque fisiológico del concepto "tipo de planta" de algodón (en inglés).</i> J. G. Bhatt . . . . .	73
<i>Incidencia de Azospirillum en algunas gramíneas del trópico subhúmedo cálido de México (en español).</i> J. Caballero, María Valdes S. . . . .	83
COMUNICACIONES . . . . .	89
<i>Anillos anuales de crecimiento en cafetos (Coffea arabica L.) y sus usos potenciales (en español).</i> Patricia Gerez F., Charles M. Peters . . . . .	89
<i>Helminetos parásitos de la ganadería de Jamaica (en español).</i> D. A. P. Bundy, F. C. M. Alexander . . . . .	91
<i>Investigación del grado de infestación de la chinche gris de algodón Oxycarenus lactus Kirby (Lygaeidae: Heteroptera) (en inglés).</i> K. Thangavelu . . . . .	94
<i>Frecuencia de aparición y distribución geográfica de nematodos asociados con Theobroma cacao en Nigeria (en inglés).</i> Stephen O. Afolami, Fields E. Caveness . . . . .	97
<i>Notas y comentarios . . . . .</i>	102
<i>Reseñas de libros . . . . .</i>	16-23-54-71



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

### ENTIDADES PATROCINANTES

**Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela (Caracas, Venezuela)**

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

**BRANCA (Caracas, Venezuela)**

**ESPALSA, Especialidades Alimenticias S. A. (PRODUCTOS  
NESTLE Y GUIGOZ ) (Caracas, Venezuela)**

**Asociación Americana de Soya (México, D. F., México)**

**GERBER, Venezolana de Alimentos C. A. (Caracas, Venezuela)**

**Alimentos Kellogg S. A. (Caracas, Venezuela)**

**Fundación Polar (Caracas, Venezuela)**

**F. Hoffmann – La Roche & Co. (Basilea, Suiza) (PRODUCTOS ROCHE)**



## INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXIII, 1983

	Página
EDITORIAL . . . . .	5, 241, 481, 729
ADJUDICACION DEL PREMIO INTERNACIONAL EN NUTRICION MODERNA, 1983. . . . .	483
ARTICULOS GENERALES	
Dos cultivos olvidados, de importancia agroindustrial: el amaranto y la quinua. — <i>A. Sánchez Marroquín</i> . . . . .	11
Nutritional significance of interactions between iron and food components. — <i>Abraham Stekel, Mirna Amar, Elvira Calvo, Patricia Chadud, Eva Hertrampf, Sandra Llaguno, Manuel Olivares and Fernando Pizarro.</i> . . . . .	33
The potential value of cultured dairy products for child nutrition. — <i>Ernst J. Siegenthaler</i> . . . . .	247
Procedimientos básicos en el registro y proceso de datos. — <i>Miguel A. Guzmán, Ricardo Sibrián y Rafael Flores.</i> . . . . .	257
Rol de la mujer en las labores de conservación de alimentos postcosecha. Resumen de cinco estudios de casos y su seguimiento. — <i>María Angélica Tagle</i> . . . . .	487
Los ácidos grasos esenciales. Sus transformaciones y funciones. — <i>Rodolfo R. Brenner.</i> . . . . .	735
Notes on mortality research. Discussion of related papers presented at the International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), held in Manila, Philippines, December 9-16, 1981. — <i>Hernán L. Delgado.</i> . . . . .	748

## TRABAJOS DE INVESTIGACION

## CIENCIAS DE ALIMENTOS

- Estudo comparativo em vitamina C de cultivares de repolho (*Brassica oleraceae* L., var. *capitata* L.), antes e depois de seu processamento em chucrute. — José Santo Goldoni, Ismael Antonio Bonassi e Fernando Antonio Duarte Conceição . . . . .** 45
- Evaluación sensorial de pan con harina de papa. — Vivien Gattás, Emilia Hiche, Digna Ballester y Enrique Yáñez . . . . .** 56
- Trigo: efectos del mezclado en panificación. — Octavio Paredes-López y Walter Bushuk . . . . .** 67
- Efecto de la infestación por *Prostephanus truncatus*, Horn, *Sitophilus zeamais*, Mots, o *Sitotroga cerealella*, Oliver, en la concentración de aminoácidos en la proteína del maíz. — Héctor Bourges y Esbaide Adem. . . . .** 83
- Efecto de la época de cosecha sobre la composición de cotiledones crudos y fermentados de dos variedades de cacao y fracciones de cascarilla. — Juan de Dios Alvarado, Fernando E. Villacís y Gino F. Zamora . . . . .** 339
- Composición química, contenido de aminoácidos y valor nutritivo de la proteína de semilla de achiote (*Bixa orellana*, L.) — Ricardo Bressani, Florida Alma Porta-España de Barneón, J. Edgar Braham, Luiz G. Elías y Roberto Gómez-Brenes . . . . .** 356
- Efecto de varios solventes sobre la extracción de las fracciones proteínicas del frijol (*Phaseolus vulgaris*). — Roberto A. Gómez-Brenes, Elena Isabel Núñez, Ricardo Bressani y J. Edgar Braham . . . . .** 503
- Comportamiento biológico de fracciones proteínicas aisladas del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). — Roberto A. Gómez-Brenes, Elena Isabel Núñez, Ricardo Bressani y J. Edgar Braham. . . . .** 519
- Caracterización de las proteínas de los maíces Venezuela-1, Arichuna, Obregón y Venezuela-1, Opaco-2. — Ligia Ortiz de Bertorelli y Marisa Guerra. . . . .** 539

- Farinha de soja integral: aplicação da metodologia da superficie de reposta para estudo de aspectos nutricionais.** — *Nohad Buassi, Rui Sergio Ferreira da Silva, Chigurupati Sambasiva Rao e Anne Doloras Perera* . . . . . 557
- Influencia fenotípica y tecnológica de la semilla del *Lupinus mutabilis* (Tarwi) sobre la disponibilidad de metionina y el contenido de azufre.** — *Manuel Oliveros, Hans Schoeneberger, Rainer Gross y Zelmira Reynoso* . . . . . 573
- Evaluación del potencial nutricional del pescado en dietas a base de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y un cereal [maíz (*Zea mays*) y/o arroz (*Oriza sativa*)].** — *Gerardo Merino, Leonardo Lareo y Ricardo Bressani* . . . . . 588
- Análisis de la semilla *Bixa orellana* L. (achiote) y del desecho generado en la extracción de sus pigmentos.** — *M. L. Wurts y R. A. Torreblanca* . . . . . 606
- Formulación y valor nutritivo de dos substitutos lácteos en base a lupino dulce (*Lupinus albus*, var. *Multolupa*).** — *Daniza Ivanovic, Digna Ballester y Enrique Yáñez* . . . . . 620
- Soja como alternativa na alimentação infantil numa comunidade no Nordeste do Brasil.** — *Lea Maria Costa Cedraz e Richard Marvin Lockwood*. . . . . 861
- Cultivation of two varieties of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) in Jaboticabal - São Paulo.** — *Alfredo Lam-Sánchez, José Fernando Durigan, Elias Tadeu de Oliveira, Wisler José Negrão Serigatto, e José Luiz Faggioni* . . . . . 874
- Evaluación de algunas características químico-nutricionales de la semilla del árbol de hule *Hevea Brasiliensis*.** — *Celia Margarita Selle, Elvira González de Mejía, Luiz G. Elías y Ricardo Bressani*. . . . . 884
- Inhibidores de tripsina en alimentos a base de soya: revisión crítica de la cinética de destrucción térmica y los métodos de análisis.** — *Roberto Cuevas y Munir Cheryan* . . . . . 902

## NUTRICION HUMANA

- Réanimation alimentaire et évaluation de l'état nutritionnel. Validité des mesures anthropométriques pour suivre, chez les malades hospitalisés, l'évolution de l'état nutritionnel et des compartiments corporels durant le rattrapage nutritionnel. — *Pedro Eladio Vázquez, Alain Mourey, et Denis Dupont*. . . . . 755
- Costo-efecto social de dos sistemas de tratamiento del niño desnutrido, en Chile. — *Elena Gómez A., Eduardo Atalah S. y Bernardo Salinas* . . . . . 770
- Impacto nutricional de la alimentación complementaria en relación con la duración y gravedad de los episodios infecciosos. — *Graciela Uriburu, Ana Victoria Román, Luis Blanco, Mariflor Herrera, Armando Campos, Max Rutman y Marta Troncoso* . . . . . 785

## NUTRICION EXPERIMENTAL

- Desnutrição intrauterina em ratos. I. Repercussões no ganho de peso, tempo de gestação e no número de recém-nascidos. — *Suzana de Souza Queiroz Tonete, Fernando José de Nóbrega, Paulo Roberto Curi, Cleide Enoir Petean Trindade, Maria Eneida Aiello Sartor e Ely Carvalho Vasconcelos de Moura* . . . . . 96
- Desnutrição intrauterina em ratos. II. Estudo do peso e mortalidade do produto da concepção. — *Suzana de Souza Queiroz Tonete, Fernando José de Nóbrega, Maria Eneida Aiello Sartor, Cleide Enoir Petean Trindade, Fábio Ancona Lopez e Paulo Roberto Curi* . . . . . 109
- Corn amino acid imbalance and the role of leucine excess. — *Rebeca C. de Angelis and I. C. M. Terra* . . . . . 271
- Growth, development and dental caries in rats fed two experimental diets. — *Jorge L. Sintes and Sanford A. Miller* . . . . . 283
- Influence of supplementation on the dental caries incidence and growth of rats fed two model diets. — *Jorge L. Sintes and Sanford A. Miller*. . . . . 308

- Influence of dietary iron on the dental caries incidence and growth of rats fed an experimental diet. — Jorge L. Sintes and Sanford A. Miller . . . . .** 322

#### NUTRICION HUMANA

- Infant feeding practices and beliefs in one community in the Sierra of rural Ecuador: A prevalence study. — Jeralyn Piggot and Kathryn Kolasa . . . . .** 126
- Tablas de referencia del perímetro del brazo desde el nacimiento hasta los doce años, para niñas y niños argentinos. — H. Lejarraga, L. Markevich, F. Sanchirico y M. Cusminsky. . . . .** 139
- Dietary supplementation and improvement in physical work performance of agricultural migrant workers of Souther Brazil. — W. A. Angeleli, F. L. Vichi, H. Vannucchi, I. D. Desai and J. E. Dutra de Oliveira. . . . .** 158
- Análisis crítico de la validez del perímetro del brazo como indicador del estado nutricional proteínico-energético en niños preescolares. — Hernán L. Delgado, Víctor Valverde y Robert E. Klein . . . . .** 170
- Deficiencias de microelementos esenciales en dietas hispanoamericanas. — Johann Firbas B. y Margarita Domínguez . . . . .** 189
- Breast milk consumption in rural Costa Rica. — Rachel Novotny and Leonardo J. Mata . . . . .** 377
- Globulina ligante de hormonas sexuales en puérperas y sus recién nacidos con desnutrición intrauterina. — Santiago Muzzo, Abraham Zvaighaft y Patricio Cañas . . . . .** 387
- Desnutrición infantil: costo social por patología respiratoria y digestiva. — Eduardo Atalah S., Patricia Bustos M. y Elena Gómez A. . . . .** 395
- Nutritional status of the elderly in Palmares, Costa Rica. — Diane V. Havlir, Sandra Murillo, Eduardo Robles, Alfonso Trejos and Leonardo Mata . . . . .** 409

- Maternal supplementation and postnatal physical growth: a review.**  
— *James C. Wohlleb* . . . . . 642
- Efecto de la lactancia sobre el peso y composición corporal de la nodriza.** — *Eduardo Atalah, Isabel Lagos, Marcela Grez, Inés Silva, Marta Ardiles y Cecilia de la Paz* . . . . . 649
- Relación entre protoporfirinas libres en glóbulo rojo e ingesta habitual de hierro en un grupo de estudiantes de la Universidad de Buenos Aires.** — *Liliana B. Zago, Silvia M. Friedman, Nora H. Slobodianik, María Luz Pita Martín de Portela, María Esther Río y Juan C. Sanahuja* . . . . . 802
- Crecimiento celular de útero, placenta y fetos durante la restricción calórica materna crónica en ratas.** — *Julia Araya, M. Cristina Reyes, Cristina M. Baginsky y Manuel Ruz* . . . . . 814
- Comparación de cuatro métodos de evaluación de calidad proteínica en fuentes vegetales.** — *Ana María Muñoz de Maguiña, Rainer Gross, Hans Schoeneberger y Luisa Villacorta* . . . . . 826

#### EDUCACION NUTRICIONAL

- Un estudio descriptivo de 43 programas de educación nutricional en Venezuela.** — *Paulina L. Dehollaín, Irene Pérez Schael y Leila Sfeir* . . . . . 423

#### BIOQUIMICA NUTRICIONAL

- Utilización de la relación calcio/creatinina urinaria como indicador del estado nutricional con respecto al calcio.** — *María Luz P.M. de Portela, María Esther Río y Susana Zeni* . . . . . 633

#### TOXICOLOGIA

- Etude de l'influence des pesticides carbamines sur l'induction des enzymes hepaticues du rat et sur les modifications des phospholipides microsomaux.** — *Jacques Montié, Freddy Rivera, Hervé Goudonnet, André Escousse et Roger-Charles Truchot* . . . . . 664

**ESTUDIOS DIETETICOS**

<b>El puntaje dietético como metodología simplificada para procesar y analizar datos dietéticos. — Rosa María Zamora y Víctor Valverde . . . . .</b>	<b>843</b>
--	------------

<b>GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA—NUTRICIONAL. . .</b>	<b>201, 679</b>
--	-----------------

<b>BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA. . . . .</b>	<b>209, 445, 691, 933</b>
--	---------------------------

<b>NUEVOS LIBROS. . . . .</b>	<b>213, 451, 699, 937</b>
-------------------------------	---------------------------

<b>OTRAS PUBLICACIONES . . . . .</b>	<b>217, 455</b>
--------------------------------------	-----------------

<b>NOTAS. . . . .</b>	<b>219, 457, 705, 941</b>
-----------------------	---------------------------

**CONTENIDO DE LA REVISTA INTERCIENCIA:**

<b>Vol. 7, Nos 5 y 6, 1982 y Vol. 8, Nos. 1 y 2, 1983. . . . .</b>	<b>223, 463, 709, 945</b>
--	---------------------------

**CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA:**

<b>Vol. 32, Nos. 2 y 3, 1982, y Vol. 33, No. 1, 1983. . . . .</b>	<b>461, 711, 947</b>
---	----------------------

<b>INDICE GENERAL . . . . .</b>	<b>951</b>
---------------------------------	------------

<b>INDICE POR MATERIA. . . . .</b>	<b>959</b>
------------------------------------	------------

<b>INDICE POR AUTORES . . . . .</b>	<b>963</b>
-------------------------------------	------------

<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES. . . . .</b>	<b>231, 471, 719, 971</b>
--	---------------------------



## INDICE POR MATERIA. VOLUMEN XXXIII

	Página
<b>A</b>	
Achiote, análisis de la semilla y del desecho generado en la extracción de sus pigmentos. . . . .	606
Achiote, composición química, contenido de aminoácidos y valor nutritivo de la proteína de la semilla . . . . .	356
Acidos grasos esenciales, transformaciones y funciones . . . . .	735
Amaranto y quinua: dos cultivos olvidados de importancia. . . . .	11
Arbol de hule <i>Hevea brasiliensis</i> , evaluación de algunas características químico-nutricionales de la semilla. . . . .	884
<b>B</b>	
Breast milk consumption in rural Costa Rica. . . . .	377
Buenos Aires, relación entre protoporfirinas libres en glóbulo rojo e ingesta habitual de hierro en estudiantes . . . . .	802
<b>C</b>	
Cacao, efecto de época de cosecha en cotiledones crudos y fermentados. . . . .	339
Comparación de cuatro métodos de evaluación de calidad proteínica en fuentes vegetales . . . . .	826
Corn amino acid imbalance and role of leucine excess. . . . .	271
Costa Rica: nutritional status of the elderly in Palmares. . . . .	409
Crecimiento celular de útero, placenta y fetos durante la restricción calórica materna crónica, en ratas. . . . .	814
Cultured dairy products for child nutrition, potential value. . . . .	247
<b>CH</b>	
Chile, costo-efecto social de dos sistemas de tratamiento del niño desnutrido. . . . .	770

## D

Desnutrição intrauterina em ratos. I. . . . .	96
Desnutrição intrauterina em ratos. II. . . . .	109
Desnutrición infantil: costo social por patología respiratoria y digestiva. . . . .	395
Dietary supplementation and improvement in physical work performance of agricultural migrant workers, Southern Brazil . . . . .	158
Dietas hispanoamericanas, deficiencias de microelementos esenciales. . . . .	189

## F

Farinha de soja integral: aplicação da metodologia da superficie de reposta para estudos nutricionais . . . . .	557
Frijol, comportamiento biológico de fracciones proteínicas aisladas . . . . .	519
Frijol, efecto de varios solventes en la extracción de fracciones proteínicas . . . . .	503

## G

Globulina ligante de hormonas sexuales en púerperas y sus recién nacidos . . . . .	387
Growth, development and dental caries in rats . . . . .	283

## I

Impacto nutricional de la alimentación complementaria en relación con la duración y severidad de episodios infecciosos. . . . .	785
Infant feeding practices and beliefs in one community in the Sierra of rural Ecuador . . . . .	126
Influence des pesticides carbamines sur l'induction des enzymes hepatiques du rat. . . . .	664
Influence of dietary iron on dental caries incidence and growth of rats fed an experimental diet . . . . .	322
Influence of supplementation on the dental caries incidence and growth of rats fed two model diets . . . . .	308
Iron and food components, nutritional significance of interactions . . . . .	33

## L

Lactancia, efecto sobre el peso y composición corporal de la nodriza . . . . .	649
--	-----

<i>Lupinus mutabilis</i> , influencia fenotípica y tecnológica de la semilla sobre disponibilidad de metionina y contenido de azufre. . . . .	573
Lupino dulce, formulación y valor nutritivo de dos sustitutos lácteos en base a . . . . .	620

## M

Maíces de Venezuela, caracterización de las proteínas. . . . .	539
Maíz, efecto de la infestación en la concentración de aminoácidos de la proteína . . . . .	83
Maternal supplementation and postnatal physical growth . . . . .	642
Mortality research, notes on . . . . .	748

## P

Pan con harina de papa, evaluación sensorial de. . . . .	56
Perímetro del brazo, análisis crítico de la validez como indicador . . .	170
Pescado, evaluación del potencial nutricional, en dietas a base de frijol y un cereal. . . . .	588
Procedimientos básicos en el registro y proceso de datos. . . . .	257
Puntaje dietético como metodología simplificada para procesar y analizar datos dietéticos . . . . .	843

## R

Réanimation alimentaire et evaluation de l'état nutritionnel . . . . .	755
Repolho, estudo comparativo em vitamina C de cultivares. . . . .	45
Rol de la mujer en labores de conservación de alimentos postcosecha . . . . .	487

## S

Soja como alternativa na alimentação numa comunidade do Nordeste do Brasil . . . . .	861
Soya, inhibidores de tripsina en alimentos a base de . . . . .	902

## T

<b>Tablas de referencia del perímetro del brazo desde el nacimiento hasta los doce años, para niñas y niños argentinos . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>Trigo: efectos del mezclado en panificación. . . . .</b>	<b>6'</b>

## U

<b>Utilización de la relación calcio/creatinina urinaria como indicador del estado nutricional con respecto al calcio . . . . .</b>	<b>63</b>
---	-----------

## V

<b>Venezuela, estudio descriptivo de 43 programas de educación nutricional en . . . . .</b>	<b>4</b>
---	----------

## W

<b>Winged bean, cultivation of two varieties in Jaboticabal, Brazil. . . . .</b>	<b>8'</b>
--	-----------

## INDICE POR AUTORES: VOLUMEN XXXIII

Página

## — A —

Adem, Esbaide (véase Bourges, Héctor) . . . . .	83
Aiello Sartor, Maria Eneida (véase Souza, Suzana Queiroz Tonete de) . . . . .	96, 109
Alvarado, Juan de Dios. Efecto de la época de cosecha en el cacao . . . . .	339
Amar, Mirna (véase Stekel, Abraham) . . . . .	33
Ancona López, Favio (véase Souza, Suzana Queiroz Tonete de) . . . . .	109
Angeleli, W. A. Dietary supplementation and physical work performance of agricultural migrant workers of Southern Brazil . . . . .	158
Angelis, Rebeca C. de. Corn amino acid imbalance and role of leucine excess . . . . .	271
Araya M., Julia. Crecimiento celular de útero, placenta y fetos en ratas . . . . .	814
Ardiles, Marta (véase Atalah, Eduardo) . . . . .	649
Atalah S., Eduardo. Desnutrición infantil: costo-efecto social Efecto de la lactancia sobre el peso y composición corporal de la nodriza . . . . .	395 649
(véase Gómez A., Elena) . . . . .	770

## — B —

Baginsky, Cristina M. (véase Araya, Julia) . . . . .	814
Ballester, Digna (véase Gattás, Vivien) . . . . .	56
(véase Ivanović, Daniza) . . . . .	620
Barneón, Florida Alma Porta-España (véase Bressani, Ricardo)	356
Bertorelli, Ligia Ortiz de. Caracterización de las proteínas de los maíces de Venezuela . . . . .	539
Blanco, Luis (véase Uriburu, Graciela) . . . . .	785
Bonasi, Ismael Antonio (véase Goldoni, José Santo) . . . . .	45
Bourges, Héctor. Efecto de la infestación por <i>Prostephanus</i> <i>truncatus</i> , Horn, <i>Sitophilus zeamais</i> . . . . .	83
Braham, J. Edgar (véase Bressani Ricardo) . . . . .	356
(véase Gómez-Brenes, Roberto A.) . . . . .	503, 519

Brenner, Rodolfo R. Los ácidos grasos esenciales . . . . .	735
Bressani, Ricardo. Composición química, contenido de aminoácidos y valor nutritivo de la proteína de semilla de achiote . . . . .	356
(véase Gómez-Brenes, Roberto A.) . . . . .	503, 519
(véase Merino, Gerardo) . . . . .	588
(véase Selle, Celia Margarita) . . . . .	884
Buassi, Nohad. Farinha de soja integral . . . . .	557
Bushuk, Walter (véase Paredes-López, Octavio) . . . . .	67
Bustos M., Patricia (véase Atalah S., Eduardo). . . . .	395

## — C —

Calvo, Elvira (véase Stekel, Abraham) . . . . .	33
Campos, Armando (véase Uriburu, Graciela). . . . .	785
Cañas, Patricio (véase Muzzo, Santiago) . . . . .	387
Costa Cedraz, Lea Maria. Soja como alternativa na alimentação numa comunidade do Nordeste do Brasil . . . . .	861
Cuevas, Roberto. Inhibidores de tripsina en alimentos a base de soya . . . . .	902
Curi, Paulo Roberto (véase Souza, Suzana Queiroz Tonete de) . . . . .	96, 109
Cusminsky, M. (véase Lejarraga, H.) . . . . .	139

## — CH —

Chadud, Patricia (véase Stekel, Abraham). . . . .	33
Cheryan, Munir (véase Cuevas, Roberto) . . . . .	902

## — D —

Dehollaín, Paulina L. Estudio descriptivo de 43 programas de educación nutricional en Venezuela . . . . .	423
de la Paz, Cecilia (véase Atalah, Eduardo). . . . .	649
Delgado, Hernán L. Análisis crítico de la validez del perímetro del brazo como indicador del estado nutricional en preescolares . . . . .	170
de Nóbrega, Fernando José (véase Souza, Suzana Queiroz Tonete de) . . . . .	96

Desai, I. D. (véase Angeleli, W. A.) . . . . .	158
Domínguez, Margarita (véase Firbas B., Johann) . . . . .	189
Duarte Conceição, Fernando Antonio (véase Goldoni, José Santo) . . . . .	45
Dupont, Denis (véase Vázquez, Pedro Eladio) . . . . .	755
Durigan, José Fernando (véase Lam-Sánchez, Alfredo) . . . . .	874
Dutra de Oliveira, J. E. (véase Angeleli, W. A.) . . . . .	158

## - E -

Elías, Luiz G. (véase Bressani, Ricardo) . . . . .	356
(véase Selle, Celia Margarita) . . . . .	884
Escousse, André (véase Montié, Jacques) . . . . .	664

## F

Faggioni, José Luiz (véase Lam-Sánchez, Alfredo) . . . . .	874
Ferreira da Silva, Rui Sergio (véase Buassi, Nohad) . . . . .	557
Firbas B., Johann. Deficiencias de microelementos esenciales en dietas hispanoamericanas . . . . .	189
Flores, Rafael (véase Guzmán, Miguel A.) . . . . .	257
Friedman, Silvia M. (véase Zago, Liliana B.) . . . . .	802

## - G -

Gattás, Vivien. Evaluación sensorial de pan con harina de papa . . . . .	56
Goldoni, José Santo. Estudio comparativo em vitamina C de cultivares de repolho . . . . .	45
Gómez A., Elena (véase Atalah S., Eduardo) . . . . .	395
Costo-efecto social de dos sistemas de tratamiento del niño desnutrido en Chile . . . . .	770
Gómez-Brenes, Roberto (véase Bressani, Ricardo) . . . . .	356
Efecto de varios solventes sobre la extracción de las fracciones proteínicas del frijol . . . . .	503
Comportamiento biológico de fracciones proteínicas aisladas del frijol común . . . . .	519
Goudonnet, Hervé (véase Montié, Jacques) . . . . .	664
Grez, Marcela (véase Atalah, Eduardo) . . . . .	649
Gross, Rainer (véase Oliveros Manuel) . . . . .	573
(véase Maguiña, Ana M. Muñoz de) . . . . .	826
Guerra, Marisa (véase Bertorelli, Ligia Ortiz de) . . . . .	539
Guzmán, Miguel A. Procedimientos básicos en el registro y proceso de datos . . . . .	257

## - H -

Havliř, Diane V. Nutritional status of the elderly in Palmares, Costa Rica . . . . .	409
Herrera, Mariflor (véase Uriburu, Graciela) . . . . .	785
Hertrampf, Eva (véase Stekel, Abraham) . . . . .	33
Hiche, Emilia (véase Gattás, Vivien) . . . . .	56

## - I -

Ivanović, Daniza. Formulación y valor nutritivo de dos sustitutos lácteos en base a lupino dulce. . . . .	620
---	-----

## - K -

Klein, Robert E. (véase Delgado, Hernán L.) . . . . .	170
Kolasa, Kathryn (véase Piggot, Jeralyn) . . . . .	126

## - L -

Lagos, Isabel (véase Atalah, Eduardo) . . . . .	649
Lam-Sánchez, Alfredo. Cultivation of two varieties of winged bean in Jaboticabal . . . . .	874
Lareo, Leonardo (véase Merino, Gerardo) . . . . .	588
Lockwood, Richard Marvin (véase Costa Cedraz, Lea Maria)	861

## - LL -

Llaguno, Sandra (véase Stekel, Abraham) . . . . .	33
---	----

## - M -

Maguiña, Ana María Muñoz de. Comparación de cuatro métodos de evaluación de calidad proteínica. . . . .	826
Markevich, L. (véase Lejarraga, H.) . . . . .	139
Mata, Leonardo J. (véase Novotny, Rachel) . . . . .	377
(véase Havliř, Diane V.) . . . . .	409

Mejía, Elvira González de (véase Selle, Celia Margarita) . . . . .	884
Merino, Gerardo. Evaluación del potencial nutricional del pescado en dietas a base de frijol y un cereal. . . . .	588
Miller, Sanford A. (véase Sintés, Jorge L.) . . . . .	283, 308, 322
Montié, Jacques. Etude de l'influence des pesticides carba- mines . . . . .	664
Moura, Ely Carvalho Vasconcelos de (véase Souza, Suzana Queiroz Tonete de) . . . . .	96
Mourey, Alain (véase Vázquez, Pedro Eladio) . . . . .	755
Murillo, Sandra (véase Havlir, Diane V.) . . . . .	409
Muzzo, Santiago. Globulina ligante de hormonas sexuales en púerperas y sus recién nacidos . . . . .	387

## — N —

Negrao Serigatto, Wisler José (véase Lam-Sánchez, Alfredo)	874
Nóbrega, Fernando José de (véase Souza, Suzana Queiroz Tonete de) . . . . .	96, 109 96, 109
Novotny, Rachel. Breast milk consumption in rural Costa Rica . . . . .	377
Núñez, Elena Isabel (véase Gómez-Brenes, Roberto A.) . . . . .	503, 519
Olivares, Manuel (véase Stekel, Abraham) . . . . .	33
Oliveira, Elias Tadeu (véase Lam-Sánchez, Alfredo) . . . . .	874
Oliveros, Manuel. Influencia fenotípica y tecnológica de la semilla del <i>Lupinus mutabilis</i> sobre la disponibilidad de metionina y contenido de azufre . . . . .	573

## — P —

Paredes-López, Octavio. Trigo: efectos del mezclado en panificación . . . . .	67
Paz, Cecilia de la (véase Atalah, Eduardo) . . . . .	649
Perera, Anne Doloras (véase Buassi, Mohad) . . . . .	557
Pérez Schael, Irene (véase Dehollaín, Paulina L.) . . . . .	423
Petean-Trindade, Cleide Enoir (véase Souza, Suzana Quei- toz Tonete de) . . . . .	96, 109
Piggot, Jeralyn. Infant feeding practices and beliefs in one community in the Sierra of rural Ecuador . . . . .	126
Pizarro, Fernando (véase Stekel, Abraham) . . . . .	33

Portela, María Luz P. M. de. Utilización de la relación calcio/creatinina urinaria como indicador del estado nutricional, con respecto al calcio . . . . .	633
(véase Zago, Liliana B.) . . . . .	802

## — R —

Reyes, Cristina M. (véase Araya, Julia) . . . . .	814
Reynoso, Zelmira (véase Oliveros, Manuel) . . . . .	573
Río, María Esther (véase Portela, María Luz P. M. de) . . . . .	633
(véase Zago, Liliana B.) . . . . .	802
Rivera, Freddy (véase Montié, Jacques) . . . . .	664
Robles, Eduardo (véase Havlir, Diane V.) . . . . .	409
Román, Ana Victoria (véase Uriburu, Graciela) . . . . .	785
Rutman, Max (véase Uriburu, Graciela) . . . . .	785
Ruz, Manuel (véase Araya, Julia) . . . . .	814

## — S —

Salinas S., Bernardo (véase Gómez A., Elena) . . . . .	770
Sambasiva Rao, Chigurupati (véase Buassi, Nohad) . . . . .	557
Sanahuja, Juan C. (véase Zago, Liliana B.) . . . . .	802
Sánchez Marroquín, A. Dos cultivos olvidados de importancia agro-industrial: el amaranto y la quinua . . . . .	11
Sanchirico, F. (véase Lejarraga, H.) . . . . .	139
Schoeneberger, Hans (véase Oliveros, Manuel) . . . . .	573
(véase Maguiña, Ana María Muñoz de) . . . . .	826
Selle, Celia Margarita. Evaluación de algunas características químico-nutricionales de la semilla del árbol de hule <i>Hevea Brasiliensis</i> . . . . .	884
Sfeir, Leila (véase Dehollaín, Paulina L.) . . . . .	423
Sibrián, Ricardo (véase Guzmán, Miguel A.) . . . . .	247
Siegenthaler, Ernst J. The potential value of cultured dairy products for child nutrition. . . . .	247
Silva, Inés (véase Atalah, Eduardo) . . . . .	649
Sintes, Jorge L. Growth, development and dental caries in rats fed two experimental diets . . . . .	283
Influence of supplementation on the dental caries incidence and growth of rats fed two model diets . . . . .	308

Influence of dietary iron on the dental caries incidence and growth of rats fed an experimental diet . . . . .	322
Slobodianik, Nora H. (véase Zago, Liliana B.) . . . . .	802
Souza, Suzana Queiroz Tonete de. Desnutrição intrauterina em ratos. I. e II. . . . .	96, 109
Stekel, Abraham. Nutritional significance of interactions between iron and food components . . . . .	33

## - T -

Tagle, María Angélica. Rol de la mujer en labores de conservación de alimentos postcosecha . . . . .	487
Terra, I. C. M. (véase Angelis, Rebeca C. de) . . . . .	271
Torreblanca, R. A. (véase Wurts, M. L.) . . . . .	606
Trejos, Alfonso (véase Havlir, Diane V.) . . . . .	409
Troncoso, Marta (véase Uriburu, Graciela) . . . . .	785
Truchot, Roger-Charles (véase Montié, Jacques) . . . . .	664

## - U -

Uriburu, Graciela. Impacto nutricional de la alimentación complementaria en relación con la duración y severidad de episodios infecciosos . . . . .	785
---	-----

## - V -

Valverde, Víctor (véase Delgado, Hernán L.) . . . . .	170
(véase Zamora, Rosa María) . . . . .	843
Vannucchi, H. (véase Angeleli, W. A.) . . . . .	158
Vázquez, Pedro Eladio. Réanimation alimentaire et evaluation de l'état nutritionnel . . . . .	755
Vichi, F. L. (véase Angeleli, W. A.) . . . . .	158
Villacís, Fernando E. (véase Alvarado, Juan de Dios) . . . . .	339
Villacorta, Luisa (véase Maguiña, Ana María Muñoz de) . . . . .	826

## - W -

Wohlleb, James C. Maternal supplementation and postnatal physical growth: a review . . . . .	642
--	-----

Wurts, M. L. Análisis de la semilla <i>Bixa orellana</i> L. (achiote) . .	606
---	-----

## - Y -

Yáñez, Enrique (véase Gattás, Vivien) . . . . .	56
(véase Ivanović, Daniza) . . . . .	620

## - Z -

Zago, Liliana B. Relación entre protoporfirinas libres en gló- bulo rojo e ingesta habitual de hierro. . . . .	802
Zamora, Gino F. (véase Alvarado, Juan de Dios) . . . . .	339
Zamora, Rosa María. El puntaje dietético como metodología simplificada para procesar y analizar datos dietéticos . . .	843
Zeni, Susana (véase Portela, María Luz P. M. de) . . . . .	633
Zvaighaft, Abraham (véase Muzzo, Santiago) . . . . .	387

## INFORMACION PARA LOS AUTORES

### A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

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

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

### B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las diversas contribuciones deben ser originales, a máquina, a doble espacio y en triplicado.
2. Los trabajos serán remitidos al Editor General de la Revista después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.

3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés, según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio del Editor General, ocupen desproporcionado espacio.

### C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

#### 1. *Título*

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

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

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

#### 3. *Introducción*

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

#### 4. *Material y Métodos*

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

## 5. *Resultados*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 6. *Discusión*

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

## 7. *Resumen en inglés*

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

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

## 9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

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

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

### a) De revistas:

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

### b) De libros:

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

### c) De libros sin autor individual:

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

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

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

e) De citas de compendios:

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

#### 10. *Notas al pie de la página*

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

#### 11. *Abreviaturas y siglas*

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

#### 12. *Nomenclaturas*

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

#### 13. *Resultados numéricos*

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

#### D. SEPARATAS

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

#### E. CARGO POR PAGINA

La revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US\$10.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor (es).

**Este libro se terminó de imprimir  
en los Talleres Gráficos del INCAP,  
Guatemala, C. A., el 30 de marzo de 1984**

## **SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)**

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

**Dr. Alfredo Lam-Sánchez – Presidente**  
**Dr. Sergio Valiente – Vicepresidente**  
**Dr. Helio Vannucchi – Secretario**  
**Dr. José Fernando Durigán – Tesorero**  
**Dr. Cecilio Morón – Vocal**  
**Dr. Alvaro Oscar Campaña – Vocal**  
**Dr. Víctor Valverde – Vocal**  
**Dra. Elisa M. Quintana – Vocal**  
**Dra. Wanda I. Torres de Rivera – Vocal**  
**(Consejo Directivo 1983-1984)**

**Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1983**  
**Departamento de Fitotecnia**  
**Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias**  
**Universidade Estadual Paulista (UNESP)**  
**14. 870 – Jacoticabal – São Paulo, Brasil**

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

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición  
**Editor General: Dr. Ricardo Bressani**  
**Editor Asistente: Dr. J. Edgar Braham**  
**Editores Asociados: Dr. Guillermo Arroyave**  
**Dr. José Aranda-Pastor**  
**Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez**  
**Encargada de Asuntos Administrativos: Sra. María Eugenia de Martínez**

## **MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1983–1984**

<b>Dr. Héctor Araya</b>	<b>Dr. Miguel A. Guzmán</b>
<b>Dra. Julia Araya</b>	<b>Dr. Franco M. Lajolo</b>
<b>Dr. Antonio Bacigalupo</b>	<b>Dr. Alfredo Lam-Sánchez</b>
<b>Dr. José Belizán</b>	<b>Dr. Reynaldo Martorell</b>
<b>Dr. Héctor Bourges</b>	<b>Dr. Leonardo Mata</b>
<b>Dr. J. Edgar Braham</b>	<b>Dr. Luis A. Mejía</b>
<b>Dr. Ricardo Bressani</b>	<b>Dra. Nelly Pak</b>
<b>Dr. Adolfo Chávez</b>	<b>Dr. Oscar Pineda</b>
<b>Dr. José Félix Chávez</b>	<b>Dra. María E. Sambucetti</b>
<b>Dra. Rebeca Carlota De Angelis</b>	<b>Dr. Juan Claudio Sanahuja ,</b>
<b>Dr. Hernán Delgado</b>	<b>Dr. Nelson de Souza</b>
<b>Dr. J. E. Dutra de Oliveira</b>	<b>Dr. Víctor Valverde</b>
<b>Dr. Luiz G. Elías</b>	<b>Dr. Emilio Vargas</b>
<b>Dr. Werner G. Jaffé</b>	<b>Dr. Enrique Yáñez</b>

# ARCHIVUS LATINOAMERICANUS DE NUTRITION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIII

DICIEMBRE 1983

No. 4

## CONTENIDO

	Página
EDITORIAL .....	729
ARTICULOS GENERALES	
Los ácidos grasos esenciales: sus transformaciones y funciones. — <i>Rodolfo R. Brenner</i> .....	735
Notes on mortality research. Discussion of related papers presented at the International Population Conference of the International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP) held in Manila, Philippines, December 9-16, 1981. — <i>Hernán L. Delgado</i> .....	748
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
NUTRICION HUMANA	
Reanimation alimentaire et evaluation de l'état nutritionnel. Validité des mesures anthropométriques pour suivre, chez les malades hospitalisés. L'évolution de l'état nutritionnel et des compartiments corporels durant le rattrapage nutritionnel. — <i>Pedro Eladio Vázquez, Alain Mourey et Denis Dupont</i> .....	755
Costo-efecto social de dos sistemas de tratamiento del niño desnutrido, en Chile. — <i>Elena Gómez A., Eduardo Atalah S. y Bernardo Salinas S.</i> .....	770
Impacto nutricional de la alimentación complementaria en relación con la duración y gravedad de los episodios infecciosos. — <i>Graciela Uriburu, Ana Victoria Román, Luis Blanco, Mariflor Herrera, Armando Campos, Max Rutman y Marta Troncoso</i> .....	785
NUTRICION EXPERIMENTAL	
Relación entre protoporfirinas libres en glóbulo rojo e ingesta habitual de hierro en un grupo de estudiantes de la Universidad de Buenos Aires. — <i>Liliana B. Zago, Silvia M. Friedman, Nora H. Slobodianik, María Luz Pita Martín de Portela, María Esther Río y Juan Claudio Sanahuja</i> .....	802
Crecimiento celular de útero, placenta y feto durante la restricción calórica materna crónica en ratas. — <i>Julia Araya, M. Cristina Reyes, Cristina M. Baginsky y Manuel Ruz</i> .....	814
Comparación de cuatro métodos de evaluación de calidad proteínica en fuentes vegetales. — <i>Ana María Muñoz de Muguña, Rainer Gross, Hans Schoeneberger y Luisa Villacorta</i> .....	826
ESTUDIOS DIETETICOS	
El puntaje dietético como metodología simplificada para procesar y analizar datos de consumo de alimentos. — <i>Rosa María Zamora y Victor Valverde</i> .....	843
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Soja como alternativa a alimentación infantil numa comunidade no nordeste do Brasil. — <i>Lea María Costa Cedraz e Richard Marvin Lockwood</i> .....	861
Cultivation of two varieties of winged bean ( <i>Psophocarpus tetragonolobus</i> , L. DC) in Jaboticabal, São Paulo. — <i>Alfredo Lam-Sánchez, José Fernando Durigan, Elias Tadeau de Oliveira, Wisler José Negro Serigatto and José Luiz Faggioni</i> .....	874
Evaluación de algunas características químico-nutricionales de la semilla del árbol de hule ( <i>Hevea brasiliensis</i> ). — <i>Celia Margarita Selle, Elvira González de Mejía, Luiz G. Elias y Ricardo Bressani</i> .....	884
Inhibidores de tripsina en alimentos a base de soja: revisión crítica de la cinética de destrucción térmica, y los métodos de análisis. — <i>Roberto Cuevas y Munir Cheryan</i> .....	902
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA .....	933
NUEVOS LIBROS .....	937
NOTAS .....	941
CONTENIDO DE LA REVISTA INTERCIENCIA: Volumen 8, No. 2, 1983 .....	945
CONTENIDO DE LA REVISTA TURRIALBA: Volumen 33, No. 1, 1983 .....	947
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XXXIII .....	951
INDICE POR MATERIA .....	959
INDICE POR AUTORES .....	963