

ARCHIVOS  
LATINOAMERICANOS  
DE  
NUTRICION



CONTINUACION DE  
ARCHIVOS VENEZOLANOS DE NUTRICION



ORGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD  
LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIII

MARZO, 1983

No. 1

*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

MARZO, 1983

No. 1

## CONTENIDO

	Página
<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
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
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>CIENCIAS DE ALIMENTOS</b>	
Estudo comparativo em vitamina C de cultivares de repolho ( <i>Brassica oleraceae</i> L., var. <i>capitata</i> L.), antes e depois de seu processamento em chucrute. — <i>José Santo Goldoni, Ismael Antonio Bonassi e Fernando Antonio Duarte Conceição</i> .....	45
Evaluación sensorial de pan con harina de papa. — <i>Vivien Gattás, Emilia Hiche, Digna Ballester y Enrique Yáñez</i> .....	56
Trigo: efectos del mezclado en panificación. — <i>Octavio Paredes-López y Walter Bushuk</i> .....	67
Efecto de la infestación por <i>Prostephanus truncatus</i> , Horn, <i>Sitophilus zeamais</i> , Mots, o <i>Sitotroga cerealella</i> , Oliver, en la concentración de aminoácidos en la proteína del maíz. — <i>Héctor Bourges y Esbaide Adem</i> .....	83
<b>NUTRICION EXPERIMENTAL</b>	
Desnutrição intrauterina em ratos. I. Repercussões no ganho de peso, tempo de gestação e no número de recém-nascidos. — <i>Suzana de Souza Queiroz Tonete, Fernando José de Nóbrega, Paulo Roberto Curi, Cleide Enoir Petean Trindade, Maria Eneida Eiello Sartor e Ely Carvalho Vasconcelos de Moura</i> .....	96

<b>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 . . . . .</b>	<b>109</b>
<b>NUTRICION HUMANA</b>	
<b>Infant feeding practices and beliefs in one community in the Sierra of rural Ecuador: A prevalence study. — Jeralyn Piggot and Kathryn Kolasa. . . . .</b>	<b>126</b>
<b>Tablas de referencia del perímetro del brazo desde el nacimiento hasta los dos años, para niñas y niños argentinos. — H. Lejarraga, L. Markevich, F. Sanchirico y M. Cusminsky . . . . .</b>	<b>139</b>
<b>Dietary supplementation and improvement in physical work performance of agricultural migrant workers of Southern Brazil. — W. A. Angeleli, F. L. Vichi, H. Vannucchi, I. D. Desai and J. E. Dutra de Oliveira. . . . .</b>	<b>158</b>
<b>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 . . . . .</b>	<b>170</b>
<b>Deficiencias de microelementos esenciales en dietas hispanoamericanas. — Johann Firbas B. y Margarita Domínguez . . . . .</b>	<b>189</b>
<b>GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA—NUTRICIONAL. . . . .</b>	<b>201</b>
<b>BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA. . . . .</b>	<b>209</b>
<b>NUEVOS LIBROS. . . . .</b>	<b>213</b>
<b>OTRAS PUBLICACIONES . . . . .</b>	<b>217</b>
<b>NOTAS. . . . .</b>	<b>219</b>
<b>CONTENIDO DE LA REVISTA INTERCIENCIA, Volumen 7, No. 5, 1982 . . . . .</b>	<b>223</b>
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES. . . . .</b>	<b>231</b>

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

---

VOL. XXXIII

MARCH, 1983

No. 1

---

---

## CONTENTS

	Page
<b>EDITORIAL</b> .....	5
<b>GENERAL ARTICLES</b>	
Two forgotten crops of agroindustrial importance: amaranth and quinoa. — <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
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
<b>FOOD SCIENCE</b>	
Comparative study of vitamin C in cabbage cultivars ( <i>Brassica oleraceae</i> L. var. <i>capitata</i> L.) before and after their processing as sauerkraut. — <i>José Santo Goldoni, Ismael Antonio Bonassi and Fernando Antonio Duarte Conceição</i> .....	45
Sensory evaluation of bread containing potato flour. — <i>Vivien Gattás, Emilia Hiche, Digna Ballester and Enrique Yáñez</i> .....	56
Wheat: effects of mixing in breadmaking. — <i>Octavio Paredes-López and Walter Bushuk</i> .....	67
Effect of infestation by <i>Prostephanus truncatus</i> , Horn, <i>Sitophilus zeamais</i> , Mots, o <i>Sitotroga cerealella</i> , Oliver, on corn protein amino acid concentration. — <i>Héctor Bourges and Esbaide Adem</i> .....	83
<b>EXPERIMENTAL NUTRITION</b>	
Intrauterine malnutrition in rats: I. Repercussion in body weight gain, duration of pregnancy and number of offspring. — <i>Suzana de Souza Queiroz Tonete, Fernando José de Nóbrega, Paulo Roberto Curi, Cleide Enoir Petean Trindade, Maria Eneida Aiello Sartor and Ely Carvalho Vasconcelos de Moura</i> .....	96

<b>Intrauterine malnutrition in rats. II. Body weight and mortality of offspring.</b> — <i>Suzana de Souza Queiroz Tonete, Fernando José de Nóbrega, Maria Eneida Aiello Sartor, Cleide Enoir Petean Trindade, Fábio Ancona Lopez and Paulo Roberto Curi . . . . .</i>	109
<b>HUMAN NUTRITION</b>	
<b>Infant feeding practices and beliefs in one community in the Sierra of rural Ecuador: A prevalence study.</b> — <i>Jeralyn Piggot and Kathryn Kolasa. . . . .</i>	126
<b>Standards of arm circumference from birth to twelve years of age for Argentinian boys and girls.</b> — <i>H. Lejarraga, L. Markevich, F. Sanchirico and M. Cusminsky. . . . .</i>	139
<b>Dietary supplementation and improvement in physical work performance of agricultural migrant workers of Southern Brazil.</b> — <i>W. A. Angeleli, F. L. Vichi, H. Vannucchi, I. D. Desai and J. E. Dutra de Oliveira. . . . .</i>	158
<b>Critical analysis of the validity of arm circumference as an indicator of protein-energy nutritional status of preschool children.</b> — <i>Hernán L. Delgado, Víctor Valverde and Robert E. Klein . . . . .</i>	170
<b>Deficiencies of essential minor elements in Spanish-American diets.</b> — <i>Johann Firbas B. and Margarita Domínguez M. . . . .</i>	189
<b>PERMANENT WORKING GROUP OF SLAN ON FOOD AND NUTRITIONAL SURVEILLANCE SYSTEMS . . . . .</b>	201
<b>LATIN AMERICAN BIBLIOGRAPHY . . . . .</b>	209
<b>NEW BOOKS . . . . .</b>	213
<b>OTHER PUBLICATIONS. . . . .</b>	217
<b>NOTES . . . . .</b>	219
<b>CONTENTS OF THE JOURNAL INTERCIENCIA: Volume 7, No. 5, 1982 . . . . .</b>	223
<b>INSTRUCTIONS TO AUTHORS . . . . .</b>	231

## EDITORIAL

### ACTUALIZACION DE LAS TABLAS DE COMPOSICION DE ALIMENTOS EN AMERICA LATINA Y LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

*Después de largas y serias reflexiones al respecto, se ha hecho claro en nuestra mente que una de las bases fundamentales en la ciencia de la nutrición y en las actividades de alimentación, la constituyen las tablas de composición química de alimentos. A pesar de su innegable importancia, sobre todo como instrumentos que ayudan a acentuar la eficiencia de los programas de "asignaciones familiares de alimentos", la "canasta básica" y en general, todos los programas que bajo uno u otro término se relacionan con la alimentación, poco se ha hecho en los últimos años con miras a actualizar los valores o contenidos de nutrientes en las tablas, y menos aún, en cuanto a incrementar el número de nutrientes analizados por alimento. Lo peor —y que tal vez sea la raíz fundamental de lo expuesto— es que los fondos requeridos para emprender la actualización de las tablas disponibles, son casi imposibles de obtener, ya que nos agitan conmociones económicas graves.*

*Muchos países, sin embargo, conscientes de la importancia de las tablas de composición, como base para mejorar la alimentación de los pueblos, han dedicado considerables esfuerzos a su actualización. Es así como ya se nota que no sólo se ha aumentado el número de nutrientes por alimento, sino también el número total de alimentos. Este es el caso en otras latitudes, pero desafortunadamente, no así en América Latina.*

*Hoy día la necesidad de realizar nuevas investigaciones sobre la composición química de los alimentos es imperiosa. Son varias las razones. En primer lugar, los avances en la agricultura han permitido la introducción del cultivo de nuevas variedades de granos básicos y de sistemas de producción. Por otro lado, los sistemas de cosecha y de almacenamiento hoy son diferentes, y tal vez conserven los granos por mayores períodos de tiempo. En el transcurso de los últimos años también ha aumentado el proceso a nivel industrial de más alimentos, y los procedimientos en sí han cambiado, afectando de una manera u otra la composición química de esos alimentos. Además, en las tablas no existen datos sobre la composición química de los "platos típicos" de cada país, los cuales tienen un valor significativo en las poblaciones que sufren de problemas nutricionales carenciales. Por último, el consumidor actual y el del futuro tienen a su disposición una variedad cada vez mayor de "nuevos alimentos".*

*Ajeno a lo que antecede, hay también dos aspectos importantes que implica la problemática de actualización de las tablas de composición de alimentos vigentes. El primero es que se han suscitado cambios importantes en los aspectos analíticos, no solo de la metodología propiamente dicha, sino también de los equipos analíticos, cambios que ahora permiten la obtención de mejores valores. El segundo aspecto es que ciertos términos como el de "fibra cruda", por ejemplo, hoy día ya no se aceptan y, en este caso en particular, es necesario cambiarlo por el de "fibra dietética". La obtención del contenido de carbohidratos por diferencia es otro aspecto que debe ser modificado. Lo mismo atañe al cálculo del contenido de energía —usando los factores de conversión de Atwater— el cual debe sustituirse por el análisis directo del contenido energético de los alimentos. Entre otros rubros de interés cabe citar aquí el contenido de aminoácidos esenciales, el de ácidos grasos, y el contenido y la disponibilidad biológica de los oligoelementos. En síntesis, existen múltiples razones por las que es imperativo actualizar las tablas existentes. Qué cambios conviene introducir debe ser, indudablemente, preocupación primordial nuestra, o sea de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.*

*Es cierto que algo hemos indicado con respecto a los usos de estas tablas, pero no olvidemos que pueden ser también muy útiles para el sector agrícola, el sector industrial, para los interesados en estudiar la epidemiología asociada a nutrientes, y para el sector de*

*dietistas y nutricionistas. No menos importante, constituyen un valioso instrumento para los gobiernos como guía en el diseño de sus programas de alimentación y planificación nutricional. En pocos términos, son muchos en verdad los que podrían beneficiarse de ellas y, de hecho, esto ya ha ocurrido y sigue ocurriendo.*

*Considerando la enorme importancia que implican las tablas de composición de alimentos y en vista de la necesidad de actualizarlas y recabar así la mayor cantidad de información posible al respecto, la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), convocó recientemente a un grupo de expertos en la materia, con el propósito de discutir a fondo el problema. El resultado de dicha reunión fue la creación del programa denominado INFOODS.*

*Se abriga la esperanza que América Latina participe en esta actividad concertada a nivel internacional. Pero para ello es esencial, primero, asociarse a nivel regional. Es importante, pues, que nosotros, que conformamos la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, nos encarguemos de ello, enfrentándola como una actividad de la mayor importancia. En pocas palabras, no hagamos de la SLAN una Sociedad pasiva y estática; por el contrario, tratemos de hacerla más dinámica y agresiva.*

*La actualización de las tablas de composición de alimentos latinoamericanas, bien podría ser el promisorio inicio de una nueva era para la ciencia de la nutrición y para programas más eficientes de alimentación en esta Región de las Américas.*

*En la consecución de esta meta, la Sociedad Latinoamericana de Nutrición puede desempeñar un papel clave. Es nuestra Sociedad: la queremos y la respetamos. Luchemos, pues, por ayudarla a cristalizar esta tarea que es un significativo reto y que constituye, a todas luces, una imperiosa necesidad.*

*Ricardo Bressani  
Editor General*



# ***ARTICULOS GENERALES***



## **DOS CULTIVOS OLVIDADOS, DE IMPORTANCIA AGROINDUSTRIAL: EL AMARANTO Y LA QUINUA<sup>1</sup>**

*A. Sánchez Marroquín<sup>2</sup>*

Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, A.C.  
México, D. F., México

### **RESUMEN Y CONCLUSIONES**

1. Las semillas de las especies mexicanas de amaranto, así como las sudamericanas de quinua, presentan las siguientes características bromatológicas: proteína, 13-15%; grasa, 6-7%; fibra cruda, 4-7%; carbohidratos, 61-65%, y cenizas, 3.3-3.6%. Como información adicional, cabe señalar que también revelan una regular digestibilidad de las semillas (53-65%), y buena (68-74%) de la semilla tostada o reventada. El valor biológico es de alrededor de 73% y la eficiencia proteínica es semejante a la de la caseína. Asimismo, el contenido vitamínico es similar en el amaranto y la quinua, con excepción del ácido ascórbico, que el primero contiene en mayor proporción

---

Manuscrito modificado recibido: 10-2-82.

- 1 Este trabajo fue presentado en la I Reunión Iberoamericana de Ciencia y Tecnología de Alimentos que se celebró en Barcelona, España, del 10 al 13 de marzo de 1980.
- 2 La dirección actual del autor es: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Arcos de Belén 79, México 1, D. F., México.

2. Aun cuando el contenido de proteína de las hojas de estas especies es bajo (4-50/o), otros de sus componentes se encuentran en proporción conveniente: fibra cruda, 3-50/o, extracto no nitrogenado, 540/o, extracto etéreo, 0.4-2.60/o, y cenizas, 6-70/o.
3. Los aminogramas de las tres especies seleccionadas (*A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, y *Ch. quinoa*) revelan la buena calidad de la proteína, con ligera deficiencia en leucina.
4. El contenido proteínico de las harinas integrales del amaranto y de la quinua es superior al de los cuatro cereales sometidos a estudio y esas harinas pueden así usarse para enriquecer a estos últimos mejorando su calidad bromatológica. De particular interés resulta la mezcla con harina de maíz para elevar el valor nutricional de tortillas, arepas, etc., lográndose con ello un incremento apreciable de la eficiencia de la proteína.
5. Los germinados de ambas especies son también ricos en proteína y mejoran la calidad en las mezclas con cereales y otras semillas germinadas, o tostadas y reventadas.
6. En suma, los resultados experimentales permiten concluir que los productos industriales obtenidos de las semillas y hojas ofrecen amplias perspectivas para su utilización futura en la alimentación. En especial, ello atañe a los países en vías de desarrollo, en donde su uso resultaría muy valioso para mejorar el valor nutritivo de las dietas tradicionales.

## INTRODUCCION

Varios centros de investigación alimentaria en el mundo, están tratando de rescatar del olvido al amaranto, ya que éste constituye un importante componente en la dieta tradicional de algunos países. A la vez se están esforzando por introducir el cultivo de la quinua que, en varias regiones sudamericanas, representa un valioso alimento (1-14).

Sobre estas bases se ha iniciado una serie de estudios que cubren desde el cultivo de dichas plantas en diferentes condiciones climatológicas y edafológicas hasta investigaciones más específicas que incluyen las propiedades bromatológicas del tallo, hojas y semillas y su empleo en la dieta humana y animal. Se han realizado esfuerzos de diversa índole con miras a mejorar los métodos tradicionales del cultivo particularmente con relación a la cosecha, y separación de la semilla mediante la introducción de equipo más adecuado para reducir los costos de producción.

Por último, se está tratando de diversificar los usos indus-

triales de esas plantas con el objeto de mejorar la situación económica que impera en las regiones marginadas donde actualmente se cultivan.

En el México antiguo la especie *A. hypochondriacus* o *A. leucocarpus*, como también ha sido llamada, fue con toda probabilidad la de empleo más frecuente como alimento (8, 15-19) con el nombre común de "alegría", junto con *A. cruentus* (también denominada *A. paniculatus*) y *Chenopodium nuttaliae*, especie estrechamente relacionada al *Chenopodium quinoa*, al grado de que en la actualidad se la considera en sinonimia (20, 21).

La especie *A. caudatus* de Perú no era conocida. Fue cultivada principalmente en Argentina y Bolivia y se utilizaba como grano y también como verdura (17, 18, 22, 23).

Asimismo, las especies *A. gageticus* y *A. dubius* se usaban como hortalizas y granos. En varias regiones de América del Sur ambas especies jugaron un papel importante en la dieta diaria de varias tribus. También se sabe que las especies silvestres *A. hybridus*, *A. powellii* y *A. retroflexus* fueron usadas como hortalizas en tiempos antiguos (19, 22, 24, 25) y que aún ahora se utilizan en algunos países (19, 26-28).

Puesto que en México son varias las ferias regionales de la "alegría" (confite popular preparado con semillas de amaranto) que se celebran anualmente en pequeñas poblaciones, se aprovecha este hecho para promover, primero localmente y después a mayor escala, mejores métodos de cultivo. También se fomentan otros avances en los estudios de tecnología alimentaria logrados desde 1978.

En Bolivia, Perú, Ecuador y Chile, principalmente, se han efectuado ya importantísimas investigaciones científico-tecnológicas de la quinua (2, 5, 29-32), en tanto que en Estados Unidos, México, Puerto Rico, India, Suecia y otros países se estudia el amaranto desde diversos puntos de vista (19, 26, 28, 33-35).

En el presente trabajo se sumarian los principales resultados logrados en el Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, A. C. (CEESTEM) referentes a las especies seleccionadas de *Amaranthus* y *Chenopodium*.

#### MATERIALES Y METODOS

Los Doctores Mario Tapia y Hugo Torres de Bolivia y Perú, respectivamente, suministraron más de 50 variedades de

*Chenopodium quinoa* que están siendo objeto de investigaciones de carácter agronómico y botánico en dos estaciones agrícolas experimentales del CEESTEM y en otros sitios de condiciones climatológicas y edafológicas diferentes. Estos estudios se realizan según convenios celebrados con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y el Colegio de Postgraduados de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de México.

Holly Hauptli y Laurie Feine de la Universidad de California y Rodale Press (Emmaus, Pa) proporcionaron 26 especies y variedades de *Amaranthus*; los Doctores Hunziker y Covas, de Argentina, la especie *A. mantegazianus*; el Dr. Rolf Carlson de Suecia, tres especímenes, y el Dr. Franklin W. Martin de Puerto Rico, dos.

Se recolectaron también otras especies y variedades de *Amaranthus* y *Chenopodium* en varios estados de la República Mexicana.

Los análisis bromatológicos, incluyendo vitaminas, minerales y digestibilidad *in vitro* se efectuaron valiéndose de los métodos de la AOAC (36).

Las pruebas de eficiencia de la proteína (PER) fueron realizadas en el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, también según métodos de la AOAC, 1975. El perfil de aminoácidos se determinó de acuerdo con el procedimiento de Spackman, *et al.* (37) mediante analizador automático Beckman, Modelo 120. Las pruebas farinológicas se practicaron aplicando los procedimientos de la AACC (38). Los productos alimenticios y los germinados se prepararon según métodos usuales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis de las hojas, tallos, semillas y panículas de *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y "quintonil" (*A. hybridus*) a partir de muestras colectadas en México, comparados con los de *Chenopodium quinoa* se dieron a conocer en otros trabajos (33, 34, 39, 40). Las semillas de *A. cruentus* tienen un contenido de proteína similar al de *A. hypochondriacus*, *Chenopodium quinoa* y *A. hybridus*. En todas las muestras bajo estudio (Tablas 1 y 2) las semillas mostraron un alto contenido de fibra cruda y de extracto no nitrogenado. El extracto etéreo es mayor en las semillas que en las hojas, tallos o panículas (inflorescencias). *Chenopodium quinoa* contiene más tiamina, riboflavina y hierro, y

**TABLA 1**  
**ANALISIS BROMATOLOGICO DE AMARANTOS**  
 (Expresado en términos de porcentaje)

Muestra	Humedad	Cenizas	Proteína	Extracto etéreo	Fibra cruda	Extracto no nitrogenado
<i>A. cruentus</i> (hojas)	29.77	7.17	4.62	0.47	3.59	54.38
<i>A. cruentus</i> (semillas)	20.28	2.50	12.31	3.12	9.19	52.60
<i>A. cruentus</i> (tallo)	21.94	1.67	0.56	1.82	8.50	65.51
<i>A. cruentus</i> (panícula)	34.52	2.52	4.62	0.45	8.77	49.12
<i>A. hypochondriacus</i> (hojas)	29.85	6.05	4.37	2.63	3.80	53.30
<i>A. hypochondriacus</i> (panícula)	37.99	3.00	5.31	1.76	8.46	43.48
<i>A. hybridus</i> (hojas)	23.18	3.99	5.62	0.31	2.39	64.51

**TABLA 2**  
**ANALISIS GENERAL COMPARADO DE LAS SEMILLAS**

<b>Componentes</b>	<i>A. hypochondriacus</i>	<i>A. cruentus</i>	<i>Ch. nuttalliae</i>	<i>Ch. quinoa</i>
<b>Humedad</b>	10.8	11.2	10.5	10.8
<b>Proteína</b>	14.7	13.1	13.7	14.0
<b>Grasa cruda</b>	6.9	6.4	6.3	6.2
<b>Fibra cruda</b>	6.1	7.2	6.5	4.1
<b>Carbohidratos</b>	62.8	61.7	64.0	65.2
<b>Cenizas</b>	3.6	3.4	3.3	3.3
<b>Rendimiento/ha (kg)</b>	750 - 2,300	600 - 800	650 - 1,600	820 - 1,870
<b>Digestibilidad (%)</b>	65.0	53.0	51.0	65.0
<b>Semilla reventada (digestibilidad)</b>	74.0	68.0	—	72.0
<b>Proteína de semillas* (kg/ha)</b>	120 - 300	100 - 280	100 - 280	150 - 310

\* Mínimo y máximo en diferentes regiones.

La proteína de la semilla basta para alimentar ocho personas/ha durante un año.

*A. hypochondriacus* más calcio, magnesio y ácido ascórbico (Tabla 3). La quinua, término que comprende *Chenopodium quinoa* y *Chenopodium nuttalliae* presenta características químicas similares. Los datos correspondientes a esta última no se incluyen en la Tabla.

Los aminogramas de *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *Chenopodium quinoa* (Tabla 4) revelan un grano de buena calidad proteínica, con tenores altos de todos los aminoácidos, pero con una aparente deficiencia en leucina por lo cual se complementa bien con cereales. La metionina acusa valores inferiores a los

TABLA 3  
COMPOSICION DE LA SEMILLA DEL AMARANTO  
Y LA QUINUA (%)

Determinaciones	<i>A. hypochondriacus</i>	<i>Ch. quinoa</i>
Proteína	15.0 – 16.0 g	14.7
Grasa	3.7 – 7.1 g	3.4
Carbohidratos	60.5 – 64.1 g	65.0
Fibra cruda	3.5 – 6.8 g	7.2
Calcio	360.4 – 375.3 mg	140.7
Fósforo	397 – 491 mg	410.6
Hierro	1.5 – 3.2 mg	10.7
Cobre	0.7 mg	1.2
Magnesio	270 mg	198.0
Valor biológico	73.7	73.0
Digestibilidad	76.4	78.0
Eficiencia de la proteína*	2.12	2.0
Energía (calorías)	391	372
Vitaminas (mg %)		
Tiamina	0.25	0.59
Riboflavina	0.29	0.60
Niacina	1.15	1.25
Acido ascórbico	2.80	1.21

\* Caseína 2.2. La digestibilidad y la eficiencia proteínica se refieren a semillas reventadas (“popping”).

TABLA 4

AMINOGRAMA DE LAS TRES ESPECIES SELECCIONADAS  
(SEMILLAS)

Aminoácidos	<i>A. hypochondriacus</i>	<i>A. cruentus</i>	<i>Ch. quinoa</i>	Patrón FAO
Lisina	5.6	5.4	5.6	5.5
Metionina	2.3	2.1	2.2	2.2
Treonina	3.4	3.2	3.3	4.0
Cisteína	2.2	2.1	2.2	—
Valina	4.2	4.3	4.4	5.0
Tirosina	3.4	3.3	3.3	2.8
Leucina	5.6	5.5	5.4	7.0
Fenilalanina	3.8	3.4	3.7	2.8

señalados por otros investigadores debido a que se destruyó parcialmente durante la hidrólisis ácida. El triptofano no se determinó, pero los cálculos realizados por otros analistas lo sitúan en torno a 2.1%. Según se aprecia en la Tabla 5, la harina integral de estas especies también es satisfactoria desde el punto de vista bromatológico.

Otras pruebas especiales practicadas en las semillas de amaranto y quinua (Tabla 3) confirman su alto valor biológico como una buena fuente de proteína, minerales y vitaminas. En términos generales, el valor biológico es de 73%; la digestibilidad, de 65-74%; el PER se aproxima al valor de la caseína, y la energía estimada es de alrededor de 390 calorías. El puntaje ("score") químico es superior al de los cereales comúnmente empleados en la dieta latinoamericana y al de diversas legumbres (acelgas, espinacas, lechuga, tomate, brócoli, espárragos), leguminosas (frijol, soya, chícharo (*Pisum*), habas, alfalfa, maní) y leche de vaca.

Las semillas de amaranto difieren de las amargas de la quinua en que no contienen saponinas (16, 19, 22) ni compuestos fenólicos (26). Los oxalatos y nitratos presentes no se encuentran en proporciones significativas y no representan un serio problema puesto que pueden eliminarse por medio del lavado (25).

Del resultado de todas estas pruebas es posible concluir que las semillas y hojas de las especies estudiadas constituyen un buen alimento. El único factor limitante en relación con la harina obtenida de la semilla es la ausencia o escaso contenido de gluten (34).

Recientemente se ha confirmado la no toxicidad de las semillas y hojas (19, 26, 35). Asimismo, se ha observado que las semillas tostadas o reventadas ("popping") tienen mejor digestibilidad que las crudas y, por lo tanto, sería conveniente introducir el "reventado" o el "tostado" como un paso previo para la elaboración de los productos de amaranto y quinua (34, 39).

Desde el punto de vista industrial son varias las aplicaciones del amaranto y la quinua, según los estudios del CEESTEM y de varios investigadores sudamericanos (7, 10, 12, 30, 31, 39).

En la Figura 1 se aprecia la ruta que las diferentes partes de la planta siguen para su uso industrial, de acuerdo con las características químicas de cada una de ellas. Así, los tallos serán destinados a forraje (41), las hojas a alimento para consumo humano (modificando su sabor ya que en algunas especies es amargo) y las semillas, que representan la parte más valiosa para la industria, podrán emplearse directamente como confituras o bien ser sometidas a molienda para la obtención de harinas (Tabla 5). Estas últimas

TABLA 5

## COMPOSICION DE HARINAS INTEGRALES

Componentes	Amaranto	Triticale	Cebada	Maíz	Trigo	Quinua
Humedad	10.00	11.00	11.00	11.72	10.10	10.3
Cenizas	2.50	2.06	2.07	1.56	1.05	2.3
Proteína	15.74	12.46	14.19	8.51	12.00	14.6
Fibra cruda	4.94	2.38	2.18	1.75	1.20	3.4
Grasa cruda	7.03	1.46	4.18	5.51	1.80	6.8
Carbohidratos	60.82	70.60	66.37	70.95	76.60	64.3

podrían emplearse en industrias específicas tales como panadería, pastelería, pastas alimenticias, galletas, mazapanes, hojuelas, etc. En la Tabla 6 se indican los principales usos de los productos. En los momentos actuales se tiende a establecer pequeñas industrias en varios países, para lo cual es conveniente y urge introducir primero un mejoramiento en los métodos de separación de la semilla. Así se podrán reducir los costos de operación economizando tiempo y mano de obra, aunque sin eliminar ésta en forma radical, así como diseñar equipo adecuado para el trillado, limpieza de la

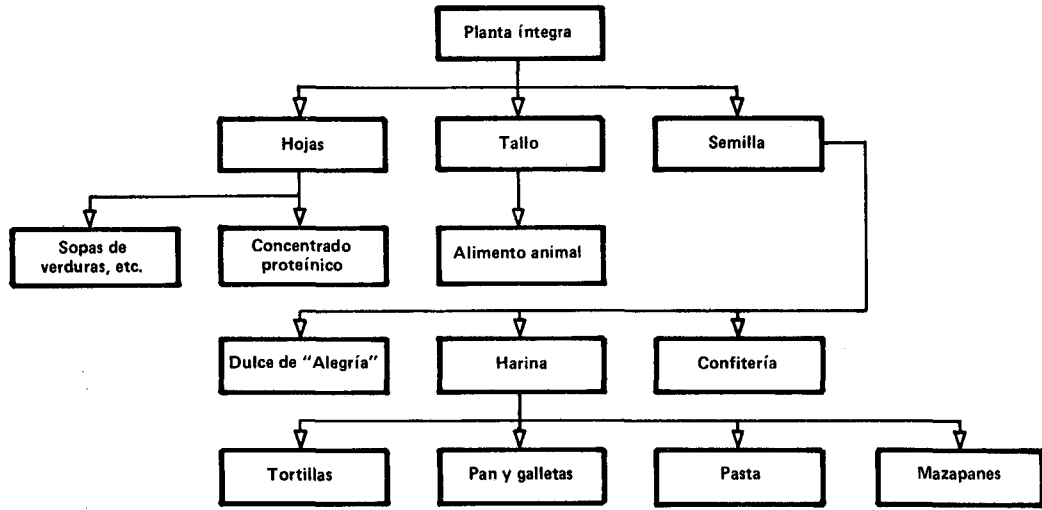


FIGURA 1  
Utilización integral del amaranto

**TABLA 6**  
**PRODUCTOS DE QUINUA Y AMARANTO**  
**(Variedades dulces)**

Productos	Usos principales
<i>Crudos:</i>	
— Semilla perlada	Sopas, guisos, etc.
— Semilla entera	Granola, confitería, harinas: pastas y galletas, repostería, "pinole".
— Semilla germinada	Directos, alimentos especiales (adultos y niños).
— Hoja entera	Ensaladas, concentrados proteínicos.
— Tallo	Forrajes ("quiri").
— Germen	Aceites.
<i>Cocidos:</i>	
— Semilla cocida, tostada o reventada	Confitería, sopas, estofados, hojuelas, galletas, maná, etc. Farinología: pastas, pan, tortilla, arepas, tamales, etc.
— Inflorescencia (jipi)	Estofados, guisos diversos.
— Hoja	Sopas, estofados, productos instantáneos.
— Tallo	Complemento alimenticio.
<i>Precocidos:</i>	
— Semilla	Alimentos infantiles, alimentos de humedad intermedia.
— Hoja	Alimentos infantiles, alimentos de humedad intermedia.
— Tallo	Suplemento mineral.

**En los productos cocidos el valor nutritivo aumenta.**

semilla, "popping", etc. Para la separación de la semilla se ha propuesto un modelo adecuado (34); es de bajo precio, fácil operación, fabricación simple y eficiencia verificada.

Para la desaponificación de quinuas amargas se utilizan en Perú y Bolivia algunos dispositivos especiales (42), y en Estados Unidos se diseña maquinaria para la cosecha del amaranto (19, 34).

Los proyectos de industrialización del amaranto y la quinua vía harinas son muy atractivos si se toma en consideración que su calidad nutricional compite ventajosamente con los cereales. A este respecto cabe señalar que en los programas de enriquecimiento de cereales con diversas finalidades, la harina de amaranto, al igual que la de quinua (39), la de soya (43-45) y otros (43) representa una forma muy conveniente y económica de lograr un apreciable incremento en el valor alimenticio de diversos productos muy populares en la dieta latinoamericana tales como tortillas, arepas, panes, galletas, pastas, etc.

Así, por ejemplo, en México se elabora industrialmente (Figura 2) masa deshidratada de maíz nixtamalizado (tratamiento alcalino) con un objetivo social muy claro debido a su empleo, tan difundido, en la preparación de las tortillas, elemento básico de la dieta popular. En efecto, se producen más de 450,000 toneladas en cuatro empresas de participación estatal y privadas. A nivel más reducido en las tortillerías se emplean máquinas de diseño nacional de dos empresas mayores y otras medianas. Una de ellas elabora más del 50% de los 400 millones diarios de tortillas producidas.

Hay varios modelos con capacidad variable, de 3,000 hasta 12,000 tortillas por hora, dependiendo del diámetro de las mismas (12 ó 16 cm). Estas máquinas se han empleado también para elaborar tortillas con mezclas de trigo integral y maíz. Alrededor de un millón de toneladas de maíz se utilizan para la fabricación de la harina correspondiente, siendo la producción a mayor escala la de la industria privada. En una comunicación reciente (46) se señala lo siguiente: "De las 10,977,000 toneladas de maíz que la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos calcula que serán cosechadas en 1979, los 14,905 molinos, los 8,990 molinos-tortillerías y las 14,223 tortillerías del país (38,118 expendios de masa y tortillas en total) comercializarán 3,830 toneladas. En las fábricas de derivados (almidones, glucosa, fécula, aceites y hasta whisky japonés) se usarán 1,246,000 toneladas, y el mercado al menudeo absorberá 2,730,000".

Así, es de recomendarse que estos molinos de maíz, así como los de trigo y arroz, mezclen previamente las harinas con 20 ó

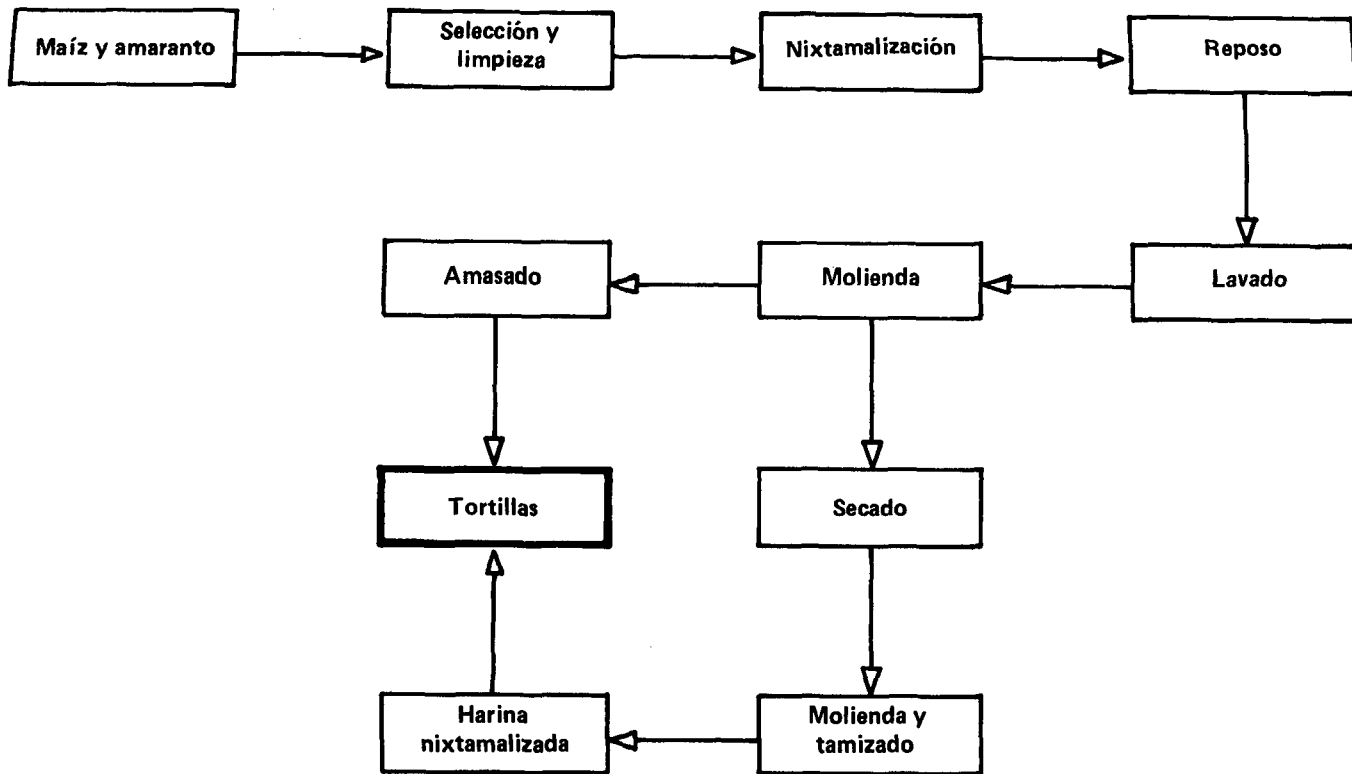


FIGURA 2

Diagrama de bloques para la elaboración de tortilla de maíz y amaranto

30% de amaranto o quinua y empleen la mezcla enriquecida (34, 39) en la producción de la masa destinada a la elaboración de tortillas, arepas, panes, pastas y productos similares.

El proceso mexicano de la nixtamalización del maíz aumenta asimismo el valor biológico de los productos finales, por ejemplo, de un PER de 1.74 a 2.14 - 2.40 (Tabla 7) en la tortilla.

TABLA 7  
INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA

Productos	PER	%
Tortilla*	1.74	61.3
Caseína	2.84	—
Tortilla**	2.14	81.4
Caseína	2.63	—
Amaranto***	2.40	84.5
Caseína	2.84	—

\* Tortilla con 20% de harina integral de amaranto.

\*\* Tortilla con 20% de harina de amaranto nixtamalizada.

\*\*\* Amaranto "reventado".

En Bolivia se ha emitido un decreto que hace obligatoria la adición de 5% de harina de quinua a la de trigo para mejorar su calidad nutricional y para reducir en gran volumen las importaciones masivas de trigo.

Por otra parte, teniendo en cuenta los resultados experimentales en pruebas de panificación, las mezclas de harina de amaranto y trigo (34, 39) y de estos dos con trigo sarraceno (47), han sido seleccionadas para promover su uso en panificación. Asimismo, resultan muy aconsejables las mezclas de harinas de trigo y quinua (12, 30).

Según nuestros experimentos las mezclas de harinas de amaranto y trigo "tezopaco" en proporciones de 80:20 y de 90:10 resultan adecuadas para la industria galletera (39). Las harinas de amaranto solo no son satisfactorias debido a su textura pobre.

Cabe señalar que las semillas de amaranto y quinua tienen otro uso igualmente promisorio al sometérselas a procesos de

germinación (34, 39, 40) pues en algunos de los germinados el contenido de proteína (Tabla 8) y el de aminoácidos (39) aumentan ostensiblemente. Además acontecen cambios fisiológicos que determinan una mayor digestibilidad y mayor eficiencia de la proteína, por lo cual es de prever que los productos derivados encuentren amplio uso en la nutrición humana, sobre todo como alimentos infantiles. Por cierto, ya estamos por emprender algunos proyectos en este sentido.

El uso industrial del amaranto y la quinua puede ampliarse considerablemente si se emplean directamente o en productos cocidos, ya sea tostados o reventados, en diversas aplicaciones de confitería. Así, la golosina conocida con el nombre de "alegría" es muy popular en México. Las palanquetas, "paletas", galletas y polvorones, preparados con harinas o semillas de amaranto o quinua, de acuerdo con los métodos industriales en uso (Tabla 9), son productos que podrían tener un gran mercado y la inversión necesaria para su elaboración es mínima. Su sabor es agradable, y la proporción de proteína y carbohidratos puede ajustarse a voluntad. Los mazapanes de amaranto o quinua, la granola y el maná, constituyen líneas adicionales de productos con características organolépticas y bromatológicas muy aceptables.

Las hojuelas de amaranto y quinua se preparan fácilmente y su empleo en el desayuno es similar al de la avena.

Por último, los aceites derivados de ambas plantas resultan de interés, pues la composición general revela su utilidad en la alimentación humana y animal, como lo sugiere el contenido de ácidos grasos que se indica en la Tabla 10.

Los concentrados de proteína foliar (LPC) representan, asimismo, un potencial alimentaria muy estimable (26). Además, el fuerte pigmento rojo de *A. hypochondriacus* podría tener cierta importancia como colorante en la industria alimentaria.

TABLA 8  
COMPOSICION DE LOS GERMINADOS

Determinaciones o/o	Amaranto		Garbanzo		Alfalfa		Quinoa	
	Semillas	Germin.	Semillas	Germin.	Semillas	Germin.	Semillas	Germin.
Humedad	10.0	3.6	7.5	7.5	9.0	7.8	11.2	4.0
Proteína	15.7	17.0	18.8	28.8	30.1	51.6	16.1	17.8
Grasa cruda	7.0	8.0	9.5	7.5	3.6	2.1	5.8	6.7
Fibra cruda	4.9	5.7	4.6	3.8	—	10.5	4.1	3.9
Carbohidratos	59.9	63.3	52.8	59.6	53.4	22.8	60.0	62.7
Cenizas	2.5	2.4	2.8	2.8	3.9	5.2	2.1	2.3

**TABLA 9**

**ANALISIS BROMATOLOGICO DE DIVERSOS PRODUCTOS**

Determinación o/o	Tortilla*	Palanqueta	Paleta	Polvorín	Galletas	Harina**
Humedad	39.3	2.16	0.63	2.82	4.61	9.09
Cenizas, 600°C	1.2	1.84	0.26	1.30	1.25	2.73
Grasa	3.8	2.46	1.0	24.17	7.5	4.27
Fibra cruda	0.7	2.9	0.13	0.34	1.1	3.0
Proteína	6.4	5.86	0.30	11.28	5.6	11.38
Carbohidratos	48.5	84.78	97.96	60.09	73.4	69.51

\* Mezcla de maíz + amaranto 80:20 (nixtamalizados).

\*\* Mezcla de harina gruesa, fina y granillo (16:10:20).

TABLA 10

## ACIDOS GRASOS DE LAS SEMILLAS (26)

Acidos grasos	<i>A. hypochondriacus</i>	<i>Chenopodium Spp.</i>
c16:0 (Palmítico)	18.1	11
c18:0 (Estearico)	4.6	0.7
c18:1 (Oleico)	26.7	22
c18:2 (Linoleico)	49.4	56
c18:3 (Linolénico)	0.9	7

## SUMMARY AND CONCLUSIONS

TWO FORGOTTEN CROPS OF AGROINDUSTRIAL IMPORTANCE:  
AMARANTH AND QUINUA

1. Seeds from Mexican amaranth species, as well as South American quinoa species, present the following bromatologic characteristics: protein, 13-15<sup>o</sup>/o; fat 6-7<sup>o</sup>/o; crude fiber, 4-7<sup>o</sup>/o; carbohydrates, 61-65<sup>o</sup>/o, and ash, 3.3-3.6<sup>o</sup>/o. Seeds also reveal a fair digestibility (53-65<sup>o</sup>/o), while toasted or popped seeds have a good digestibility (68-74<sup>o</sup>/o). Their biological value is around 73<sup>o</sup>/o and the protein efficiency similar to that of casein. Vitamin content is similar in both amaranth and quinoa, except for ascorbic acid, which the former contains in a larger proportion.
2. Even though the leaves of these species present a low protein content (4-5<sup>o</sup>/o), other components are found in a convenient proportion: crude fiber, 3-5<sup>o</sup>/o, nitrogen-free extract, 54<sup>o</sup>/o, ether extract, 0.4-2.6<sup>o</sup>/o, and ash, 6-7<sup>o</sup>/o.
3. The aminograms of the three selected species (*A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, and *Ch. quinoa*) reveal a good protein quality with a slight leucine deficiency.
4. Protein content of the amaranth and quinoa whole meals is higher than that of the four cereals studied; therefore, those meals can be used to enrich the latter by improving their nutritional quality. Of particular interest is their use in mixtures with corn meal, as the nutritional value of tortillas, arepas, etc. is increased and, thus, an appreciable increment of protein efficiency is obtained.

5. The germinated seeds of both species are also rich in protein content and they improve the protein quality in mixtures with cereals and other germinated, roasted, and popped seeds.
6. In summary, on the basis of experimental results, we conclude that industrial products obtained from the seeds and leaves offer good perspectives for their future use in diets. Especially, this concerns the developing countries, where their use would prove to be most valuable in improving the nutritive value of traditional diets.

### BIBLIOGRAFIA

1. Alvistur, C. E. *et al.* Composition and nutritive value of quinoa. *Bol. Soc. Quím., Perú*, **19**: 197, 1953.
2. Avila, P. & J. Etchevers. Antecedentes sobre el cultivo de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile, 1979.
3. Bacigalupo, A. Comunicaciones personales. Oficina Regional de la FAO, Santiago, Chile, 1979.
4. Bruin, A. de. Investigation of food value of quinoa and cañihua seeds. *J. Food Sci.*, **29**: 872-876, 1964.
5. Etchevers, J. Cultivo de la quinua en Chile. Presentado en: **X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas, Acapulco, México, 1979.**
6. Gandarillas, H. Razas de quinua. *Boletín Experimental No. 34* del Ministerio de Agricultura, La Paz, Bolivia, 1968.
7. Gandarillas, H. & G. Tapia. Quinoa dulce Sajama. Presentado en: **II Convención Internacional de Quenopodiáceas, Potosí, Bolivia, 1976.**
8. Junge, I. *et al.* Lupino y quinoa. Estado actual de los conocimientos y de las investigaciones sobre su empleo en la alimentación humana. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, Chile, 1975.
9. Mahoney, A. *et al.* An evaluation of the protein quality of quinoa. *J. Agr. Food Chem.*, **23**: 190-193, 1975.
10. Pulgar, J. La quinua o suba en Colombia. Fichero Científico Agropecuario. Ministerio de Agricultura, Bogotá, Colombia, 1954.
11. Tapia, M. Cultivo de la quinua en los Andes. Presentado en: **II Convención Internacional de Quenopodiáceas, Potosí, Bolivia, 1976.**
12. Tapia, M. Industrialización de la quinua. En: **Curso de Quinoa.** Impartido por Universidad Nacional Técnica del Altiplano, IICA, Puno, Perú, 1977.
13. Tellería, M. L., *et al.* Evaluación química y biológica de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **28**: 253-

- 263, 1978.
14. White, P. L., *et al.* Nutrient content and protein quality of quinoa and cañihua edible seed products of the Andes Mountains. **J. Agr. Food Chem.**, **3**: 531-534, 1955.
  15. Feine, L. Taxonomical investigations and germoplasm collection in Mexico. En: **Proceedings, 2nd Amaranth Seminar.** Kutztown, Pa., Rodale Press, 1979.
  16. Haberern, J. Review of amaranth research at New Farm 1974-1977. En: **Proceedings, First Amaranth Seminar.** Emmaus, Pa., Rodale Press, 1977, p. 63-70.
  17. Hunziker, A. T. Las especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los Indios de América. **Rev. Arg. Agron.**, **10**: 297-354, 1943.
  18. Hunziker, A. T. Los pseudo-cereales de la agricultura indígena de América. Universidad Nacional de Córdoba, Buenos Aires, Argentina (Museo Botánico), 1952.
  19. **Proceedings 2nd Amaranth Seminar.** Kutztown, Pa., Rodale Press, 1979.
  20. Nelson, D. C. **Taxonomy and Origins of *Chenopodium quinoa* and *Chenopodium nuttalliae*.** Ph. D. Thesis. Indiana University, Ann Arbor, Michigan, 1968.
  21. Wilson, H. D. & C. B. Heiser, Jr. The origin and evolutionary relationships of "huauzontle" (*Chenopodium nuttalliae*, Safford), domesticated chenopod of Mexico. **Am. J. Bot.**, **6**(2): 198-206, 1979.
  22. Sauer, J. D. Cultivated plants of South and Central America. En: **Handbook of South American Indians.** Vol. 6. Steward (Ed.). 1950, p. 437-453.
  23. Sauer, J. D. The grain amaranths: a survey of their history and classification. **Ann. Mo. Bot. Gard.**, **38**: 561-632, 1950.
  24. Hauptli, H. Agronomic potential and breeding amaranths. En: **Proceedings, First Amaranth Seminar.** Kutztown, Pa., Rodale Press, 1977, p. 105-120.
  25. Nabhan, G. Amaranth cultivation in the U. S. Southwest and Northwest Mexico. En: **Proceedings, 2nd Amaranth Seminar.** Kutztown, Pa., Rodale Press, 1979.
  26. Carlsson, R. Quantity and quality of amaranthus seed from plants in temperate, cold and hot, and sub-tropical climates. En: **Proceedings, 2nd Amaranth Seminar.** Kutztown, Pa., Rodale Press, 1979.
  27. Coons, P. **The Genus *Amaranthus* in Ecuador.** Ph. D. Dissertation. Indiana University, Ann Arbor, Michigan, 1975.
  28. Jain S. Germoplasm resources in Indian amaranths. En: **Proceedings, 2nd Amaranth Seminar.** Kutztown, Pa., Rodale Press, 1979.

29. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. **Curso de Quinua**. Impartido por Universidad Nacional Técnica del Altiplano, IICA, Puno, Peru, 1977.
30. Instituto de Investigaciones Agroindustriales. **Proyectos I, II y III del Programa Nacional de Alimentación Popular**. La Molina, Perú, 1977.
31. Moreyra, L. & R. Vargas. Estudio de la utilización de la quinua. Instituto de Investigaciones Agroindustriales, Lima, Perú, 1976.
32. Rea, J. Biología floral de la quinua (*Chenopodium quinoa*). **Turrialba**, **19(1)**:91-96, 1969.
33. Sánchez-Marroquín A & S. Maya. Características bromatológicas de amarantos de México. Presentado en: **III Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica, Instituto Politécnico Nacional, México D. F., México, 1979**.
34. Sánchez-Marroquín. A. Potencialidad Agroindustrial del Amarantho. Monografía. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México, D. F., México, 1980.
35. Senft, J. Nitrate and oxalate studies on vegetable amaranth. En: **Proceedings, 2nd Amaranth Seminar**. Kutztown, Pa., Rodale Press, 1979.
36. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975.
37. Spackman, D. H., *et al.* Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Anal. Chem.**, **30**: 1190, 1958.
38. American Association of Cereal Chemists. **Cereal Laboratory Methods**. St. Paul, Minn., the Association (AACC), 1962.
39. Sánchez-Marroquín, A. Agroindustrial potential of amaranth in Mexico. En: **Proceedings, 2nd Amaranth Seminar**. Kutztown, Pa., Rodale Press, 1979.
40. Sánchez-Marroquín, A. & J. L. Pérez. Perspectivas industriales del amaranto. Presentado en: **III Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica, Instituto Politécnico Nacional, México D. F., México, 1979**.
41. Narchisio, A., *et al.* Valutazione del valore foraggero di *Chenopodium quinoa*, L. **Ann. Fac. Med. Vet. (Torino)**, **21**: 133-140, 1974.
42. Mujica Sánchez, A. & A. Narrea. Mecanización en la siembra de quinua. En: **Curso de Quinua**. Impartido por Universidad Nacional Técnica del Altiplano, IICA, Puno, Perú, 1977.
43. Cravioto, R. & M. Cervantes. Eficiencia proteica de la harina de masa enriquecida con harina de soya y de la adicionada con proteínas de ajonjolí. **Ciencia (México)**, **24**: 159, 1965.
44. Del Valle, F. Producción industrial, distribución y mercadeo de la

- harina para tortillas en México. En: **Mejoramiento Nutricional del Maíz**. Ricardo Bressani, J. Edgar Braham y Moisés Béhar (Eds). Memorias de una Conferencia de nivel internacional celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 6 al 8 de marzo de 1972. Guatemala, C. A., Talleres Gráficos del INCAP, octubre de 1972, p. 60-86.
45. Pérez Villaseñor, J., F. R. del Valle & M. M. Salene. Enriquecimiento de las tortillas con proteínas de soya por medio de la nixtamalización de mezclas de maíz y frijol de soya. *Tecnol. Alim.*, **9**(1):24-27, 1974.
  46. Anónimo. La tecnología de la tortilla. Información CONACYT, 16-20, 1979.
  47. Castilla-Chacón, F. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (México). Comunicaciones personales, 1978.

**NUTRITIONAL SIGNIFICANCE OF INTERACTIONS  
BETWEEN IRON AND FOOD COMPONENTS<sup>1,2</sup>**

*Abraham Stekel,<sup>3</sup> Mirna Amar,<sup>4</sup> Elvira Calvo<sup>5</sup>, Patricia Chadud,<sup>4</sup>  
Eva Hertrampf,<sup>4</sup> Sandra Llaguno,<sup>4</sup> Manuel Olivares<sup>4</sup> and  
Fernando Pizarro<sup>4</sup>*

**Institute of Nutrition and Food Technology (INTA)  
University of Chile, Santiago, Chile**

---

Manuscrito original recibido: 6-5-82.

- 1 Presented as Closing Remarks at a Minisymposium held as part of the XII International Congress of Nutrition, San Diego, California, August 1981.
- 2 Supported in part by a grant-in-aid from the United Nations University (UNU) and by Proyecto M, 022-822F, Servicio de Desarrollo Científico, Artístico y de Cooperación Internacional, Universidad de Chile.
- 3 Professor and Chief, Division of Human Nutrition and Medical Sciences, INTA, University of Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.
- 4 Members of the Hematology Unit, Division of Nutrition and Medical Sciences, INTA.
- 5 United Nations University (UNU) Advanced Training Fellow at INTA.

### SUMMARY

Most food iron in the gut enters into two "common pools" that behave quite differently in terms of absorption. Heme iron present in hemoglobin and myoglobin, is well absorbed and is relatively unaffected by diet composition. Non-heme iron, the form of iron present in vegetables and in man's staples, generally is poorly absorbed and is greatly affected by enhancing or inhibiting substances in the diet. In experiments employing intrinsically-labeled hemoglobin as a tracer, absorption of a dry hemoglobin concentrate added to milk, a rice cereal and wheat cookies, was uniformly good, relatively constant and quite independent from the type of food. In contrast, absorption of iron salts decreases markedly when given with food.

The presence or absence of inhibiting or enhancing factors of non-heme iron absorption is determinant in the possibility of obtaining required iron for most people in the world whose diet contains little heme iron. Meat and ascorbic acid are the main enhancers of non-heme food iron absorption. Common inhibitors include carbonates, oxalates, phytate, bran, tea and egg yolk. The enhancing effect of ascorbic acid on the absorption of fortification iron in milk and the effect of tea, eggs or meat on the absorption of bread iron from common Chilean meals are discussed as examples of interactions of food components with non-heme iron.

### INTRODUCTION

Iron is an abundant element in nature and exists in relatively large amounts in most foods consumed by man. Thus, it is a paradox that today, iron deficiency continues to be one of the most prevalent nutritional deficiencies in the world. Explanation for this phenomenon can be found in the fact that man has great difficulty in absorbing iron through the intestinal mucosa, a fact that is largely related to interactions that occur between the element and other food constituents.

In the past two decades, knowledge concerning the factors affecting the biological availability of iron has advanced tremendously with the use of precise radioisotopic techniques. It is well known that absorption is influenced by the iron nutrition status of the individual and by the total amount of iron present in the diet. However, of greater importance is the chemical form in which iron is presented to the intestinal cell. Several studies (1, 2) have demonstrated that most food iron in the gut enters into two "common pools" that behave quite differently in terms of

absorption, the so called heme-iron and non-heme iron pools. Heme iron, present in hemoglobin and myoglobin, is well absorbed and is relatively unaffected by diet composition (3, 4, 5). On the other hand, non-heme iron, the form of iron present in vegetables and in man's staples such as wheat, rice and maize, generally is poorly absorbed and is greatly affected by enhancing or inhibiting substances in the diet (5). Important exceptions to this two-pool model are ferritin and hemosiderin, which seem to conform a third iron pool that is very poorly absorbed (6). Also, some insoluble iron salts, such as ferric hydroxide and ferric oxide present in dirt, may contribute significantly to the iron in the diet but are essentially unavailable for absorption (7).

#### ABSORPTION OF HEME IRON

If soluble inorganic iron salts and hemoglobin are given in water solutions in the absence of food, absorption of the inorganic iron is higher. The better absorption of heme iron becomes apparent in the presence of food and is due to the fact that heme enters the mucosal cell as such, its iron being released within the cell, and is thus unaffected by intestinal secretions or other ingredients in the diet (8).

The independence of heme iron absorption from diet composition has been extensively documented and can be illustrated by studies performed in our laboratory in relation to the interest in the use of hemoglobin derived from bovine blood in food fortification. Dry hemoglobin concentrates intrinsically labeled with  $^{55}\text{Fe}$  were used to fortify milk, a rice cereal and wheat cookies. Iron absorption was calculated from the radioactivity incorporated into circulating red cells. Results revealed that bio-availability of the hemoglobin iron was uniformly good, relatively constant and quite independent from food ingredients (Fig. 1).

#### BIO-AVAILABILITY OF NON-HEME FOOD IRON

In contrast, there is a ten fold decrease in the per cent absorption of ferrous sulphate iron when given with milk instead of water (Fig. 1). As previously mentioned, many factors present in food can profoundly influence the bio-availability of non-heme iron. The presence or absence of inhibiting or enhancing factors

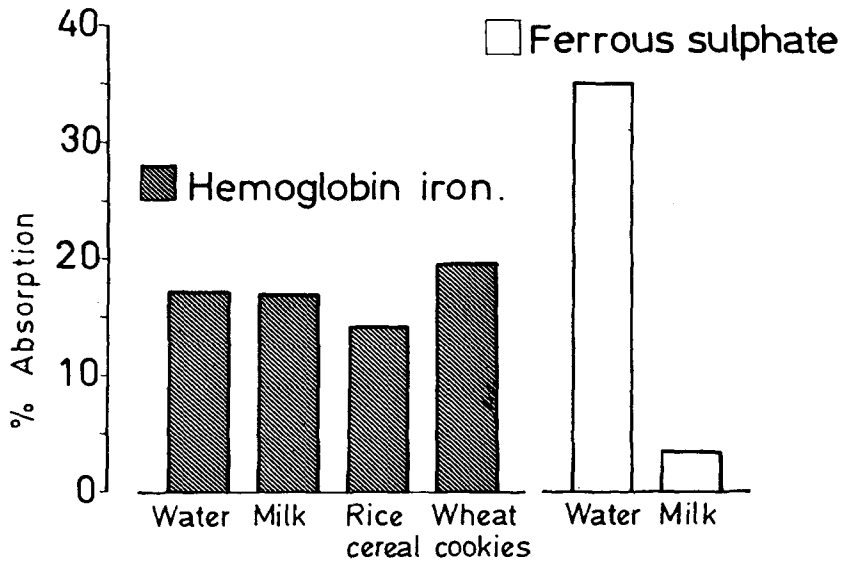


FIGURE 1

Absorption of heme and non-heme fortification iron given with different foods

of its absorption becomes determinant in the possibility of obtaining the required iron for the vast majority of people in the world whose diet contains very little or no heme iron.

The interaction of depressing and enhancing factors in a mixed diet is complex (9). The effects of ligands of dietary origin depend on factors such as the concentration of the ligand, its affinity for iron, the concentration of other ligands, the effectiveness of complexing in the gut lumen and the efficiency with which complexes are absorbed (10). A list of substances influencing non-heme food iron absorption is shown in Table 1.

The main enhancers of non-heme food iron absorption are meat (11, 12) and ascorbic acid (13, 14, 15). Thus, the presence of meat, fish or poultry in the diet is important in iron nutrition

**TABLE 1**  
**FACTORS AFFECTING THE BIO-AVAILABILITY OF NON-HEME**  
**FOOD IRON**

<i>Enhancing</i>	<i>Depressing</i>
Meat, fish, chicken	Carbonates, oxalates, phosphates
Ascorbic acid	Phytate
	Bran, vegetable fiber
	Tea
	Egg yolk

not only because of their heme iron contents, but also because they increase the absorption of non-heme iron, an effect that may be related to the amino acids released during digestion (11, 12).

Ascorbic acid is present in significant amounts in many commonly eaten foods. The importance of ascorbic acid rich foods on the availability of non-heme iron in a meal has been well demonstrated. Ascorbic acid acts as a reductant and a binder of iron to form a complex that is easily absorbed. Its effect is dose dependent (14).

We have studied the effect of ascorbic acid on the availability of fortification iron in infant milk formulas. As previously mentioned, milk has a marked inhibitory effect on the absorption of non-heme iron. When 15 mg per liter of iron, as ferrous sulphate, is added to milk, only 3 - 4% is absorbed. Ascorbic acid was added to fortified milk in concentrations ranging from 25 to 800 mg per liter (16). With doses of 100 and 200 mg per liter, absorption increased by a factor of 1.8 and 2.8 respectively (Figure 2). These results have important implications in the choice of iron-fortified formulas for the prevention of iron deficiency in infants. Other studies in our laboratory have shown that absorption of fortification iron in different formulas, depending on their ascorbic acid contents, can vary from about 3 to 12%.

Inhibitors of iron absorption form complexes with iron that make it poorly available. In addition to substances such as carbonates, oxalates, phosphates and phytates, whose adverse effect has been known for some time (9, 10, 17, 18), it has recently been demonstrated that when tea is given with various meals, insoluble iron tannates are formed and there is a marked reduction in

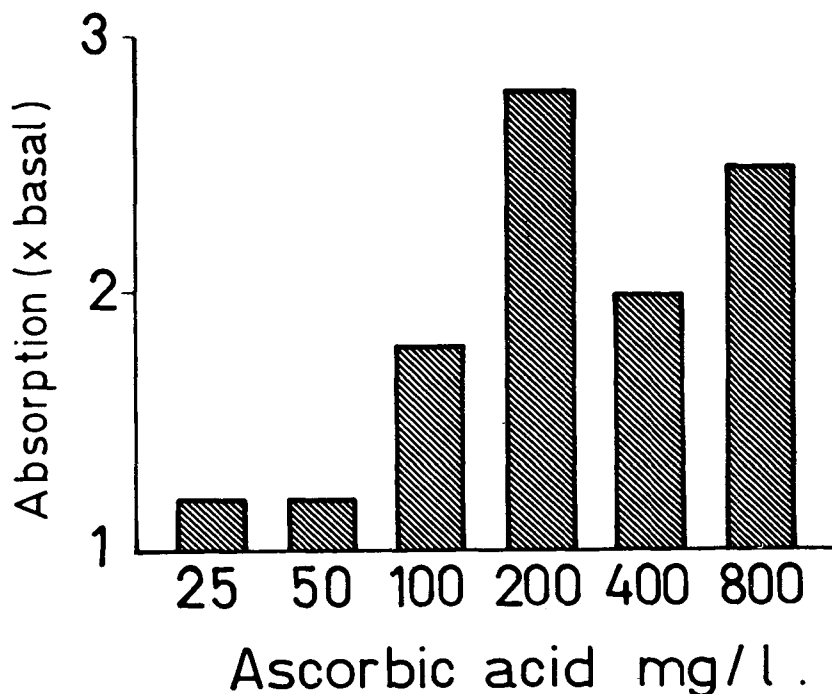


FIGURE 2

*Effect of ascorbic acid on the availability of fortification iron in milk*

absorption (19). Bran inhibits the absorption of iron from wheat bread (20), an effect that appears to be unrelated to its phytate content as dephytinized wheat bran still inhibits non-heme iron absorption (21). Absorption of iron from biologically-labeled eggs is very low, and the inclusion of eggs in meals decreases the absorption of non-heme iron (22). The poor availability of iron from egg yolk is due to the presence of phosvitin, a phosphoprotein which binds iron tightly (23).

Some of the aspects discussed about factors influencing the absorption of non-heme food iron are illustrated by recent studies conducted in our laboratory on the availability of iron from typical Chilean meals (Table 2). Wheat is the predominant staple in Chile. Most of the iron in the meals we studied came from the ferrous sulphate-fortified wheat flour that is used to make bread and

**TABLE 2**  
**AVAILABILITY OF NON-HEME IRON FROM COMMON CHILEAN MEALS**

Meal	Iron content (mg)	Main source of iron	Other meal ingredients	Per cent absorption
Breakfast	2.9	Wheat bread	Tea, sugar	1.9
Lunch	3.4	Wheat bread	Meat, potatoes, pumpkin, apple	4.0
Dinner	4.9	Wheat bread, spaghetti	Eggs	1.8

pastas. Using an extrinsic tag of radio iron, absorption from this predominantly vegetable diet was studied in 30 healthy adults. Iron absorption was low, particularly from breakfast and dinner, which contained tea and eggs, both potent inhibitors of non-heme iron absorption. Absorption from lunch, which contained 80 g of meat and 23 mg of ascorbic acid, was two times higher.

Of the essential minerals for man, iron is probably the one for which we have a better understanding of the many food interactions that have nutritional importance. As we increase our knowledge of the nutrition of the other minerals, equally significant interactions become apparent.

#### RESUMEN

#### SIGNIFICADO NUTRICIONAL DE LAS INTERACCIONES ENTRE EL HIERRO Y LOS COMPONENTES DE LOS ALIMENTOS

La mayor parte del hierro alimentario entra a formar parte en el intestino de dos "pools" comunes ("common pools") que se comportan en forma del todo diferente desde el punto de vista de la absorción. El hierro hemínico que contiene la hemoglobina y la mioglobina se absorbe bien, y se ve poco afectado por la composición de la dieta. En cambio el hierro no hemínico, que los vegetales y los alimentos básicos del hombre contienen, por lo general se absorbe mal y es muy afectado por sustancias favorecedoras o inhibidoras

presentes en la dieta. En experimentos realizados utilizando hemoglobina marcada intrínsecamente como trazador, la absorción de un concentrado seco de hemoglobina agregado a leche, a un cereal de arroz o a galletas de trigo, fue uniformemente buena, relativamente constante e independiente del tipo de alimento. En contraste, la absorción de sales inorgánicas de hierro decrece notoriamente al administrarlas con alimentos.

La presencia o ausencia de factores inhibidores o favorecedores de la absorción de hierro no hemínico es un factor determinante de las posibilidades de obtener el hierro requerido por la mayoría de la población del mundo cuya dieta contiene hierro hemínico escaso. La carne y el ácido ascórbico son los principales favorecedores de la absorción del hierro no hemínico de los alimentos. Los carbonatos, oxalatos, fitatos, el salvado de trigo, el té y la yema de huevo son inhibidores corrientes. Como ejemplos de interacciones entre los componentes de los alimentos y el hierro no hemínico se discute el efecto favorecedor del ácido ascórbico sobre la absorción del hierro de fortificación en leche y el efecto del té, el huevo o la carne sobre la absorción del hierro del pan en comidas comunes en Chile.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Cook, J. D., M. Layrisse, C. Martínez-Torres, R. Walker, E. Monsen & C. A. Finch. Food iron absorption measured by an extrinsic tag. *J. Clin. Invest.*, **51**: 805, 1972.
2. Hallberg, L. & E. Bjorn-Rasmussen. Determination of iron absorption from whole diet. A new two-pool model using two radioiron isotopes given as haem and non haem iron. *Scand. J. Haematol.*, **9**: 193, 1972.
3. Callender, S. T., B. J. Mallet & M. D. Smith. Absorption of haemoglobin iron. *Brit. J. Haematol.*, **3**: 186, 1957.
4. Turnbull, A. L., F. Cleton & C. A. Finch. Iron absorption. IV. The absorption of hemoglobin iron. *J. Clin. Invest.*, **41**: 1898, 1962.
5. Layrisse, M., J. D. Cook, C. Martínez-Torres, M. Roche, I. N. Kuhn, R. B. Walker & C. A. Finch. Food iron absorption: a comparison of vegetable and animal foods. *Blood*, **33**: 430, 1969.
6. Layrisse, M., C. Martínez-Torres, M. Renzy & I. Leets. Ferritin iron absorption in man. *Blood*, **45**: 689, 1975.
7. Derman, D., M. Sayers, S. R. Lynch, R. W. Charlton, T. H. Bothwell & F. Mayet. Iron absorption from a cereal diet containing cane sugar fortified with ascorbic acid. *Brit. J. Nutr.*, **38**: 261, 1977.
8. Conrad, M. E., B. I. Benjamin, H. L. Williams & A. L. Foy. Human absorption of hemoglobin iron. *Gastroenterology*, **53**: 5, 1967.
9. Forth, W. & W. Rummel. Iron absorption. *Physiol. Rev.*, **53**: 724, 1973.

10. Conrad, M. E. Factors affecting iron absorption. In: **Iron Deficiency, Pathogenesis, Clinical Aspects, Therapy**. L. Hallberg, H. G. Harwerth & A. Vanotti (Eds.) London and New York., Academic Press, 1970, p. 87.
11. Layrisse, M., C. Martínez-Torres & M. Roche. The effect of interaction of various foods on iron absorption. **Am. J. Clin. Nutr.**, **21**: 1175, 1968.
12. Cook, J. D. & E. R. Monsen. Food iron absorption in human subjects. Comparison of the effect of animal protein on non-heme iron absorption. **Am. J. Clin. Nutr.**, **29**: 859, 1976.
13. Brise, H. & L. Hallberg. Effect of ascorbic acid on iron absorption. **Acta Med. Scand.**, **171** (Suppl. 376): 51, 1962.
14. Sayers, M. H., S. R. Lynch, P. Jacobs, R. W. Charlton, T. H. Bothwell, R. B. Walker & F. Mayet. The effects of ascorbic acid supplementation on the absorption of iron in maize, wheat and soya. **Brit. J. Haematol.**, **24**: 209, 1973.
15. Bjorn-Rasmussen, E. & L. Hallberg. Iron absorption from maize. Effect of ascorbic acid on iron absorption from maize supplemented with ferrous sulphate. **Nutr. Metabol.**, **16**: 94, 1974.
16. Stekel, A., M. Olivares, M. Amar & F. Pizarro. Effect of ascorbic acid on the absorption of supplementary iron in milk. In: **XVI International Congress of Hematology, Kyoto, Japan, 1976** (abst. 3-12).
17. Hegsted, D. M., C. A. Finch & T. D. Kinney. The influence of diet on iron absorption. II. The interrelationship of iron and phosphorus. **J. Exp. Med.**, **90**: 147, 1949.
18. Sharpe, L. M., W. C. Peacock, R. Cooke & R. S. Harris. The effect of phytate and other food factors on iron absorption. **J. Nutrition**, **41**: 433, 1950.
19. Disler, P. B., S. R. Lynch, R. W. Charlton, J. D. Torrance & T. H. Bothwell. The effect of tea on iron absorption. **Gut**, **16**: 193, 1975.
20. Bjorn-Rasmussen, E. Iron absorption from wheat bread. Influence of various amounts of bran. **Nutr. Metabol.**, **16**: 101, 1974.
21. Morris, E. R., K. N. Simpson & J. D. Cook. Dephytinized versus non-dephytinized wheat bran and iron absorption in man. **Am. J. Clin. Nutr.**, **33**: 941, 1980.
22. Elwood, P. C., D. Newton, J. D. Eakins & D. A. Brown. Absorption of iron from bread. **Am. J. Clin. Nutr.**, **21**: 1162, 1968.
23. Halkett, J. A. E., T. Peters & J. F. Ross. Studies on the deposition and nature of egg yolk iron. **J. Biol. Chem.**, **231**: 187, 1958.



# **TRABAJOS DE INVESTIGACION**



**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<sup>1</sup>, Ismael Antonio Bonassi<sup>1</sup> e  
Fernando Antonio Duarte Conceição<sup>2</sup>*

**Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu,  
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho",  
Botucatu, São Paulo, Brasil**

**RESUMO**

O objetivo do presente trabalho foi o estudo comparativo em vitamina C de 23 cultivares de repolho, antes e depois de seu processamento em chucrute pelo processo fermentativo natural. A determinação do ácido ascórbico foi feita pelo método colorimétrico de Tillmans.

Pelos resultados obtidos, verificou-se que na matéria prima foram encontrados valores compreendidos entre 12,0 e 112,5 mg/100g de vitamina C; nos chucrutes, foram encontradas quantidades de vitamina C, variando de 5,8 a 52,0 mg/100g. Nas salmouras, as quantidades de ácido ascórbico variaram de 2,1 a 48,8 mg/100g. Os resultados também mostraram que a porcentagem

---

Manuscrito modificado recebido: 12-10-82.

- 1 Professores Adjuntos, Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus do Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo, Brasil.
- 2 Professor Adjunto, Departamento de Horticultura da mesma Faculdade.

de retenção de vitamina C variou entre 61,9% e 100,0%, sendo uma parte encontrada no chucrute e a outra parte no suco de chucrute.

As cultivares precoces de repolho apresentaram os maiores teores de vitamina C, havendo uma relação direta entre as quantidades encontradas na matéria prima e aquelas verificadas nos chucrutes e nas salmouras. No entanto, a porcentagem de retenção de ácido ascórbico nos produtos elaborados não apresentou relação com o teor dessa vitamina na matéria prima.

### INTRODUÇÃO

Em alguns países europeus o repolho tem grande importância na dieta do povo, sendo sua principal fonte de vitamina C. Na época da safra é consumido fresco e na entre-safra como produto fermentado, na forma de chucrute (1).

Pederson e Albury (2) concluíram que a qualidade do chucrute é avaliada em termos de determinadas características como: textura, coloração e também em relação ao teor de sal e dos ácidos láctico, acético e ascórbico. O desenvolvimento dessas características, depende da qualidade do repolho e das condições ambientais nas quais o chucrute é processado.

Pederson (3) e Diller (4) observaram que os chucrutes enlatados de melhor qualidade geralmente continham níveis elevados de ácido ascórbico. Pederson e Beatie (5) e Pederson (6) porém afirmaram que, embora exista uma correlação definida entre a qualidade e o teor de ácido ascórbico, ocasionalmente, certas amostras de chucrute com alta qualidade, tinham baixos valores para o ácido ascórbico. Do mesmo modo, encontrou-se alguns de qualidade inferior exibindo níveis elevados de vitamina C.

Considerando-se a escassez de pesquisas pertinentes ao assunto na América Latina, objetivou-se no presente trabalho fazer o estudo comparativo dos teores de vitamina C de diversas cultivares de repolho, com vistas à produção de chucrute através do processo fermentativo natural.

### MATERIAL E METODOS

*Matéria Prima.* Como matéria prima para o preparo de chucrute empregou-se diferentes cultivares de repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) fornecidas pelo Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus de

Botucatu e produzido na Fazenda Experimental "São Manoel" situada no município de São Manoel, S.P. — Brasil. Essas foram cultivadas sob condições idênticas e classificadas como precoces, médias para precoce e médias, sendo a variabilidade do tipo genético.

*Preparo das Fermentações.* Logo após a colheita o repolho foi levado para o laboratório. Neste, ficou armazenado durante tres dias, a temperatura ambiente, a fim de que sofresse um leve murchamento e se tornasse menos quebradiço ao corte, facilitando a picagem e a obtenção de um produto com temperatura mais uniforme. Decorridos os tres dias, removeram-se as folhas externas alteradas, bem como o coração e o talo e fez-se uma lavagem em água potável corrente. A seguir o material foi mecanicamente picado em tiras bem finas. Foram seguidas as recomendações descritas em trabalho anterior (7) e baseadas na literatura (8-11). O repolho assim preparado, foi pesado e a seguir salgado pelo processo da salga seca, com 2,5% de sal refinado comercial em relação ao peso da hortaliça, consoante indicação feita por Goldoni (7) e com base na literatura (8, 12). O sal empregado, apresentava a seguinte granulação: 85,82% retido em peneira No. 60 (malha de 0,25 mm de abertura) e 100% passando através de peneira No. 20 (malha de 0,84 mm de abertura). Para cada cultivar de repolho, empregou-se em média 10 kg do material preparado, que foram colocados separadamente em cubas de vidro, com 30 litros de capacidade. Essas, foram cobertas com lâminas de plástico de polietileno e como peso, adicionou-se água. Obteve-se, dessa forma, uma pressão suficiente para a extração do suco do repolho, facilitada pela ação do sal, formando-se uma salmoura que cobriu toda a massa colocada no recipiente. Também, propiciava um ambiente o mais próximo possível de ambiente anaeróbico. Essa metodologia foi usada em trabalho anterior (8), com base na literatura (8, 9, 11, 13, 14).

As fermentações com as diferentes cultivares de repolho foram realizadas concomitantemente. A preparação da matéria prima e seu acondicionamento nas cubas de fermentação, foi feita toda de uma vez, em único dia de trabalho e as cultivares foram tomadas ao acaso. Por essa razão, admitiu-se que as condições de fermentação foram idênticas para todas as cultivares. Seguindo-se a recomendação de Goldoni *et. al.* (15) a temperatura de fermentação foi a ambiente e, o registro foi efetuado com auxílio de um termo-higrógrafo. A temperatura média registrada foi 19,8°C.

*Verificação do término das fermentações.* O término do processo fermentativo foi verificado através das determinações dos

valores de pH e da acidez total, expressa em porcentagem de ácido láctico, seguindo-se indicação da maioria dos trabalhos consultados sobre fermentação láctica de hortaliças. As observações do aspecto das fermentações, conforme prescrevem Cruess (8), Prescott e Dunn (11), Fazier (9), Vorbeck *et. al.* (16), Desrosier (12) e Goldoni (7) também serviram, de modo auxiliar, para determinar o final das fermentações, que esteve entre os limites de 30 e 34 dias. Os chucrutes resultantes das diversas cultivares de repolho, completamente curados e analisados físico-quimicamente, se enquadraram nas especificações das Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas (17).

*Determinação de vitamina C.* A determinação de vitamina C foi feita na matéria prima, nos chucrutes e em suas respectivas salmouras, pelo método colorimétrico de Tillmans, empregando-se 2,6-diclorofenol-indofenol, descrito por Winton e Winton (18).

O delineamento experimental adotado para a avaliação dos resultados, foi o experimento inteiramente casualizado, para vinte e três tratamentos e três repetições. A seguir procedeu-se a análise de variância dos dados obtidos, sem transformação, considerando-se as cultivares de repolho como tratamentos. As médias dos tratamentos foram comparadas através do teste Tukey, ao nível de 1% de probabilidade (19).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, expressos em mg de vitamina C/100 g de amostra, para as diferentes cultivares de repolho, para os chucrutes e para as suas respectivas salmouras, são apresentados na Tabela 1.

Observando-se os dados da Tabela 1, depreende-se que na matéria prima, foram encontrados valores compreendidos entre 12,0 e 112,5 mg de vitamina C/100g da amostra. A análise estatística desses resultados, mostrou diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, sendo todas as cultivares de repolho diferentes entre si. Os maiores valores foram encontrados para as cultivares precoces, destacando-se Ishii-742 e Takahara YR, com 112,5 e 100,0 mg de vitamina C/100g, respectivamente. Dentre as cultivares médias para precoce e médias, sobressaiu-se a cultivar Bansei, cujo teor de ácido ascórbico foi 47,0 mg/100g. Isso demonstra que a quantidade de vitamina C encontrada no repolho depende da cultivar considerada; concordando assim, com os resultados apresentados no trabalho de Pederson e Albury (2). Também,

TABELA 1

MEDIAS DOS TEORES DE VITAMINA C NAS DIFERENTES  
CULTIVARES DE REPOLHO, CHUCRUTES E RESPECTIVAS  
SALMOURAS

Cultivares	Vitamina C (mg/100 g)		
	Matéria prima	Chucrute	Salmoura
Ishii-742 (P)	112,5 <sup>a</sup>	52,0 <sup>a</sup>	48,8 <sup>a</sup>
Akioo (P)	77,5 <sup>c</sup>	29,5 <sup>e</sup>	32,3 <sup>c</sup>
Takahara-YR (P)	100,0 <sup>b</sup>	34,5 <sup>c</sup>	37,9 <sup>b</sup>
Ei-Yu (P)	65,0 <sup>d</sup>	38,0 <sup>b</sup>	25,8 <sup>d</sup>
Ishii-733 (P)	52,5 <sup>f</sup>	32,3 <sup>d</sup>	18,4 <sup>f</sup>
Kagayaki (P)	60,0 <sup>e</sup>	36,3 <sup>bc</sup>	20,5 <sup>e</sup>
Fuyusuruga (P)	26,0 <sup>h</sup>	13,0 <sup>h</sup>	8,5 <sup>g</sup>
Guinshu-YR No. 1 (MP)	17,0 <sup>j</sup>	9,0 <sup>j</sup>	6,8 <sup>h</sup>
Todoroki (MP)	21,0 <sup>i</sup>	14,0 <sup>h</sup>	4,9 <sup>i</sup>
146 ou Matsuri (MP)	21,0 <sup>i</sup>	18,0 <sup>f</sup>	2,1 <sup>j</sup>
55 x 234 ou H. L. L. <sup>1</sup> (MP)	24,0 <sup>h</sup>	16,5 <sup>fg</sup>	3,6 <sup>ij</sup>
Alvorada (MP)	21,0 <sup>i</sup>	17,5 <sup>fg</sup>	3,5 <sup>ij</sup>
Ishii-722 (M)	21,0 <sup>i</sup>	7,0 <sup>k</sup>	7,5 <sup>gh</sup>
Subarashi (M)	26,0 <sup>h</sup>	7,0 <sup>k</sup>	9,1 <sup>g</sup>
Chusei (M)	26,0 <sup>h</sup>	16,0 <sup>g</sup>	6,3 <sup>hi</sup>
Toyohikari ou Ishii-655 (M)	12,0 <sup>k</sup>	5,8 <sup>k</sup>	6,0 <sup>hi</sup>
Bansei (M)	47,0 <sup>g</sup>	15,5 <sup>gh</sup>	17,2 <sup>f</sup>
Ishii-745 (M)	17,0 <sup>j</sup>	11,0 <sup>i</sup>	5,4 <sup>hi</sup>
Guinshu-YR No. 2 (M)	17,0 <sup>j</sup>	7,5 <sup>jk</sup>	6,2 <sup>hi</sup>
Ginga (M)	24,0 <sup>h</sup>	16,5 <sup>fg</sup>	6,3 <sup>hi</sup>
Toyohikari No. 2 (M)	21,0 <sup>i</sup>	10,5 <sup>ij</sup>	6,5 <sup>hi</sup>
Louquinho (M)	17,0 <sup>j</sup>	10,0 <sup>ij</sup>	6,4 <sup>hi</sup>
Matsukase (M)	17,0 <sup>j</sup>	11,0 <sup>i</sup>	5,7 <sup>hi</sup>
CV (o/o)	2,73	2,94	3,48
F	2.203,9*	1.356,7*	2.192,5*

H.L.L.<sup>1</sup> = Híbrido entre linhagens de louco.

(P) = Precoce; (MP) = Média para precoce; (M) = Média.

\* — Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

As médias com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

pode-se deduzir que as diferenças nos teores de vitamina C detectadas, estão associadas a variabilidade do tipo genético, entre as diversas cultivares de repolho, uma vez que as condições de cultivo foram similares.

Esses dados encontrados para vitamina C, na matéria prima (Tabela 1), se comparam aos obtidos por diversos autores. Assim, Puffer *et al.* (20), encontraram 32,9 mg/100 g; Hallworth e Lewis (21), notaram variações no teor de vitamina C nas diferentes secções de um repolho, sendo encontrado 63,7 mg/100 g nas folhas do meio e 116,7 mg/100 g na parte central; Pederson e Albury (2), detectaram quantidades de 30,0 a 100,0 mg/100 g; enquanto Gangopadhyay e Mukherjee (22), relataram 84,0 mg/100 g de vitamina C no repolho. Floyd e Fraps (23), encontraram 158,0 mg/100 g e afirmaram ser o mais alto nível de vitamina C, encontrado para todas as hortaliças analisadas no Texas, USA; Markow (24), verificou numa variedade de repolho resistente à geada, 200,0 mg/100 g vitamina C. Esses níveis apresentados nos dois últimos trabalhos, são bem superiores aos encontrados para as cultivares aqui estudadas.

Nos chucrutes, foram encontradas quantidades de vitamina C, variando de 5,8 a 52,0 mg/100 g, que apresentaram diferença estatisticamente significativa, ao nível de 10% de probabilidade (Tabela 1). Os maiores teores foram verificados nos produtos elaborados com as cultivares precoces. Esses dados, são concordantes com os trabalhos de Pederson *et al.* (25), que examinando amostras de chucrutes frescos de várias fábricas e em diferentes épocas, encontraram para 9 das amostras, a variação de 31,0 a 44,0 mg/100 g e para outras 21 amostras valores de 11,0 a 39,0 mg/100 g de vitamina C; Pederson (1) que relata o valor de 43,5 mg/100 g; Pederson e Albury (2) que verificaram valores compreendidos entre 0,4 a 24,0 mg de vitamina C para chucrutes enlatados; e Gangopadhyay e Muckerjee (22) que reportaram os valores 53,2, 46,7 e 34,6 mg/100 g de ácido ascórbico, respectivamente, para chucrutes elaborados com 1,5%, 2,25% e 3,0% de sal.

Nas salmouras, as quantidades de ácido ascórbico variaram de 2,1 a 48,8 mg/100 g. A análise estatística desses resultados mostrou diferença significativa ao nível de 10% de probabilidade. Comparando esses resultados com aqueles da bibliografia consultada, verifica-se que estão dentro da gama de variação de 1,0 a 51,0 mg/100 g de ácido ascórbico, encontrada por Pederson *et al.* (25), quando da análise de 70 amostras de suco de chucrute. São discordantes dos resultados apresentados por Wedgewood e

TABELA 2

MEDIAS DOS TEORES DE VITAMINA C E DAS PORCENTAGENS DE RETENÇÃO DA MESMA, NOS PRODUTOS ELABORADOS COM AS DIFERENTES CULTIVARES DE REPOLHO

Cultivares	Vit. C (mg/100 g)	Porcentagem de
	Chucrute + salmoura	retenção de Vit. C
Ishii-742 (P)	100,8 <sup>a</sup>	89,6 <sup>ab</sup>
Akioo (P)	61,8 <sup>c</sup>	79,7 <sup>ab</sup>
Takahara-YR (P)	72,4 <sup>b</sup>	72,4 <sup>b</sup>
Ei-Yu (P)	63,8 <sup>c</sup>	98,2 <sup>a</sup>
Ishii-733 (P)	50,7 <sup>e</sup>	96,6 <sup>ab</sup>
Kagayaki (P)	56,8 <sup>d</sup>	94,7 <sup>ab</sup>
Fuyusuruga (P)	21,5 <sup>gh</sup>	82,7 <sup>ab</sup>
Guinshu-YR No. 1 (MP)	15,8 <sup>ij</sup>	92,9 <sup>ab</sup>
Todoroki (MP)	18,9 <sup>hi</sup>	90,0 <sup>ab</sup>
146 ou Matsuri (MP)	20,1 <sup>h</sup>	95,7 <sup>ab</sup>
55 x 234 ou H. L. L. <sup>1</sup> (MP)	20,1 <sup>h</sup>	83,7 <sup>ab</sup>
Alvorada (MP)	21,0 <sup>gh</sup>	100,0 <sup>a</sup>
Ishii-722 (M)	14,5 <sup>ij</sup>	69,0 <sup>b</sup>
Subarashi (M)	16,1 <sup>ij</sup>	61,9 <sup>b</sup>
Chusei (M)	22,3 <sup>gh</sup>	85,8 <sup>ab</sup>
Toyohikari ou Ishii-655 (M)	11,8 <sup>k</sup>	98,3 <sup>a</sup>
Bansei (M)	32,7 <sup>f</sup>	69,6 <sup>b</sup>
Ishii-745 (M)	16,4 <sup>i</sup>	96,5 <sup>ab</sup>
Guinshu-YR No. 2 (M)	13,7 <sup>jk</sup>	80,6 <sup>ab</sup>
Ginga (M)	22,8 <sup>g</sup>	95,0 <sup>ab</sup>
Toyohikari No. 2 (M)	17,0 <sup>i</sup>	81,0 <sup>ab</sup>
Loquinho (M)	16,4 <sup>i</sup>	96,5 <sup>ab</sup>
Matsukase (M)	16,7 <sup>i</sup>	98,2 <sup>a</sup>
CV (o/o)	2,25	7,76
F	3.153,6*	17,4*

H. L. L.<sup>1</sup> = Híbrido entre linhagens de louco.

(P) = Precoce; (MP) = Média para precoce; (M) = Média.

\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

As médias com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Ford (26), que reportaram a existência de apenas traços de ácido ascórbico, nos sucos analisados.

Na Tabela 2, são apresentados os teores de vitamina C e porcentagens de retenção da mesma, nos produtos elaborados com as diferentes cultivares de repolho; havendo, em ambos os casos, diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 10/o de probabilidade. Nessa Tabela pode-se verificar que os valores encontrados para o produto final variaram entre 11,8 a 100,8 mg/100 g. Os maiores teores de ácido ascórbico corresponderam às cultivares precoces. As porcentagens de retenção de ácido ascórbico (Tabela 2), em relação às quantidades encontradas na matéria prima (Tabela 1), apresentaram valores compreendidos entre 61,9 e 100,00/o. Apresentaram-se estatisticamente superiores as cultivares: Ei-Yu (98,20/o), Alvorada (1000/o), Toyohikari ou Ishii-655 (98,30/o) e Matsukase (98,20/o); e estatisticamente inferiores as cultivares: Takahara-YR (72,40/o), e Ishii-722 (69,00/o), Subarashi (61,90/o) e Bansei (69,60/o). As demais cultivares apresentaram-se intermediárias, em relação a porcentagem de retenção de vitamina C.

A variação encontrada para a recuperação de vitamina C (Tabela 2) nos produtos elaborados, supõe-se que seja devida a alguma falha na cobertura plástica das cubas de fermentação, possibilitando o maior contacto do material com o ar, resultando em maiores perdas de ácido ascórbico por oxidação. Essa hipótese é a mais provável, uma vez que as fermentações com todas as cultivares foram realizadas sob condições idênticas e também, conforme Pederson (27), o fator mais crítico na produção de chucrute, aceitável pela maioria dos investigadores, relaciona-se ao efeito do ar, que deve ser evitado, a fim de se elaborar um produto de boa qualidade. Assim, essa hipótese é reforçada pelo fato de que, sendo a cobertura adequada, o CO<sub>2</sub> produzido durante a fermentação, substitui o ar e provém anaerobiose favorável à estabilização da vitamina C e a cor natural das hortaliças, segundo os trabalhos de Nabors e Salunkhe (28) e de Pederson e Albury (2).

Através dos resultados obtidos neste trabalho (Tabela 1), verifica-se que após a fermentação do repolho, uma parte da vitamina C foi encontrada no chucrute propriamente dito e outra parte na salmoura; sendo, para a maioria das cultivares, as quantidades detectadas nos chucrutes, superiores àquelas das salmouras. Consta-se, também, que houve uma relação direta entre os teores de ácido ascórbico na matéria prima e àqueles encontrados nos chucrutes e nas salmouras. Esse fato torna-se mais evidente

quando se faz a comparação dos dados apresentados nas Tabelas 1 e 2, através da qual depreende-se que os produtos elaborados (chucrute + salmoura) apresentando as maiores quantidades de vitamina C, correspondem à matéria prima com os teores mais elevados dessa vitamina. No entanto, para a porcentagem de retenção de ácido ascórbico, essa relação não foi observada. Houve variações nos valores, independentemente dos teores de vitamina C encontrados nos repolhos.

Verifica-se ainda que, dentre as cultivares estudadas na presente pesquisa, destacaram-se as precoces, pelos maiores teores de ácido ascórbico apresentados, com diferença estatística significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

#### SUMMARY

##### COMPARATIVE STUDY OF VITAMIN C IN CABBAGE CULTIVARS (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) BEFORE AND AFTER THEIR PROCESSING AS SAUERKRAUT

Determination of vitamin C was carried out in 23 cabbage cultivars before and after processing as sauerkraut under natural lactic acid fermentation. Ascorbic acid was determined by Tillmans colorimetric method.

It was verified that vitamin C content in cabbages ranged from 12.0 to 112.5 mg/100g. In sauerkrauts, levels ranged from 5.8 to 52.0 mg/100g, and in sauerkraut juices, ascorbic acid ranged from 2.1 to 48.8 mg/100g. Vitamin C retention percentage in sauerkraut and in sauerkraut juice, ranged between 61.9% and 100.0%.

Early cabbage cultivars presented the highest vitamin C contents. In sauerkrauts and brines, ascorbic acid was in direct relation with its contents in the raw material. Ascorbic acid retention percentage in the final products did not show any relationship with its content in raw material.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio prestado na realização deste trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

1. Pederson, C. S. Sauerkraut. **Adv. Food Res.**, **10**: 233-279, 1960.
2. Pederson, C. S. & M. N. Albury. The sauerkraut fermentation. **Bull. N. Y. Agr. Exp. Stn** (Geneva), **824**: 1-84, 1969.
3. Pederson, C. S. The relation between quality and chemical composition of canned sauerkraut. **Bull. N. Y. Agr. Exp. Stn** (Geneva), **693**: 1-15, 1940.
4. Diller, E. Quality determination of sauerkraut. **Z. Lebensmittelunters. u. Forsch. Berlin**, **90**: 180-187, 1950. **Apud Chem. Abstr.**, **44**: 5495, 1950.
5. Pederson, C. S. & H. G. Beattie. Effect of processing and storage on the quality and ascorbic acid content of sauerkraut. **Fd Pckr** (New York), **27**: 44-48, 1946.
6. Pederson, C. S. Quality factors and grading of sauerkraut. **Food Technol.**, **10**: 365-367, 1956.
7. Goldoni, J. S. **Estudos sobre Fermentação Láctica em Algumas Hortaliças**. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Brasil, 1973.
8. Cruess, W. V. Pickles. In: **Commercial Fruit and Vegetable Products**. (Chapter 22). 4th ed. New York, N. Y., McGraw-Hill Book Company, 1958, p. 708-733.
9. Frazier, W. C. Conservación de cereales, azúcares, hortalizas y sus derivados. In: **Microbiología de los Alimentos**. (Capítulo 12). Zaragoza, Ascribia, 1962, p. 158-176.
10. Pederson, C. S. & M. N. Albury. The influence of salt and temperature on the microflora of sauerkraut fermentation. **Food Technol.**, **8**: 1-5, 1954.
11. Prescott, S. C. & C. G. Dunn. Sauerkraut. In: **Industrial Microbiology**. (Chapter 18). 3rd ed. New York, N. Y., McGraw-Hill Book Company, 1959, p. 332-340.
12. Desrosier, N. W. Principles of food preservation by fermentation and pickling. In: **The Technology of Food Preservation**. (Chapter 7). 2nd ed. aug. rev. Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1963, p. 239-267.
13. Pederson, C. S., G. Nicketic & M. N. Albury. Fermentation of Yugoslavian pickled cabbage. **Appl. Microbiol.**, **10**: 86-89, 1962.
14. Prescott, S. C. & C. G. Dunn. Pickles. In: **Industrial Microbiology**. (Chapter 19). 3rd ed. New York, N. Y., McGraw-Hill Book Company, 1959, p. 341-369.
15. Goldoni, J. S., I. A. Bonassi, U. de A. Lima, F. A. D. Conceição & T. Kimoto. Produção de chucruta. I. Influencia da temperatura na fermentação.

- tação de cultivares de repolho (*Brassica oleraceae* L., var. *capitata* L.). **Botucatu Cient. Sér. A.**, 1: 61-65, 1976.
16. Yorbeck, M. L., M. N. Albury, L. R. Mattick, F. A. Lee & C. S. Pederson. Lipid alteration during the fermentation of vegetables by the lactic acid bacteria. **J. Food Sci.**, 28: 495-502, 1963.
  17. Brasil. Leis, decretos, etc. Decreto No. 52.204 - 28 de julho de 1980. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 1o. ago., 1970, p. 3-25.
  18. Winton, A. L. & K. B. Winton. **Análises de Alimentos**. 2a ed. Barcelona, Hispano Americana, 1958, 1205 p.
  19. Gomes, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 5a. ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 1973, 430 p.
  20. Puffer, M. E., W. F. Hinman, H. Charley & E. G. Halliday. Vitamin C, carotene, calcium and phosphorus in expressed vegetable juice. **Food Res.**, 7: 140, 1942.
  21. Hallsworth, E. G. & K. M. Lewis. Ascorbic acid in cabbages. **Emp. J. exp. Agric., Oxford**, 17: 28-36, 1949.
  22. Gangopadhyay, H. & S. Mukerjee. Effect of different salt concentrations on the microflora and physico-chemical changes in sauerkraut fermentation. **J. Food Sci. Technol. (Mysore)**, 8: 127-131, 1971.
  23. Floyd, W. W. & G. S. Fraps. Vitamin C content of some Texas fruits and vegetables. **Food Res.**, 4: 87-91, 1939.
  24. Markov, A.P. Vitamin C values of frost-resistant leaf cabbage. **Vop. Pitan., Moskva**, 14: 45-46, 1955. **Apud Chem. Abstr.**, 49: 1625e, 1955.
  25. Pederson, C. S., G. L. Mack & W. L. Athawes. Vitamin C content of sauerkraut. **Food Res.**, 4: 31, 1939.
  26. Wedgewood, P. E. & F. L. Ford. Sur la valeur de la réaction de bezzonoff comme indicateur de la présence de la vitamine C dans le jus de choucroute. **Bull. Soc. Chim. biol.**, 6: 217-219, 1824.
  27. Pederson, C.S. Pickles and sauerkraut. In: **Commercial Vegetable Processing**. (Chapter 11). B. S. Luh & J. G. Woodrood (Eds.). Westport, Conn., The AVI Publishing Company, Inc., 1975, p. 457-490.
  28. Nabors, W. T. & D. K. Salunkhe. Pre-fermentation inoculations with *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum* on physico-chemical properties of fresh and dehydrated sauerkraut. **Food Technol.**, 23: 67-71, 1969.

## EVALUACION SENSORIAL DE PAN CON HARINA DE PAPA

*Vivien Gattás<sup>1</sup>, Emilia Hiche<sup>2</sup>, Digna Ballester<sup>1</sup> y Enrique Yáñez<sup>1</sup>*

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

### RESUMEN

Se realizó un estudio de evaluación sensorial de pan preparado con harina de papa, a los niveles de 2, 4, 6, 8 y 10<sup>o</sup>/o en *sustitución de harina de trigo*. La harina de papa se obtuvo de una acreditada industria local de alimentos que, en su fabricación, usó la variedad Espartan producida en el sur del país. Se midieron diferencias de sabor y de calidad de pan: apariencia, palatabilidad, textura y preferencia organoléptica, utilizando para el caso un panel de jueces, entrenado bajo condiciones ambientales controladas, presentación aleatorizada de muestras y utilizando como testigo pan con 100<sup>o</sup>/o de harina de trigo.

Para el análisis de los datos obtenidos se emplearon métodos estadísticos de análisis de varianza y la prueba de X<sup>2</sup>, demostrativas de que no hubo diferencias significativas de sabor entre el pan testigo y los panes que contenían de 2 a 10<sup>o</sup>/o de harina de papa.

---

Manuscrito modificado recibido: 28-7-82.

- 1 Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.
- 2 Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Santiago, Chile.

En el test de calidad organoléptica, el pan con 8<sup>o</sup>/o de harina de papa fue calificado de "bueno", comparado con "muy bueno" para el testigo. Sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Los valores obtenidos permiten concluir que es factible incorporar harina de papa en la fabricación de pan, a niveles de 6 a 8<sup>o</sup>/o.

## INTRODUCCION

Tradicionalmente, los cereales han ocupado un lugar preponderante en la composición de la dieta chilena, contribuyendo en forma significativa a la ingesta proteínica y calórica. El pan es uno de los derivados más importantes y de mayor consumo, ya que en nuestro país cubre aproximadamente el 40<sup>o</sup>/o de las calorías consumidas y el 35<sup>o</sup>/o de la ingesta de proteínas (1).

Chile debe importar aproximadamente un 35<sup>o</sup>/o de las necesidades de trigo (2), la producción actual es insuficiente y las proyecciones a futuro indican que es difícil que esta deficiencia se supere. Por ello se juzga relevante pensar en otro recurso a utilizar como extensor de la harina de trigo, y que a la vez permita mantener el valor nutritivo y las condiciones organolépticas que ofrece el pan elaborado a base de dicha harina.

En nuestro país la harina de papa parece ser uno de los sustitutos adecuados, por las condiciones favorables de cultivo que ofrece. Con respecto a su valor nutritivo, ésta aporta vitamina C y tiene una concentración adecuada de aminoácidos esenciales, lisina y treonina que son limitantes en la proteína del trigo (3). La harina de papa utilizada en el estudio que se describe más adelante, se obtuvo de una acreditada industria local de alimentos que, en su fabricación usó la variedad Espartan producida en el sur del país.

A los antecedentes señalados se suman estudios de panificación a nivel de laboratorio realizados con miras a determinar niveles de sustitución, características farinológicas tanto de la harina de trigo como de la de papa, y calidad panadera de las mismas, cuyos resultados revelan la posibilidad de incluir harina de papa en la elaboración del pan. Queda aún por definir si los niveles que permiten la panificación, mantienen la calidad y las características organolépticas del de elaboración tradicional. Por lo general, se asume que las costumbres alimentarias están muy arraigadas, por lo que son difíciles de cambiar. Sin embargo, es asombrosa la rapidez con que se introducen nuevos productos, no solamente en los países altamente tecnificados, sino también en los países en

desarrollo, ello gracias al empleo de métodos y técnicas específicas que permiten proporcionar información sobre cambios o diferencias producidas en productos sometidos a ciertos tratamientos.

El estudio de evaluación sensorial a que se refiere este trabajo pretende determinar diferencias en sabor, calidad organoléptica y preferencia que pudiera originar la sustitución de harina de trigo por harina de papa en sus distintos niveles en la elaboración habitual del pan.

### MATERIAL Y METODOS

La preparación de la harina de papa y del pan elaborado con la misma fueron descritas en un artículo previo (4). La evaluación se realizó con un panel entrenado que integraron 12 individuos de ambos sexos cuyas edades oscilaban entre 20 y 40 años. Durante todas las pruebas se trabajó con los mismos individuos. Se utilizó pan tipo monoagente cortado en rebanadas. Las condiciones ambientales fueron rigurosamente controladas: temperatura, ausencia de ruidos y olores extraños, luz día, a fin de evitar errores en la evaluación. La experiencia se realizó siempre a la misma hora (3.30 P.M.). El orden de las muestras fue aleatorizado (5, 6). La muestra en estudio se comparó con una muestra testigo, que en este caso fue pan con 100% de harina de trigo. A cada juez se le ofreció de beber agua, té o café con el objeto de limpiar el paladar entre cada muestra. La evaluación sensorial constó de los siguientes tests: de diferencia para sabor, de calidad organoléptica y de preferencia (5).

#### *Test de Diferencia para Sabor*

Se utilizó el método de comparación pareada con dos repeticiones para cada tratamiento, a saber, muestra testigo versus "pan con papa" al 2, 4, 6, 8 y 10% con el objeto de evaluar a qué nivel se detectaba una diferencia significativa respecto a sabor. A cada individuo se le presentó una rebanada de pan de tamaño uniforme, excluyendo el extremo de éste. La cantidad de muestra fue aproximadamente de 30 g. Las pruebas de calidad organoléptica y de preferencia se realizaron con el "pan con papa" al 8% considerando el resultado de las pruebas de panificación (7).

### *Test de Calidad Organoléptica General*

Con miras a determinar su calidad organoléptica se aplicó el sistema de calificación de 0 - 100 puntos con equivalencia a una escala chilena de 1 - 7 puntos<sup>3</sup>, con dos repeticiones para la muestra testigo versus "pan con papa" al 80/o. Se estudiaron tres factores: apariencia (de 0 a 50 puntos) que abarcaba características externas del pan, como volumen, color, simetría, desigualdad de cocción y ruptura, color y grano de la miga; sabor (gusto y aroma), de 0 - 25 puntos; textura (masticación), de 0 - 25 puntos.

Se presentó a cada juez el pan entero para evaluación de todas sus características. El peso aproximado de la muestra fue de 100 g, y este sistema se complementó con el método cualitativo de descripción de factores.

Se empleó el diseño de bloque completo aleatorizado con bloques (jueces) y tratamientos (productos) fijos (6).

### *Test de Preferencia (5)*

En este caso se utilizó el método de comparación pareada para la muestra testigo versus "pan con papa" al 80/o con dos repeticiones. Para esta prueba los panes fueron trozados en rebanadas finas, con un peso aproximado de 15 g.

Primero se hizo una evaluación para resaltar el sabor del producto, presentándose para ello un par de muestras sin mantequilla, constituido por el pan testigo más la muestra en estudio con sus respectivos duplicados. Luego, para enmascarar el sabor del producto, se ofreció un segundo par de muestras con mantequilla. La significancia de los resultados obtenidos en el estudio de la evaluación sensorial fue calculada a través del análisis de varianza y la prueba de Chi cuadrado (6, 8, 9).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del estudio de evaluación sensorial en pan elaborado con distintos niveles de harina de papa se muestran en las Tablas 1 a 6:

---

<sup>3</sup> Escala empírica usada en INTEC (Chile).

TABLA 1

**TEST DE DIFERENCIA PARA SABOR DE PÁN ELABORADO CON  
VARIOS PORCENTAJES DE HARINA DE PAPA**

Harina de papa (o/o)	J. T.	J. M. (21)	J. D.	X <sup>2</sup> Cuadrado*	X <sup>2</sup> Tabulado 0.05
2	25	18	14	0.08 n.s.	2.71
4	24	17	10	0.52 n.s.	2.71
6	24	17	13	0.02 n.s.	2.71
8	24	17	13	0.02 n.s.	2.71
10	24	17	13	0.52 n.s.	2.71

\* Grado de libertad.

J.T. = Juicios totales.

J.M. = Mínimo en juicios necesarios para detectar diferencias significativas al 5<sup>o</sup>/o.

J.D. = Juicios que detectan diferencias.

Las muestras en las que se sustituyó la harina de trigo por 2, 4, 6, 8 y 10<sup>o</sup>/o de harina de papa no acusaron diferencias significativas respecto a sabor, comparadas con el testigo (Tabla 1).

Para realizar las pruebas de calidad organoléptica y de preferencia, se escogió el pan con 8<sup>o</sup>/o de harina de papa debido a que las pruebas de panificación resultaron satisfactorias hasta este nivel como máximo.

La calidad organoléptica del "pan con papa" al 8<sup>o</sup>/o fue "buena" (87.6 puntos) comparada con el testigo (90.1 puntos) puntuada como "muy buena" (Tablas 2 y 3). Sin embargo, de acuerdo a los valores de F calculados en el análisis de varianza (Tabla 4), esta diferencia no fue estadísticamente significativa, evidenciando muestras homogéneas y jueces consistentes y discriminatorios.

De acuerdo al análisis descriptivo, el pan testigo y el "pan con papa" al 8<sup>o</sup>/o no revelaron diferencias apreciables en los factores de apariencia y sabor; sólo la masticación del pan con 8<sup>o</sup>/o de harina de papa se definió en un 50<sup>o</sup>/o de los juicios, como levemente ligosa.

TABLA 2

CALIDAD ORGANOLEPTICA GENERAL DE PAN TESTIGO VERSUS "PAN CON PAPA" AL 8%\*

Jueces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Promedio total
<i>Apariencia</i>												
<b>(0 - 50 puntos)</b>												
Pan testigo	46.5	37.5	49	50	48	42	50	43	37.5	49	43	45.0
Pan con 8% harina de papa	42.0	37.5	49	48.5	49	44	46	46	38.5	48	41	44.5
<i>Sabor</i>												
<b>(0 - 25 puntos)</b>												
Pan testigo	23.5	21	25	25	20	20.5	25	23	21	23	20.5	22.5
Pan con 8% harina de papa	22.5	18.5	25	24	20.5	19	22.5	24.5	21	23	19.5	21.8
<i>Textura</i>												
<b>(0 - 25 puntos)</b>												
Pan testigo	25	20	25	21	20.5	21.5	23.5	24	21	25	22.5	22.6
Pan con 8% harina de papa	19.5	16.5	25	21	20	20.5	22	24	21	24.5	20.5	21.3
<i>Total</i>												
<b>(100 puntos)</b>												
Pan testigo	95	78.5	99	96	88.5	84	98.5	90	79.5	97	85.1	90.1
Pan con 8% harina de papa	84	72.5	99	93	89.5	83.5	91	94.5	80.5	95.5	81.2	87.6

\* Valores promedios de los puntajes asignados por 11 jueces.

TABLA 3

CALIFICACION DE LA CALIDAD GENERAL SEGUN ESCALA INTEC,  
DE PAN TESTIGO VERSUS PAN CON PAPA AL 8%,  
EN DOS REPETICIONES (2 sets)

Jueces	Testigo		Pan con papa al 8%		Total	
	1er. Set	2do. Set	1er. Set	2do. Set	1er. Set	2do. Set
1	7	7	5	6	12	13
2	5	5	5	5	10	11
3	7	7	7	7	14	14
4	7	7	7	7	14	14
5	6	6	7	6	13	12
6	6	6	6	6	12	12
7	7	7	6	7	13	14
8	6	7	7	7	13	14
9	6	5	6	6	12	11
10	7	7	7	7	14	14
11	7	6	7	5	14	14
Total	71	71	70	69	141	140
	142		139		281	
Promedio	6.4		6.3			

Equivalencia entre la escala estándar (0 - 100 puntos) y la escala empírica usada en INTEC:

90 - 100 = 7 (muy bueno)  
 80 - 89 = 6 (bueno)  
 60 - 79 = 5 (más que regular)  
 40 - 59 = 4 (regular)  
 20 - 39 = 3 (menos que regular)  
 10 - 19 = 2 (deficiente)  
 1 - 9 = 1 (malo)

TABLA 4

**ANALISIS DE VARIANZA DE LA CALIDAD ORGANOLEPTICA  
DEL PAN TESTIGO VERSUS "PAN CON PAPA" AL 8%**

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F Calculado	F (22) Tabulado 0.05
Muestras	1	0.203	0.203	0.31 n.s.	4.17
Repeticiones	1	0.021	0.021	0.03 n.s.	4.17
Jueces	10	13.18	1.318	2.03 n.s.	2.16
M x R	1	0.026	0.026	0.20 n.s.	4.96
M x J	10	3.55	0.355	2.79 n.s.	2.97
R x J	10	3.73	0.373	2.93 n.s.	2.97
Error	10	12.73	0.1273		
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>33.43</b>			

En el test de preferencia (Tabla 5) los resultados obtenidos tampoco fueron significativos, pero sí se manifestó una leve tendencia a preferir el sabor de la muestra testigo.

En conclusión, la evaluación organoléptica de los panes elaborados con niveles de sustitución de 2, 4, 6, 8 y 10% de harina de papa no demostró diferencias significativas en cuanto a sabor al comparar éste con el de la muestra testigo. La calidad del "pan con papa" al 8% fue "buena" de acuerdo a la calificación emitida por los jueces. No hubo preferencias significativas entre el pan que contenía 8% de harina de papa y el pan testigo, lo que a nivel de consumidor ofrece un margen de seguridad, ya que los resultados corresponden a un panel debidamente entrenado.

En el caso particular de Chile, el reemplazo de una parte de harina de trigo por harina de papa parece, pues, ser muy atractivo, ya que la producción de este tubérculo en el sur del país, como se dijo antes, es considerable.

Por estar la región alejada de los grandes centros de consumo, ello determina falta de poder adquisitivo y grandes pérdidas para los agricultores. La conversión del tubérculo en harina, en la misma zona de producción, sería, por lo tanto, una ventaja desde el punto de vista social y económico. Esto lo refuerza el hecho de que la razón de eficiencia proteínica (PER) del pan elaborado

TABLA 5

TEST DE PREFERENCIA PARA SABOR Y TEXTURA  
DE PAN TESTIGO VERSUS "PAN CON PAPA" AL 8%

11.1					
Muestras	J.T.	J.M. (21)	J.P.	X <sup>2</sup> Calculado	X <sup>2</sup> Tabulado 0.05 (23)
<i>Sabor</i>					
Testigo	20	15	12	0.225 n.s.	3.84
Pan con papa al 8%	20	15	8		
11.2					
Muestras	J.T.	J.M.	J.P.	X <sup>2</sup> Calculado	X <sup>2</sup> Tabulado 0.05 (23)
<i>Textura</i>					
Testigo	20	15	7	0.625 n.s.	3.84
Pan con papa al 8%	20	15	13		

J.T. = Juicios totales.

J.M. = Mínimo de juicios necesarios para detectar preferencias significativas al 5%.

J.P. = Juicios que detectan preferencias.

hasta con 80% de harina de papa no ocasionó ningún deterioro en este parámetro.

Puede concluirse, en consecuencia, que al menos en Chile, esta sustitución sería ventajosa.

TABLA 6

RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO DE EVALUACION SENSORIAL  
DE LA MUESTRA DE PAN CON 8% DE HARINA DE PAPA  
VERSUS PAN TESTIGO

Harina de papa	Test de diferencia	Test de preferencia	Test de calidad organoléptica general		
			Calidad		F análisis descriptivo
			0 - 100	1 - 7	
0	n.s.	n.s.	90.1 "muy bueno"	6.4 n.s.	Apariencia, sabor y textura típica
8	n.s.	n.s.	87.6 "bueno"	6.3 n.s.	Apariencia y sabor típico, textura levemente ligosa

## SUMMARY

## SENSORY EVALUATION OF BREAD CONTAINING POTATO FLOUR

A sensory evaluation test was conducted in breads containing 2, 4, 6, 8 and 10% potato flour. The samples were sliced into equally sized pieces and served as coded randomized duplicates. All-wheat bread was used as a standard. The comparative preferences were rated on a 7-point hedonic scale (7= very good, 1 = very bad) for appearance, flavor, texture and overall quality. The scores were statistically analyzed by the analysis of variance and the Chi square test. No significant differences were found in regard to flavor between the standard bread and bread containing from 2-10% potato flour. In the test of organoleptic quality, the bread containing 8% potato flour was rated as "good", as compared to "very good" for the all-wheat bread. However, this difference was not statistically significant. The values obtained in this study

show that the incorporation of 6-8% potato flour in bread is perfectly feasible. This was obtained from a local food industry that in manufacturing the flour, used the Spartan variety potato produced in the southern region of Chile.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Vial, E. & A. Combeau. **Estudio de la Factibilidad de una Planta Elaboradora de Harina de Papas**. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 1975.
2. Wulf, H. Comunicación personal.
3. French, E. R. En: **Symposium on Prospects for the Potato in the Developing World**, Lima, Perú, 1972.
4. Yáñez, E., D. Ballester, H. Wuth, W. Orrego, V. Gattás & S. Estay. Potato flour as partial replacement of wheat flour in bread: baking studies and nutritional value of bread containing graded levels of potato flour. **J. Food Technol.**, **16**: 291-298, 1981.
5. Larmond, E. **Methods for Sensory Evaluation of Foods**. Canada, Department of Agriculture, 1970.
6. Amerine, M., R. Pangborn & E. Roessler. **Principles of Sensory Evaluation of Food**. New York, N. Y., Academic Press, 1965, p. 451-459.
7. Orrego, W. **Panificación Experimental. Panificación en Planta Piloto**. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 1977.
8. Snedecor, G. & W. G. Cochran. **Statistical Methods**. 6th ed. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1967.
9. Fisher, R. A. & F. Yates. **Statistical Tables for Biological Agricultural Medical Research**. Edimburgh, Oliver and Body Ltd., 1963.

## TRIGO: EFECTOS DEL MEZCLADO EN PANIFICACION

*Octavio Paredes-López<sup>1</sup> y Walter Bushuk<sup>2</sup>*

Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., México,  
y University of Manitoba, Winnipeg, Canadá

### RESUMEN

El propósito de este trabajo fue investigar los efectos del mezclado, especialmente del desmezclado ("unmixing"), en el proceso de panificación. Los tres cultivares de trigo seleccionados para estudio fueron Glenlea, Neepawa y Fredrick. Para incrementar la tolerancia al mezclado del cultivar Fredrick, se preparó una harina con partes iguales de Fredrick y Neepawa (Fr/Np, 50/50).

Las masas de trigo en estudio requirieron tiempos y tasas de energía notoriamente diferentes para el mezclado. Para alcanzar el primer pico en la curva de desarrollo, los trigos Glenlea, Neepawa y Fr/Np necesitaron 14.3, 3.0 y 2.8 Wh/kg de masa, respectivamente. Las masas desmezcladas acusaron un apreciable deterioro de la calidad panadera, en relación a las mezclas hasta

---

Manuscrito modificado recibido: 12 — 10 — 82.

- 1 Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos ENCB, Instituto Politécnico Nacional, Apartado Postal 42-186, México 17 D.F., México. Su dirección actual es: CIEA del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Irapuato, Apartado Postal 629, 36500 Irapuato, Guanajuato, México.
- 2 Department of Plant Science, University of Manitoba, Winnipeg, Canadá R3T 2N2.

el primer pico de desarrollo. Incrementos en los tiempos de desmezclado produjeron notables descensos de la calidad panadera. A los 16 minutos de desmezclado, la reducción en el volumen de hogaza osciló entre 34 y 62%, en relación al punto óptimo de desarrollo. Después de desmezclar, el remezclado de la masa hasta un segundo pico de desarrollo originó un alto grado de mejoramiento de la calidad del producto final. Las pruebas de panificación demostraron que los efectos de desmezclado fueron más fuertes en el caso de las harinas más fuertes.

### INTRODUCCION

El mezclado de la masa de trigo se considera el paso más importante en el proceso de panificación. Este tratamiento mecánico posee un doble propósito: primero, la dispersión uniforme de todos los ingredientes (harina, agua, levadura, sal, azúcar y otros ingredientes menores), y segundo, el desarrollo del gluten a una estructura con las características adecuadas de plasticidad, elasticidad y viscosidad que permita obtener una hogaza de óptimas propiedades. Durante el avance del mezclado, la masa de harina-agua pierde gradualmente su apariencia húmeda y pegajosa y adquiere un aspecto más coherente, suave y uniforme. La adquisición de estas importantes propiedades se denomina desarrollo de la masa. En el proceso de desarrollo, la masa alcanza normalmente una consistencia máxima, tiempo en el que se logra un balance conveniente entre las propiedades de viscosidad y elasticidad. Si el mezclado continúa, usualmente la consistencia de la masa decrece y las propiedades de flujo llegan a ser más importantes. En este estado, llamado generalmente de rompimiento, la masa pierde gradualmente su elasticidad y se convierte en altamente extensible y pegajosa.

El desmezclado ("unmixing"), término introducido por Tipples y Kilborn (1), se presenta cuando una masa que ha sido desarrollada hasta el óptimo se continúa mezclando, pero este último mezclado se hace a una velocidad inferior a cierto punto crítico. En el desmezclado la masa cambia de apariencia y asume aquélla de una masa submezclada, es decir, de una masa que nunca fue mezclada hasta su punto óptimo. Si la masa desmezclada se remezcla a una velocidad más alta, se obtiene un segundo punto óptimo de desarrollo con una estructura óptima para panificación (2).

El objetivo del trabajo aquí descrito fue estudiar el efecto del mezclado, particularmente del desmezclado, en el proceso de panificación. Se utilizaron para el efecto tres harinas con gluten de

diferente tenacidad y una variedad de tratamientos de mezclado y desmezclado, determinándose en cada caso los tiempos y la energía requerida para estos tratamientos, así como diferentes pruebas de panificación.

## MATERIALES Y METODOS

### *Harinas*

Los tres cultivares de trigo seleccionados fueron Glenlea, Neepawa y Fredrick. Los dos primeros pertenecen al tipo rojo duro de primavera, mientras que el trigo Fredrick es un trigo blanco, suave, de invierno. El Glenlea fue cultivado en Belle Plaine, Saskatchewan; el Neepawa en Glenboro, Manitoba, y el Fredrick en Chatham, Ontario.

Las muestras de Glenlea y Neepawa se molieron en un molino experimental Buhler después de atemperarlas 14 hr hasta alcanzar 15.5 g de humedad/100 g de muestra. La muestra de Fredrick se atemperó hasta 14.5 g/100 g y se molió en el molino piloto de la Comisión Canadiense de Granos en Winnipeg. La extracción de harina fue de aproximadamente 70<sup>o</sup>/o.

Las determinaciones de proteínas (N x 5.7) se hicieron de acuerdo al procedimiento de Mitcheson y Stowell (3) y los contenidos se expresan sobre la base de humedad de 14 g/100 g de harina. Los detalles relativos a las pruebas farinográficas se describen en otro lugar (4).

Se preparó una harina mezclando partes iguales de Fredrick y Neepawa, la cual se denominó Fr/Np (50/50). Para las pruebas farinográficas se utilizaron cuatro harinas: Glenlea, Neepawa, la mezcla Fr/Np (50/50) y Fredrick, y en el resto del estudio sólo se usaron las tres primeras.

### *Preparación de Masas y Panificación*

El mezclado de las tres harinas se llevó a cabo en el mezclador GRL-200 (5), equipo cuya capacidad total es de 200 g. Algunos experimentos se realizaron empleando un equipo similar con capacidad de 1 kg de masa. En todos los casos, un baño controlado termostáticamente mantuvo la temperatura del recipiente de mezclado a  $35 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ . El mezclador está provisto de equipo auxiliar para medir la potencia y la energía usada por el motor, y de

un registrador de la tasa de energía usada durante el mezclado en Watt-hora/kg (Wh/kg) de masa.

La preparación de la masa y la panificación se efectuaron usando el método GRL-Chorleywood, en la forma descrita por Kilborn y Tipples (6), Paredes-López (4) y Tipples y Kilborn (1). Las características del pan se evaluaron de acuerdo al procedimiento de estos dos últimos autores (1, 7). En la Tabla 1 se muestran las variables experimentales aplicadas en los ocho tratamientos de mezclado adoptados por el estudio. Las masas sobremezcladas se prepararon aplicando 1.8 veces redondeado a 2 en la tasa de energía usada para mezclar las masas a su primer pico de desarrollo (Figuras 1-3).

TABLA 1

TRATAMIENTOS DE MEZCLADO DE LAS MASAS EN ESTUDIO

Muestra	Tratamientos de mezclado
1	Premezclado: Mezclado de ingredientes por 1 min a 37 rpm
2	Primer pico de desarrollo: Punto óptimo obtenido a 165 rpm
3	Primera etapa de desmezclado: Pico a 165 rpm + 1 min a 37 rpm <sup>a</sup>
4	Segunda etapa de desmezclado: Pico a 165 rpm + 8 min a 37 rpm <sup>a</sup>
5	Tercera etapa de desmezclado: Pico a 165 rpm + 16 min a 37 rpm <sup>a</sup>
6	Segundo pico de desarrollo: Remezclado <sup>b</sup>
7	Submezclado: Mezclado por 20 min a 37 rpm
8	Sobremezclado: Mezclado a 165 rpm usando 1.8 x tasa de energía para el primer pico

<sup>a</sup> Los tiempos de desmezclado fueron seleccionados arbitrariamente.

<sup>b</sup> Primer pico a 165 rpm + 8 min de desmezclado a 37 rpm + remezclado hasta segundo pico a 165 rpm.

RESULTADOS Y DISCUSION

*Pruebas Farinográficas*

Las harinas de Glenlea y Neepawa presentaron un contenido medio (12.6 g/100 g) y alto (14.1 g/100 g) de proteínas, respectivamente; en contraste, la harina de Fredrick acusó una proporción

## GLENLEA

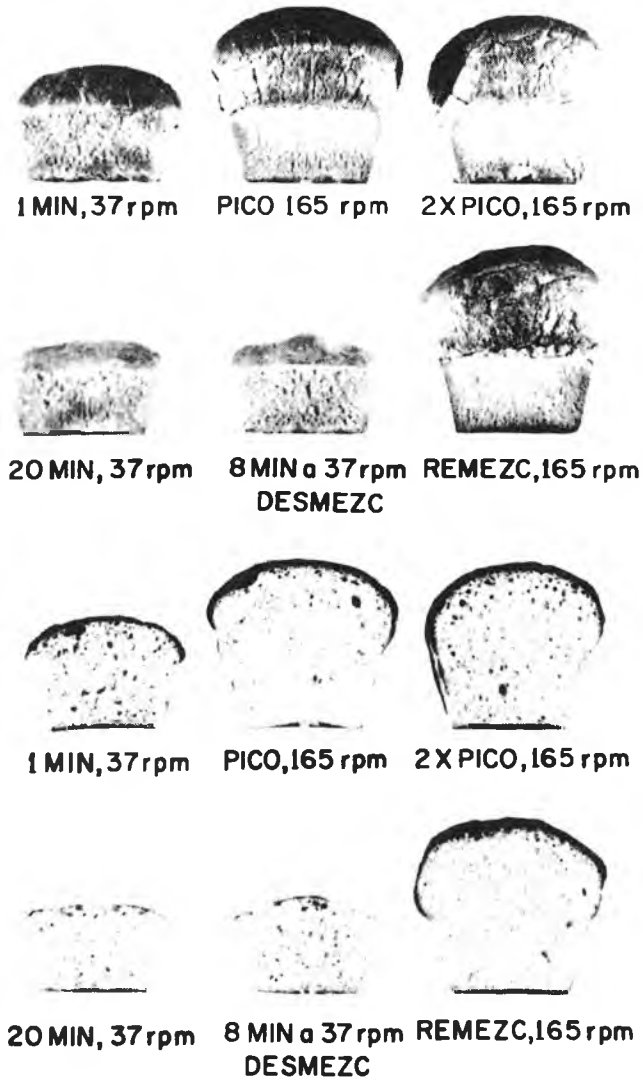


FIGURA 1

Apariencia externa e interna de las hogazas de pan elaboradas con masas de Glenlea sometidas a diferentes tratamientos de mezclado

## NEEPAWA

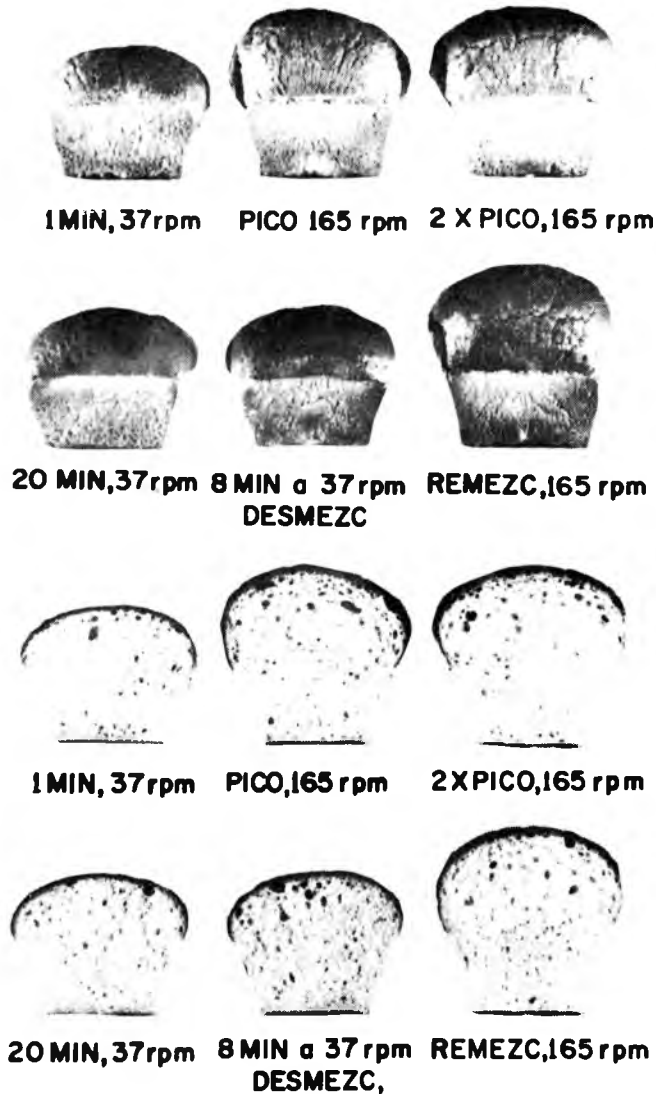


FIGURA 2

Apariencia externa e interna de las hogazas de pan elaboradas con masas de Fredrick/Neepawa (50/50) sometidas a diferentes tratamientos de mezclado

## FR / NP (50 / 50)



**1 MIN, 37 rpm**



**PICO 165 rpm**



**2 X PICO, 165 rpm**



**20 MIN, 37 rpm**



**8 MIN a 37 rpm**

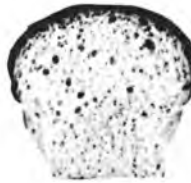


**REMEZC, 165 rpm**

**DESMEZC**



**1 MIN, 37 rpm**



**PICO, 165 rpm**



**2 X PICO, 165 rpm**



**20 MIN, 37 rpm**



**8 MIN a 37 rpm**



**REMEZC, 165 rpm**

**DESMEZC**

**FIGURA 3**

**Apariencia externa e interna de las hogazas de pan elaboradas con masas de Fredrick/Neepawa (50/50) sometidas a diferentes tratamientos de mezclado**

relativamente baja (8 g/100 g). En la Figura 4 se observa que Fredrick tiene un gluten muy débil, razón por la que se utilizó para preparar una masa con una consistencia moderada. Para el efecto, se mezclaron partes iguales de harinas Fredrick y Neepawa (Fr/Np, 50/50), según se indicó.

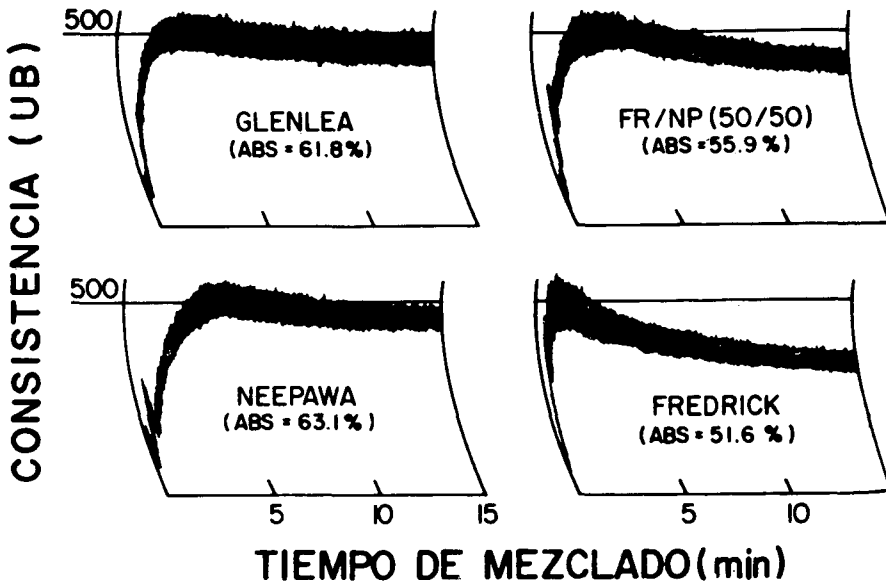


FIGURA 4

Farinogramas a la velocidad farinográfica normal de 60 rpm

Los largos requerimientos de mezclado de Glenlea, ya conocidos en otros estudios (4), no se reflejaron en el tiempo de desarrollo de la masa (TDM) a la velocidad farinográfica normal de 60 rpm (Figura 4). Se ha encontrado que algunas muestras de dicho trigo presentan un farinograma atípico, lo cual se debe probablemente a condiciones ambientales de crecimiento (8). Con este tipo

de muestras, y a la velocidad normal de mezclado, el TDM aparente resulta de la hidratación del almidón; el desarrollo de la masa se produce en estas condiciones en un segundo y amplio pico. En este caso, Glenlea no presentó, aun después de 15 min de mezclado, el segundo pico a que se ha hecho referencia. Este último apareció a los 16-17 min de mezclado a la velocidad farinográfica de 90 rpm (Figura 5). Si este pico se toma como el indicador de la capacidad de mezclado de la harina, se aprecia que Glenlea requiere una fuerza muy alta de mezclado, Neepawa, de un nivel alto, y Fr/Np (50/50) de un nivel moderado.

Para propósitos de comparación, la absorción de agua de la muestra Fredrick (Figura 5), se ajustó aproximadamente al mismo nivel de esta misma muestra (Figura 4). Se observa aquí la influen-

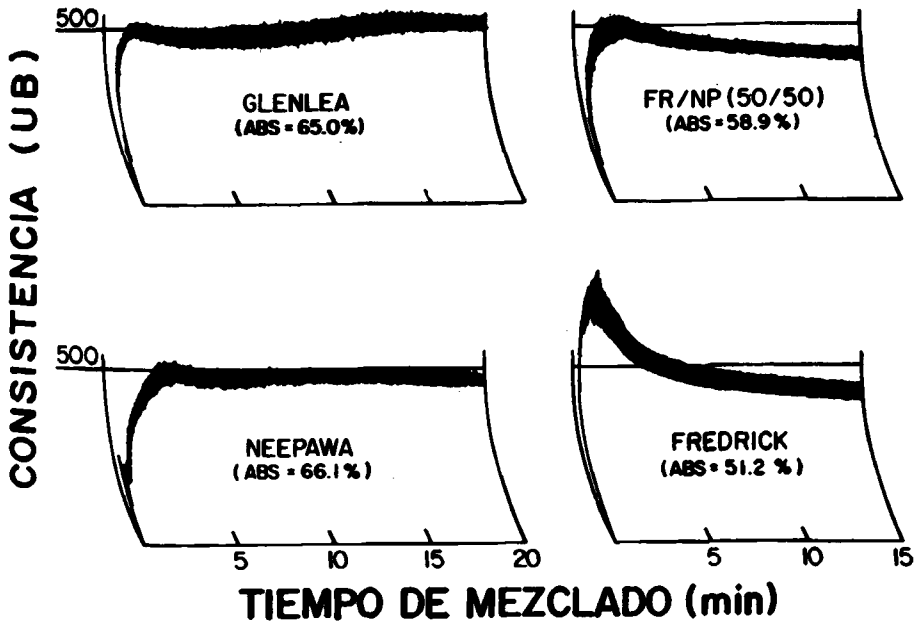


FIGURA 5

Farinogramas a la velocidad farinográfica de 90 rpm

cia de la velocidad de mezclado en la consistencia de la masa de un trigo de gluten débil. A 90 rpm (Figura 2) la consistencia fue mucho más alta (arriba de 500 U.B.) que aquella obtenida a la velocidad normal de 60 rpm (Figura 4). Las otras harinas acusaron una absorción aproximadamente 30/o más alta para la velocidad de mayor mezclado. Es más que probable que este último comportamiento obedezca a la fuerza de mezclado de estas harinas. Es conveniente anotar que dentro de las condiciones experimentales empleadas, una velocidad más alta permitió a la masa un mayor acomodamiento de agua.

### *Mezclado de la Masa*

Las masas en estudio requirieron tiempos y energía marcadamente diferentes para el mezclado (Tabla 2). La tasa de energía usada para mezclar las harinas varió de 0.1 a 26.0 para Glenlea, 0.2 a 6.6 para Neepawa, y 0.1 a 6.1 Wh/kg de masa en el caso de Fr/Np. Glenlea requirió 14.3 Wh/kg (18.4 min de mezclado) para alcanzar el primer pico (punto óptimo de desarrollo), mientras que Neepawa y Fr/Np requirieron únicamente 3.0 (3.3 min de mezclado) y 2.8 Wh/kg (3.0 min de mezclado), respectivamente. En otras palabras, hubo notables diferencias en la tasa de energía utilizada para obtener desarrollos equivalentes de la masa. Otros investigadores (9) han informado tasas de energía de 7.0 y 4.2 Wh/kg para alcanzar el desarrollo óptimo de trigos con gluten fuerte y de nivel medio, respectivamente.

Al analizar la energía utilizada para las muestras 2, 4 y 6 (Tabla 2), se encontró que la tasa requerida para alcanzar la consistencia máxima, después de desmezclar 8 min a 37 rpm, fue considerablemente más baja que la necesaria para llegar al primer pico. Asimismo, en la Tabla 2 llaman la atención los altos requerimientos energéticos de mezclado de la harina de Glenlea, en comparación con los de Neepawa y Fr/Np.

### *Efectos de los Tratamientos de Mezclados sobre la Calidad Panadera*

La Figura 1 para Glenlea, Figura 2 para Neepawa y Figura 3 para Fr/Np muestran la apariencia externa e interna de los panes elaborados con masas sometidas a diferentes tratamientos de mezclado. Los panes de las muestras 3 y 5 (que corresponden a los tiempos de desmezclado más corto y más largo, respectivamente) no se presentan, ya que son similares a los de la muestra 4 que se incluye

TABLA 2

TASAS DE ENERGIA Y TIEMPOS USADOS PARA EL MEZCLADO

Muestra <sup>a</sup>	Tasa de energía (Watt-h/kg)			Tiempo de mezclado (min)		
	Glenlea	Neepawa	Fr/Np (50/50)	Glenlea	Neepawa	Fr/Np (50/50)
1	0.1	0.2	0.1	1.0	1.0	1.0
2	14.3	3.0	2.8	18.4	3.3	3.0
3	14.5	3.2	3.0	19.1	4.3	4.0
4	14.6	3.8	4.0	26.4	11.3	11.0
5	14.8	4.5	5.1	34.0	19.3	19.0
6	18.1	6.6	6.1	31.0	13.3	12.4
7	0.6	2.3	2.1	20.0	20.0	20.0
8	26.0	5.5	5.2	25.4	5.7	5.0

<sup>a</sup> La identificación de los tratamientos de mezclado 1-8 se muestra en la Tabla 1.

en estas Figuras. En la Tabla 3 se muestran los resultados de las pruebas objetivas y subjetivas usadas para determinación de la calidad panadera, incluyendo los resultados correspondientes a los ocho tratamientos de mezclado.

El desmezclado de Glenlea por sólo 1 min produjo un notorio deterioro de la calidad panadera (Tabla 3, muestra 3); el volumen de hogaza disminuyó en 20% o, comparado con el de la masa desarrollada hasta el primer punto óptimo (muestra 2). Con este mismo tratamiento de desmezclado, el decremento de volumen de hogaza fue de 4% o para Neepawa y 2% o para Fr/Np. La disminución de volumen fue mayor al aumentar el tiempo de desmezclado; la reducción en relación al primer pico, después de 16 min de desmezclado, fue de 62% o para Glenlea, 38% o para Neepawa y 34% o para Fr/Np (muestra 5). Los efectos negativos del desmezclado fueron evidentes también en la apariencia externa de la hogaza, y en la estructura y color de la miga (Tabla 3 y Figuras 1-3). Aumentos de los tiempos de desmezclado produjeron notables descensos de la calidad panadera, como lo indican los parámetros objetivos y subjetivos de calidad. Otro importante efecto observado concierne a los efectos negativos del desmezclado, los que fueron pronunciados para las harinas de gluten más fuerte, presentándose los efectos negativos en forma decreciente en el siguiente orden: Glenlea, Neepawa y Fr/Np.

Como era de esperar, el pan de las masas submezcladas fue extremadamente pobre en el caso de las tres harinas utilizadas (Tabla 3, muestras 1 y 7, e identificadas con 1 y 20 min a 37 rpm, respectivamente, Figuras 1-3). En el caso del trigo Glenlea, el volumen de hogaza de la masa remezclada fue ligeramente más alto que el obtenido en el primer pico de desarrollo. La Tabla 3 indica que la diferencia en volúmenes de hogaza de la masa remezclada (muestra 6) y de la masa desarrollada al punto óptimo (muestra 2) fue de 6% o para Glenlea, -2% o para Neepawa y -6% o para Fr/Np. Con el sobremezclado se produjo en las tres harinas una disminución en el volumen de hogaza y un ligero deterioro de la calidad organoléptica (Tabla 3, muestra 8 e identificada con 2 x pico a 165 rpm, Figuras 1-3). En general, estos resultados de sobremezclado concuerdan con los trabajos de Hosoney y Finney (10) y de Tanaka y Bushuk (11), investigadores que estudiaron los efectos del sobremezclado en la calidad panadera de algunas harinas.

Se ha encontrado que los trigos con buena capacidad panadera soportan mayores tratamientos consecutivos de desmezclado y remezclado (2, 4, 12). En consecuencia, la Comisión Canadiense

TABLA 3

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE MEZCLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE PANIFICACION DE LAS HARINAS DE GLENLEA, NEEPAWA Y FREDRICK/NEEPAWA (50/50)

Harina	Tratamientos de mezclado							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Glenlea:</i>								
Volumen hogaza, cm <sup>3</sup>	515	990	795	405	375	1045	380	870
Apariencia externa	3.0,mv	8.0	7.5	1.0,mv	0.5,mv	8.0	0.5,mv	8.0
Estructura miga	3.0,a,ma	6.5,a	5.8,a	1.0,a,ma	0.5,a	6.8,a	1.0,a,ma	6.0,a
Color miga	1.5,g-y	10.0	8.0	2.0,g	1.5,g-y	10.0	0.5,g-y	9.0
<i>Neepawa:</i>								
Volumen hogaza, cm <sup>3</sup>	650	1045	1005	695	650	1025	675	990
Apariencia externa	5.0, v	9.0	8.5	5.2,v	5.5,v	8.8	5.0,v	8.0,g
Estructura miga	5.0,ma	6.0,ma	6.2,a	5.0,ma	4.0,a,a	6.0	4.8,ma	6.0,ma
Color miga	4.0,g-y	8.0	8.0	5.0,g-y	4.0,g-y	8.5	4.5,g-y	8.0
<i>Fredrick/Neepawa (50/50):</i>								
Volumen hogaza, cm <sup>3</sup>	660	935	915	680	615	880	645	895
Apariencia externa	5.5,v	8.2	8.0	6.2,v	5.5,v	8.0	5.0,v	7.8,mg
Estructura miga	4.5,a,a	6.0,a	6.0,a	5.2,a,a	4.0,a,a	6.0,a	3.9,a,ma	6.0,a
Color miga	4.5,p-y	8.2	8.0	5.5,p-y	5.0,p-y	8.0	4.0,p-y	8.2

Términos de la evaluación sensorial:

a = abierto; a = áspero; g= gris; ma = muy abierto; mg = muy gris; mv = muy viejo; p = pálido; v = viejo; y = amarillo.

Apariencia externa, Estructura de la miga y Color de la miga: 1-10.

La identificación de los tratamientos de mezclado 1-8 se muestra en la Tabla 1.

de Granos ha empezado a introducir efectos de desmezclado y remezclado de masas como parámetros adicionales que ayudan a conocer mejor la capacidad panadera de un trigo. Los estudios de Kasarda, Bernardin y Nimmo (13) han demostrado el importante papel que la gliadina juega en las propiedades reológicas del trigo. Por otro lado, Bushuk (14), Khan y Bushuk (15) y Paredes-López y Bushuk (16) estiman que existe una alta interrelación entre el nivel de hidrofobicidad de la glutenina y la calidad panadera de un trigo dado. En base a estos hallazgos, las investigaciones a nivel molecular que se están llevando a cabo, en cuanto a mezclado y desmezclado, están orientadas a conocer el papel que la gliadina y glutenina desempeñan en este tipo de propiedades.

## SUMMARY

### WHEAT: EFFECTS OF MIXING IN BREADMAKING

The purpose of this work was to investigate the effects of mixing, especially of unmixing, in the breadmaking process. The three wheat cultivars selected for the study were Glenlea, Neepawa and Fredrick. To increase the mixing strength of Fredrick, a blend of equal parts of Fredrick and Neepawa flours (Fr/Np, 50/50) was prepared.

The wheat doughs under study required widely different times and energy inputs for mixing. Glenlea, Neepawa and Fr/Np needed 14.3, 3.0 and 2.8 Wh/kg of dough, respectively, to reach the first development peak. The unmixed doughs showed a marked deterioration of bread quality in relation to those mixed to the first development peak. Increases of unmixing times produced remarkable decreases of bread quality. At 16 min of unmixing the reduction of loaf volume, in relation to the optimum development stage, ranged from 34 to 62%. After unmixing, remixing the dough to a second development peak caused a high improvement in the quality of the final product. The breadmaking tests demonstrated that the unmixing effects were stronger for the stronger flours.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. K. H. Tipples y al Señor R. H. Kilborn, de la Comisión Canadiense de Granos, Winnipeg, Canadá, las facilidades que tuvieron a bien proporcionarles para el desarrollo de este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Tipples, K. H. & R. H. Kilborn. "Unmixing" - the disorientation of developed bread doughs by slow speed mixing. *Cereal Chem.*, **52**: 248-262, 1975.
2. Paredes-López, O. & W. Bushuk. Development and undevelopment of wheat dough by mixing: Physicochemical studies. *Cereal Chem.*, **59** (aceptado para publicación).
3. Mitcheson, R. C. & K. C. Stowell. Application of new analytical technique to routine malt analysis. I. Determination of barley and malt nitrogen content using an autoanalyser technique. *J. Inst. Brew.*, **76**: 335-338, 1970.
4. Paredes-López, O. **Physicochemical Studies of Dough Development and Undevelopment by Mixing**. Tesis doctoral. University of Manitoba, School of Agriculture, Winnipeg, Canada, 1980.
5. Voisey, P. W. & R. H. Kilborn. An electronic recording Grain Research Laboratory mixer. *Cereal Chem.*, **51**: 841-848, 1974.
6. Kilborn, R. H. & K. H. Tipples. Factor affecting mechanical dough development. I. Effect of mixing intensity and work input. *Cereal Chem.*, **49**: 34-47, 1972.
7. Tipples, K. H. & R. H. Kilborn. **Baking Methods**. Bulletin of the Canadian Grain Commission, Winnipeg, Canada, 1977, p. 5.
8. Bushuk, W. Resultados no publicados. University of Manitoba, School of Agriculture, Winnipeg, Canadá, 1980.
9. Kilborn, R. H. & K. H. Tipples. Factors affecting mechanical dough development. III. Mechanical efficiency of laboratory dough mixers. *Cereal Chem.*, **50**: 50-69, 1973.
10. Hosenev, R. C. & P. L. Finney. A contrary view. *Bakers Dig.*, **48**(1): 22-28, 66, 1974.
11. Tanaka, K. & W. Bushuk. Changes in flour proteins during dough mixing. I. Solubility results. *Cereal Chem.*, **50**: 590-596, 1973.
12. Bushuk, W., O. Paredes-López, R. H. Kilborn & K. H. Tipples. Changes in wheat proteins during dough unmixing. *Cereal Foods World*, **25**: 505, 1980.
13. Kasarda, D. D., J. E. Bernardin & C. C. Nimmo. Wheat proteins. En: **Advances in Cereal Science and Technology**, Vol. 1. Y. Pomeranz (Ed.). St. Paul, Minn., American Association of Cereal Chemists, 1976, p. 158-236.
14. Bushuk, W. Glutenin functions, properties and genetics. *Bakers Dig.*, **48**(4): 14-16, 18, 19, 21, 22, 1974.
15. Khan, K. & W. Bushuk. Studies of glutenin. VIII. Subunit composi-

- tion at different stages of grain maturity. **Cereal Chem.**, **53**: 566-573, 1976.
16. Paredes-López, O. & W. Bushuk. Development and undevelopment of wheat dough by mixing: Microscopic structure and its relations to breadmaking quality. **Cereal Chem.**, **59** (aceptado para publicación).

**EFFECTO DE LA INFESTACION POR *Prostephanus truncatus*,  
Horn, *Sitophilus zeamais*, Mots, o *Sitotroga cerealella*, Oliver, EN  
LA CONCENTRACION DE AMINOACIDOS EN LA PROTEINA  
DEL MAIZ**

*Héctor Bourges<sup>1</sup> y Esbaide Adem<sup>2</sup>*

**Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán e  
Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México**

**RESUMEN**

Se analizó la concentración de aminoácidos en la proteína del maíz de diferentes lotes infestados, en condiciones de laboratorio, con *P. truncatus*, *S. zeamais* o *S. cerealella* en las etapas de larva, al emerger la primera generación y en periodos mayores. Se observaron diferencias en la concentración de la mayoría de los aminoácidos entre el lote testigo y los nueve lotes experimentales, pero el único patrón consistente en cuanto a magnitud, significancia y signo de las diferencias, fue una disminución en leucina e isoleucina, y un aumento en triptófano. La calificación química mostró cambios mínimos, excepto en el caso de la infestación con larvas de *S. cerealella*, en el que disminuyó en un 15% con respecto al lote testigo.

---

Manuscrito modificado recibido: 5-10-82.

- 1 División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, Vasco de Quiroga 15 Deleg. Tlalpan CP. 14000 México D. F., México.
- 2 Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 20364, Deleg. Alvaro Obregón CP. 010000 México D. F., México.

## INTRODUCCION

Los autores han estudiado los cambios en la concentración de nutrientes en granos de maíz infestados por *P. truncatus*, *S. zeamais* y *S. cerealella* en condiciones de laboratorio. Los resultados de dicho estudio (1) permitieron concluir que la infestación por cada una de las tres especies altera la composición del maíz sin seguir un patrón definido; que de estas tres especies, *S. cerealella* es la que produce mayores efectos; y que en general la concentración de nitrógeno aumentó y la de extracto etéreo disminuyó, con reducción del valor energético total del lote hasta en un 190/o. Se sugirió la posibilidad de que los insectos tuvieran un comportamiento selectivo en su ataque al grano, consumiendo las regiones más próximas a ellos, de lo que se derivarían algunos de los cambios de composición observados, los cuales fueron siempre mayores en la etapa larvaria y se "diluyeron" conforme la infestación se prolongaba.

El aumento observado en la concentración de nitrógeno se atribuyó a dos posibles factores: la presencia de nitrógeno no proteínico proveniente de las excretas de los insectos o al consumo, por éstos, de partes del grano pobres en proteínas. Por esta razón, en la publicación previa al respecto (1) se recomendó estudiar el efecto de la infestación sobre la composición de aminoácidos de los lotes experimentales.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar si la infestación, en las condiciones del experimento, produce diferencias en la concentración de aminoácidos de la proteína del maíz y si estas diferencias afectan la calificación química del grano.

## MATERIALES Y METODOS

El diseño de este estudio consistió en someter lotes de maíz a la infestación con *P. truncatus*, *S. zeamais* o *S. cerealella* durante diferentes períodos, analizar el contenido de aminoácidos en cada uno de ellos, y comparar los resultados con los obtenidos en un lote de maíz sin infestar.

Se utilizó para el caso maíz criollo amarillo tipo chalqueño, raza cónico, dentado, libre de infestación y de insecticidas, que se subdividió en 10 lotes de 500 g. En cada uno de ellos se colocaron 400 hembras durante tres días para que ovopositaran; al término de los tres días, las hembras fueron retiradas. Estos lotes se co-

locaron posteriormente en cámaras de cultivo a  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$  y a una humedad relativa de  $61 \pm 3\%$ . Se detuvo la infestación en los siguientes períodos:

- a) Al finalizar la última etapa larvaria (L) (*P. truncatus* 24 días; *S. zeamais* 18 días y *S. cerealella* 18 días).
- b) Al emerger la primera generación ( $F_1$ ) (*P. truncatus* 37 días; *S. zeamais* 31 días y *S. cerealella* 35 días).
- c) Al transcurrir períodos mayores a una generación ( $> F_1$ ), cuando la destrucción del grano se juzgó como "severa" por medios visuales. Esto ocurrió a los 44, 60 y 64 días para la infestación con *P. truncatus*, *S. zeamais* y *S. cerealella*, respectivamente.

En la publicación antes mencionada se proporcionan mayores detalles acerca de la selección y cultivo de los insectos, selección de la muestra de maíz, e infestación de la misma (1).

Con el fin de respetar la metodología empleada en el trabajo anterior (1), en el que se pretendía conocer los cambios ocurridos en las muestras globales, las determinaciones de aminoácidos se realizaron en muestras molidas que incluían tanto los granos dañados como los intactos. Previo al análisis se retiraron los insectos adultos y las larvas presentes en el interior de los granos, excepto en el experimento por períodos mayores a una generación ( $> F_1$ ).

El análisis de aminoácidos se realizó mediante cromatografía en columna, utilizando un analizador automático de aminoácidos marca Beckman, Modelo 116, siguiendo el método de Stein y Moore (2) previa eliminación de los lípidos e hidrólisis de la proteína de la muestra.

El triptofano se midió por separado mediante el método de Spies y Chambers (3) dado que la digestión ácida destruye este aminoácido y no es posible medirlo en el analizador.

Con el fin de conocer la precisión del método empleado para cuantificar el contenido de aminoácidos en maíz, se repitió seis veces el análisis de la muestra testigo; la disponibilidad del equipo no permitió repetirlo un mayor número de veces. En la Tabla 1 se exponen el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación obtenidos.

Para fines del análisis de los resultados, se consideraron solamente aquellos cambios con respecto al maíz testigo que fueron mayores al coeficiente de variación que, para cada aminoácido, se señala en la Tabla 1 (Imprecisión del método).

TABLA 1

PROMEDIO ( $\bar{x}$ ), DESVIACION ESTANDAR (DE) Y COEFICIENTE DE VARIACION (CV) DE LOS VALORES OBTENIDOS DEL ANALISIS DE AMINOACIDOS DE LA PROTEINA DE SEIS MUESTRAS DEL LOTE TESTIGO (mg/16 mg de nitrógeno)

	Aminoácido	$\bar{x} \pm DE$	CV
Indispensables	Valina	4.98 $\pm$ 0.40	8.00/o
	Isoleucina	3.99 $\pm$ 0.24	6.00/o
	Treonina	3.28 $\pm$ 0.19	5.80/o
	Triptofano	0.75 $\pm$ 0.08	9.90/o
	Fenilalanina	5.06 $\pm$ 0.36	7.10/o
	Leucina	13.16 $\pm$ 0.41	3.10/o
	Lisina	2.99 $\pm$ 0.36	12.00/o
	Metionina	2.24 $\pm$ 0.28	12.50/o
Dispensables	Histidina	2.32 $\pm$ 0.32	13.80/o
	Acido aspártico	6.63 $\pm$ 0.81	12.20/o
	Serina	4.40 $\pm$ 0.24	5.40/o
	Acido glutámico	17.24 $\pm$ 1.14	6.60/o
	Prolina	9.70 $\pm$ 0.91	9.40/o
	Glicina	3.74 $\pm$ 0.35	9.40/o
	Alanina	7.67 $\pm$ 0.37	4.80/o
	Cisteína	4.03 $\pm$ 0.40	9.90/o
	Tirosina	4.03 $\pm$ 0.25	6.20/o
Arginina	4.19 $\pm$ 0.24	5.70/o	

La calificación química<sup>3</sup> de la proteína del maíz de cada uno de los lotes se calculó tomando como base el patrón provisional de la FAO/OMS de 1973 (4).

3 En este trabajo se considera como "calificación química" la proporción porcentual en que se encuentra el aminoácido limitante en relación al Patrón de Referencia.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las pérdidas de peso seco en los lotes de grano fueron pequeñas y muy similares para las etapas de larva (L) y primera generación ( $F_1$ ): 50/o para *P. truncatus*, 3 a 40/o para *S. zeamaiz*, y 3.50/o para *S. cerealella*; en el experimento de períodos mayores a una generación ( $> F_1$ ), las pérdidas alcanzaron 13.80/o para *P. truncatus*, 10.30/o para *S. zeamaiz* y 19.30/o para *S. cerealella*.

El contenido de aminoácidos en la proteína de los lotes de maíz infestado por cada una de las 3 especies de insectos en las tres etapas sometidas a estudio se presenta en la Tabla 2. Como se puede apreciar, existen diferencias diversas en magnitud y en signo (+ ó -) en la mayoría de los aminoácidos de todos los lotes con respecto al testigo. Es difícil analizar esta información en forma global, por lo que conviene restringir el análisis sólo a aquellas diferencias con el lote testigo, superiores al error metodológico. En las Tablas 3, 4 y 5 se observan las diferencias encontradas en cada uno de los lotes con respecto al testigo, expresadas como o/o de los valores del lote no infestado y señalando el signo (+ ó -). Aquellas diferencias superiores al error metodológico, que para los fines del estudio se considerarán como significativas, se destacan enmarcándolas. En vista de que la composición de la proteína depende de 20 variables (los aminoácidos determinados), como primer paso conviene contar simplemente el número de diferencias significativas en cada lote.

La especie que produjo un mayor número de diferencias significativas fue *S. cerealella* (28) siguiéndole *P. truncatus* (26) y *S. zeamaiz* (23). Sin embargo, las diferencias fueron mayores en el caso de la infestación con *P. truncatus* y mucho menores las ocasionadas por la infestación con *S. cerealella*.

La etapa que produjo un número mayor de diferencias significativas fue la de larva (31), mientras que  $F_1$  dio lugar a 26, y  $> F_1$  a solamente 20. De las larvas de las tres especies, la de *P. truncatus* produjo el mayor número de diferencias y la de *S. zeamaiz* fue la que ocasionó menos. Cabe destacar que en el estudio previo (1) fueron justamente las larvas de *P. truncatus* las que dieron lugar a un mayor cambio en la concentración de nitrógeno.

Desde el punto de vista nutricional, los cambios en los aminoácidos indispensables son más importantes, por lo que conviene analizarlos separadamente. *S. cerealella* y *S. zeamaiz* produjeron 13 diferencias significativas en los aminoácidos indispensables y *P. truncatus*, 12.

TABLA 2

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DE LA PROTEINA DE LAS MUESTRAS DE MAIZ INFESTADAS POR *P. truncatus*, *S. zeamais* O *S. cerealella* Y DEL MAIZ TESTIGO (mg/16 mg de nitrógeno)

Aminoácido	Maíz testigo	Maíz infestado con:									
		<i>P. truncatus</i>			<i>S. zeamais</i>			<i>S. cerealella</i>			
		L	F <sub>1</sub>	>F <sub>1</sub>	L	F <sub>1</sub>	>F <sub>1</sub>	L	F <sub>1</sub>	>F <sub>1</sub>	
Indispensables	Valina	4.98 ± 0.40	4.23	5.29	5.91	4.74	5.30	5.20	5.08	4.30	5.40
	Isoleucina	3.99 ± 0.24	4.20	3.21	3.73	3.34	3.39	3.62	3.61	3.32	3.15
	Treonina	3.28 ± 0.10	3.40	3.35	3.37	3.31	3.60	3.23	3.24	3.40	3.37
	Triptofano	0.75 ± 0.08	1.03	0.89	0.76	0.90	1.08	0.88	0.75	0.85	0.91
	Fenilalanina	5.06 ± 0.36	4.11	4.67	5.21	4.52	4.22	5.60	3.97	4.81	5.25
	Leucina	13.16 ± 0.41	12.55	11.85	12.36	11.90	11.80	10.35	11.72	12.62	11.28
	Lisina	2.99 ± 0.36	2.97	2.82	3.01	3.16	3.02	2.90	2.55	2.68	2.84
	Metionina	2.24 ± 0.28	2.23	2.64	2.35	2.46	2.22	2.31	2.60	2.51	2.50
Dispensables	Histidina	2.32 ± 0.32	2.76	2.63	2.55	3.18	2.57	2.44	2.46	2.52	2.76
	Acido aspártico	6.63 ± 0.81	8.03	6.47	5.85	6.18	7.45	6.80	7.72	6.35	5.80
	Serina	4.40 ± 0.24	4.66	4.36	4.40	4.33	4.28	4.87	4.16	4.70	4.80
	Acido glutámico	17.24 ± 1.14	19.00	18.74	17.90	17.66	17.97	8.70	21.38	18.64	17.87
	Prolina	0.70 ± 0.01	7.35	0.38	9.70	10.45	9.28	9.30	9.26	9.28	9.50
	Glicina	3.74 ± 0.35	3.60	3.49	3.60	3.62	3.72	3.70	3.40	3.40	4.44
	Alanina	7.67 ± 0.37	7.21	7.28	7.40	7.34	7.38	7.20	6.97	7.45	7.52
	Cisteína	4.03 ± 0.40	3.42	4.50	3.90	3.77	3.65	4.10	3.04	4.50	4.50
	Tirosina	4.03 ± 0.25	3.55	3.38	3.93	3.59	3.53	4.50	3.67	3.87	4.11
	Arginina	4.10 ± 0.24	5.10	5.05	4.07	5.55	5.54	4.30	4.42	4.80	4.00

L = Larva.  
 F<sub>1</sub> = Emergencia de la primera generación.  
 >F<sub>1</sub> = Períodos mayores a una generación.

TABLA 3

DIFERENCIAS PORCENTUALES EN LA CONCENTRACION DE  
AMINOACIDOS DE LA PROTEINA DEL MAIZ INFESTADO  
POR *P. truncatus* CON RESPECTO AL MAIZ TESTIGO

Aminoácido	Etapa			
	L	F <sub>1</sub>	> F <sub>1</sub>	
Indispensables	Valina	-15.1	+ 6.2	+18.7
	Isoleucina	+ 5.3	-19.5	- 6.5
	Treonina	+ 3.7	+ 2.1	+ 2.7
	Triptofano	+36.8	+18.2	+ 0.9
	Fenilalanina	-19.0	- 7.7	+ 3.0
	Leucina	- 4.6	-10.0	- 6.1
	Lisina	- 0.7	- 5.7	+ 0.7
	Metionina	- 0.4	+17.9	+ 4.9
Dispensables	Histidina	+19.0	+13.4	+ 9.9
	Acido aspártico	+21.1	- 2.4	-11.8
	Serina	+ 5.9	- 0.9	0
	Acido glutámico	+10.2	+ 8.7	+ 3.8
	Prolina	-24.2	- 3.3	0
	Glicina	- 3.7	- 6.7	- 3.7
	Alanina	- 6.0	- 5.1	- 3.5
	Cisteína	-15.1	+11.7	- 3.2
	Tirosina	-11.9	-16.1	- 2.5
	Arginina	+21.7	+20.5	- 2.9

L = Larva.

F<sub>1</sub> = Primera generación.>F<sub>1</sub> = Más de una generación.

TABLA 4

DIFERENCIAS PORCENTUALES EN LA CONCENTRACION DE  
AMINOACIDOS DE LA PROTEINA DEL MAIZ INFESTADO  
POR *S. zeamais* CON RESPECTO AL MAIZ TESTIGO

Aminoácido	Etapa			
	L	F <sub>1</sub>	>F <sub>1</sub>	
Indispensables	Valina	- 4.8	+ 6.4	+ 4.4
	Isoleucina	- 16.3	- 15.0	- 9.3
	Treonina	+ 0.9	+ 9.8	+ 1.2
	Triptofano	+ 19.5	+ 43.4	+ 16.9
	Fenilalanina	- 17.0	- 16.6	+ 17.0
	Leucina	- 9.6	- 10.3	- 21.4
	Lisina	+ 5.7	+ 1.0	- 3.0
	Metionina	+ 9.8	- 0.9	+ 3.1
Dispensables	Histidina	+ 37.1	+ 10.8	+ 5.2
	Acido aspártico	- 6.8	+ 12.4	+ 2.6
	Serina	- 1.6	- 2.7	+ 10.7
	Acido glutámico	+ 2.4	+ 4.2	- 49.5
	Prolina	+ 7.7	- 4.3	- 4.1
	Glicina	- 3.2	- 0.5	- 1.1
	Alanina	- 4.3	- 3.9	- 6.1
	Cisteína	- 6.5	- 9.4	+ 1.7
	Tirosina	- 10.9	- 12.4	+ 11.7
	Arginina	+ 32.5	+ 32.2	+ 2.6

L = Larva.

F<sub>1</sub> = Primera generación.>F<sub>1</sub> = Más de una generación.

TABLA 5

DIFERENCIAS PORCENTUALES EN LA CONCENTRACION DE  
AMINOACIDOS DE LA PROTEINA DEL MAIZ INFESTADO  
POR *S. cerealella* CON RESPECTO AL MAIZ TESTIGO

	Aminoácido	Etapa		
		L	F <sub>1</sub>	>F <sub>1</sub>
Indispensables	Valina	+ 2.0	- 13.7	+ 8.4
	Isoleucina	- 9.5	- 16.8	- 21.0
	Treonina	- 1.2	+ 3.7	+ 2.7
	Triptofano	- 0.4	+ 12.9	+ 20.8
	Fenilalanina	- 21.5	- 4.9	+ 3.8
	Leucina	- 10.9	- 4.1	- 14.3
	Lisina	- 14.7	- 10.4	- 5.0
	Metionina	+ 16.1	+ 12.05	+ 11.6
Dispensables	Histidina	+ 6.0	+ 8.6	+ 19.0
	Acido aspártico	+ 16.4	- 4.2	- 12.5
	Serina	- 5.5	+ 6.8	+ 9.1
	Acido glutámico	+ 24.0	+ 8.1	+ 3.7
	Prolina	- 4.5	- 4.3	- 2.1
	Glicina	- 9.1	- 9.1	+ 18.7
	Alanina	- 9.1	- 2.9	- 2.0
	Cisteína	- 24.6	+ 11.7	+ 11.7
	Tirosina	- 8.9	- 4.0	+ 2.0
	Arginina	+ 5.5	+ 14.6	- 4.5

L = Larva.

F<sub>1</sub> = Primera generación.>F<sub>1</sub> = Más de una generación.

Con respecto a las distintas etapas,  $F_1$ , L y  $>F_1$  ocasionaron 14, 13 y 11 diferencias significativas, respectivamente.

Del análisis precedente puede concluirse que *S. cerealella* es la especie que tuvo efecto sobre un mayor número de aminoácidos, y que *P. truncatus* produjo los de mayor magnitud. En lo tocante a las etapas, L ocasionó el mayor número de diferencias significativas y las de mayor magnitud, particularmente en el caso de *P. truncatus*. En cuanto a las diferencias observadas en los aminoácidos indispensables, las tres especies y etapas tuvieron un efecto similar.

Por lo que toca a las diferencias en la concentración de cada uno de los aminoácidos indispensables de los lotes experimentales con respecto al testigo, la leucina fue significativamente más baja en los nueve lotes estudiados, y la isoleucina lo fue en ocho de ellos. En cambio, la concentración de triptofano fue mayor en siete de los nueve lotes experimentales, siendo las diferencias más importantes las causadas por la infestación con *S. zeamais*, particularmente en el estado  $F_1$  (+ 430/o). En el caso de la infestación con *P. truncatus*, L produjo un mayor efecto (+ 370/o) que  $F_1$  (+ 180/o) y, en el caso de *S. cerealella*,  $>F_1$  dio lugar a la diferencia mayor (+ 210/o).

Los demás aminoácidos indispensables acusaron diferencias inconsistentes de uno a otro lote; por ejemplo, la concentración de fenilalanina fue menor en cinco de los nueve lotes, pero considerablemente mayor en el lote infestado por *S. zeamais*  $>F_1$ .

La concentración de lisina y metionina, aminoácidos habitualmente insuficientes en la dieta popular mexicana, sufrió pocos cambios; la lisina sólo disminuyó 150/o en los lotes infestados por L de *S. cerealella*, mientras que la metionina fue mayor en 18 y 160/o en los lotes infestados por *P. truncatus*  $F_1$  y *S. cerealella* L, respectivamente.

En resumen, las únicas diferencias significativas consistentes fueron: una menor concentración de leucina e isoleucina, y una concentración más elevada de triptofano en la mayoría de los lotes. Los aminoácidos dispensables no mostraron diferencias significativas consistentes, ni en magnitud ni en signo, para un mismo estado o especie.

Las diferencias observadas en cuanto a leucina, isoleucina y triptofano pueden atribuirse a un mayor consumo de determinada región del grano de maíz por el insecto.

El grano de maíz contiene varias proteínas, cada una de ellas con una composición específica de aminoácidos y situadas en

diferentes regiones. Las del germen son ricas en lisina y triptofano, mientras que las del endospermo son muy pobres en estos dos aminoácidos y ricas, en cambio, en leucina, metionina, fenilalanina y, en menor grado, en isoleucina (5, 6). Entre las proteínas del endospermo predomina la zeína y la glutelina; la primera carece prácticamente de lisina y triptofano (0.1 mg/16mg N) y, en contraste, es sumamente rica en leucina e isoleucina (26 y 7 mg/16mg N, respectivamente).

En consideración a estos datos, si el insecto consumiera exclusiva o preponderantemente el endospermo, sería de prever una mayor concentración de lisina y triptofano y una menor concentración de leucina, metionina e isoleucina en las muestras después de la infestación.

El aumento en la concentración de triptofano y la disminución en la de leucina e isoleucina observados, son congruentes con un mayor consumo de endospermo que de germen. No se observó el incremento que era de esperar en la concentración de lisina, ni la relación leucina/isoleucina —que fue de 3.3 en la muestra testigo— se mantuvo constante en los lotes experimentales ( $\bar{x} \pm DE$   $3.39 \pm 0.32$ ). Sin embargo, de existir tendencia hacia un mayor consumo de endospermo, ésta ocurriría en proporciones que variarían en forma aleatoria casi en cada grano y, como el análisis de aminoácidos en cada muestra incluyó varios granos, estos efectos aleatorios se sumarían y se confundirían; por lo tanto, los resultados no contradicen el consumo selectivo sugerido. Para comprobar la existencia de consumo selectivo, habrá que realizar un fraccionamiento de las proteínas de las muestras en estudios posteriores.

Puesto que la concentración de triptofano fue mayor en las muestras infestadas que en el lote testigo y este aminoácido es considerado como uno de los limitantes en la proteína del maíz, es posible que la calificación química (CQ) de la proteína haya aumentado en algunos lotes.

Con respecto al Patrón Provisional FAO/OMS 1973 (4), el maíz testigo fue limitante en lisina con una CQ de 0.45; el triptofano estuvo en una proporción de 75% con respecto al Patrón, y el resto de los aminoácidos lo sobrepasó.

Ya que el triptofano no fue el aminoácido limitante de la muestra de maíz con respecto al patrón utilizado, los aumentos que en la concentración de este aminoácido se observaron en los lotes infestados, no tienen influencia en la calificación química de la proteína. Así, en el caso del maíz infestado por *P. truncatus*, la

calificación química se mantuvo en 0.54 con una ligera disminución a 0.51 en el lote infestado por un período equivalente a una generación ( $F_1$ ). En los lotes infestados por *S. zeamais*, las calificaciones químicas de L,  $F_1$ , y  $> F_1$ , fueron respectivamente de 0.57, 0.55 y 0.53. Por último, en los lotes infestados por *S. cerealella*, los valores respectivos fueron: 0.46, 0.49, y 0.52. En todos los casos, la lisina fue el aminoácido limitante.

Con excepción del lote infestado por larvas de *S. cerealella*, en el que la CQ disminuyó en un 15%, el resto de los cambios fueron tan pequeños que pueden considerarse como insignificantes.

### CONCLUSIONES

1. En las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, la infestación tuvo efecto en la concentración de la mayoría de los aminoácidos en todos los lotes. La magnitud y signo de las diferencias observadas fueron distintas de un caso a otro.
2. El único patrón consistente observado fue la disminución en la concentración de leucina e isoleucina y el incremento en la concentración de triptofano en la mayoría de los lotes. Estas diferencias podrían atribuirse a un mayor consumo del endospermo del grano, por el insecto.
3. Las diferencias en cuestión prácticamente no modificaron la calificación química de la proteína del maíz, salvo en el caso de la infestación con larvas de *S. cerealella*, en el que ésta disminuyó en un 15% con respecto al lote testigo

### SUMMARY

#### EFFECT OF INFESTATION BY *Prostephanus truncatus*, Horn, *Sitophilus zeamais*, Mots, o *Sitotroga cerealella*, Oliver, ON CORN PROTEIN AMINO ACID CONCENTRATION

The amino acid concentration in the protein of batches of corn kernel subjected to infestation by *P. truncatus*, *S. zeamais* or *S. cerealella* was measured. For each insect species three development stages were studied, larvae, at the emergence of the first generation, and longer. Differences between the control and each of the nine infested batches were observed for most of the

amino acids. The only pattern of differences consistent in magnitude, significance and sign, was a fall in leucine and isoleucine and a raise in tryptophan concentration. The chemical scores of all samples were similar to the control, except in the case of infestation by larvae of *S. cerealella* in which it decreased 15%.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Srita. Marta Castañeda y al Sr. Margarito Vázquez, su inestimable ayuda en el análisis y preparación de las muestras.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Adem, E. & H. Bourges. Cambios en la concentración de algunos componentes del grano de maíz infestado por *Prostephanus truncatus* Horn, *Sitophilus zeamais* Mots, o *Sitotroga cerealella* Oliver. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **31**: 270-286, 1981.
2. Stein, W. & I. Moore. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. *J. Biol. Chem.*, **192**: 663, 1951.
3. Spies, J. R. & D. C. Chambers. Chemical determination of tryptophan in proteins. *Anal. Chem.*, **21**(10): 1249, 1949.
4. **Energy and Protein Requirements.** Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee, Rome, 22 March-2 April, 1971. Published by FAO and WHO, Geneva, 1973, 118 p. (FAO Nutritional Meeting Report Series No. 52, and WHO Technical Report Series No. 522).
5. Pradilla, A., D. Harpstead, F. Linares, D. Sarria & K. Tripathy. Ensayos analíticos y biológicos de la proteína del maíz modificada por el gene opaco-2. En: **Memorias del Simposio sobre Desarrollo y Utilización de Maíces de Alto Valor Nutritivo**, México, D. F., México, 1972, 210 p.
6. Block, R. J. **Amino Acid Handbook.** New York, N.Y., Charles C. Thomas Publishing Co., 1956, p. 306-309.

**DESNUTRIÇÃO INTRAUTERINA EM RATOS.  
I. REPERCUSSÕES NO GANHO DE PESO, TEMPO DE  
GESTAÇÃO E NO NÚMERO DE RECIEM-NASCIDOS**

*Suzana de Souza Queiroz Tonete,<sup>1</sup> Fernando José de Nóbrega,<sup>2</sup>  
Paulo Roberto Curi,<sup>3</sup> Cleide Enoir Petean Trindade<sup>4</sup>, Maria  
Eneida Aiello Artor<sup>5</sup> e Ely Carvalho Vasconcelos de Moura<sup>6</sup>*

**Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”  
- UNESP - São Paulo, Brasil**

---

Manuscrito modificado recebido: 17-5-82.

- 1 Professor Assistente Doutor do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidad Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP - CEP: 18600, Botucatu, São Paulo, Brasil.
- 2 Professor Titular do Departamento de Pediatria da Escola Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.
- 3 Professor Assistente Doutor do Departamento de Bioestatística do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola de Botucatu - UNESP - Brasil.
- 4 Professor Adjunto do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP - Brasil.
- 5 Auxiliar de Ensino do Departamento de Pediatria da mesma Faculdade.
- 6 Professor Assistente Doutor do Departamento de Bioquímica do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola de Botucatu - UNESP - Brasil.

## RESUMO

Os autores verificaram a influência da desnutrição protéico-calórica, em ratas, durante determinados períodos da gestação, no que se refere a ganho de peso na gravidez, tempo de gestação e número de recém-nascidos. Para tanto, foram constituídos quatro grupos experimentais: controle (C), receberam, à vontade, ração com 21% de proteínas; desnutrido toda gestação (D), desnutrido na primeira metade da gestação (D1), desnutrido na segunda metade da gestação (D2). As ratas dos grupos desnutridos receberam ração com 10% de proteína e em quantidade igual à metade da oferecida ao grupo C.

Foram observadas diferenças significativas no ganho de peso entre os grupos estudados ( $C > D1 > D2 > D$ ), sendo que o grupo D, em média, perdeu peso. Não foram constatadas diferenças significativas quanto a duração da gestação e sim quanto ao número de recém-nascidos ( $C = D1 > D2 > D$ ).

## INTRODUÇÃO

São vários os fatores que podem ser assinalados como responsáveis pelo retardamento do crescimento fetal. Winick (1) considera que podem ser nitidamente separados em *intrínsecos*, decorrentes de malformações congênitas, erros inatos do metabolismo e outros problemas genéticos e *extrínsecos*, subdivididos em: tipo I, devido a insuficiência vascular uterino-placentária, que causa déficit assimétrico no crescimento fetal e tipo II, consequente, especificamente, da desnutrição materna, que leva a prejuízo de maneira simétrica em todos os órgãos.

Evidentemente, o tipo I ocorre com mais frequência em países desenvolvidos e o tipo II em locais subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Ambas situações podem ser reproduzidas experimentalmente.

Naeye (2), estudando necrópsias de recém-nascidos, consideraram que o estado nutricional materno antes da gestação, interferia pouco no desenvolvimento fetal, desde que o ganho de peso materno, durante o período gestacional, fosse adequado, no entanto, quando inadequado, os fetos apresentavam-se com alterações intensas como: déficit do peso corporal, de estatura e do peso dos órgãos. Observaram também que em recém-nascidos com menos de 33 semanas, o peso materno antes da gravidez ou durante a mesma, não interferia nas medidas e pesos dos órgãos. Este trabalho demonstrou nitidamente a importância da nutrição

materna na fase final da gestação, uma vez que o feto ganha, no último trimestre, 670/o do seu peso corporal.

Miller e Hassanein (3), em humanos, também concluíram que o estado nutricional do feto estaria relacionado com aumento do peso materno, correspondente a 400 g/semana nos dois últimos trimestres.

Rosso e Streeter (4) verificaram em ratas desnutridas, diminuição na perfusão sanguínea materno-placentária, com prejuízo de transferência de nutrientes ao feto. Observaram nítida correlação, em ratas eutróficas, entre o acréscimo de peso corporal materno e do concepto, com o volume plasmático materno, não observando o mesmo para os grupos com restrição protéica ou global de ração.

A partir destas considerações objetivamos, no presente trabalho, verificar a influência da desnutrição protéico-calórica, em determinados períodos gestacionais em relação as seguintes variáveis: ganho de peso da gestante, tempo de gestação, número de recém-nascidos e correlações entre ganho de peso na gravidez e número da prole.

## MATERIAL E METODOS

Utilizamos ratas virgens, Wistar, em idade de reprodução (90 dias), que foram colocadas em gaiolas comuns, recebendo água e ração normal para animais de laboratório (Batavo<sup>R</sup> - 210/o de proteína) *ad libitum*, até o momento do acasalamento, sendo, para tal, sempre utilizado um lote de cinco machos.

A partir da comprovação do coito, pela observação de espermatozoides em esfregaço vaginal, foi considerado o dia zero de gestação e, neste momento, constituíram-se os seguintes grupos, por sorteio:

1 - Controle (C): recebeu ração normal<sup>7</sup> *ad libitum* durante toda a gestação.

---

7 Composição química e constituição da dieta controle: umidade (máximo), 12,500/o; proteína bruta (mínimo), 20,000/o; extrato etéreo (mínimo), 3,500/o; materia fibrosa (máximo), 8,000/o; cálcio (máximo), 1,900/o; fósforo (mínimo), 0,350/o, e proteína animal (mínimo), 1,000/o.

Componentes básicos: milho moído, farinha de torta de soja, sub-produto de trigo, farinha de peixe, farinha de carne, bifosfato de cálcio, sal comum, vitaminas e micro-elementos minerais.

- 2 – Desnutrido (D): recebeu ração carente protéico-calórica<sup>8</sup> (proteína 10/o) durante todo o período gestacional. A quantidade oferecida foi de 13 g/dia, sendo aproximadamente metade da quantidade ingerida pelo controle.
- 3 – Desnutrido na primeira metade da gestação (D1): igual ao grupo D, nos primeiros onze dias de gestação, a seguir como o grupo C.
- 4 – Desnutrido na segunda metade da gestação (D2): igual ao precedente, invertendo-se a ordem dos dias de desnutrição.

As ratas foram pesadas durante o período gestacional a cada três dias. Foram anotados, para todos os grupos, o peso inicial e final, assim como o ganho de peso durante a gestação. O peso final só foi considerado quando obtido pelo menos até um dia antes do nascimento.

No momento do parto, foram anotados a duração da gestação e o número da prole para cada grupo.

Os métodos estatísticos empregados foram os seguintes:

- 1 – Análise de variância univariada: utilizada para verificar efeito de tratamento para as variáveis pesos inicial e final e ganho de peso maternos. O contraste entre as médias dos tratamentos, nos casos em que o F calculado foi significativo, foi efetuado pelo método de Tuckey, conforme preconizado por Cochran e Cox (5). O teste escolhido é apropriado para números amostrais diferentes entre os tratamentos.
- 2 – Teste de Goodman (6, 7) para proporções multinomiais: utilizado para comparação de proporções entre distribuições multinomiais da duração da gestação, de acordo com o número de dias: 20, 21 e 22.
- 3 – Prova não paramétrica de Kruskal-Wallis: utilizada para variável número da prole, de acordo com Siegel (8). Para esta variável calculou-se também o menor e o maior valor (“range”), a mediana e a moda, valores estes de tendência central mais eficientes que a média, neste caso.
- 4 – Regressão linear (9): utilizada para discussão e a visualização

---

<sup>8</sup> Composição química e constituição da dieta carente: amido (maizena), 890/o; proteína (caseína), 10/o; óleo de caroço de algodão, 50/o; óleo de fígado de bacalhau, 10/o mistura de sais minerais, segundo Hegsted *et al.* (15), 40/o, e vitaminas, segundo Manna e Hauge (16), 50 ml/kg.

da relação entre ganho de peso da mãe ( $x$  = variável independente) e o número de filhos ( $y$  = variável dependente).

Foram calculadas a equação de regressão ( $y = a + bx$ ), o coeficiente de correlação ( $r$ ), o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), e a estatística  $F$ , para testar a significância da regressão.

Serão apresentadas as regressões significativas para  $\alpha = 0.05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Peso das Gestantes*

Pudemos observar (Tabela 1) que antes do acasalamento não houve diferença significativa quanto ao peso inicial das ratas sendo, portanto, a amostra considerada homogênea. Entretanto, tornou-se claro que, após a instalação da desnutrição nos diferentes períodos de gestação, o peso final diferiu significativamente quando comparados entre si, assim como o ganho de peso materno.

O grupo D foi o que mais sofreu as consequências da desnutrição pois, em média, chegou a perder peso durante a gestação. A desnutrição na segunda metade da gestação (D2) interferiu de maneira acentuada na evolução normal da gravidez, pois as ratas ganharam apenas 37% do peso observado nos controles. No entanto, o grupo D1 apresentou comportamento bastante semelhante ao C, apesar da ração controle ser oferecida, apenas na metade final do período.

Os dados da evolução ponderal nos quatro grupos estudados mostraram os seguintes resultados relacionados ao ganho de peso das ratas, no decorrer da gestação: o grupo C apresentou menor ganho de peso na primeira metade da gestação (cerca de 35% do total) e conseqüentemente maior incremento na segunda metade (65%); o grupo D2 mostrou ganho de peso igual ao controle na primeira metade de gestação, em números absolutos, que no entanto, representou 92% do ganho de peso total, dada a desnutrição imposta na segunda metade da gestação; o grupo D1 mostrou perda de peso na primeira metade da gestação, sendo que todo o acréscimo ponderal ocorreu na segunda metade, maior inclusive, em números absolutos, do que no grupo C, entretanto, não acreditamos que este fato seja devido ao problema de troca das dietas pois em nenhum momento observamos rejeição e/ou

TABELA 1

PESOS EM GRAMAS INICIAL E FINAL E GANHO DE PESO DURANTE A GESTAÇÃO NOS QUATRO TRATAMENTOS<sup>1</sup>

Grupos	D	D1	D2	C	Análise de variância
<i>Peso inicial</i>					
$\bar{x}$	206	207	210	204	F (0,05; 3, 140) = 2,60
S	7,912	8,622	9,598	12,267	F calc = 2,08
CV	3,836	4,156	4,571	6,000	Conclusão: a amostra é homogênea
N	49	25	43	27	
<i>Peso final</i>					
$\bar{x}$	201	293	248	304	F (0,05; 3, 118) = 2,60
S	10,564	19,558	16,716	35,194	F calc = 165,529*
CV	5,259	6,663	6,750	11,568	Conclusão:
N	39	25	37	21	(C = D1) > D2 > D
<i>Ganho de peso</i>					
$\bar{x}$	-5	86	38	100	F (0,05; 3, 118) = 2,60
S	7,242	17,558	12,296	25,543	F calc = 300,508*
CV	36,872	15,812	19,653	20,349	Conclusão:
N	39	25	37	21	C > D1 > D2 > D

1 Controle (C) e desnutridos, toda a gestação (D), na 1a. metade (D1) e na 2a. metade (D2). Média ( $\bar{x}$ ), desvio-padrão (S), coeficiente de variação (CV), tamanho amostral (N), valores calculados e críticos de F.

\* Significativo.

anorexia, por parte dos animais, em relação à dieta carente, portanto, supomos que o ocorrido seja um mecanismo de compensação devido a imposição da desnutrição na primeira metade da gestação; o grupo D apesar de um peso final menor do que o inicial não mostrou comportamento uniforme durante todo o período, havendo perda de peso no período inicial e pequeno ganho de peso na segunda metade. Estes aspectos podem ser melhor visualizados na Figura 1.

Como o tratamento dos animais foi o mesmo para todos os grupos, no que se refere a limpeza, troca diária de alimentos e água e como não observamos ocorrência de diarreias, infecções e/ou anorexia bem como rejeição da dieta carente instituída, certamente podemos afirmar que as diferenças observadas podem ser decorrentes da carência nutricional imposta.

#### DURAÇÃO NO PERÍODO GESTACIONAL

Não ocorreu diferença significativa na duração do período gestacional entre os quatro grupos estudados, como se pode verificar pela Tabela 2. Para todos os tratamentos houve maior concentração de nascimentos aos 21 dias.

No entanto, foi observado no grupo D, a ocorrência de morte durante o parto, o que não foi constatado nos outros grupos. Nesse caso, a gestação prolongou-se por mais de 22 dias, levando à morte da mãe e dos fetos.

#### *Número de Recém-Nascidos (RN)*

Foram constatadas diferenças significativas quanto ao número de RN (Tabela 3), sendo que o grupo D1 não diferiu significativamente quando comparado ao grupo C e ambos tiveram maior número de recém-nascidos por ninhada do que o grupo D2, que por sua vez foi maior que D.

Para o grupo D, é necessário assinalar que em trabalho anterior (10), verificamos a ocorrência frequente de canibalismo por parte das mães, se a ninhada não fosse, o quanto antes, retirada para ser amamentada por nutriz eutrófica. Portanto, como foi praticamente impossível observação ininterrupta, no momento do parto, não podemos descartar a possibilidade de que este fato possa ter ocorrido.

Turner (11) também observou número menor da prole em

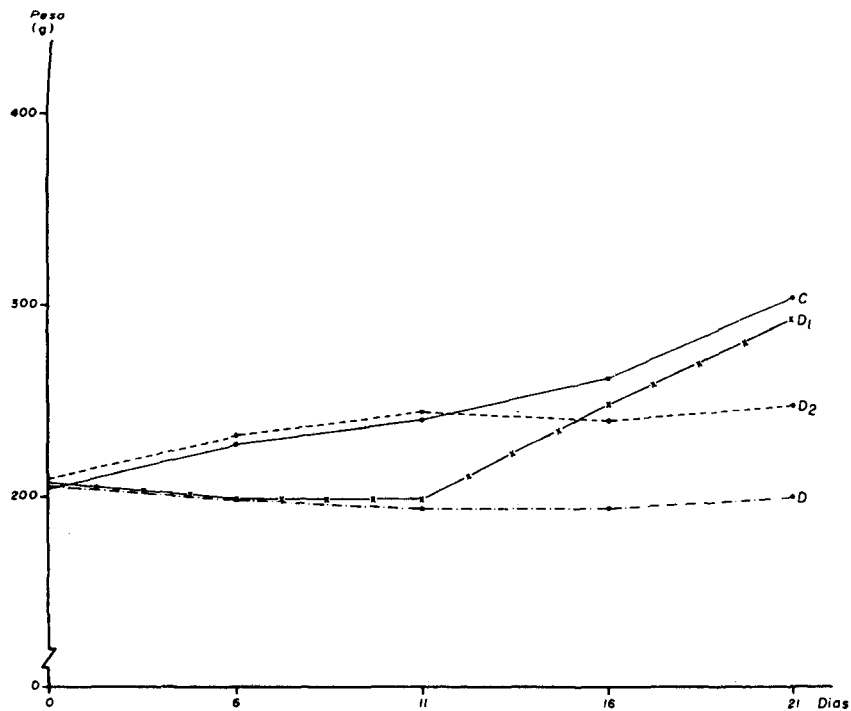


FIGURA 1

Médias do peso corporal materno durante o período gestacional para os quatro grupos investigados: controle (C) e desnutridos, toda a gestação (D), na 1a. metade (D1) e na 2a. metade (D2)

TABELA 2

PERCENTAGEM DA DURAÇÃO EM DIAS DO PERIODO GESTACIONAL DE RATAS SUBMETIDAS AOS QUATRO TRATAMENTOS<sup>1</sup>

Grupo	Duração			No. de animais
	20	21	22	
Desnutrida toda a gestação (D)	—	67	33	48
Desnutrida na 1a. metade gestacional (D1)	—	79	21	24
Desnutrida na 2a. metade gestacional (D2)	—	77	23	43
Controle (C)	4	67	33	27

1 Conclusão da estatística G de Goodman (6).

Conclusão: Não foram constatadas diferenças entre os quatro grupos experimentais.

mães com restrição protéica na dieta e considera que isto ocorra devido a aborto e/ou reabsorção fetal, desde que nas fêmeas controles 78% das acasaladas chegaram ao termo a partir da comprovação do coito, em comparação a 33% nas desnutridas. Stewart e Sheppard (12) atribuíram aos mesmos motivos o menor número de filhotes encontrado em ratas desnutridas acreditando que, de alguma forma, esta situação venha a dificultar ou impedir o processo reprodutivo normal.

No presente trabalho, também verificamos no grupo D índice acentuadamente maior de ratas que, comprovadamente acasaladas, não chegavam ao termo, em comparação aos outros grupos estudados. Das 56 ratas nestas condições, 17,9% eram do grupo C; 8,9% do grupo D1, 19,6% do grupo D2 e 53,6% do grupo D.

Callard e Leathem (13), conseguiram manter a gravidez em ratas com desnutrição protéica mediante administração de estrógenos e prolactina, sugerindo que, na desnutrição, pode ocorrer redução de hormônios materno-hipofisários necessários à manutenção da gravidez.

TABELA 3

NUMERO DE RECEM-NASCIDOS POR NINHADA DE RATAS  
SUBMETIDAS AOS QUATRO TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS<sup>1</sup>

Grupos	"Range"	Mediana	Moda	Resultados
Desnutrida toda a gestação (D)	3 - 12	8	11	H= 123,126* x <sup>2</sup> (0,05; 3)= 7,82
Desnutrida na 1a. metade gestacional (D1)	4 - 14	10,5	13	
Desnutrida na 2a. metade gestacional (D2)	4 - 14	9	11	
Controle (C)	4 - 15	11	11	

1 "Range", mediana, moda e resultado do teste de Kruskal-Walles.  
Conclusão: (C = D1) > D2 > D.

Ainda pela Tabela 3, pode-se notar que o grupo D1 foi o menos afetado pela desnutrição, quanto ao parâmetro estudado, tendo inclusive apresentado o maior valor para a moda: 13 filhotes por ninhada, em comparação a 11 no controle.

A desnutrição imposta na primeira metade da gestação não determinou nenhuma manifestação clínica como ocorrido com o

grupo D: dificuldade respiratória, dependência de calor, dificuldade para mamar e palidez. O grupo D2, neste aspecto, foi bastante heterogêneo, alguns animais se comportando como os controles e outros como desnutridos, na mesma ninhada.

Em trabalho anterior (14) não observamos os mesmos resultados quanto á recuperação de ratas a partir da segunda metade da gestação. Isto talvez se deva ao fato de que, naqueles animais, os nascimentos não eram espontâneos e sim por cesariana e os dias de gestação foram contados como dia 1 no momento da comprovação do acasalamento e não como dia 0. Portanto, no referido trabalho, talvez tenhamos obtido um número relativamente grande de ratos prematuros dificultando, desta forma, a perfeita recuperação dos fetos que, conseqüentemente, não conseguiram alcançar completamente o desenvolvimento dos controles.

#### *Relação Ganho de Peso x Número de RN (Tabela 4)*

Foi constatada correlação apenas nos grupos C e D2, sendo que no controle esta foi muito mais acentuada ( $r = 0,686$  em comparação a  $0,236$  para o grupo D2).

No grupo controle o ganho de peso materno e gradual no decorrer da gestação e diretamente relacionado ao número de filhos. Entretanto, esta característica se perde no desnutrido (D), fato evidentemente esperado pois neste grupo as ratas chegaram a perder peso no mesmo período. No grupo D1, pode-se supor que o ganho de peso na recuperação (segunda metade) não se relacione mais com o número da prole e seja apenas uma compensação do período de carência imposto no início da gestação. Esta situação é contrária à do grupo D2, que até a primeira metade tinha um comportamento idêntico ao controle e que passou a ter restrição alimentar a partir desse momento. Este fato, talvez explique a ocorrência de correlação, porém muito menos acentuada que para o controle.

TABELA 4

RELAÇÕES SIGNIFICATIVAS ENTRE GANHO DE PESO MATERNO (X) E NUMERO DA PROLE (Y) DE RATAS SUBMETIDAS A DOIS TRATAMENTOS DURANTE A GESTAÇÃO<sup>1</sup>

Grupo	Equação	r	r <sup>2</sup>	Fcalc	Fcrit
Desnutrida na 2a. metade gestacional (D2)	$y = 4,263 + 0,071 X$	0,326	0,106	4,165*	3,84
Controle (C)	$y = 4,425 + 0,052 X$	0,686	0,471	16,897*	4,38

1 Equação de regressão, coeficiente de correlação (r), coeficiente de determinação (r<sup>2</sup>), F calculado (F calc) e F crítico (Fcrit).

## SUMMARY

INTRAUTERINE MALNUTRITION IN RATS: I. REPERCUSSION IN BODY WEIGHT GAIN, DURATION OF PREGNANCY AND NUMBER OF OFFSPRING

Rats were submitted to protein-caloric deprivation during different periods of gestation. Maternal body weight gain, duration of pregnancy and number of offspring were evaluated. Rats of the control group (C) were fed *ad libitum* (protein 21%), and rats of the experimental groups were fed during all gestational period (D), during the first half (D1) or second half of pregnancy (D2) with a diet containing 10% of protein, and the intake was reduced to 50%.

We concluded that malnutrition during pregnancy induced lower maternal weight (C > D1 > D2 > D) and lower number of offspring ([C = D1] > D2 > D). No differences were observed in the duration of pregnancy in all groups studied.

## BIBLIOGRAFIA

1. Winick, M. Cellular changes during placental and fetal growth. **Am. J. Obst. Gynecol.**, **109**: 166-176, 1971.
2. Naeye, R. L. Effects of maternal nutrition of the human fetus. **Pediatrics**, **52**: 494-503, 1973.
3. Miller, H. C. & K. Hassanein. Fetal malnutrition in white newborn infants; maternal factors. **Pediatrics**, **52**: 504-512, 1973.
4. Rosso, P. & M. R. Streeter. Effects of food or protein restriction on plasma volume expansion in pregnant rats. **J. Nutr.**, **109**: 1887-1892, 1979.
5. Cochran, W. G. & G. M. Cox. **Experimental Designs**. 2nd ed. New York, N.Y., John Wiley & Sons Inc., 1957, 611 p.
6. Goodman, L. A. Simultaneous confidence intervals for contrasts among multinomial populations. **Ann. Mathem. Stat.**, **32**: 716-725, 1964.
7. Goodman, L. A. On simultaneous confidence intervals for multinomial populations. **Technometrics**, **7**: 247-254, 1965.
8. Siegel, S. **Estatística não Paramétrica**. São Paulo, Brasil, McGraw Hill do Brasil Ltda, 1975, 350 p.
9. Hoffmann, R. & S. Vieira. **Análise de Regressão**. São Paulo, Brasil, Ed. Hucitec - USP, 1977, 339 p.
10. Tonete, S. S. Q. & F. J. Nóbrega. Metabolismo (lipídeos totais, proteínas e colesterol) do cérebro de ratos jovens e adultos submetidos à desnutrição fetal. Estudo na desnutrição e recuperação nutricional. **J. Ped.**, **45**: 18-30, 1978.
11. Turner, M. R. Perinatal mortality, growth and survival to weaning in offspring of rats reared on diets moderately deficient in protein. **Br. J. Nutr.**, **29**: 139-146, 1973.
12. Stewart, R. J. C. & H. G. Sheppard. Protein caloric deficiency in rats. Growth and reproduction. **Br. J. Nutr.**, **25**: 175-180, 1971.
13. Callard, I. P. & J. H. Leatham. Pregnancy maintenance in protein deficient rats. **Acta Endocrinol. (Kbh)**, **63**: 539-544, 1970.
14. Tonete, S. S. Q., C. A. R. Coelho & F. J. Nóbrega. Desnutrição fetal experimental em ratos: Efeitos sobre o peso corporal, o peso cerebral, o teor de lipídios totais, proteínas e colesterol no cérebro. **J. Ped.**, **44**: 213-221, 1978.
15. Hegsted, O. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. **J. Biol. Chem.**, **138**: 459-466, 1951.
16. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B<sub>13</sub> to orotic acid. **J. Biochem.**, **202**: 91-96, 1953.

**DESNUTRIÇÃO INTRAUTERINA EM RATOS.  
II. ESTUDO DO PESO E MORTALIDADE  
DO PRODUTO DA CONCEPÇÃO**

*Suzana de Souza Queiroz Tonete,<sup>1</sup> Fernando José de Nóbrega,<sup>2</sup>  
María Eneida Aiello Sartor,<sup>3</sup> Cleide Enoir Petean Trindade,<sup>4</sup>  
Fábio Ancona Lopez,<sup>4</sup> e Paulo Roberto Curi<sup>5</sup>*

**Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho" - UNESP -  
São Paulo, Brasil**

**RESUMO**

Ratas foram submetidas à desnutrição protéico-calórica durante vários períodos da gestação e o peso corporal e mortalidade da ninhada foram

---

Manuscrito modificado recebido: 17-5-82.

- 1 Professor Assistente Doutor do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP - CEP: 18600, Botucatu, São Paulo, Brasil.
- 2 Professor Titular do Departamento de Pediatria da Escola Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.
- 3 Auxiliar de Ensino do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP - Brasil.
- 4 Professor Adjunto do Departamento de Pediatria da mesma Faculdade.
- 5 Professor Assistente Doutor do Departamento de Bioestatística do Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola de Botucatu - UNESP, Brasil.

estabelecidos aos 0, 28 e 90 dias de vida. O peso corporal foi considerado adequado (n), quando se situava até dois desvios-padrão abaixo da média de animais controles, ou inadequado (d) quando se situava abaixo de dois desvios-padrão. As ratas do grupo controle (C) foram alimentadas *ad libitum* (proteína 21%) e os grupos experimentais foram alimentados durante toda a gestação (D), na primeira metade (D1) ou segunda metade (D2) com dieta contendo 1% de proteína, sendo a quantidade oferecida reduzida a 50%.

Foram observadas diferenças significativas na evolução ponderal para todos os grupos experimentais. O grupo D foi o mais seriamente comprometido, com os maiores déficits ponderais e maiores índices de mortalidade; comportamento semelhante foi observado para o grupo D2. O grupo D1 apresentou comportamento próximo ao C, com os melhores resultados e menores índices de mortalidade.

## INTRODUÇÃO

Muitos são os trabalhos que assinalam o baixo peso ao nascimento como consequência de desnutrição materna (1-4). A importância desse fato reside nas sérias repercussões sobre o crescimento e desenvolvimento posterior do produto, presa fácil de diversos agravos nas fases imediatas ao nascimento, o que explica a alta morbidade e mortalidade encontradas sob esta circunstância nas diferentes espécies (5-7).

Tonete e Nóbrega (8) observaram que desnutrição protéico-calórica materna, em ratos, ocasionou, em recém-nascidos, inferioridade constitucional grave, caracterizada por déficit ponderal, dificuldade respiratória, dependência de calor, dificuldade para mamar e, conseqüentemente, altos índices de mortalidade neonatal.

Zamenhof e Van Marthens (9) também observaram que, além da grande mortalidade neo-natal, as gestantes apresentavam elevados índices de abortamento e os recém-nascidos alta susceptibilidade à doenças.

Turner (10) verificou que em ratos nascidos de mães submetidas à desnutrição protéica durante a gestação, a percentagem de mortes nos primeiros dias de vida foi de aproximadamente 73%, contra 26% nos controles.

Além dos fatos assinalados demonstrou-se a existência de forte correlação entre peso ao nascimento e peso cerebral (11). Portanto, quando detectado déficit corporal, certamente o encéfalo também se encontra comprometido, pelo menos em algum grau.

Todos os resultados obtidos experimentalmente foram também observados em trabalhos clínicos e as consequências da desnutrição materna em humanos, são praticamente as mesmas. No entanto, há aspectos pouco explorados pela literatura científica, como, por exemplo, aqueles que se referem à recuperação nutricional durante a gestação.

O objetivo do presente trabalho foi o estudo da influência da desnutrição protéico-calórica (DPC) em diferentes períodos da gestação, no desenvolvimento do produto até a vida adulta, considerando-se a mortalidade e adequação de peso.

#### MATERIAL E METODOS

Os animais utilizados neste trabalho foram os mesmos referidos para ganho de peso (12). Após a comprovação do acasalamento foram separadas para os seguintes tratamentos: controles que receberam dieta *ad libitum* (proteína 21%) e desnutridas, que foram alimentadas durante toda a gestação (D), na primeira metade (D1) ou segunda metade (D2) com dieta contendo 1% de proteína, sendo a quantidade oferecida reduzida a 50%.

A partir do nascimento os recém-nascidos passaram a constituir os grupos de estudo (C, D, D1, D2) em concordância com as respectivas mães. Foram alimentados por nutrizes eutróficas, em número de seis machos por ninhada. Quando o número de machos foi inferior a seis utilizaram-se fêmeas que não foram, posteriormente, incluídas no trabalho. Os recém-nascidos do grupo C permaneceram com as mães sob as mesmas condições.

Ao desmame (28 dias), parte dos animais foi sacrificada e outra foi mantida em observação até a vida adulta. Para tanto, foram separados das mães ou nutrizes, aos 28 dias e colocados em gaiolas individuais, recebendo, até o 90o. dia, a mesma ração oferecida às gestantes controles e água *ad libitum*. Desde a fase de recém-nascidos até a idade adulta, os animais foram constantemente observados e pesados três vezes por semana, anotando-se as mortes ocorridas.

Para análise das curvas de crescimento foram utilizados somente os animais mantidos até 90 dias, em todos os grupos, e os momentos estudados foram 0,7, 14, 21, 28, 35, 42, 56, 70 e 90 dias.

Tomando como base trabalho anterior (8), no qual obtivemos médias e desvios-padrão de ratos machos ao nascimento, aos 28

dias e 90 dias de vida, respectivamente:  $5,73 \pm 0,78$ ;  $62,44 \pm 6,08$ ;  $299,00 \pm 27,90$ , foram considerados eutróficos para cada idade, aqueles que pesassem até 2 desvios-padrão abaixo da média, ou seja, respectivamente: 4,17g, 50,00g e 243,00g. Os ratos cujos pesos situavam-se abaixo destes níveis foram considerados como não adequados para a idade.

Desta forma, classificando-se como *n* o peso adequado e como *d* o peso não adequado, as possibilidades em todos los grupos foram as seguintes:

- ao nascimento: peso adequado (n) ou não adequado (d);
- aos 28 e 90 dias, considerando-se o peso inicial (do nascimento) e o final: nn, nd, dn, dd.

### *Métodos Estatísticos*

Utilizaram-se os seguintes testes estatísticos:

1. Teste de Goodman para proporções multinomiais (13, 14). Foi utilizado para comparação de proporções, entre distribuições multinomiais, da mortalidade da prole, de acordo com os momentos: de 0 a 28 dias e 0 a 90 dias e para comparação de proporções, dentro e entre distribuições multinomiais da adequação ou não de pesos ao nascimento, 28 dias e 90 dias.
2. Análise de perfil (15, 16). Foram calculadas as médias, desvios-padrão e coeficientes de variação em 10 momentos, do nascimento aos 90 dias, para cada grupo. A seguir utilizamos a análise de perfil, de acordo como o modelo:

$$\underbrace{y}_{240 \times 10} = X \underbrace{\epsilon}_{240 \times 4} \underbrace{\beta}_{4 \times 10}$$

onde  $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = 60$  e  $n = 4$   $n_i = 240$   
 $i = 1$

As hipóteses testadas foram as seguintes:

- $H_{01}$ : não há interação grupo x tempo. Esta hipótese verifica a analogia entre os perfis experimentais.
- $H_{02}$ : fixados os momentos, não há diferença entre os grupos quando comparados com o controle.

Para cada hipótese testada o programa fornece valores de F acompanhados de seus respectivos níveis de significância. As estatísticas significativas, para  $\alpha = 0,05$ , foram indicadas por um asterisco (\*) logo após o valor de F.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores das proporções de pesos adequados (n) e não adequados (d) ao nascimento, de acordo com o estabelecimento ponderal proposto para os quatro grupos experimentais. Observamos que no grupo C e D1 todos os animais nasceram com bom peso; enquanto que 96% dos animais do grupo D são de baixo peso. O grupo D2, foi o de comportamento mais heterogêneo, 58,8% foram considerados de peso não adequado. Este comportamento foi observado dentro de uma mesma ninhada, isto é, alguns grandes e outros pequenos para a idade gestacional.

Os resultados obtidos indicam que o grupo que mais sofreu as consequências da desnutrição foi o D. Diante da imposição na 1a. ou 2a. metade, no segundo caso é que realmente as repercussões foram mais acentuadas, pois o grupo D1, como pode ser observado na Tabela 2, tem peso corporal significativamente maior até que o grupo C ( $5,86 \pm 0,52$  e  $5,73 \pm 0,46$ ). Em trabalho anterior (12) observamos que em gestantes pertencentes ao grupo D1, todo o acréscimo ponderal no período da gestação ocorreu na segunda metade, sendo inclusive maior, em números absolutos, que o do grupo C, o que talvez justifique o maior peso corporal observado nestes recém-nascidos.

Trabalhos da literatura assinalam que as intercorrências, no crescimento fetal humano, que levam a variações significativas no peso ao nascimento, ocorrem realmente no último trimestre do período gestacional (5, 17, 18), embora tenhamos verificado, no presente trabalho, que as repercussões foram mais acentuadas naqueles animais que sofreram desnutrição durante todo período gestacional.

Realmente é de se esperar que as repercussões da carência nutricional dependam do momento imposto, desde que as necessidades fetais variam conforme o estágio do desenvolvimento. Os requerimentos do embrião são pequenos, embora nesta etapa, também é imprescindível um adequado balanço entre os nutrientes pois, malformações podem ser consequentes à menor oferta. Nos

TABELA 1

PROPORÇÕES DE PESO ADEQUADO (n) E NÃO ADEQUADO (nd)  
AO NASCIMENTO, DE RATOS CUJAS MÃES FORAM SUBMETIDAS,  
DURANTE O PERÍODO GESTACIONAL, AOS QUATRO  
TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS<sup>1</sup>

Grupos \ Adequação de peso	n	(N)	d	(N)	N Total
Controle (C)	1,000	(145)	0,000	(0)	145
Desnutrido na 1a. metade gestacional (D1)	1,000	(113)	0,000	(0)	113
Desnutrido na 2a. metade gestacional (D2)	0,412	(73)	0,588	(104)	177
Desnutrido toda a gestação (D)	0,038	(7)	0,962	(176)	183

Conclusões: (C = D1) > D2 > D.

1 Número de animais observados (N) e conclusões da estatística G de Goodman.

estágios finais, os danos podem ser mais intensos embora menos definitivos (19).

Nas condições de desnutrição materna foram observados tanto em trabalhos clínicos (20, 21) como experimentais (22, 23) alterações placentárias (peso, celularidade) que talvez possam contribuir para o desenvolvimento fetal não adequado. Atualmente, Rosso e Streeter (24) acreditam que a maior causa de retardo do crescimento fetal, associado a desnutrição materna, possa ser a redução da perfusão sanguínea materno-placentária observada nesta circunstância, situação esta, que seria mais importante que a própria redução dos nutrientes plasmáticos maternos.

O Tabela 3 mostra a evolução dos animais viáveis até o 28o. dia de vida, onde observamos que nos grupos D e D2 ocorreu maior concentração de animais na população de peso baixo ao nascimento (dn e dd). Aproximadamente 290/o para os dois grupos, permaneceu com peso inadequado até este momento, mesmo

TABELA 2

MEDIAS ( $\bar{x}$ ) E DESVIOS-PADRÃO (S) DO PESO CORPORAL (g), MEDIDOS EM DEZ MOMENTOS, PARA CADA UM DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS. HIPÓTESES TESTADAS, ESTATÍSTICA F E NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA (p)

Grupos	Dias										
		0	7	14	21	28	35	42	56	70	90
Controle (C) <sup>1</sup>	$\bar{x}$	5,73	15,34	27	39	62	87	113	182	232	285
	S	0,46	1,41	1,99	4,58	7,70	12,56	14,25	21,47	19,61	21,90
Desnutrido na 1a. metade gestacional (D1) <sup>1</sup>	$\bar{x}$	5,86	14,96	27	39	63	86	113	179	228	268
	S	0,52	1,87	3,12	4,35	8,47	16,18	16,51	19,43	24,09	26,52
Desnutrido na 2a. metade gestacional (D2) <sup>1</sup>	$\bar{x}$	4,27	11,79	23	34	54	79	106	160	211	262
	S	0,53	2,08	3,29	4,38	9,40	14,18	15,88	25,08	30,61	36,45
Desnutrido toda a gestação (D) <sup>1</sup>	$\bar{x}$	3,69	10,61	21	33	54	83	114	164	204	251
	S	0,32	1,86	3,29	5,409	8,41	11,71	17,35	24,24	28,94	32,70

( ) <sup>1</sup> No. de amostra = 60.

Ho <sub>1</sub>	0 a 7	7 a 14	14 a 21	21 a 28	28 a 35	35 a 42	42 a 56	56 a 70	70 a 90
F	35,601*	3,557*	2,421	8,619*	5,606*	3,013*	19,233*	9,097*	11,064*
P	0,0001	0,015	0,065	0,0001	0,0013	0,0302	0,0001	0,0001	0,0001

**Conclusão:** Rejeitamos Ho<sub>1</sub> na maior parte dos trechos, portanto, existe interação grupo x tempo o que nos leva a concluir que o comportamento do peso não é análogo nos grupos experimentais ao longo do tempo.

Ho <sub>2</sub>	0	7	14	21	28	35	42	56	70	90
F	323,262*	99,795*	49,563*	27,861*	20,596*	4,460*	3,192*	13,464*	15,246*	13,386*
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,005	0,024	0,0001	0,0001	0,0001

**Conclusão:** Rejeitamos Ho<sub>2</sub> em todos os tempos, portanto existe diferença entre os grupos em cada um dos momentos.

**RN:** (D1 > C) > D2 > D; 7: (C = D1) > D2 > D; 14: (C = D1) > D2 > D; 21, 28, 35, 56 e 70: (C = D1) > (D2 = D); 42: (C = D1) > D > D2; 90: C > (D1 = D2) > D.

TABELA 3

PROPORÇÕES DE PESOS DE RATOS, CUJAS MÃES FORAM SUBMETIDAS AOS QUATRO TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS DURANTE A GESTAÇÃO<sup>1</sup>

Grupos	Adequação de peso	nn (N)	nd (N)	N <sub>1</sub>	dn (N)	dd (N)	N <sub>2</sub>	N total (N <sub>1</sub> + N <sub>2</sub> )
Controle		0,898 (123)	0,102 (14)	137	0,000 (0)	0,000 (0)	0	137
Desnutrido na 1a. metade gestacional (D1)		0,963 (104)	0,037 (4)	108	0,000 (0)	0,000 (0)	0	108
Desnutrido na 2a. metade gestacional (D2)		0,393 (57)	0,055 (8)	65	0,393 (57)	0,159 (23)	80	145
Desnutrido toda a gestação (D)		0,030 (4)	0,015 (2)	6	0,674 (91)	0,281 (38)	129	139
Conclusões:	(C = D1) > D2 > D		NS		D > D2 > (C = D1) (D2 = D) > (C = D1).			

1 - Adequados (n) ou não (d) ao nascimento e que alcançaram o limite de normalidade ponderal estabelecido (nn, dn) ou não (nd, dd) aos 28 dias de vida. Número de animais observados (N) e conclusões da estatística G de Goodman.

quando propiciadas todas as condições para seu crescimento (23 animais num total de 80 para D2 e 38 de 129 para D).

Nos animais que nasceram com peso adequado mas que não evoluíram como o esperado aos 28 dias (nd) não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas para os quatro grupos, quando analisadas, como um todo, as quatro chances. No entanto, se consideramos somente a população de peso normal ao nascimento (nn e nd), observamos que aqueles grupos que tiveram maior representação ou seja C, D1, D2 (137, 108 e 65 animais) 10,20/o, 3,70/o e 12,30/o respectivamente tiveram seus pesos corporais afetados ao desmame (nd). É difícil explicar o motivo do grupo D1 ter-se mostrado com o melhor desempenho, no entanto, podemos sugerir, empiricamente, que algum mecanismo pudesse ser acionado, na segunda metade da gestação, que levasse a um crescimento particularmente acelerado no período inicial de vida da prole.

As médias de peso corporal ao desmame podem ser observadas na Tabela 2, onde o grupo C e D1 apresentaram as melhores médias ( $62 \pm 7$  e  $63 \pm 8$ ) e médias iguais entre si ocorreram para os grupos D2 e D ( $54 \pm 9$  e  $54 \pm 8$ ).

Quando adultos, a Tabela 4 evidencia que as proporções de não recuperação (dd) foram semelhantes às citadas quando jovens, pois 340/o dos animais do grupo D e 370/o do grupo D2, nesta população vista isoladamente (dn e dd), não adequaram seus pesos corporais quando adultos (10 de 27 animais para D2 e 20 de 59 para D). Analisados como um todo, para a mesma situação (dd), o grupo D apresentou-se como o de maior proporção de não recuperados (32,70/o), embora não estatisticamente diferente do grupo D2 (16,70/o). O comportamento para os nascidos normais e que aos 90 dias não adequaram o peso (nd) não diferiu significativamente entre si, embora possamos perceber que o comportamento dos nd inverteu em relação ao primeiro período estudado (0 - 28), pois 3,30/o apenas do grupo C não alcançaram o peso esperado aos 90 dias de vida, em comparação a 100/o do grupo D1. Esta situação talvez indique que realmente possa ocorrer uma aceleração de crescimento nas etapas iniciais da vida para D1, mas sem condição de continuar até a fase adulta.

O grupo D2 continuou como o grupo de comportamento mais heterogêneo e considerando-se a população de peso adequado ao nascimento (33 animais) observamos percentagem relativamente alta, 21,20/o em comparação a 12,30/o no período anterior (0-28) que não evoluiu adequadamente até adulto, indicando que

TABELA 4

PROPORÇÕES DE PESOS DE RATOS, CUJAS MÃES FORAM SUBMETIDAS AOS QUATRO TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS DURANTE A GESTAÇÃO<sup>1</sup>

Grupos \ Adequação de peso	nn (N)	nd (N)	N <sub>1</sub>	dn (N)	dd (N)	N <sub>2</sub>	N total (N <sub>1</sub> + N <sub>2</sub> )
Controle (C)	0,966 (58)	0,033 (2)	60	0,000 (0)	0,000 (0)	0	60
Desnutrido na 1a. metade gestacional (D1)	0,900 (54)	0,100 (6)	60	0,000 (0)	0,000 (0)	0	60
Desnutrido na 2a. metade gestacional (D2)	0,433 (26)	0,116 (7)	33	0,283 (17)	0,167 (10)	27	60
Desnutrido toda a gestação (D)	0,032 (2)	0,000 (0)	2	0,639 (39)	0,327 (20)	59	61
Conclusões:	(C = D1) > D2 > D    NS    D > D2 > (C = D1) (D = D2) > (C = D1).						

1 Adequados (n) ou não (d) ao nascimento e que alcançaram o limite de normalidade ponderal estabelecido (nn, dn) ou não (nd, dd) aos 90 dias de vida. Número de animais observados (N) e conclusões da estatística G de Goodman.

as repercussões da desnutrição materna possam ser posteriores ao período de desmame. Este fato talvez indique que o peso corporal adequado ao nascimento não foi um parâmetro suficiente, neste grupo particularmente, para impedir que esses animais tivessem seus crescimentos retardados posteriormente. A Tabela 4 evidencia que as médias de peso corporal foram inferiores, em alguns momentos da vida (35o., 42o. e 56o. dia, embora estatisticamente significativo somente para o 42o. dia), quando comparadas com o grupo D.

As médias de peso corporal aos 90 dias de vida (Tabela 2), parecem refletir a intensidade da desnutrição intra-uterina, sendo que a do grupo C foi maior que a do grupo D1 que não diferiu de D2 e ambas maiores que a do grupo D, ou seja respectivamente:  $285 \pm 22$ ;  $268 \pm 26$ ;  $262 \pm 36$  e  $251 \pm 33$  ( $C > (D1 = D2) > D$ ).

Não há como explicar o fato de alguns ratos que se apresentam com mesmo grau de retardamento de crescimento intra-uterino, variarem em relação à aquisição de crescimento pós-natal. Widdowson e Mc Cance (25) consideram que há um ponto crítico no desenvolvimento, quando o tamanho do animal, provido pela sua nutrição, determina o apetite posterior e portanto o seu grau de crescimento e dimensões na maturidade. Nutrição adequada produziria recuperação do crescimento somente se a desnutrição ocorresse após o final deste período crítico (pós-natal para o rato), onde estão se integrando centros reguladores, inclusive do apetite.

Apesar do período crítico, para o rato, ser considerado pós-natal, não podemos descartar a possibilidade, no presente trabalho, de algum tipo de dano ter ocorrido antes desse período específico. Além disso, muitos trabalhos experimentais têm evidenciado que ratos com restrição protéica intra-útero, têm suas funções de absorção e transporte intestinal alterados posteriormente (26-28). Mc Leod, Goldricke e White (29) associaram a redução do grau de crescimento da prole a perda excessivas da uréia, creatinina e nitrogênio  $\alpha$  amínico na urina.

Quanto ao consumo de alimentos, Hsueh, Blackwell e Chow (30) concluíram que ratos cujas mães foram submetidas a restrição da dieta nos períodos de gestação e aleitamento, ingeriram mais ração por unidade de peso corporal que os controles, indicando menor utilização dos nutrientes.

Estas citações encontradas na literatura, podem justificar alguns comportamentos observados mas, para outros, são necessários maiores investigações.

A Tabela 5 apresenta as proporções de mortalidade nos períodos de 0-28 e 0-90 dias de vida. Podemos observar que na primeira etapa, os grupos D e D2 apresentaram as maiores percentagens, 30,20/o e 15,60/o respectivamente, embora D2 não tenha diferido significativamente das outras proporções ( $D > D1 = D2 = C$ ); os grupos C e D1 foram os que mostraram os menores valores: 5,20/o e 7,80/o, respectivamente. Até a fase adulta os resultados foram bastante semelhantes aos da primeira etapa, os maiores índices continuaram a ser dos grupos D e D2 e os menores dos grupos C e D1, embora diferenças estatisticamente significativas tenham sido evidenciadas somente para  $D > D1$  e  $D2 > D1$ .

Turner (31) assinalou a possibilidade, na desnutrição protéica em ratos, da ocorrência de partos mais demorados, que poderia contribuir para maior mortalidade neo-natal. Scott e Usher (32) observaram o mesmo fato em mulheres primigestas, situação esta que poderia levar a maior sofrimento fetal e consequentemente maior mortalidade perinatal.

Em trabalho anterior (12) pudemos verificar que algumas ratas desnutridas durante toda a gestação tiveram partos prolongados que culminaram com a morte materna e fetal. Diante deste fato, podemos realmente supor ter ocorrido no presente trabalho, partos mais demorados conforme assinalados por Turner (31), e Scott e Usher (32), desde que os maiores índices de mortalidade ocorreram nas primeiras 24 horas de vida, indicando provavelmente associação entre intercorrências no momento do parto e mortalidade.

O peso ao nascimento, também é um dos parâmetros altamente associados às perspectivas de vida, desde que tem sido assinalado como uma das primeiras causas de mortalidade neo-natal. Além disso, aquele que sobrevive, pode ter seu crescimento retardado, com sequelas neurológicas e/ou deficiência mental (33, 34).

No presente trabalho pudemos realmente observar relação de mortalidade e peso. Os grupos D e D2 foram os que apresentaram durante o período de 0-90 dias maiores índices de mortalidade, índices estes que ocorreram em maior proporção até 28 dias de vida. Nos grupos C e D1 provavelmente o peso corporal não mais influenciou de forma tão acentuada na mortalidade, pois de 0-90 dias, 500/o da mortalidade verificada neste período ocorreu até 28 dias, indicando distribuição casual, por fatores outros não detectados no experimento.

Outro parâmetro frequentemente associado com mortalidade

TABELA 5

PROPORÇÕES DE MORTALIDADE DE RATOS NASCIDOS DE MÃES SUBMETIDAS AOS QUATRO TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS<sup>1</sup>

Grupos	Períodos	0 a 28		N Total	0 a 90		N total
		Mortos (N)	Vivos (N)		Mortos (N)	Vivos (N)	
Controle (C)		0,052 (4)	0,948 (73)	77	0,118 (8)	0,882 (60)	68
Desnutrido na 1a. metade gestacional (D1)		0,078 (4)	0,922 (47)	51	0,032 (2)	0,968 (60)	62
Desnutrido na 2a. metade gestacional (D2)		0,156 (15)	0,844 (81)	96	0,259 (21)	0,741 (60)	81
Desnutrido toda a gestação (D)		0,302 (32)	0,698 (74)	106	0,208 (16)	0,792 (61)	77
Conclusões:		D > (C = D1 = D2)			D > D1 e D2 > D1		

- 1 Controle (C) e desnutridos: toda a gestação (D), 1a. metade (D1) e 2a. metade (D2), nos períodos de 0 a 28 e 0 a 90 dias de vida. Número de animais observados (N) e conclusões da estatística G de Goodman.

neo-natal, é a prematuridade (35). Como em trabalho anterior (12) não observamos diferenças significativas na duração da gestação, no mesmo módulo experimental, podemos responsabilizar somente a desnutrição materna, por esse achado.

## SUMMARY

### INTRAUTERINE MALNUTRITION IN RATS. II. BODY WEIGHT AND MORTALITY OF OFFSPRING

Rats were submitted to protein-calorie deprivation during different periods of gestation and the body weight and mortality of offspring were evaluated at 0, 28 and 90 days of age. The body weight was considered adequate (n) when the values were up to 2 SD below the mean values of control animals, or inadequate (d) when the values were below 2 SD. Rats of the control group (C) were fed *ad libitum* (protein 21%), and the rats of the experimental groups were fed during all gestational period (D), during the first half (D1) or second half of pregnancy (D2), with a diet containing 1% of protein, and the intake reduced to 50%.

Significant differences were observed in the ponderal evolution for all experimental groups. Group D was the most damaged, with the greatest ponderal deficiency and the greatest mortality rates. Similar behavior was observed for D2. Group D1 was similar to C with the best results and the lowest mortality rate.

## BIBLIOGRAFIA

1. Antonov, A. N. Children born during the siege of Leningrad in 1942. *J. Pediat.*, 30: 250-259, 1947.
2. Smith, C. A. The effect of wartime starvation in Holland upon pregnancy and its product. *Am. J. Obstet., Gynecol.*, 53: 599-608, 1957.
3. Gruenwald, P. Infants of low birth weight among 5,000 deliveries. *Pediatrics*, 34: 157, 1964.
4. Lechtig, A., C. Yarbrough, H. Delgado, J-P. Habicht, R. Martorell & R. E. Klein. Influence of maternal nutrition on birth weight. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28: 1223-1233, 1975.
5. Berger, L. & M. W. Susser. Low birth weight and prenatal nutrition: an interpretative review. *Pediatrics*, 46: 946-966, 1970.
6. Riopelle, A. J., C. W. Hill & S. C. Li. Protein deprivation in primates. V. Fetal mortality and neonatal status of infant monkeys born of

- deprived mothers. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**: 989-993, 1975.
7. Stewart, R. J. C. & H. G. Sheppard. Protein-caloric deficiency in rats. Growth and reproduction. *Brit. J. Nutr.*, **25**: 175-180, 1971.
  8. Tonete, S. S. Q. & F. J. Nóbrega. Metabolismo (lipídios totais proteínas e colesterol) do cérebro de ratos jovens e adultos submetidos à desnutrição fetal. Estudo na desnutrição e recuperação nutricional. *J. Pediat.*, **45**: 18-30, 1978.
  9. Zamenhof, S. & E. Van Marthens. The effects of chronic undernutrition over generations on rat development. *J. Nutr.*, **108**: 1719-1723, 1978.
  10. Turner, M. R. Perinatal mortality, growth and survival to weaning in offspring of rats reared on diets moderately deficient in protein. *Brit. J. Nutr.*, **29**: 139-146, 1973.
  11. Tonete, S. S. Q. & F. J. Nóbrega. Desnutrição fetal experimental em ratos: Efeitos sobre o peso corporal, o peso cerebral, o teor de lipídeos totais, proteínas e colesterol no cérebro. *J. Pediat.*, **44**: 213-221, 1978.
  12. Tonete, S. S. Q., F. J. Nóbrega, P. R. Curi, C. E. P. Trindade, M. E. A. Sartor & F. A. Lopez. Desnutrição intrauterina em ratos. I. Repercussões no ganho de peso, tempo de gestação e no número de recém-nascidos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **33**: 96-108, 1983.
  13. Goodman, L. A. Simultaneous confidence intervals contrasts among multinomial populations. *Ann Mathem Stat.*, **35**: 716-725, 1964.
  14. Goodman, L. A. Simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Technometrics*, **7**: 247-254, 1965.
  15. Morrison, D. F. *Multivariate Statistical Methods*. New York, N. Y., McGraw Hill, 1967, 338 p.
  16. Singer, J. de M. *Análise de Curvas de Crescimento*. Tese, Mestrado, Instituto de Matemática e Estatística da USP, São Paulo, 1977.
  17. Ademowore, A. S., N. G. Courey & J. S. Kime. Relationships of maternal nutrition on weight gain to newborn birth weight. *Obst. Gynecol.*, **39**: 460-464, 1972.
  18. Miller, H. C. & K. Hassanein. Fetal malnutrition in white newborn infants: maternal factors. *Pediatrics*, **52**: 504-512, 1973.
  19. Giroud, A. Nutritional requirements of the embryo. *World Rev. Nutr. Diet.*, **18**: 195-262, 1973.
  20. Velasco, E. G., P. Rosso, J. Brasel & M. Winnick. Activity of alkaline RN<sup>ase</sup> in placentas of malnourished women. *J. Obstet. Gynecol.*, **123**: 637-639, 1975.
  21. Trindade, C. E. P., F. J. Nóbrega, M. V. C. Rudge, C. Y. Suguihara, S. S. Q. Tonete, M. E. A. Sartór & A. Zuliani. Relação do peso de recém-nascidos e placentas. Estudo em recém-nascidos de termo, pré-termo, de pesos adequados, baixo e grande para a idade gestacional. *J. Ped.*, **46**: 208-214, 1979.

22. Winick, M. Cellular changes during placental and fetal growth. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **109**: 166-176, 1971.
23. Nóbrega, F. J., S. S. Q. Tonete, M. E. A. Sartor & P. R. Curi. Estudo experimental do crescimento placentário na desnutrição protéico-calórica. *J. Fed.*, **46**: 82-92, 1979.
24. Rosso, P. & M. R. Streeter. Effects of food or protein restriction on plasma volume expansion in pregnant rats. *J. Nutr.*, **109**: 1887-1892, 1979.
25. Widdowson, E. M. & R. A. Mc Cance. A review: new thoughts on growth. *Pediat. Res.*, **9**: 154-156, 1975.
26. Zeman, F. J. & M. L. Fratzke. Carbohydrate absorption in the young of protein deficient rats. *J. Nutr.*, **107**: 690-699, 1977.
27. Fitzgerald, J. F. & L. D. Ferdinandus. Effect of maternal protein deprivation on in vitro intestinal function in rats. *J. Nutr.*, **105**: 1476-1480, 1975.
28. Ferdinandus, L. D. & J. F. Fitzgerald. Effect of maternal protein deprivation on the development of neonatal intestinal function in rats. *Pediat. Res.*, **11**: 804-808, 1977.
29. Mc Leod, K. I., R. B. Goldrick & H. M. Whyte. Effect of maternal malnutrition on the progeny in the rat. Studies on nitrogen balance. *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.*, **50**: 731-738, 1972.
30. Hsueh, A. M., R. Q. Blackwell & B. F. Chow. Effect of maternal diet in rats on feed consumption of the offspring. *J. Nutr.*, **100**: 1157-1164, 1970.
31. Turner, M. R. Protein deficiency, reproduction and hormonal factors in growth. *Nutr. Repts, Internat.*, **7**: 289-296, 1973.
32. Scott, K. E. & R. Usher. Fetal malnutrition: its incidence causes and effects. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **94**: 951, 1966.
33. Nóbrega, F. J. Desnutrição e deficiência mental. *J. Pediat.*, **39**: 129-135, 1974.
34. Tizard, J. Early malnutrition, growth and mental development in man. *Brit. Med. Bull.*, **30**: 169-174, 1974.
35. Shaughnessay, P. W., R. F. Di Giacomo, D. P. Martin & D. A. Valerio. Prematurity and perinatal mortality in the Rhesus (*Macaca mulatta*): Relationship to birth weight and gestational age. *Biol. Neonate*, **34**: 129-145, 1978.

**INFANT FEEDING PRACTICES AND BELIEFS  
IN ONE COMMUNITY IN THE SIERRA OF RURAL  
ECUADOR: A PREVALENCE STUDY**

*Jeralyn Pigott<sup>1</sup> and Kathryn Kolasa<sup>2</sup>*

Michigan State University, East Lansing, Michigan,  
United States of America

**SUMMARY**

Infant feeding practices and beliefs of 54 women in one rural community in the Sierra of Ecuador are described. Breastfeeding was nearly universal, with a mean duration of 16.9 months: males were weaned gradually, which was significantly different from the sudden weaning of females. Infants' diets were supplemented at a mean 9.7 months; first food included soup, meat broth, oats, and grains. Males' diets were supplemented significantly earlier than females. Mothers reported 16 months as the best weaning age. The best age to begin supplementing breast or bottle was 8.8 months. Milk, soup, meat, oats, "all foods," and vitamins were believed to help produce breastmilk. Most mothers said they would give a bottle if they were unable to produce breastmilk.

---

Manuscrito modificado recibido: 23-4-82.

- 1 Graduate Research Assistant, Department of Food Science and Human Nutrition, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824, USA.
- 2 Associate Professor at the same Department.

## INTRODUCTION

Protein energy malnutrition along with infectious diseases, is widely accepted as the underlying cause of high mortality and morbidity rates of young children in less developed countries. Since undernutrition cannot be explained only by insufficient ingestion of food, environmental factors must also be examined. These factors include quality of water, housing conditions, availability of farm land, socioeconomic status of the family, literacy, food behavior and taboos, distribution of food within the family, as well as the previously mentioned infectious diseases.

Children under five years of age and pregnant and lactating women are the groups most frequently cited as being nutritionally at-risk. This investigation focused on children, since this is a group at which many intervention programs are aimed, and because this large segment of the population will become the laborers and leaders upon whom a developing nation depends.

Several critical decisions by the mother, all culturally based, help determine the feeding pattern and ultimately the nutritional status of the young child. First, of course, is the mother's dietary intake and general health during pregnancy. Another is the decision whether to breastfeed or to give a human milk substitute. If a mother has chosen to breastfeed, the length of breastfeeding is critical to the child's nutritional status. The stage of the infant's development and manner in which solid foods are introduced are also important to the child's nutriture. The last critical decisions are the type of weaning process and the method of transition to an adult diet. If a mother makes inappropriate choices for her situation, whether based on cultural or socioeconomic factors, her child(ren) may become malnourished. When infectious and parasitic diseases interact with poor nutrition the child may either become malnourished and eventually die, or recover due to positive influences in the environment.

The present study examines the infant feeding practices of rural Ecuadorian mothers. Length of breastfeeding, age and order in which semi-solid foods were introduced, weaning practices, cultural ideals for infant feeding, and foods believed to help produce breastmilk were examined through personal interviews with mothers in their homes.

## REVIEW OF LITERATURE

Malnutrition is a significant public health problem in Ecuador. Recent studies indicate 37 to 78% undernutrition in preschool children, and 10 to 74% undernutrition in school children (1-4). Undernutrition in children appears to have remained around 45% in the last 20 years. These high degrees of undernutrition are not surprising for a developing nation, especially one for which a shortage of calories and protein has often been reported. Most recent estimates of food availability are 2,078 kilocalories and 48 g protein, compared to a recommended 2,300 kilocalories and 57.5 g protein (5, 6). (More detailed information on prevalence of undernutrition and food intake can be found in Ref. 7).

Infectious and parasitic diseases, quality of water, housing conditions, availability of farm land, socioeconomic status of the family, literacy, food behavior and taboos, and distribution of food within the family all need to be examined in relation to health and nutrition. Morbidity and mortality due to infectious and parasitic diseases were highest in children under five years of age (8, 9). In rural areas, only one-tenth of the population had potable water and/or sewage service (9, 10). Rural housing conditions were generally sub-standard, with small crowded houses, no electricity, no water and primitive kitchens. Seventy-eight per cent of all farms were less than five hectares (4), and the average *per capita* income in 1978 was US\$842 (4). Twenty-three per cent of the population over ten years of age has been officially estimated as illiterate (11).

Few authors have reported on food taboos and distribution of food within the family in Ecuador. According to available information, taboos for pregnant women included legumes, leafy vegetables, milk, meat (third trimester only), beef, barley, grains, and fruits (12-14). Fathers were believed to require the best foods (both qualitatively and quantitatively) because they were working (3, 13). Only 28% of children received special foods such as eggs, cornstarch, meat, milk, oats, fruits, and grains (12, 13).

Many beliefs existed about breastfeeding and lactation in Ecuador. One was that if a girl was breastfed for a long period of time, she would be very fertile as an adult (13). It was also believed that only breastmilk should be given in the first six months of life, because other flavors and consistencies might lead to digestive upset (14). Pork and legumes eaten by a lactating mother were thought to produce diarrhea in the infant (14); also, if a mother

were to drink cold beverages, she would produce cold milk (14).

A few beliefs regarding weaning practices have also been reported. A common belief was that infants were able to eat sweet foods before salty foods (13). Eggs, meat, legumes, and vegetables were usually not given until one year of age, because these foods were considered to be damaging to younger babies (14).

## METHODS AND PROCEDURES

### *Data Collection Instrument*

An interview schedule was developed which focused on the duration of breastfeeding, the age and order in which semi-solid foods were introduced, the way weaning was accomplished, the cultural ideals for breastfeeding and weaning, and the food which was thought to promote lactation. All 15 questions were in Spanish. The questionnaire was pre-tested in rural Ecuador and then minor revisions were made to conform to village idiom. Villagers understood the intent of all questions.

### *Sample Selection*

One hundred research participants were randomly selected based on a map of the community; the map was drawn by an Ecuadorian civil engineer. All 167 houses on the map were numbered and then these numbers were placed on equal-sized pieces of paper. One hundred slips of paper were drawn at random; these 100 households were then grouped by location on the map and different areas were visited daily. Homes were visited at least two different days in an attempt to interview everyone selected for the sample. Many women chosen to be part of the sample were not available, because they were planting subsistence and cash crops in distant fields. Therefore, only 54 mothers in 49 households were interviewed. No attempt was made to determine the representativeness of this sample.

### *Data Collection*

The interview schedule was administered in Spanish by the investigator. Interviewing was done in the participants' homes during the afternoon hours. Interviews varied from 10 to 40 minutes,

with an average interview lasting about 20 minutes, and were conducted in November and December 1980. No one refused to be interviewed.

### *Analysis of Data*

Frequencies, cross-tabulations, Pearson product-moment correlations, analyses of variance, multiple regressions, and t-tests were computed using the Statistical Package for the Social Sciences (15). Descriptive data from participant observation were also used in an attempt to better describe the infant feeding practices in the community.

### *Village Location*

The population studied lived in the village of San Juan y Sarapamba, Parroquia Eloy Alfaro, Cotopaxi province, Ecuador. The village was located at a distance of approximately 3 km from the provincial city of Latacunga, 100 km south of Quito. Access to the community was by a winding dirt road up a mountain, a minimum of 30 minutes by automobile or bus. San Juan y Sarapamba was located between 2,750 and 3,000 m above sea level.

### *Description of Village*

Like many rural villages in Ecuador, San Juan y Sarapamba is a mestizo, Spanish-speaking community. The people are poor, work their own small farms and perform unskilled labor when jobs can be found. Average income at that time was probably around \$700 per year. Most villagers lived in small one or two room houses made of an adobe-type mixture with a tile roof. Women cooked over open fires built on dirt floors.

The village had neither running water nor electricity. Water was collected at a stream 2-1/2 hours by foot from the village. Villagers were cognizant that the water was dirty, but few connected this with the high prevalence and frequency of diarrhea and other health problems. No system existed for the disposal of human wastes.

Nearly all the children attended school for two or three years; most adults were minimally literate, but adult females seldom could read.

Because of the cool dry climate, only maize, *quinoa*, barley,

beans, potatoes, and a limited variety of fruits and vegetables could be cultivated. Depleted soil, inadequate fertilizer, and insect infestation led to low yields. Farming methods were primitive. Most families raised small animals –chickens and pigs to sell for cash and guinea pigs to eat on special occasions. Other animals found in the village included rabbits, sheep, dairy cows, turkeys, and pigeons. These were almost always used as a source of cash, rather than food for the family's table.

Some insects and small game were occasionally eaten, and soups of varying consistencies and potatoes were the staples of the diet. Commonly consumed vegetables and fruits were onions, cabbage, tomatoes, oranges, and bananas. Animal protein and fruits and vegetables other than those previously mentioned were consumed on an irregular basis only. Noodles, bread, sugar, and salt were the most common processed foods. Consumption of alcoholic beverages was prevalent among the men.

## RESULTS

### *Demographics of Sample*

Fifty-four mothers were interviewed. Their mean age was 30.8 years, with a range of 18 to 80 years. They had 4.4 living children on the average, the range being one to 12 living children. Ages of their children ranged from ten days to 46 years. These women had also borne an average 1.1 additional children who were dead at the time of the interview. Total children born to the mothers ranged from one to 16, with a mean of 5.5. Mother's age and total number of children were significantly and strongly correlated ( $p \leq 0.001$ ,  $r = 0.61$ ).

Several questions about breastfeeding and weaning practices referred to the mother's youngest child. The youngest children included 27 females and 26 males, their mean age being 27.5 months. The intergestational period before the birth of these children averaged 26.3 months, with a range of 11 to 48 months. Intergestational period was significantly and positively correlated with the age of youngest child ( $p \leq 0.05$ ), the mother's age ( $p \leq 0.05$ ), the number of dead children ( $p < 0.01$ ), and the number of total children ( $p < 0.05$ ).

### *Breastfeeding and Weaning Practices*

Forty-nine (90.70/o) of the youngest children were breastfed. Breastfeeding was usually on demand, and the five children who were not breastfed were given infant formula in a bottle. Children were weaned from either breast or bottle at an average 16.9 months, weaning ages ranging from 12 to 24 months. Mothers with a lesser number of living children weaned their youngest children at a significantly later age ( $p < 0.05$ ). Mothers with a smaller number of total children tended to wean their children later, but this difference was not significant. Sixty-three per cent of the children were weaned suddenly from the breast, whereas the other 37/o were weaned more gradually from either breast or bottle. Sudden weaning methods were not allowing the breast anymore (29 mothers) and putting hot pepper on the breast (5 mothers). Gradual weaning was accomplished by giving the child other foods at the same time as breast or bottle, until the child was accustomed to solid foods or showed no interest in breastmilk or formula (20 mothers). Males and females were weaned significantly differently ( $p \leq 0.01$ ): males were usually weaned gradually, and never by hot pepper put on the mother's breasts, and females were usually weaned suddenly.

Mothers began giving semi-solid foods at 9.7 months, with a range of zero to 19 months. Most of the responses were clustered in the eight to 12 month range. Mean age at which males were given semi-solid foods was 8.5 months, for females it was 10.9 months. Males were given semi-solids significantly earlier than females ( $p \leq 0.01$ ).

Older mothers tended to supplement their children's diets later, but this difference was not significant. The foods most frequently given first were: soup, 62 o/o, meat broth, 30o/o, oats, 23o/o, and grains, 13o/o. Also mentioned were eggs, meat, "what we eat" (foods eaten by the rest of the family), gelatin, and cow's milk. Males were fed meat broth as a first food significantly more than females ( $p \leq 0.01$ ). Mothers who reported feeding oats as a first food had a significantly smaller number of children who had died ( $p < 0.05$ ). Those who gave soup as a first food tended to have a larger number of living children, but this difference was not significant.

### *Mothers' Cultural Ideals and Practices*

Twenty-four mothers reported that they fed all their children

in the same way, and 25 said that they fed their children differently. Ninety-six per cent of these stated that this was due to the spacing of their children. The women commented that if they became pregnant soon after giving birth, they would not be able to breast-feed the youngest child as long as was desirable. Three women also responded that they fed their children differentially based on the sex of the child.

The mean age that the mothers felt was best for weaning was 16.0 months, with a range of ten to 24 months; 12 and 18 months were the most frequent responses, accounting for 66.00/o of the mothers. Those who specified a later best weaning age had significantly fewer living children ( $p \leq 0.01$ ) and fewer total children ( $p < 0.05$ ). The respondents were also able to specify a best age at which to begin giving foods other than breastmilk or infant formula. The mean was 8.8 months, the median was 9.3 months, and the range was birth to 15 months. Three responses—six, eight, and ten months—accounted for 580/o of the respondents. Mothers specified a significantly earlier best age to introduce semi-solid foods to males than to females ( $p \leq 0.05$ ). Actual weaning age and age of first semi-solid foods were higher than best ages. Actual and best weaning ages were significantly and strongly correlated ( $p \leq 0.001$ ,  $r = 0.91$ ), as were actual and best ages to introduce semi-solid foods ( $p < 0.001$ ,  $r = 0.92$ ).

Mothers reported a wide variety of foods which they believed helped to produce breastmilk, the most frequent responses being: milk, 280/o; soup, 230/o; meat, oats, and "all foods", 210/o each; and vitamins, 140/o. Mothers who felt that oats helped to produce breastmilk had significantly larger total families ( $p < 0.05$ ), and tended to have more living children. Reported by less than 100/o of the respondents were: "eating well", chicken soup, liquids, powdered milk, and preserves.

Mothers were also asked what they would give their children if they were unable to produce sufficient breastmilk. The bottle, presumably containing some form of infant formula, would be given by 720/o of the mothers. Also mentioned were milk, baby foods, and powdered milk. Six mothers, however, would have nothing to give to their children, so they would die. These mothers tended to have a smaller number of living children, although this difference was not significant.

## DISCUSSION

### *Infant Feeding Practices and Beliefs*

It appears that the prevalence of breastfeeding, at least in rural areas, has remained steady at around 95% in the last 20 years. This study confirms that trend. In this research infants were weaned at 16.9 months, which is consistent with the previously reported figures of 13.7, 19.8, and 22.8 months (12, 13). Mothers mentioned 18 months most frequently. No statistical difference in weaning age by sex was found. Duration of breastfeeding appeared to be dependent on the length of time before a mother became pregnant again. This reason was also cited in the literature (16). Duration of breastfeeding did not differ with age of the mother. One study supported findings that most children were weaned suddenly (16). Further analysis revealed that children were weaned significantly differently based on sex ( $p \leq 0.01$ ), males usually being weaned gradually.

Age of supplementation of the diet with semi-solid foods was also consistent with previous studies. Foods were introduced at 9.7 months in San Juan y Sarapamba, compared to 6.9 and 11.2 months in other locations (12, 13). Eighty-seven per cent of the infants had their diets supplemented by one year of age. Most responses were clustered between eight and 12 months. Males in this study were given semi-solids significantly earlier than females ( $p \leq 0.01$ ). We found that soup, meat broth, oats, and grain were the first food to be given to infants; oats and grain would be served as thin gruels, and some mothers served them in bottles. All these weaning foods would contribute only minimal quantities of nutrients to the infants' total diets, at a time when they require many additional nutrients to supplement breastmilk or formula. Other studies have reported soups, potatoes, soft-textured grain products, and fruits and fruit juices (12-14).

Mothers felt that the best weaning age was 16 months. Twelve and 18 months were reported most frequently, probably reflecting cultural norms. Actual weaning age was one month more than the best weaning age, probably due to the low socio-economic status of the families in San Juan y Sarapamba. The best age to supplement the breast or bottle was believed to be 8.8 months. The most frequent responses were six, eight, and 10 months, again probably reflecting cultural norms. Actual age to introduce semi-solid foods superseded the ideal age by one month.

No data on best ages to wean or supplement the diet were found in the literature. The reasons for the significant correlations between best and actual ages for weaning and introduction of semi-solid foods are unclear. Participant observation by the researchers suggested that the women have adapted their ideals to the realities of village life and their socioeconomic situations.

Milk, soup, meat, oats, "all foods", and vitamins were reported by the mothers to be foods which help produce breastmilk, but they did not always consume these foods during lactation. The foods that these mothers reported as helpful for lactation appeared to be those which were regularly available to them, rather than special foods which would have to be acquired in the market. Previous studies reported that oats, meat broth, milk, all foods, maize, barley, and grains would help produce breastmilk (12, 13). Most mothers in San Juan y Sarapamba would give their infants the bottle if they had an inadequate supply of breastmilk. The bottle would most likely contain some form of commercial infant formula. Six mothers, however, said they would have nothing to give the infants so they would die. The nation-wide ICNND survey in 1959 stated that mothers without breastmilk would give their young infants milk, oats, powdered milk, maize, or barley (12). Bottles were probably almost unknown in Ecuador 20 years ago.

Commercial infant formula was readily available in the Latacunga area. Cans of powdered infant formula were prominently displayed in pharmacies and grocery stores, and consumers were able to choose from a wide variety of brands.

Typical infant formula preparation in San Juan y Sarapamba included heating (not boiling) the water with herbs such as anise or oregano. The herbs were believed to help prevent diarrhea. A small quantity of powdered formula was added to a varying amount of water in the bottle. Formula was frequently not correctly diluted, due to lack of knowledge of proper preparation procedures and high cost of the formula. Bottle hygiene was inadequate. Bottles were washed with other dishes used by the family. Some families used hot water, but few used any soap. Bottles typically were not stored in a special place, but wherever they happened to be put or fall. Nipples were washed infrequently. Adults would often suck on the nipple to see if the formula was coming through the hole. It was not uncommon for dogs to lick the nipple, or flies to land on it. These practices were observed in about five homes in San Juan y Sarapamba.

Participant observation by the investigators confirmed data in the literature as well as the responses to the survey by the mothers of San Juan y Sarapamba. Males of all ages ate before females, and were nearly always given the best food(s). This meant that they received several chunks of meat instead of just one, or a piece of fruit, or a commercially produced roll. Males were also fed larger quantities, and the female serving the meal was expected to stop eating anytime a male wanted an additional serving. In all matters, children were treated as small-sized adults, therefore, they were unlikely to be given special treatment once the next child was born.

The data collected via interviews and observations, although limited in scope, have implications for nutrition educators. A nutrition education program would be more effective if it began by demonstrating that infants and children have special needs which are different from those of adults. Then the participants could be taught how to fulfill these special needs of children within such constraints as food availability and income.

#### *Areas for Further Study*

This exploratory study also suggested several areas for further study. For example, the addition of semi-solid foods to the diet could be examined in terms of quantity of food given at different ages, how the foods were served, how mothers decided when to introduce semi-solids, whether some foods were given very early in life (before mothers said they started introducing foods), and reasons why male and female children were given foods at different ages. Similarly, it would be valuable to study the process of weaning in greater detail. This might include how mothers decide when to wean their children, whether there are seasonal differences in weaning, how gradual and sudden weaning were accomplished, and why weaning differences exist between males and females. Since significant differences were found by sex in the way infants were introduced to semi-solid foods and the way they were weaned, length of breastfeeding could be more closely examined to determine whether a difference also existed.

Current concern about the spread of bottlefeeding in the developing world would suggest more detailed observation of women who bottlefed their infants. It would be useful to examine the differences between mothers who breastfeed and bottlefeed, and whether this affects the introduction of semi-solid foods.

Also useful would be how the mothers decide to feed their infants a human milk substitute, and exploring what foods mothers would give if they had no breastmilk.

Mothers' diets during lactation also merit closer examination. What lactating mothers actually eat, whether their diets vary by length of lactation or sex of child, what effects specific foods are believed to have on breastmilk, how mothers decide which foods assist lactation, and food taboos during lactation might be studied.

Anthropometric measurements of the children, presence of clinical signs of malnutrition, presence of morbidity in children, and socioeconomic status of the family could also be studied in conjunction with infant feeding practices and beliefs. The most useful anthropometric measurements to perform would be weight, height or length, mid-upper arm circumference, and triceps fatfold. The socioeconomic rating devised by Ortiz Calvache and Borsotti (2) in Ecuador could be applied, or an index such as the one developed in Guatemala by Mata (17) could be adapted.

## RESUMEN

### PRACTICAS Y CREENCIAS DE ALIMENTACION INFANTIL EN UNA COMUNIDAD DE LA SIERRA RURAL DEL ECUADOR

Se describen las prácticas y creencias respecto a la alimentación de los niños de 54 mujeres en una comunidad rural de la Sierra del Ecuador. La lactancia era casi universal, y se continúa hasta una edad mediana de 16.9 meses. Los niños eran cuidadosamente destetados, lo que contrasta en forma significativa con el rápido destete de las niñas. Se añadieron alimentos a las dietas de los niños a una edad mediana de 9.7 meses, siendo los primeros alimentos sopa, caldo de carne, avena y granos. Las madres daban alimentos a los niños significativamente más temprano que a las niñas, e informaron que la mejor edad para destetarlos era a los 16 meses de edad. La mejor edad para suplementar el pecho o el biberón era de 8.8 meses, siendo su opinión que la leche, sopa, carne, avena, "todos los alimentos" y vitaminas, les ayudaban a producir leche. La mayoría de las madres manifestaron que en caso de no poder amamantarlos, les darían biberón.

## BIBLIOGRAPHY

1. Vargas Muñoz, M. R. & S. Gallegos Espinoza. Diagnóstico Nutricional

- y Alimentario del Ecuador. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 1977.
2. Ortiz Calvache, W. & M. Borsotti. Estudio de la relación entre condición socio-económico de la familia y el estado nutricional de los niños en la provincia de Tungurahua. *Revista de la Facultad de Medicina F. M.* (Universidad Central del Ecuador), IV: 9-30, 1978.
  3. Murgueytio M., M. **Nutrición en el Ecuador: Revisión de Investigaciones.** Quito, Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Investigaciones Nutricionales y Médico Sociales, 1980.
  4. Rivadeneira, M. **La Situación Nutricional en el Ecuador.** Quito, Agency for International Development, 1980.
  5. Paredes Vásquez, I. **Nutrición.** Quito, Editorial Técnica Moderna, 1979.
  6. Vallejo Cevallos, L. **Recomendaciones Nutricionales para las Poblaciones del Ecuador.** Quito, Instituto Nacional de Nutrición del Ecuador, 1979.
  7. Pigott, J. **Infant Feeding Practices and Beliefs in Rural Ecuador.** East Lansing, Michigan, Department of Food Science and Human Nutrition, Michigan State University, 1981. (Unpublished).
  8. Varea Terán, J. R. **El Subdesarrollo Biológico.** Quito, Artes Gráficas, 1976.
  9. Estrella, E. **Medicina y Estructura Socio-económica.** Quito, Editorial Belén, 1980.
  10. Anonymous. Sesenta por ciento de población no tiene agua potable. Quito, *El Comercio*, 23 de junio de 1980.
  11. Department of State. **Ecuador Background Notes.** Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1979.
  12. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. **Ecuador Nutrition Survey.** Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1960.
  13. Rivadeneira Arroyo, M. Estudio nutricional. In: **Nutrición y Desarrollo en los Andes Ecuatorianos.** M. Varea Terán and J. Varea Terán (Eds.). Quito, Artes Gráficas, 1974, p. 47-98.
  14. Muñoz, D. & S. Gallegos. **Estudio Socio Económico y sus Repercusiones en la Alimentación: Comunidad "El Troje".** Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (tesis), 1977.
  15. Nie, N. H., C. H. Hull, J. G. Jenkins, K. Steinbrenner & D. H. Bent. **Statistical Package for the Social Sciences.** New York, McGraw-Hill Book Company, 1975.
  16. Vargas M., M. R. & E. Portero P. **Estudio Socioeconómico Alimentario de Tres Localidades de la Sierra Ecuatoriana.** Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 1978.
  17. Mata, L. J. **The Children of Santa María Cauqué: A Prospective Field Study of Health and Growth.** Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1978, p. 60.

**TABLAS DE REFERENCIA DEL PERIMETRO DEL  
BRAZO DESDE EL NACIMIENTO HASTA LOS DOS AÑOS,  
PARA NIÑAS Y NIÑOS ARGENTINOS**

*H. Lejarraga,<sup>1</sup> L. Markevich,<sup>2</sup> F. Sanchirico,<sup>3</sup> y M. Cusminsky<sup>3</sup>*

**Hospital Italiano, Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil  
Buenos Aires, Argentina, y**

**Hospital Zonal Especializado "Dr. Noel Sbarra",  
La Plata, Argentina**

**RESUMEN**

Se presentan tablas de referencia normales del perímetro del brazo (PB) para niños y niñas argentinos desde el nacimiento hasta los doce años de edad. Dichas tablas fueron construidas con niños sanos, residentes en La Plata, Argentina, ciudad cuya población es predominantemente universitaria y administrativa.

---

Manuscrito modificado recibido: 3-6-82.

- 1 Sección de Crecimiento y Desarrollo, Departamento de Pediatría, Hospital Italiano, Gascón 450, 1181 Buenos Aires, Argentina.
- 2 Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil (CESNI), Buenos Aires, Argentina.
- 3 Hospital Zonal Especializado "Dr. Noel Sbarra" (ex Casa Cuna), La Plata, Argentina.

Se utilizaron dos muestras de niños: la primera, correspondiente a un estudio longitudinal, 121 niñas y 129 niños de nivel social medio, quienes fueron medidos periódicamente desde el nacimiento hasta las 144 semanas; la otra se derivó de un estudio transversal realizado en 897 niñas y 892 niños de 4 a 12 años de edad. Esta segunda muestra, obtenida en forma probabilística y estratificada, es representativa de la población infantil de La Plata de ese rango etario, estando compuesta aproximadamente en un 70% por niños de nivel social medio y alto. Los percentilos seleccionados fueron calculados en forma directa y luego sometidos a ocho suavizamientos a mano, hasta lograr una distribución de individuos entre dichos percentilos, muy aproximada a la teóricamente prevista. Se exponen también los datos crudos y las desviaciones estándar suavizadas, comparando los resultados obtenidos con los de estudios realizados en otras comunidades, locales y extranjeras.

## INTRODUCCION

El perímetro del brazo (PB) es un recurso antropométrico sencillo, confiable y práctico para la evaluación nutricional de grupos de población. Este ha sido usado en encuestas realizadas en lugares muy diversos del mundo (1-4); ha demostrado ser especialmente útil en situaciones de emergencia, cuando se requiere una evaluación rápida sobre el terreno, o cuando no es factible disponer de otros instrumentos de más difícil transporte (5).

El uso del PB, tal como ocurre en otras mediciones antropométricas, requiere la disponibilidad de valores normales comparativos que puedan usarse como referencia. Hasta el presente la Argentina no contaba con tablas locales del PB susceptibles de utilizar con ese fin. En el trabajo que aquí se comenta, presentamos dichas tablas elaboradas con base en niños sanos y bien nutridos de nuestro país, para un rango de edades que cubre una gran parte de la población infantil.

## MATERIAL Y METODOS

### *Composición de las Muestras*

Las tablas fueron compuestas en base a dos muestras distintas:

- a) Una integrada por 121 niñas y 129 niños sanos, predo-

minantemente de nivel social medio, nacidos en el Hospital "San Roque", entre 1962 y 1964. Las características de este estudio han sido descritas exhaustivamente en otra publicación (6). Sin embargo, es importante aclarar que dicho estudio consistió en un seguimiento longitudinal de los niños mencionados, quienes fueron seleccionados en el momento mismo del nacimiento, en encuestas repetidas a distintas edades y con recolección sistemática de información clínica, social, psicométrica y antropométrica. Con respecto a esta última, varias fueron las mediciones tomadas, entre las que figura el perímetro del brazo.

Los niños se midieron a las edades que muestra la Tabla 1, con los siguientes límites de tolerancia: al nacer y a las cuatro semanas:  $\pm 2$  días; 13 semanas:  $\pm 5$  días; 26 semanas:  $\pm 10$  días; 39 y 52 semanas:  $\pm 11$  días. En las entrevistas restantes llevadas a cabo cada tres meses hasta los cuatro años, se tuvo una tolerancia de  $\pm 15$  días. El 100% de las mediciones del perímetro del brazo las tomó una antropóloga física con una cinta flexible de acero graduada en mm, de acuerdo a técnicas normatizadas.

b) La segunda muestra, de carácter transversal, corresponde a 897 niñas y 892 niños sanos de 4 a 12 años de edad, residentes en el área urbana de la ciudad de La Plata. Fueron seleccionados para un estudio multidisciplinario de crecimiento y desarrollo del Hospital de Niños de La Plata, efectuado entre los años 1970 y 1972. Las características de este estudio también fueron publicadas previamente (8). Como se dijo antes, se trató de un estudio transversal, es decir que cada niño fue encuestado y evaluado una sola vez. La selección de la muestra se hizo en forma representativa, probabilística y estratificada, a través del sorteo de viviendas de la ciudad en el área urbana. En la zona periurbana las viviendas se ubicaron mediante un relevamiento aerofotogramétrico. El muestreo se realizó de manera que hubiera aproximadamente 100 niños de cada edad y sexo. Cada uno de ellos fue sometido a una encuesta social, psicométrica, clínica y antropométrica el día de su cumpleaños, con un límite de tolerancia  $\pm 15$  días. La composición social de la muestra resultó ser en un 70% de nivel alto y medio (clases I a III de Graffar) (9) y el 30% restante a niveles bajos (clases IV y V de Graffar). Se separaron los cinco niveles en dos grupos: *Grupo 1*, niveles I, II y III, y *Grupo 2*, niveles IV y V.

Entre las mediciones antropométricas cuyos resultados de peso, perímetro cefálico y estatura, fueron dados a conocer en

TABLA 1

MEDIA ( $\bar{x}$ ) Y DESVIACION ESTANDAR (DE) DEL PERIMETRO  
DEL BRAZO<sup>1</sup>

Edad	Niñas			Niños		
	N	$\bar{x}$ (cm)	DE (cm)	N	$\bar{x}$ (cm)	DE (cm)
Nacimiento	121	9.9	0.87	129	10.1	0.94
4 sem.	121	10.6	0.88	120	10.8	0.90
13 "	74	11.7	0.89	73	12.3	0.98
26 "	67	12.9	1.00	64	13.7	1.97
39 "	61	13.4	1.06	55	14.7	1.32
52 "	61	14.3	1.04	58	15.1	1.27
60 "	46	14.5	1.10	41	15.8	1.42
72 "	42	14.6	1.18	36	15.2	1.48
84 "	33	14.9	1.27	36	15.3	1.48
96 "	34	14.7	0.87	37	15.5	1.38
120 "	22	15.2	0.86	25	15.6	1.26
144 "	15	15.7	1.17	22	15.8	1.23
4.0 años	121	16.5	1.21	81	16.5	1.34
5.0 "	94	16.8	1.48	108	16.8	1.23
6.0 "	98	17.4	1.34	114	17.3	1.40
7.0 "	97	17.7	1.58	95	18.0	1.70
8.0 "	109	18.2	1.66	101	18.6	2.09
9.0 "	104	19.5	2.36	95	19.3	2.20
10.0 "	94	20.4	2.53	100	20.0	2.11
11.0 "	88	21.0	2.25	105	21.0	2.76
12.0 "	92	21.7	2.54	93	21.5	2.58

1 Desde el nacimiento hasta las 144 semanas se trata de un estudio longitudinal (6); desde los 4 a los 12 años, de un estudio transversal (8).  
Datos crudos.

otra publicación (8) se tomó el perímetro del brazo con instrumentos y técnicas iguales a los utilizados en la muestra anterior. Todas las mediciones en este trabajo estuvieron a cargo de una antropometrista previamente adiestrada. En ambas muestras se excluyeron todos los niños con enfermedades crónicas detectadas en el interrogatorio y examen clínico, entre quienes se encontró

tuberculosis, retardo mental, convulsiones crónicas, etc. No se excluyeron niños con antecedentes de enfermedades agudas, tales como neumonía, catarros de vías respiratorias superiores, diarrea aguda, etc.

### *Construcción de Estándares*

Para este propósito se siguieron los siguientes pasos:

1. Cálculo de las distribuciones de frecuencias del perímetro del brazo a cada edad, observándose a todas las edades y en ambos sexos, una distribución de frecuencias asimétrica, con una larga cola hacia la derecha. Sobre estas bases, el cálculo de los percentilos a partir de las desviaciones estándar suavizadas, si bien implica un menor error de estimación, no resulta correcto (10), por lo que se procedió a cumplir los pasos siguientes:

2. Cálculo directo de los percentilos seleccionados (3o, 10o, 25o, 50o, 75o, 90o y 97o) a cada edad, a partir de las distribuciones de frecuencias.

3. Graficación de los percentilos a cada edad desde el nacimiento hasta los 12 años.

4. Suavizamiento a mano de dichos percentilos.

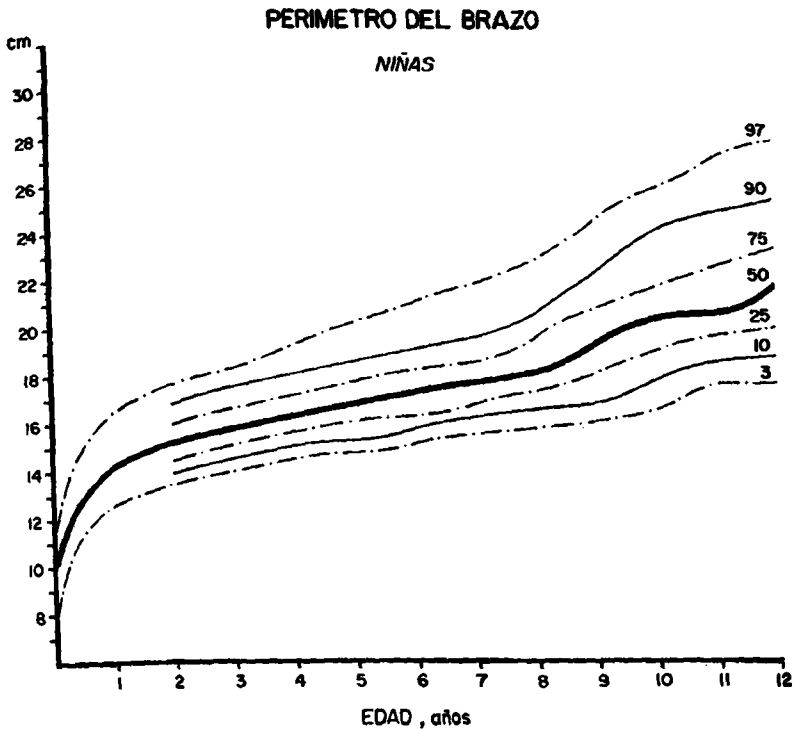
5. Test de evaluación del suavizamiento. A los fines de evaluar la corrección con que éste se hizo, se calculó el porcentaje de individuos comprendidos entre los percentilos seleccionados y se compararon con el porcentaje esperado (3o/o de los individuos por debajo del percentilo 3o, 7o/o entre el 3o y el 10o, y así sucesivamente). Tomando como guía indicadora esta forma de evaluación, se suavizaron los percentilos una y otra vez hasta lograr un máximo de correspondencia entre el o/o de individuos encontrados y previstos. Se efectuaron así ocho suavizamientos en total.

6. Lectura de los valores suavizados encontrados. Una vez obtenidos los percentilos correctamente suavizados, se procedió a leer los valores obtenidos a las edades deseadas. Según se ha descrito, en el estudio longitudinal de 0 a 144 semanas los niños fueron medidos a las 4, 13, 26, etc. semanas; sin embargo, dado que se deseaba valores del perímetro del brazo en meses cumplidos —si bien inicialmente se graficaron los originales a las edades en que realmente fueron medidos— los valores suavizados encontrados se leyeron en meses cumplidos por interpolación gráfica. Se utilizó un procedimiento similar con las desviaciones estándar que se suavizaron una sola vez previa graficación y luego se leyeron los valores nuevos obtenidos por interpolación.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se ilustran los resultados crudos (no suavizados) de los estudios referidos. Como se observa en el estudio longitudinal de 0 a 144 semanas, a medida que avanzaba el estudio se constató una pérdida de niños, decreciendo en forma importante el tamaño de la muestra. No obstante, la curva descrita por la media del estudio longitudinal se continúa muy bien por la descrita transversalmente de 4 a 12 años, y lo mismo ocurre con las desviaciones estándar. El incremento de las medias entre 144 semanas y 4.0 años es un poco mayor que entre los intervalos etarios contiguos (de 120 a 144 semanas y de 4.0 a 5.0 años), pero las diferencias no son muy importantes. Se exploró la existencia de diferencias entre las medias de distintos niveles socioeconómicos, pero a ninguna edad se encontraron diferencias sistemáticas o estadísticamente significativas. Por este motivo no se consideró adecuado separar grupos sociales para construir tablas, sino que las muestras se consideraron como socialmente homogéneas, y las tablas se construyeron con todos los niños encuestados.

Las Figuras 1 a 4 y las Tablas 2 y 3 muestran las tablas normales de referencia con los percentilos seleccionados, suavizados de acuerdo al método explicado arriba. Además de preparar un gráfico que comprenda todo el rango etario estudiado, también consideramos conveniente construir una tabla adicional para niños de 0 a 24 meses, a fin de obtener una mejor visualización del perímetro en esta edad tan vulnerable. Para evaluar la corrección con que las curvas fueron suavizadas se calculó el porcentaje de niños de ambas muestras que se ubican entre los percentilos seleccionados, reajustando el suavizamiento de acuerdo a los rasgos observados (método explicado más arriba). En la Tabla 4 se muestran los porcentajes de individuos encontrados, luego de los ocho suavizamientos realizados. Se observa una excelente correspondencia entre los porcentajes esperados y los encontrados ( $J_i^2 = 0.22$  n.s. para  $P. 0.50$ ); tal vez haya una ligera tendencia a encontrar mayores porcentajes de los previstos por debajo del percentilo 50 que por encima del mismo, pero estas diferencias son mínimas.

**FIGURA 1**

**Tabla de referencia del perímetro del brazo, niñas, desde el nacimiento hasta los 12 años de edad**

En ambos sexos se observa un rápido y ostensible incremento del perímetro braquial durante el primer año de vida, seguido de un crecimiento mucho más lento, pero sostenido, desde el año de edad hasta alrededor de los ocho años. A partir de esa edad, las curvas difieren ligeramente según el sexo; hay discreta aceleración de crecimiento en las niñas, a la que le sigue un enlentecimiento entre los 6.0 y 11 años, para de nuevo acelerarse entre los 10 y 11 años. En los niños sólo se observa una aceleración entre los 10 y 11 años.

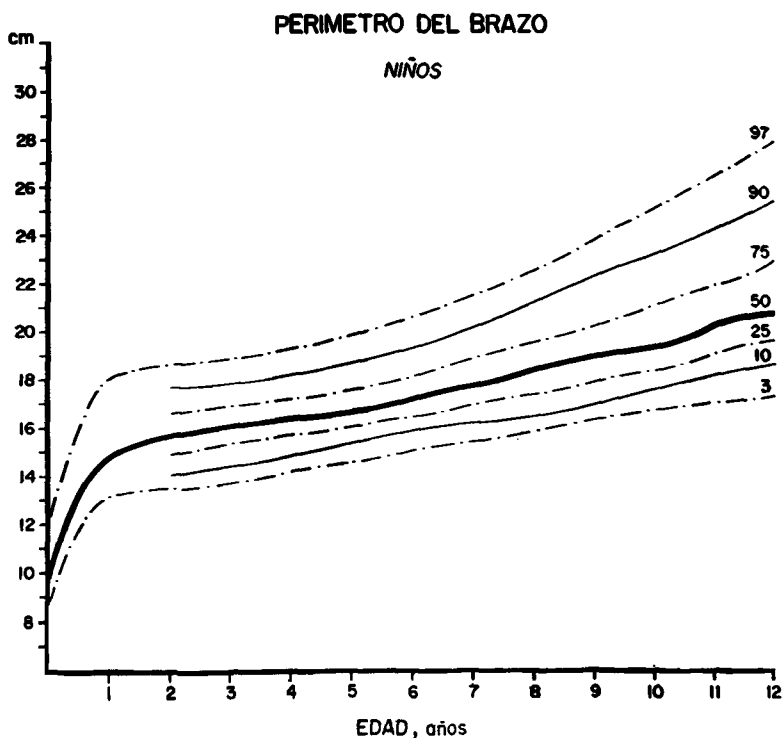


FIGURA 2

Tabla de referencia del perímetro del brazo, niños, desde el nacimiento hasta los 12 años de edad

Desde los seis meses aproximadamente hasta los ocho años, los niños tienen un perímetro un tanto mayor que las niñas; estas diferencias, máximas a los dos años en que llegan a los 7 mm, se hacen de menor magnitud a los ocho, en que apenas son de 3 mm. Luego, en las niñas se observa un incremento mayor que el de los varones, de manera que el perímetro es mayor en aquéllas, atenuándose la diferencia a los 11 años, y acentuándose nuevamente a la edad de 12 años.

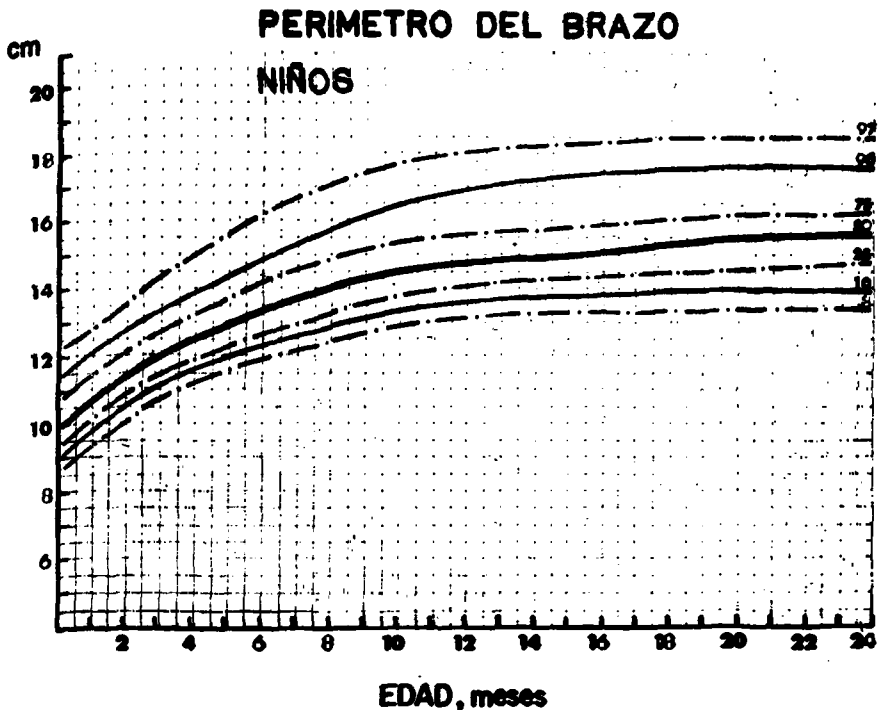


FIGURA 3

Tabla de referencia del perímetro del brazo, niños, desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida

#### DISCUSION

Las muestras sobre las que fueron construidas las tablas publicadas son, como se dijo, de niños residentes en La Plata, ciudad cuya población es predominantemente administrativa y universitaria. Este centro urbano constituye una verdadera concentración de una población que representa a los sectores sociales medios del país del área urbana, área que engloba aproximadamente el 80% de la población argentina (11). Existen discrepancias en la literatura (12, 13) en cuanto a las características que los grupos de estandarización deben cumplir para la construcción de las tablas.

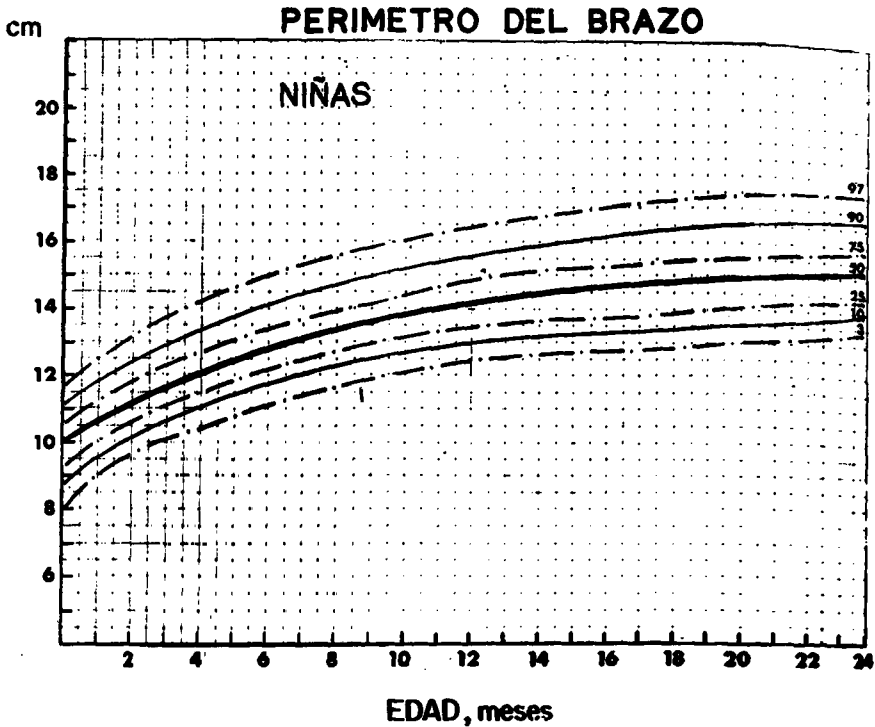


FIGURA 4

Tabla de referencia del perímetro del brazo, niñas, desde el nacimiento hasta los 24 meses de vida

La presente muestra, si bien pequeña, sobre todo la que compone el grupo etario desde el nacimiento hasta las 144 semanas de vida, satisface muchas de las condiciones fundamentales enumeradas por la OMS para la construcción de estándares, entre las que resalta la nutrición adecuada de los niños (14). La ausencia de diferencias sociales en el perímetro del brazo encontradas se deben precisamente a que La Plata es una ciudad socialmente bastante homogénea, y a pesar de haber diferencias sociales entre sus habitantes, éstas no se manifestaron en el perímetro del brazo.

Los datos del estudio longitudinal fueron recogidos en el período 1962 a 1964 y los del estudio transversal entre 1970 y

**TABLA 2**  
**PERCENTILOS Y DESVIACIONES ESTANDAR SUAVIZADAS**  
**DEL PERIMETRO DEL BRAZO (NIÑAS)**

Edad	P 3	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 97	DE
Nacimiento	8.0	8.7	9.3	10.1	10.6	11.1	11.7	0.86
1 mes	9.1	9.5	10.1	10.7	11.3	11.8	12.5	0.87
2 meses	9.6	10.1	10.6	11.2	11.8	12.4	13.1	0.88
3 "	10.1	10.7	11.1	11.8	12.3	12.9	13.8	0.90
4 "	10.4	11.1	11.4	12.1	12.6	13.3	14.2	0.92
5 "	10.7	11.4	11.8	12.4	13.0	13.8	14.8	0.94
6 "	11.1	11.8	12.2	12.8	13.4	14.2	14.9	0.96
7 "	11.4	12.0	12.4	13.0	13.6	14.4	15.3	0.98
8 "	11.7	12.3	12.7	13.3	13.8	14.7	15.5	0.99
9 "	12.0	12.5	13.0	13.5	14.1	14.9	15.8	1.00
10 "	12.1	12.7	13.1	13.7	14.3	15.1	16.0	1.01
11 "	12.3	12.8	13.3	13.9	14.6	15.4	16.2	1.02
12 "	12.5	13.0	13.4	14.2	14.9	15.6	16.4	1.03
14 "	12.6	13.2	13.7	14.5	15.1	15.8	16.7	1.04
16 "	12.7	13.3	13.7	14.6	15.3	16.1	17.0	1.08
18 "	12.9	13.4	13.0	14.7	15.4	16.4	17.2	1.09
20 "	12.9	13.4	13.8	14.7	15.4	16.4	17.2	1.09
22 "	13.1	13.6	14.1	14.9	15.6	16.6	17.5	1.12
2 años	13.3	13.8	14.3	15.0	15.8	16.7	17.5	1.13
3 "	13.8	14.4	15.0	15.6	16.5	17.4	18.1	1.18
4 "	14.3	14.8	15.5	16.1	17.0	17.9	19.1	1.21
5 "	14.6	15.2	15.9	16.6	17.6	18.4	20.0	1.33
6 "	15.0	15.6	16.2	17.1	18.1	18.9	20.8	1.44
7 "	15.4	16.1	16.7	17.5	18.4	19.4	21.6	1.60
8 "	15.7	16.4	17.2	17.9	19.4	20.4	21.6	1.85
9 "	15.9	16.7	17.9	19.2	20.6	22.1	24.3	2.16
10 "	16.4	17.7	18.8	20.2	21.5	23.8	25.6	2.34
11 "	17.5	18.4	19.5	20.4	22.3	24.6	26.8	2.45
12 "	17.6	18.7	19.8	21.6	23.2	25.2	27.7	2.54

TABLA 3

**PERCENTILES Y DESVIACIONES ESTANDAR SUAVIZADAS  
DEL PERIMETRO DEL BRAZO (NIÑOS)**

Edad	P 3	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 97	DE
Nacimiento	8.7	9.0	9.4	9.9	10.7	11.4	12.3	0.94
1 mes	9.3	9.8	10.2	10.7	11.5	12.1	12.8	0.92
2 meses	10.0	10.5	10.9	11.4	12.1	12.8	13.5	0.94
3 "	10.8	11.2	11.5	12.0	12.7	13.4	14.4	0.94
4 "	11.2	11.6	11.9	12.5	13.2	13.9	15.0	1.01
5 "	11.6	12.0	12.3	12.9	13.7	14.4	15.6	1.04
6 "	12.0	12.4	12.7	13.4	14.3	14.9	16.2	1.09
7 "	12.2	12.6	13.0	13.7	14.6	15.4	16.7	1.13
8 "	12.5	12.8	13.3	14.1	14.9	15.8	17.2	1.17
9 "	12.8	13.1	13.6	14.4	15.2	16.3	17.5	1.22
10 "	12.9	13.4	13.8	14.5	15.4	16.5	17.9	1.26
11 "	13.1	13.6	14.0	14.7	15.6	16.8	18.0	1.29
12 "	13.2	13.7	14.2	14.8	15.7	17.0	18.1	1.33
14 "	13.3	13.8	14.3	14.9	15.8	17.3	18.3	1.34
16 "	13.4	13.9	14.4	15.1	15.9	17.5	18.4	1.45
18 "	13.4	14.0	14.5	15.3	16.1	17.6	18.6	1.36
20 "	13.4	14.0	14.6	15.4	16.3	17.6	18.6	1.37
22 "	13.4	14.0	14.7	15.6	16.3	17.7	18.6	1.37
2 años	13.4	14.0	14.8	15.7	16.4	17.7	18.6	1.35
3 "	13.7	14.4	15.3	16.1	16.9	17.9	18.9	1.28
4 "	14.2	14.8	15.7	16.4	17.2	18.2	19.3	1.27
5 "	14.5	15.3	16.0	16.7	17.5	18.7	19.8	1.29
6 "	15.0	15.8	16.4	17.2	18.1	19.3	20.6	1.40
7 "	15.4	16.1	16.8	17.7	18.9	20.2	21.5	1.70
8 "	15.8	16.4	17.3	18.4	19.5	21.2	22.5	1.96
9 "	16.3	16.9	17.8	18.9	20.2	22.3	23.8	2.11
10 "	16.7	17.6	18.3	19.3	21.1	23.2	25.1	2.38
11 "	17.0	18.2	19.1	20.3	21.9	24.3	26.5	2.57
12 "	17.4	18.7	19.7	20.8	23.0	25.5	28.0	2.67

TABLA 4

PORCENTAJE DE NIÑOS ENCONTRADOS ENTRE LOS PERCENTILOS SUAVIZADOS

		3°	3° - 10°	10° - 25°	25° - 50°	50° - 75°	75° - 90°	90° - 97°	97°
Niñas	o/o encontrado	3.0	7.4	15.2	25.6	23.9	15.2	6.9	2.7
	o/o esperado	3.0	7.0	15.0	25.0	25.0	15.0	7.0	3.0
Niños	o/o encontrado	3.5	7.1	15.2	24.8	25.0	15.0	7.1	2.8
	o/o esperado	3.0	7.0	15.0	25.0	25.0	15.0	7.0	3.0

1972, mediando 10 años de diferencia entre ambos estudios. Es posible, pues, plantearse la posibilidad de que haya habido un cambio secular en el PB en ese lapso. En nuestro país se detectó un crecimiento secular de la talla de 2.4 cm en promedio, entre los 6 y los 12 años, durante el período 1938-1972 (15). Es posible que el PB haya participado de esa tendencia. Sin embargo, al ensamblar ambos estudios no se observaron diferencias importantes en las edades de unión (144 semanas - 4 años). De esta manera, si es que hay una diferencia secular en ambas muestras, pensamos que no es muy importante.

Hemos elegido el uso de percentilos seleccionados para la evaluación de desnutrición, como el método más adecuado. Existen otros procedimientos, pero por razones estadísticas están sujetos a un mayor error de estimación que el inherente a los percentilos. En efecto, Burgess y colaboradores, por ejemplo (16), asumiendo que el incremento del PB es mínimo entre los dos y cuatro años, establecieron 14.0 cm como límite inferior de lo normal. No obstante, en nuestras tablas de niños el percentilo 3° es 13.4 cm a los dos años y 14.2 a los cuatro años, o sea que el límite de 14 cm sobrestima el porcentaje de desnutrición a los dos años y lo subestima a los cuatro años. Estas diferencias son pequeñas, pero en grandes grupos de población el número de individuos mal clasificados con un límite fijo para un rango etario tan grande puede ser considerable. Jelliffe, por otra parte (17), sugirió usar una sola cifra entre el año y los cinco años de edad como límite inferior de normalidad del PB; sin embargo, nuestros datos describen un incremento de alrededor de dos cm en ese intervalo.

Otra sugerencia en la literatura sobre evaluación de la desnutrición, es establecer porcentajes de déficit del PB a partir de los valores medios de referencia disponibles tal como lo recomienda Gómez (18). El problema con este método es que los valores obtenidos del PB no seleccionan un igual porcentaje de individuos normales a todas las edades y, por lo tanto, probablemente representan también una forma desigual de seleccionar niños con desnutrición. En la Tabla 5 se muestra el cálculo de los valores correspondientes a un déficit del 15% de la mediana, en cada sexo, siendo aparente que dichos porcentajes se encuentran por encima o por debajo del percentilo 3° a distintas edades en forma irregular.

Puede ser que algunas de las inflexiones en las curvas de crecimiento del PB, se deban a un efecto de muestreo, pero también es posible que representen lo que en realidad refleja esta medición

TABLA 5

RELACION ENTRE LIMITES INFERIORES DE NORMALIDAD,  
BASADOS EN EL PERCENTILO 3° Y EN EL 15% DEL DEFICIT  
CON RESPECTO A LA MEDIANA

Edad	Niñas		Niños	
	P 3° (cm)	-15% de la mediana (cm)	P 3° (cm)	-15% de la mediana (cm)
Nacimiento	8.0	8.6	8.7	8.4
1 año	12.5	12.6	13.2	12.6
2 años	13.3	12.8	13.4	13.3
3 "	13.8	13.3	13.7	13.7
4 "	14.3	13.7	14.2	13.9
5 "	14.6	14.1	14.5	14.2
6 "	15.0	14.5	15.0	14.6
7 "	15.4	14.9	15.4	15.0
8 "	15.7	15.1	15.8	15.6
9 "	15.9	16.3	16.3	16.1
10 "	16.4	17.2	16.7	16.4
11 "	17.5	17.3	17.0	17.2
12 "	17.6	18.4	17.4	17.7

antropométrica: la suma del crecimiento de la grasa corporal, masa muscular y hueso (19, 20).

En el primer año de vida hay un crecimiento muy rápido del perímetro del brazo, al que corresponde un crecimiento similar de los tres tejidos. Luego, durante la edad preescolar, ocurre una disminución paulatina del espesor de la grasa subcutánea del brazo, y un crecimiento menos acelerado del hueso, lo que coincide con un escaso crecimiento del PB. El aumento del PB observado entre los ocho y 10 años, más acentuado en las niñas, puede estar en relación con el incremento pre-puberal de la grasa subcutánea, también más marcada en ese sexo (18).

Estos cambios pueden ser en parte responsables de las diferencias sexuales que se observan en distintas edades, aunque otros trabajos no han revelado las mismas diferencias que las observadas en nuestro estudio. Karlberg, por ejemplo (21), describe un PB

mayor en niños que en niñas entre el primero y los 18 meses, mientras que esta relación se invierte a favor de las niñas en el período de cuatro a 12 años. Otros autores, por el contrario, encuentran diferencias a favor de los niños a todas las edades entre los 0 y 5 años (16). Las diferencias sexuales en grasa corporal y espesor del pliegue cutáneo son, a todas las edades, a favor de las niñas (19), mientras que lo inverso ocurre con la masa muscular y ósea (20). Sobre estas bases, la suma de ambos efectos tiende a compensarse, lo que podría redundar en la existencia de muy escasas y variables diferencias sexuales en el PB. Mientras no se cuente con más estudios orientados a esclarecer estas diferencias, creemos prudente usar una tabla para cada sexo.

En la Argentina se dispone de otro estudio transversal del perímetro del brazo desde los 4 a los 12 años de edad, realizado en la provincia de Córdoba (22). Sus resultados revelan diferencias de poco menos de un centímetro a favor del grupo de La Plata. Es probable que estas diferencias se deban a que en la muestra de Córdoba existe una mayor proporción de grupos sociales de niveles bajos.

Las muestras con que se construyeron las presentes tablas están constituidas por niños hijos de descendientes europeos, que es el origen étnico predominante en la ciudad de La Plata. Eveleth y Tanner (23) han revisado la información disponible sobre el perímetro del brazo de descendientes europeos en América, de cuyo estudio surge que las niñas de La Plata tienen un PB similar a las de Denver, y menor en un centímetro que las de Guatemala. Los niños, por su parte, muestran un PB ligeramente superior a los de Denver e inferior a los de Guatemala.

El perímetro del brazo no sólo ha resultado ser un valioso método para la evaluación del estado nutricional infantil, sino también para predecir un riesgo de mortalidad (24). El valor de nuestras tablas para el cumplimiento de esos objetivos sólo podrá ser determinado por el personal de salud que las use, ya sea como instrumento para la tarea clínica asistencial, o como medio para la evaluación nutricional de grupos de población.

## SUMMARY

STANDARDS OF ARM CIRCUMFERENCE FROM BIRTH TO  
TWELVE YEARS OF AGE FOR ARGENTINIAN BOYS AND GIRLS

Standards for arm circumference for Argentinian children from birth to twelve years are presented. Such tables were constructed with healthy children living in La Plata, Argentina, a city with prevalent university and administrative population. Two samples of children were utilized: one from a longitudinal study which included 121 girls and 129 boys, from the middle class level who were periodically measured from birth up to the 144th week; the other one derived from a cross-sectional study covering 897 girls and 892 boys aged four to twelve years. This second sample was obtained applying a probabilistic and stratified sampling method, and is representative of La Plata's population for that group of age. Approximately 70% of the children belonged to the upper and middle social class. Raw and smoothed selected centiles are presented and compared to other communities, both local and foreign.

## BIBLIOGRAFIA

1. Blankchart, D. M. Experience in Sierra Leone and Zambia. *J. Trop. Pediat.*, 15: 205-208, 1969.
2. Bechin, I. D. Assessment of the effectiveness of a nutrition rehabilitation centre at Font-Parisien, Haiti. *J. Trop. Pediat.*, 15: 248-250, 1969.
3. Choovivathanavich, P. & N. Kanthavichitra. Arm circumference in children. *Lancet*, 1: 44, 1970.
4. McKay, D. A. Experience with the mid-arm circumference as a nutritional indicator in field surveys in Malaysia. *J. Trop. Pediat.*, 15: 213-231, 1969.
5. Davis, L. E. Epidemiology of famine in the Nigerian Civil War crisis: rapid evaluation of malnutrition by height and arm circumference in large population. *Am. J. Clin. Nutr.*, 24: 358-364, 1971.
6. Cusminsky, M., E. Castro, L. Ascona, E. Jubany & E. Mele. Estudio longitudinal del crecimiento y desarrollo del niño en La Plata. Nota de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, III (7), La Plata, 1966.
7. Lejarraga, H., J. Heinrich, & A. Rodríguez. Normas y técnicas de mediciones antropométricas. *Revista del Hospital de Niños*, 117: 166-171, 1975.
8. Cusminsky, M. M., G. Lozano, E. Castro, H. Lejarraga, M. Spotti, M.

- Portiri, G. Sosa, G. Petria, A. Rodríguez, N. Medina, B. Waintal, S. Laureguy, L. Vázquez, A. Vitullo, M. García Ben & E. Quiroga. Investigación de crecimiento y desarrollo del niño de 4 a 12 años. Publicación de la Comisión de Investigaciones Científicas. Ministerio de Bienestar Social. Provincia de Buenos Aires. Argentina, 1974.
9. Graffar, M. Une méthode de classification sociale d'échantillons de populations. *Courrier*, 6: 455-459, 1956.
  10. Tanner, J. M. The assessment of growth and development in children. *Arch. Dis. Child.*, 27: 10-33, 1952.
  11. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. **Anuario Estadístico de la República Argentina, 1978.** Ministerio de Economía. República Argentina.
  12. International Union of Nutritional Sciences. The creation of growth standards: a committee report of a meeting in Tunis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 25: 218-220, 1971.
  13. Habicht, J-P., R. Martorell, C. Yarbrough, R. M. Malina & R. E. Klein. Height and weight standards for pre-school children. *Lancet*, 1: 611-615, 1974.
  14. Waterlow, J. C., R. Buzina, W. Keller, J. M. Lane, M. Z. Nichaman & J. M. Tanner. The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of group of children under the age of 10 years. *Bull. Wld Hlth Org.*, 55(4): 489-498, 1977.
  15. Cusminsky, M. Tendencia secular del crecimiento en la Argentina. *Revista del Hospital de Niños*, 20: 195, 1978.
  16. Burgess, R. J. L. & A. P. Burgess. A modified standard for mid-upper arm circumference in young children. *J. Trop. Pediat.*, 15: 189-192, 1969.
  17. Jelliffe, D. B. **The Assessment of Nutritional Status of the Community.** Geneva, World Health Organization, 1966, 271 p. (Monograph Series No. 53).
  18. Gómez, F., R. Ramos Galván, S. Frenk, J. Cravioto, A. Chávez & J. Vázquez. Mortality in second and third degree malnutrition. *J. Trop. Pediat.*, 2: 77-83, 1956.
  19. Tanner, J. M. & R. H. Whitehouse. Standards for sub-cutaneous fat in British children. *Brit. Med. J.*, 1: 440-450, 1962.
  20. Tanner, J. M. **Growth at Adolescence.** 2a ed. Oxford, Blackwell, 1962.
  21. Karlberg, P., J. Taranger, I. Engström, K. Karlberg, T. Landström, H. Lichtenstein, B. Lindström & I. Svennberg-Redegren. I. Physical growth from birth to 16 years and longitudinal outcome of the study during the same period. In: **The Somatic Development of Children in a Swedish Urban Community. A Prospective Longitudinal Study.** *Acta Paediat. Scand.*, Supplement 258, 1976, p. 7-16.

22. Funes Lastra, P., S. Guita, F. C. Chiguilito, L. T. Borgarello, N. Videla, C. C. Foscarini, B. Abdony, A. Lerman & E. Safocarda. Estudio del crecimiento y desarrollo de niños normales de la ciudad de Córdoba a través de una encuesta representativa. Publicación del Departamento de Maternidad e Infancia. Dirección de Servicios Técnicos. Secretaría de Estado de Salud Pública. Ministerio de Bienestar Social, Córdoba, p. 1-117, 1975.
23. Eveleth, P. B. & J. M. Tanner. **International Biological Programme 8. World-Wide Variation in Human Growth.** Chapter 3. London, Cambridge University Press, 1976, p. 51-74.
24. Chen, L., A. Chowdhury & S. Huffman. Anthropometric assessing of energy, protein malnutrition and subsequent risk of mortality among pre-school aged children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**: 1836-1845, 1980.

**DIETARY SUPPLEMENTATION AND IMPROVEMENT  
IN PHYSICAL WORK PERFORMANCE OF AGRICULTURAL  
MIGRANT WORKERS OF SOUTHERN BRAZIL**

*W. A. Angeleli<sup>1</sup>, F. L. Vichi<sup>2</sup>, H. Vannucchi<sup>3</sup>, I. D. Desai<sup>4</sup> and  
J. E. Dutra de Oliveira<sup>5</sup>*

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

**University of British Columbia, Vancouver, Canada**

---

**Manuscrito modificado recibido: 3-6-82.**

- 1** Postgraduate student, Nutrition Section, Department of Clinical Medicine, University of São Paulo Medical School at Ribeirão Preto, S. P., Brazil. Deceased.
- 2** Associate Professor of Clinical Medicine, University of São Paulo Medical School, and Chief, Electrocardiography Unit of the Hospital das Clínicas, Ribeirão Preto, S. P. Brazil.
- 3** Assistant Professor, Nutrition Section, Department of Clinical Medicine, University of São Paulo Medical School at Ribeirão Preto, S. P., Brazil.
- 4** Professor of Nutrition and Director of Continuing Education in Nutrition and Dietetics, University of British Columbia, Vancouver, B. C., Canada.
- 5** Professor of Clinical Medicine; Head, Nutrition Section, Department of Clinical Medicine; Director, School of Medicine and Coordinator, University of São Paulo at Ribeirão Preto, S. P., Brazil.

### SUMMARY

A three-month trial was carried out on 14 agricultural migrant workers (*Bóias-Frias*) residing on the periphery of Ribeirão Preto, an agricultural and industrial town in the interior of the State of São Paulo in southern Brazil. This group can be considered as marginally malnourished. Their nutritional status and physical work performance was measured before and after receiving a supplemented lunch over a three-month period. The main change in their nutritional status during this period was an increase in body weight. Their physical work performance, as measured by a bicycle ergometer test, improved significantly after the supplementation of their traditional diet.

### INTRODUCTION

It is now becoming apparent that marginal malnutrition, not easily recognizable without proper assessment, occurs in certain sectors of the socioeconomically deprived populations of southern Brazil (1). One such population, commonly known as *Bóias-Frias* or agricultural migrant workers, living on the periphery of the large towns of Brazil, is increasing rapidly. A survey of *Bóias-Frias* living around Ribeirão Preto—a rapidly growing town in the interior of the State of São Paulo—indicates that the food habits and nutritional status of *Bóia-Fria* families are poor and the socioeconomic and hygienic conditions are deplorable (1). One of the consequences of malnutrition among these families is poor physical growth and development of their children as determined by anthropometric comparisons with their well-to-do counterparts (2). The impact of marginal or moderate malnutrition due to inadequate food intake on the functional impairment of the working individuals and the effect on physical work performance of the migrant workers in Brazil has not yet been assessed. It is only after such critical studies that understanding of steps to be taken for the prevention and amelioration of impaired function consequent to existing malnutrition, can be determined. The present study is an attempt to demonstrate occurrence of malnutrition and low functional ability for physical work performance among agricultural migrant workers of southern Brazil, and the possibility of significant improvement in their nutritional status and work performance by supplementing their traditional diet.

## METHODS

*Subjects*

A group of 14 apparently healthy male agricultural migrant workers, residing in periurban *favelas* of Ribeirão Preto, was invited after their consent to take part in this study. Their ages ranged from 19 to 37 years. A typical work day routine of these *Bóias-Frias* begins at 5 o'clock in the morning, having a simple breakfast of coffee with sugar and bread, and arriving at a fixed pick-up point, with a prepared lunch in a typical aluminum container called *marmita*. *Bóia-Fria* agents, popularly known as *gatos*, then pick them up on a flat-bed truck to a farm (*fazenda*) for harvesting sugar cane. The manual labor begins at 7:00 in the morning and ends between 16:00 and 17:00 hours with short lunch breaks at 9:00 and 13:00 hours during which they eat cold lunch from their own *marmitas* which they bring with them. They are returned back to Ribeirão Preto by their respective agents between 18:00 and 19:00 hours in the evening. Each *Bóia-Fria* is paid weekly depending on the amount of sugar cane he cuts. The average earning per day as of July 1981 was about 500 cruzeiros (equivalent to 5 \$ U. S.). Most *Bóias-Frias* work six days a week during harvest season and may be without work for several days or weeks during off season.

Before starting this study and at the end of the supplementation program carried out for a period of three months, the subjects were brought to the Hospital of the University of São Paulo Medical School in Ribeirão Preto for complete examination and to perform a cycloergometric submaximum work performance test. First an electrocardiogram was run to check their cardiac function. Then a fasting blood sample was collected for biochemical analyses, followed by a simple anthropometric examination. Half an hour before the cycloergometric test, subjects were given a cup of coffee with milk and sugar and a piece of bread with margarine. Afterwards, each subject was interviewed to obtain socioeconomic and dietary information.

*Anthropometric, Biochemical and Clinical Examination*

Brief anthropometry included measurement of height, weight and mid-arm circumference using standard techniques (3).

Biochemical examination of blood included hemoglobin, hematocrit, plasma albumin, plasma vitamin A, plasma  $\beta$ -carotene and plasma cholesterol using standard analytical procedures (4).

### *Diet of the Subjects*

Typical food habits of agricultural migrant workers (*Bóias-Frias*) of southern Brazil have already been reported in detail in a recent publication (1). Subjects of the present study maintained their normal meal pattern except during the three-month supplementation period when their traditional lunch (*almoço*), consisting of basically rice and beans, was replaced by a supplemented lunch consisting of one more serving of rice and beans and an additional serving of a meat item (beef, chicken, sausage or egg) plus a serving of a vegetable item (potatoes or tomatoes) every day. At home, migrant workers consumed a traditional evening meal of rice and beans or some times white bread and soup containing rice or macaroni with beans and a small amount of a vegetable such as cabbage (*repolho*) or tomatoes. In the morning most migrant workers had a simple breakfast (*café da manhã*) of white bread and a small cup (*xícara*) of black coffee with sugar before going to work, and some went without any breakfast. A 24-hour estimate of their dietary intake indicated that the subjects under study ingested, on average terms, about 900 to 1200 kilocalories (kcal) in the form of morning and noon meals, and about 800 to 1000 kcal in the form of evening meal. About 5-10% of total kilocalories are consumed as alcoholic beverages such as *cachaça* or *aguardente* (crude white rum) and some beer (*cerveja*) on Sundays and holidays.

A proximate analysis of 10 randomly-selected traditional and supplemented lunches was carried out. Protein content was determined from nitrogen content estimated by the standard Kjeldahl procedure. Fat content was determined by the ether extraction procedure in a Soxhlet apparatus, and the amount of carbohydrates was determined by difference. Total calories content was determined by multiplying protein and carbohydrates in g times 4, and fat in g times 9.

The supplemented lunches were served every day in special insulated containers (*marmitas*) which maintained the temperature of food at 50°C up to the time of consumption in the field, as against the temperature of 25-29°C of the traditional *marmitas* used by the *Bóias-Frias*.

### *Cycloergometric Physical Work Performance Test*

The physical work performance of the subjects on traditional lunch and after switching to the supplemented lunch was tested on the basis of elevation in heart rate at known levels of generalized work performed on a bicycle ergometer (Funbec Corporation, Brazil). The protocol of the exercise test was as recommended by the World Health Organization (5). The work performance was tested in the sitting position on a bicycle ergometer with a submaximum work-load program as follows: 0 watts at 0 rpm (revolutions per minute) for a few minutes (rest and stabilization period), 0 watts at 60 rpm for 4 minutes (warm-up period), 25 watts at 60 rpm for 4 minutes (work period) followed by 2 minutes rest, 50 watts at 60 rpm for 4 minutes (work period) followed by 2 minutes rest, 75 watts at 60 rpm for 4 minutes (work period) followed by 2 minutes rest, and so on up to 150 watts at 60 rpm for 4 minutes. The speed of the bicycle was regulated at 60 rpm by a tachometer and the heart rate was monitored continuously on an oscilloscope (Funbec Corporation, Brazil) and recorded on an electrocardiogram during the last 30 seconds of each exercise period. The testing was done at a fixed time in the morning, and the environmental influences on heart rate were kept at a minimum level by maintaining constant temperature (22°C) in a special quiet air-conditioned testing room. Submaximum heart rate in beats per minute was determined for each subject by deducting the respective age, in years, from 195. The submaximum work load was recorded in watts and can be expressed in kilo pond meter (kpm) by multiplying watts by a factor of 6.

### *Statistical Analyses*

The comparison of cycloergometric results before and after supplementation for statistical difference in heart rate was carried out using Student's "t", test, and statistical difference in work load required to reach submaximal heart rate was obtained by using the Wilcoxon non-parametric test.

## RESULTS

### *Diet Analysis*

The proximate analysis of randomly selected samples of

traditional and supplemented lunch, as consumed by a selected group of agricultural migrant workers (Table 1), indicated that supplemented lunches contained on the average 367 g of extra food in the form of rice and beans, and an extra serving of meat and vegetables. So far as nutrient contents of these two meals are concerned, the supplemented lunches provided an average of 355 extra calories, 20 g of extra protein, of mixed quality and, 72 g of extra carbohydrates.

TABLE 1

PROXIMATE ANALYSES OF TRADITIONAL AND SUPPLEMENTED LUNCHES OF MIGRANTS UNDER STUDY

Items	Mean $\pm$ SD		Difference between traditional and supplemented lunches
	Traditional lunch (n= 10)	Supplemented lunch (n= 10)	
Weight as served (g)	957 $\pm$ 275	1324 $\pm$ 60	+ 367
Total calories (kcal)	1033 $\pm$ 283	1388 $\pm$ 64	+ 355
Protein (g)	32.7 $\pm$ 11.1	52.9 $\pm$ 2.5	+ 20
Fat (g)	6.5 $\mp$ 5.8	4.2 $\pm$ 0.2	- 2
Carbohydrates (g)	212.6 $\pm$ 58.9	284.6 $\pm$ 15.4	+ 72

### *Nutritional Status*

A summary of nutritional status parameters of migrant subjects before and after supplementation, is presented in Table 2. The only change in the anthropometric parameters examined was a mean gain of 2.1 kg of body weight (57.7 vs 59.8) after receiving the supplemented lunch for a period of three months. The hematological and biochemical indices were found to be normal.

### *Cycloergometric Test for Physical Work Performance*

Figures 1 and 2 depict the results of physical work performance on the traditional diet, that is before receiving supplement-

TABLE 2

**SUMMARY OF NUTRITIONAL STATUS PARAMETERS  
OF MIGRANT SUBJECTS BEFORE AND AFTER SUPPLEMENTATION  
OF A TRADITIONAL DIET FOR THREE MONTHS**

Parameters	Mean values	
	Before supplementation	After supplementation
Age (years)	26	26
Weight (kg)	57.7	59.8
Height (cm)	166	166
Mid-arm circumference (cm)	26.1	26.7
Hemoglobin (g/o)	15.2	—
Hematocrit (o/o)	44.2	—
Plasma albumin (g/o)	4.7	—
Plasma vitamin A ( $\mu$ g/o)	43.7	—
Plasma $\beta$ -carotene ( $\mu$ g/o)	83.1	—
Plasma cholesterol (mg/o)	128.6	—

tation, and after receiving the supplemented lunch every day for a period of three months. Figure 1 shows that at every level of submaximum work load in a cycloergometer test, the subjects demonstrated significant improvement ( $p < 0.01$ ) in the work performance as indicated by lower heart beats after being on the supplemented lunch for a period of three months. Figure 2 shows the submaximum work load (watts) required to reach submaximum heart rate ( $195 - \text{age in years}$ ) for agricultural migrant workers before and after receiving the supplemented lunch over a period of three months. The mean calculated submaximum work load for reaching submaximum heart rate was  $68 \pm 25$  watts on the traditional diet before supplementation which then increased by about 50% to  $102 \pm 21$  watts after supplementation for a period of three months.

The possibility of the learning effect on the results of our cycloergometer test was verified by subjecting five migrant workers, not involved in this study, to the same bicycle test twice over a period of one month. The repeated cycloergometer test gave

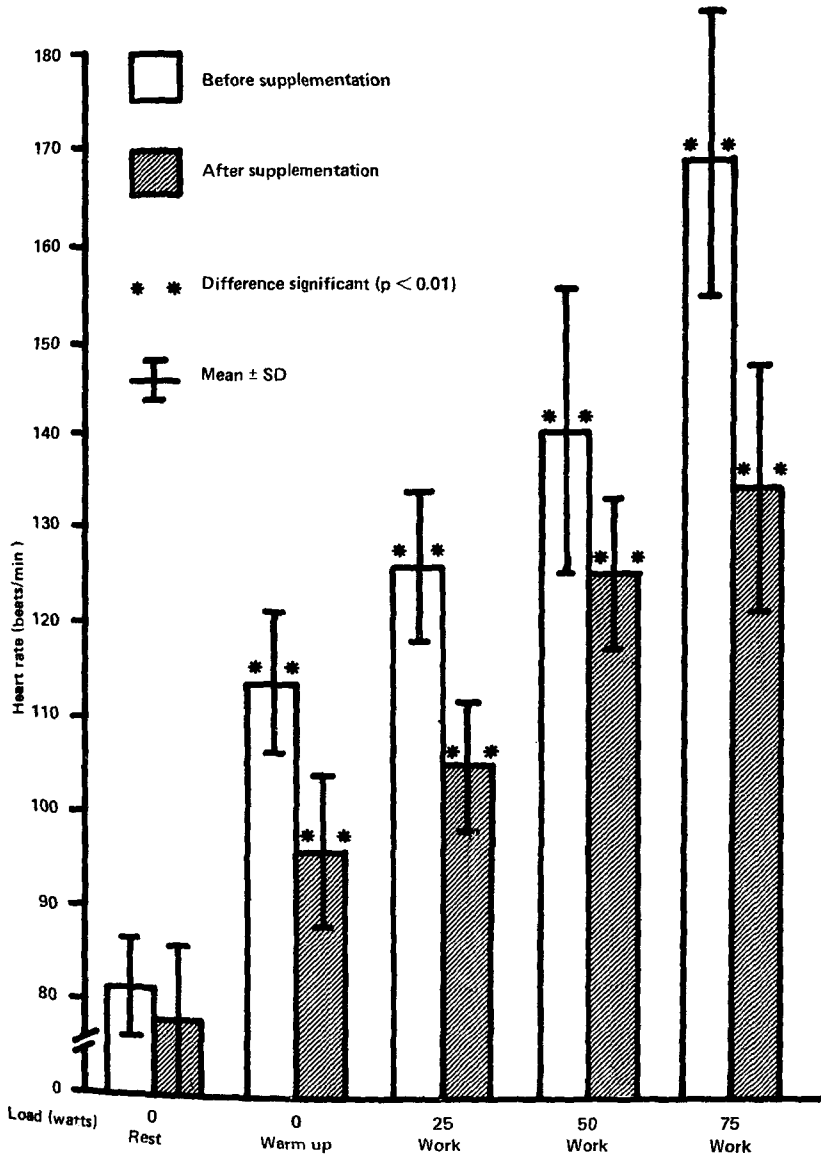


FIGURE 1

Heart-rate response to a cycloergometric work performance test at different levels of submaximum work load before and after supplementation of a traditional diet



exactly the same results, indicating thereby that there was no learning effect on the performance of the migrant workers in our study. The validity and usefulness of this cycloergometer test for the assessment of physical work capacity of other groups of people in Brazil, has also been established in previous studies of this type in our laboratories (2, 6, 7).

### DISCUSSION

The results of our study clearly demonstrate that the physical work capacity of marginally-malnourished agricultural migrant workers living on the traditional diet of just rice and beans, is quite low and compares only to that of sedentary Brazilians examined previously (6). Simple dietary supplementation to increase their intake of calories and proteins improved their nutritional status as seen from gain in body weight, and also their physical work performance, as tested on a bicycle ergometer.

The relationship between nutritional status and physical work performance has been studied in humans only within the last 20 years. In 1962, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) reviewed the consequences of an inadequate diet on work performance, and found that inadequately nourished workers improved their work output after receiving supplemented rations (8). The improvement in work performance and productivity could be due to the improved weight gain, as observed in our study and in Indian coal miners (9), and due to improved nutritional status, as seen in Jamaican sugar cane cutters (10). Improvement in weight gain, therefore, seems to be a useful index when other biochemical indices of nutritional status do not change.

The studies on Colombian sugar cane cutters and loaders (11, 12) and on chronically undernourished rural workers of Colombia (13) indicated that the markedly depressed work capacity, as measured by maximal oxygen consumption, cannot be improved just by providing adequate calories, but that significant improvement in work capacity occurs only when protein repletion is also instituted in the diet.

It is, therefore, evident that proper improvement of the conventional *Bóia-Fria* diet itself, to obtain better work performance of the agricultural migrant workers of southern Brazil, is highly imperative for the agricultural productivity and economy of

**Brazil.** Up to a 50% increase in physical work capacity of marginally malnourished *Bóias-Frias* could be achieved by simple food supplementation and without major modifications in their traditional food habit based on locally available foods.

#### RESUMEN

#### SUPLEMENTACION DIETETICA Y MEJORAMIENTO EN EL RENDIMIENTO DE TRABAJO FISICO DE PEONES AGRICOLAS MIGRANTES DEL SUR DEL BRASIL

Se llevó a cabo un ensayo de tres meses de duración en 14 peones agrícolas migrantes (*Bóias-Frias*) residentes en la periferia de Ribeirão Preto, ciudad agrícola e industrial situada en el interior del Estado de São Paulo en el sur del Brasil. Este grupo se puede considerar como marginalmente malnutrido. Su estado nutricional y rendimiento en el trabajo físico se midió antes y después de recibir un almuerzo suplementado durante el período mencionado. En ese lapso, el principal cambio observado en su estado nutricional fue un incremento del peso corporal. Según mediciones practicadas utilizando la prueba de bicicleta con ergómetro, su rendimiento en el trabajo físico mejoró en forma significativa después de la suplementación de su dieta tradicional.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The authors are grateful to the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) of Canada, and Hospital das Clínicas of the University of São Paulo at Ribeirão Preto, for their generous support towards our ongoing collaborative research on agricultural migrant workers of southern Brazil.

#### BIBLIOGRAPHY

1. Desai, I. D., M. L. Garcia Tavares, B. S. Dutra de Oliveira, A. Douglas, F. A. M. Duarte & J. E. Dutra de Oliveira. Food habits and nutritional status of agricultural migrant workers in southern Brazil. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**: 702-714, 1980.
2. Desai, I. D., M. L. Garcia Tavares, B. S. Dutra de Oliveira, M. I. Desai,

- L. S. Cevallo Romero, F. L. Vichi, F. A. M. Duarte & J. E. Dutra de Oliveira. Anthropometric and cycloergometric assessment of the nutritional status of the children of agricultural migrant workers in southern Brazil. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**: 1925-1934, 1981.
3. Jelliffe, D. B. **The Assessment of the Nutritional Status of the Community**. Geneva, World Health Organization, 1966 (Monograph Series No. 53).
  4. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. **Manual for Nutrition Surveys**. 2nd ed. Washington, D.C., United States Government Printing Office, 1963.
  5. Lange Andersen, K., R. J. Shephard, H. Denolin, E. Varnauskas & R. Masironi. **Fundamentals of Exercise Testing**. Geneva, World Health Organization, 1971, 133 p.
  6. Vichi, F. L., S. R. Pereira, L. E. Mori, C. B. R. Rufino, J. A. C. Mandeville, O. del Corso, B. S. Mellis & A. Taliberti. Factores de risco coronariano em rurícolas. I. Capacidade física de trabalhadores rurais e de outros grupos profissionais brasileiros, estudados pela ciclo-ergometria. *Arq. Bras. Cardiol.*, **29**: 185-188, 1976.
  7. Vichi, F. L. & J. M. Souza. The physical capacity of different professional groups of Brazilian Amazonians, studied by cycle ergometry. *Acta Amazonica*, **8**: 381-386, 1978.
  8. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Nutrition and Working Efficiency**. Rome, FAO, 1962 (Basic Study No. 5).
  9. Satyanarayana, K., D. H. Rao, D. V. Rao & M. C. Swaminathan. Nutrition and working efficiency in coal miners. *Indian J. Med. Res.*, **60**: 1800-1806, 1972.
  10. Heywood, P. F., M. C. Latham & R. Cook. Nutritional status and productivity of Jamaican sugar cane cutters. *Fed. Proc.*, **33**: 678, 1974.
  11. Spurr, G. B., M. Barac-Nieto & M. G. Maksud. Productivity and maximal oxygen consumption in sugar cane cutters. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**: 316, 1977.
  12. Spurr, G. B., M. G. Maksud & M. Barac-Nieto. Energy expenditure, productivity and physical work capacity of sugar cane loaders. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**: 1740, 1977.
  13. Barac-Nieto, M., G. B. Spurr, H. W. Dahners & M. G. Maksud. Aerobic work capacity and endurance during nutritional repletion of severely undernourished men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**: 2268-2275, 1980.

**ANALISIS CRITICO DE LA VALIDEZ DEL PERIMETRO  
DEL BRAZO COMO INDICADOR DEL ESTADO  
NUTRICIONAL PROTEINICO-ENERGETICO  
EN NIÑOS PREESCOLARES<sup>1</sup>**

*Hernán L. Delgado,<sup>2</sup> Víctor Valverde<sup>2</sup> y Robert E. Klein<sup>3</sup>*

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

**RESUMEN**

El perímetro del brazo se ha recomendado como una medida para detectar, a nivel de campo, desnutrición proteínico-energética aguda y crónica. Sus grandes ventajas serían la facilidad para obtener la medida, el bajo costo del instrumental requerido, y la rapidez de la medición. En este artículo se proporciona información y criterios de decisión al personal de salud y nutrición responsable de seleccionar y utilizar instrumentos y métodos para la

---

Manuscrito modificado recibido: 5-7-82.

- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos de la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana (Subvención No. 80 W3-AMR-1430) y de la Agencia Internacional para el Desarrollo (USAID/Washington, D.C., Contrato AID/ta-C/1342).
- 2 Miembro de la División de Desarrollo Humano del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.
- 3 Jefe de la misma División.

Publicación INCAP E-1106.

escogencia de grupos de población o individuos con alto riesgo de padecer desnutrición. Se concluye que el perímetro del brazo se puede clasificar como un método para detectar desnutrición global, con sensibilidad y especificidad relativamente bajas, muy poco válido como medida de desnutrición aguda o crónica. Se evidencia, además, notable variabilidad del valor crítico o "de quiebre" del perímetro del brazo, que maximiza la selección de niños realmente desnutridos en los diferentes grupos de edad considerados. Finalmente, la comparación de la adecuación de peso-para-edad y de perímetro del brazo como métodos para seleccionar niños menores de cinco años de edad con desnutrición aguda o crónica, revela que el peso-para-edad es consistentemente superior al perímetro del brazo, en todas las categorías de edad consideradas. Se recomienda a los salubristas tomar nota de todas estas posibles limitaciones en el uso del perímetro del brazo.

## INTRODUCCION

Los indicadores antropométricos más recomendados para evaluar el estado nutricional de una población y para la detección de individuos o grupos con alto riesgo de presentar desnutrición proteínico-energética en la población son el peso y la talla (1-3). A partir de esas medidas del estado nutricional combinadas entre sí o con la edad, es factible obtener indicadores que permiten diferenciar los casos de desnutrición proteínico-energética aguda (por ejemplo, la relación de peso-para-talla) de aquéllos con desnutrición crónica (por ejemplo, la relación de talla-para-edad) (4, 5).

La medición de peso y talla, particularmente a nivel de áreas rurales, está sujeta a múltiples fuentes de error (6). Además, la obtención de ambas medidas se encuentra limitada por la falta de equipo apropiado para utilizar en el medio rural. Los instrumentos más recomendables en esas circunstancias son las balanzas de reloj y los infantómetros-tallímetros; sin embargo, su uso se cuestiona por ser éstos relativamente costosos y de difícil transporte. A lo expuesto debe agregarse la dificultad de obtener medidas confiables de la edad de los niños, sobre todo en los países menos desarrollados (7).

En varias publicaciones se ha sugerido el uso del perímetro del brazo como un método alternativo, de bajo costo y fácil utilización, para recabar datos sobre el estado nutricional de individuos y grupos poblacionales (8-10). En esta oportunidad se analiza la validez del perímetro del brazo como un indicador del estado nutricional capaz de ser utilizado en la selección de individuos y

grupos de población con alto riesgo de desnutrición proteínico-energética. Además, se le compara con uno de los indicadores del estado nutricional, la relación de peso-para-edad, indicador frecuentemente recomendado para ese propósito.

#### MATERIAL Y METODOS

Se tomaron medidas de peso, talla y perímetro del brazo a todos los niños menores de cinco años de edad (total = 3,699) residentes en 27 fincas cafetaleras del área rural de Guatemala y presentes en las comunidades en la fecha de la encuesta. La población residente en esas fincas es indígena y representa regiones del sur-occidente, altiplano y norte de Guatemala (departamentos de Quetzaltenango, Suchitupéquez, Escuintla, Chimaltenango y Alta Verapaz).

Las mismas mediciones se hicieron en 112 niños internados en tres centros de recuperación nutricional en el departamento de Guatemala.

Las auxiliares de enfermería encargadas de recolectar la información antropométrica utilizaron técnicas de medición aceptadas internacionalmente (11), y lograron un alto grado de precisión y exactitud en la toma de las medidas. Además, en cada caso se trató de obtener la información más confiable sobre la edad del niño, por medio de interrogatorio a la madre o a la persona responsable del niño y, cuando fue posible, se verificó esa información con los certificados de nacimientos del Registro Civil.

Al relacionar las medidas antropométricas recolectadas, entre sí y con la edad, se obtuvieron los indicadores de peso-para-edad, talla-para-edad y peso-para-talla, además de la medida del perímetro del brazo en centímetros. Las mediciones en esta población también se relacionaron con valores de la población de referencia del NCHS (National Center for Health Statistics), expresándose como porcentajes de la mediana de peso-para-edad, talla-para-edad y peso-para-talla.

#### ANALISIS DE DATOS

Es conocido el hecho de que pocas pruebas diagnósticas clasifican adecuadamente a los individuos en sanos o enfermos. La situación más común es que algunas personas sanas se clasifiquen

como enfermas y otras enfermedades sean consideradas como sanas. Si bien estos errores no necesariamente invalidan una prueba, justifican la necesidad de definir los límites de error máximos aceptables. Una de las técnicas recomendadas para evaluar la validez de una prueba diagnóstica es la prueba de tamizaje (12, 13). En este trabajo se utilizó esa técnica para evaluar la medida del perímetro del brazo como prueba diagnóstica para seleccionar individuos con alta probabilidad de padecer desnutrición proteínico-energética (14, 15).

En la Tabla 1 se detalla la metodología de la prueba de tamizaje para calcular la validez de un indicador. A partir de esa información se pueden obtener por cientos de especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y prevalencia de la desnutrición real y de la diagnosticada. Estos valores se determinan comparando los resultados obtenidos por la prueba diagnóstica con aquéllos derivados de procedimientos diagnósticos considerados como verdaderos (sin error) o más definitivos (7). Es deseable que la prueba diagnóstica clasifique correctamente como desnutridos a no menos de un porcentaje especificado de aquéllos verdaderamente desnutridos (sensibilidad), y que no clasifique incorrectamente como desnutridos a más de un porcentaje especificado (falsos positivos). La definición de estos porcentajes dependerá no sólo de consideraciones estadísticas, sino también de los recursos disponibles y de los costos asociados a la selección inadecuada de sanos o desnutridos (13). El primer paso es definir el valor crítico o "de quiebre" de la prueba diagnóstica (perímetro del brazo), por debajo del cual se clasifica a los niños como desnutridos, y proceder luego a la evaluación de la prueba diagnóstica.

Por otra parte, cuando existen otras pruebas diagnósticas en uso, es posible compararlas en términos de su capacidad de detectar niños desnutridos. Greenhouse y Mantel (16) recomiendan la comparación, valiéndose de la prueba de "t", de las sensibilidades de diferentes pruebas diagnósticas, predefinido un valor crítico o porcentaje de falsos positivos común a ambas pruebas diagnósticas. En el caso que la misma muestra de individuos se haya utilizado para ambas pruebas diagnósticas, la varianza de la diferencia podría obtenerse por medio de aproximaciones a las series de Taylor. Youden (17, 18) sugirió un índice que resume parte de la información de la Tabla 1 y que resulta al restar del porcentaje de sensibilidad el por ciento de falsos positivos. En caso de compararse dos pruebas, se debe obtener la estimación del índice de Youden y la medida del error estándar para cada prueba diagnóstica, pudiendo compararse

**TABLA 1**  
**PRUEBA DE TAMIZAJE**

		Estado de nutrición*	
		Desnutrido	No desnutrido
Resultado de la prueba diagnóstica**	Desnutrido	Positivo verdadero (a)	Falso positivo  (b)
	No desnutrido	Falso negativo (c)	Negativo verdadero (d)

\* El estado de nutrición se define por los indicadores peso-para-edad, talla-para-edad y peso-para-talla; se consideran desnutridos los niños con indicadores antropométricos por debajo de ciertos valores críticos.

\*\* El resultado de la prueba diagnóstica se define por la medida del perímetro del brazo; se consideran desnutridos los niños con perímetro del brazo por debajo de ciertos valores críticos.

$$\text{Sensibilidad} = \frac{a}{a + c} \times 100 = \text{porcentaje de niños desnutridos que son detectados por la prueba.}$$

$$\text{Especificidad} = \frac{d}{b + d} \times 100 = \text{porcentaje de niños no desnutridos no detectados por la prueba.}$$

$$\text{Falsos negativos} = \frac{c}{a + c} \times 100 = \text{porcentaje de niños desnutridos que no son detectados por la prueba.}$$

$$\text{Falsos positivos} = \frac{b}{b + d} \times 100 = \text{porcentaje de niños no desnutridos detectados como desnutridos por la prueba.}$$

$$\text{Indice de Youden} = \frac{a}{a + c} - \frac{b}{b + d}$$

$$\text{Error estándar} = \text{EEy} \quad \sqrt{\frac{ac}{(a + c)^3} + \frac{bd}{(b + d)^3}}$$

ambas pruebas diagnósticas por medio de la prueba de "t". Dada la facilidad de entender y computar, el índice de Youden fue seleccionado como el método principal para las comparaciones entre las pruebas diagnósticas que se presentan a continuación.

## RESULTADOS

En la Tabla 2 se expone el número de casos, el promedio y la desviación estándar de la medida de perímetro del brazo, así como las adecuaciones de peso-para-talla, talla-para-edad y peso-para-edad. Además, se presentan los coeficientes de correlación entre el perímetro del brazo y los otros indicadores del estado nutricional (específicos para los grupos de edad considerados). Según se observa, los coeficientes de correlación son más altos entre el perímetro del brazo y la adecuación de peso-para-edad que entre el perímetro del brazo y las adecuaciones de talla-para-edad y peso-para-talla.

La Tabla 3 muestra el porcentaje de niños en o por debajo de los valores usualmente considerados como críticos en las adecuaciones de peso-para-talla, peso-para-edad y talla-para-edad, específicos para los grupos de edad estudiados. Se aprecian diferentes prevalencias de desnutrición en diferentes grupos de edad. El grupo más afectado por la desnutrición aguda —según el indicador peso-para-talla— es el de 12 a 29 meses de edad, mientras que la desnutrición crónica —según el indicador talla-para-edad— aumenta progresivamente a partir de los 12 meses de edad. El indicador peso-para-edad, que refleja desnutrición global, presenta un patrón similar al de peso-para-talla. En la Tabla 3 se da a conocer, además, la comparación del perímetro del brazo por grupos de edad, con el patrón de referencia de Wolanski (19), observándose valores más bajos de adecuación en el primer semestre de vida y entre los 12 y 35 meses de edad.

Los resultados de la prueba de validación del perímetro del brazo en su capacidad de detectar desnutrición, comparado con los indicadores de talla-para-edad y peso-para-talla, se presentan en las Tablas 4 y 5, respectivamente. Los dos valores críticos, tanto de talla-para-edad como de peso-para-edad que diferencian a los niños desnutridos de los bien nutridos, están representados por las adecuaciones igual o menor al 85% o igual o menor al 90% de la mediana del NCHS. La categorización de los indicadores peso-para-talla y talla-para-edad en dos niveles cada uno, permite analizar la capacidad del perímetro del brazo para detectar niños en dos

TABLA 2

RELACION DEL PERIMETRO DEL BRAZO, CON LAS ADECUACIONES DE PESO-PARA-EDAD,  
TALLA-PARA-EDAD Y PESO-PARA-TALLA POR GRUPOS DE EDAD

Grupos de edad	Número de casos	Promedio y desviación estándar ( $\bar{x} \pm DE$ )				Coeficiente de correlación perímetro del brazo y		
		Perímetro del brazo (cm)	Peso para edad (o/o)	Talla para edad (o/o)	Peso para talla (o/o)	Peso para edad	Talla para edad	Peso para talla
0- 5	330	10.8 $\pm$ 1.8	90.6 $\pm$ 14.8	94.4 $\pm$ 4.8	104.7 $\pm$ 12.6	0.61	0.41	0.58
6-11	400	13.2 $\pm$ 1.3	84.4 $\pm$ 13.8	92.6 $\pm$ 5.1	101.4 $\pm$ 14.0	0.58	0.38	0.39
12-17	384	12.8 $\pm$ 1.3	76.3 $\pm$ 12.0	89.5 $\pm$ 5.0	94.2 $\pm$ 12.2	0.59	0.41	0.44
18-23	390	13.4 $\pm$ 1.2	76.2 $\pm$ 11.4	88.0 $\pm$ 5.3	93.5 $\pm$ 10.9	0.61	0.40	0.45
24-29	326	13.1 $\pm$ 1.4	77.6 $\pm$ 11.8	88.6 $\pm$ 5.1	95.0 $\pm$ 10.5	0.51	0.31	0.45
30-35	345	13.7 $\pm$ 1.2	78.7 $\pm$ 10.0	88.5 $\pm$ 5.0	97.7 $\pm$ 10.1	0.57	0.34	0.47
36-47	595	14.2 $\pm$ 1.2	79.1 $\pm$ 10.9	87.2 $\pm$ 5.4	100.1 $\pm$ 10.2	0.64	0.41	0.56
48-59	527	14.6 $\pm$ 1.1	78.9 $\pm$ 10.7	86.3 $\pm$ 5.1	101.8 $\pm$ 9.7	0.64	0.39	0.54

TABLA 3

**PORCENTAJE DE DESNUTRICION PROTEINICO-ENERGETICA AGUDA Y CRONICA POR GRUPOS DE EDAD EN NIÑOS MENORES DE CINCO AÑOS, SEGUN VARIOS INDICADORES ANTROPOMETRICOS**

Indicadores antropométricos	Grupos de edad, en meses							
	0-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-47	48-60
Peso para $\leq 85\%$	4.6	10.9	22.1	18.8	15.8	9.4	8.4	3.9
talla $\leq 90\%$	8.2	19.8	37.8	36.7	28.0	21.5	15.0	10.2
Talla para $\leq 85\%$	4.1	5.6	14.9	28.2	22.2	22.6	34.8	41.2
edad $\leq 90\%$	16.9	31.1	55.8	69.1	65.2	66.9	74.7	78.4
Peso para $\leq 60\%$	4.9	4.2	8.6	7.0	6.1	2.1	4.1	4.0
edad $\leq 70\%$	15.9	25.4	49.2	47.8	47.4	38.5	36.5	36.9

**RELACION DEL PROMEDIO DEL PERIMETRO DEL BRAZO CON EL PATRON DE REFERENCIA DE WOLANSKI (19), POR GRUPOS DE EDAD**

Adecuación del promedio del perímetro del brazo (o/o)	Grupos de edad, en meses							
	0-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-47	48-60
	81.3	87.1	80.5	83.5	79.4	84.3	86.6	85.6

TABLA 4

RELACION ENTRE CATEGORIAS DE RIESGO DE DESNUTRICION, DEFINIDAS POR LA ADECUACION DE TALLA-PARA-EDAD Y EL PERIMETRO DE BRAZO

Grupos de edad (meses)	Perímetro del brazo (cm)		Adecuación de talla para edad							
	Valor crítico	o/o de casos por debajo del V.C.*	≤ 85o/o				≤ 90o/o			
			Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo	Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo
0- 5	< 8.5	8.8	4.1	71.4	6.2	33.3	16.9	29.8	4.6	56.7
	< 10.0	35.2		85.7	23.0	10.1		59.6	30.2	28.6
6-11	< 12.0	15.1	5.6	65.2	12.1	24.2	31.1	29.7	8.5	61.3
	< 12.5	28.5		73.9	25.8	14.5		46.1	20.5	50.4
12-17	< 12.5	39.6	14.9	69.5	34.3	26.3	55.8	52.3	23.6	73.7
	< 13.0	53.3		79.7	48.7	22.4		63.2	40.8	66.2
18-23	< 12.5	33.4	28.2	59.6	23.1	50.4	69.1	41.2	16.0	85.2
	< 13.0	48.7		70.2	39.0	41.4		42.6	26.4	82.9
24-29	< 12.5	26.2	22.9	54.6	17.8	47.7	65.2	37.4	5.1	93.2
	< 13.0	64.6		62.3	33.6	35.6		48.9	23.9	79.3
30-35	< 13.0	22.4	22.6	42.5	16.5	43.0	66.9	28.4	10.3	84.8
	< 13.5	41.1		66.2	33.7	36.6		48.7	25.6	20.7
36-47	< 14.0	43.6	34.8	62.5	33.4	50.0	74.7	48.2	29.8	82.7
	< 14.5	64.5		79.8	56.3	43.1		69.7	49.0	80.8
48-60	< 14.5	47.9	41.2	58.8	40.2	50.6	78.4	51.5	65.5	84.4
	< 15.0	68.2		80.0	59.8	48.4		71.5	56.0	82.2

\* V. C. = Valor crítico.

prevalencias de desnutrición aguda y dos prevalencias de desnutrición crónica, respectivamente.

En la Tabla 4 se presenta información del perímetro del brazo y de talla-para-edad. Como los datos lo revelan, el valor del perímetro del brazo, con el cual se obtiene el más alto porcentaje de sensibilidad para detectar niños desnutridos y el más bajo porcentaje de falsos positivos (mayor especificidad), varía con la edad de éstos y con la prevalencia de desnutrición. En niños menores de un año de edad, el valor crítico varía ostensiblemente del primero al segundo semestres de vida. De los 12 hasta los 29 meses de edad, dos valores de perímetro del brazo, menor de 12.5 cm uno y menor de 13 cm el otro, presentan la mayor sensibilidad y especificidad para detectar desnutrición definida como talla-para-edad igual o menor del 850/o y del 900/o de la mediana del NCHS, respectivamente. En niños mayores de 29 meses, los valores críticos de perímetro del brazo aumentan de 13.0 y 13.5 cm en el grupo de 30 a 35 meses de edad, a 14.5 y 15.0 cm en los niños entre 48 y 60 meses de edad. En la misma Tabla 4 se aprecia, además, el valor predictivo de una prueba positiva, es decir, la probabilidad de que un individuo tenga realmente desnutrición, ya que el resultado de la prueba diagnóstica (el perímetro del brazo) así lo indica. En general, los valores predictivos de perímetro del brazo son menores del 500/o para la adecuación de talla-para-edad igual o menor del 850/o, y mayores del 500/o para la adecuación de talla-para-edad igual o menor del 900/o.

La relación entre perímetro del brazo y la adecuación de peso-para-talla se muestra en la Tabla 5. En este caso se observa que el valor de perímetro del brazo con el cual se obtiene la mayor sensibilidad para detectar niños desnutridos aumenta progresivamente de la categoría de 0 a 5 meses de edad hasta la categoría de 48 a 60 meses de edad. Por otro lado, el porcentaje de falsos positivos es elevado y el valor predictivo de una prueba positiva es consistentemente bajo en todos los grupos de edad y en los dos niveles de adecuación de peso-para-talla considerados.

Por último, en la Tabla 6 se observa la relación existente entre el perímetro del brazo y la adecuación del peso para la edad, comúnmente utilizada como indicador del estado nutricional global. Al igual que en los análisis anteriores, se seleccionaron los valores de perímetro del brazo con la mayor sensibilidad para detectar niños desnutridos de acuerdo con la adecuación del peso-para-edad igual o menor a 600/o e igual o menor a 700/o. En esta Tabla, los porcentajes de sensibilidad en las pruebas de validación

TABLA 5

RELACION ENTRE CATEGORIAS DE RIESGO DE DESNUTRICION, DEFINIDAS POR LA ADECUACION DE PESO PARA TALLA Y EL PERIMETRO DEL BRAZO

Grupos de edad (meses)	Perímetro del brazo (cm)		Adecuación de peso-para-talla							
	Valor crítico	o/o de casos por debajo del V.C.*	≤ 85o/o				≤ 90o/o			
			Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo	Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo
0- 5	< 10.0	36.5	4.6	73.3	34.7	9.2	8.2	66.7	33.8	15.0
	< 10.5	52.0		86.7	50.3	7.6		82.5	49.0	13.4
6-11	< 12.5	28.2	10.9	47.7	25.8	18.4	19.8	56.2	21.3	39.5
	< 13.0	44.6		68.2	41.7	16.7		73.8	37.4	32.8
12-17	< 12.0	25.1	22.9	52.9	17.3	46.5	37.8	46.3	12.2	69.7
	< 12.5	39.8		67.8	31.9	37.6		62.4	26.1	59.2
18-23	< 12.5	33.2	18.8	56.0	27.9	31.8	36.7	48.6	24.2	53.8
	< 13.0	47.7		70.7	42.4	27.9		66.4	36.9	51.0
24-29	< 12.5	26.5	15.8	55.8	22.1	33.3	28.0	52.2	16.5	55.2
	< 13.0	40.8		73.1	34.8	28.4		64.1	31.8	44.0
30-35	< 13.0	22.7	9.4	60.6	18.8	25.0	21.5	52.6	14.4	50.0
	< 13.5	41.4		84.8	26.9	19.2		80.3	30.7	41.8
36-47	< 13.5	27.6	8.4	72.0	23.5	22.0	15.0	67.4	20.6	36.6
	< 14.0	43.5		88.0	39.4	17.6		85.4	36.2	29.3
48-60	< 13.5	17.8	3.9	66.7	15.9	14.6	10.2	52.7	13.9	30.2
	< 14.0	28.2		81.0	26.1	11.2		65.4	24.0	23.7

\* V. C. = Valor crítico.

TABLA 6

RELACION ENTRE CATEGORIAS DE RIESGO DE DESNUTRICION, DEFINIDAS POR LA ADECUACION DE PESO-PARA-EDAD Y EL PERIMETRO DEL BRAZO

Grupos de edad (meses)	Perímetro del brazo (cm)		Adecuación de peso para edad								
	Valor crítico	o/o de casos por debajo del V.C.*	≤60%o				Valor predictivo positivo	≤70%o			
			Prevalencia	Sensibilidad	Falsos positivos	Prevalencia		Sensibilidad	Falsos positivos	Valor predictivo positivo	
0- 5	< 9.5	24.2	4.9	81.3	11.2	16.5	11.0	66.7	18.9	30.4	
	< 10.0	36.7		87.5	34.1	11.7		83.3	30.9	25.4	
6-11	< 12.0	15.3	4.2	70.6	22.9	19.4	15.5	58.7	7.3	59.7	
	< 12.5	28.8		76.5	26.7	11.1		71.4	21.0	38.5	
12-17	< 11.5	18.5	8.6	76.5	13.1	35.6	34.3	40.0	7.3	74.0	
	< 12.5	40.1		97.1	34.7	20.9		73.3	22.8	62.7	
18-23	< 12.0	17.2	7.0	75.0	12.8	30.4	31.8	41.4	5.8	76.8	
	< 12.5	33.1		82.1	29.4	17.3		64.1	18.6	61.7	
24-29	< 11.5	6.8	5.6	68.4	3.2	56.5	25.3	24.7	0.8	91.3	
	< 12.5	26.2		79.0	23.0	17.0		63.5	13.6	61.4	
30-35	< 12.5	12.4	2.8	80.0	10.5	18.2	19.8	42.9	5.0	68.2	
	< 13.5	41.2		90.0	39.8	6.2		82.9	31.0	39.7	
36-47	< 13.5	27.6	4.3	80.8	25.2	12.6	22.1	66.2	16.7	53.0	
	< 14.0	43.7		96.2	58.6	9.5		85.0	32.0	43.0	
48-59	< 13.0	7.2	4.1	63.6	4.8	35.9	19.8	31.8	0.9	10.5	
	< 14.0	28.3		86.4	15.9	12.4		70.1	17.8	49.3	

\* V. C. = Valor crítico.

de perímetro del brazo son más altos que los encontrados con respecto a las adecuaciones de peso-para-talla y talla-para-edad. El valor predictivo de una prueba positiva es, sin embargo, consistentemente bajo.

Con base en los resultados expuestos, se plantea la interrogante de cuál es la posibilidad de utilizar el perímetro del brazo como un sustituto del peso-para-edad para seleccionar, particularmente a nivel rural, individuos con alto riesgo de desnutrición proteínico-energética actual o pasada. Con el objeto de examinar esta posibilidad se compararon los índices de Youden, específicos para los grupos de edad estudiados, y tres categorías de porcentaje de falsos positivos, de la adecuación de peso-para-edad y el perímetro del brazo, con los indicadores peso-para-talla y talla-para-edad. Las Tablas 7 y 8 resumen estas comparaciones. En ellas se observa que prácticamente todas las comparaciones (con excepción de la categoría de peso-para-talla igual a o menor del 90%/o, edad de 24 a 29 meses, y con menos del 5%/o de falsos positivos) el peso-para-edad tiene un índice de Youden mayor que el perímetro del brazo y que, en una importante proporción de estas comparaciones, las diferencias presentadas son estadísticamente significativas ( $P < 0.05$  ó  $P < 0.01$ ).

#### DISCUSION Y COMENTARIOS

El perímetro del brazo ha sido recomendado como un método para la selección de niños sujetos a alto riesgo de desnutrición, sobre todo en áreas rurales y en poblaciones en las que no se cuenta con información precisa de la edad del niño. Se ha informado, además, acerca de la existencia de correlaciones altas entre peso-para-edad y perímetro del brazo (20), lo que también se constató en la muestra de nuestro estudio. La existencia de una asociación más estrecha entre perímetro del brazo y la adecuación de peso-para-edad, que entre el perímetro del brazo y las adecuaciones de talla-para edad y peso-para talla, se observa también en las pruebas de tamizaje presentadas. Los valores de sensibilidad y especificidad, y el valor predictivo de una prueba positiva son mayores en la relación de perímetro del brazo con peso-para-edad que en la relación de perímetro del brazo con talla-para-edad o con peso-para-talla. Con base en las asociaciones encontradas se comparó el perímetro del brazo con el peso-para-edad en cuanto a la capacidad de seleccionar niños con adecuaciones bajas de talla-

TABLA 7

COMPARACION DE LOS INDICADORES DE PESO PARA EDAD Y PERIMETRO DEL BRAZO PARA DETECTAR NIÑOS CON ADECUACIONES BAJAS DE TALLA PARA EDAD, EN TRES CATEGORIAS DE FALSOS POSITIVOS

	Porcentaje de falsos positivos	Grupos de edad							
		0-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-47	48-59
Talla para edad $\leq 85$ por ciento	$\leq 5.0$	0.12 $\pm 0.17$	0.06 $\pm 0.14$	0.06 $\pm 0.09$	0.14** $\pm 0.05$	0.02 $\pm 0.07$	0.07 $\pm 0.07$	0.11** $\pm 0.04$	0.05 $\pm 0.04$
	$\leq 10.0$	0.09 $\pm 0.16$	0.23 $\pm 0.14$	—	0.12 $\pm 0.07$	0.08 $\pm 0.08$	0.22** $\pm 0.08$	0.18 $\pm 0.05$	—
	$\leq 15.0$		0.18 $\pm 0.13$	0.10 $\pm 0.10$		—	—	—	—
	Prevalencia de T/e $\leq 85$	4.1	5.6	14.9	28.2	22.9	22.6	34.8	41.2
Talla para edad $\leq 90$ por ciento	$\leq 5.0$	0.19* $\pm 0.09$	0.02 $\pm 0.05$	0.19** $\pm 0.04$	0.12** $\pm 0.04$	0.12* $\pm 0.05$	0.12** $\pm 0.05$	0.14** $\pm 0.03$	0.14** $\pm 0.03$
	$\leq 10.0$	0.32** $\pm 0.09$	0.07 $\pm 0.06$	—	0.22** $\pm 0.05$	—	—	0.26* $\pm 0.04$	0.24** $\pm 0.05$
	$\leq 15.0$	—	—	0.23** $\pm 0.06$	—	—	0.17** $\pm 0.06$		
	Prevalencia de T/e $\leq 90$	16.9	31.1	55.8	69.1	65.2	66.9	74.7	78.4

En cada celda se presentan las diferencias del índice de Youden de peso para edad, menos el índice de Youden del perímetro del brazo, y el error estándar de la diferencia.

\*  $P \leq 0.05$ .

\*\*  $P \leq 0.01$  en prueba de "t" de las diferencias de promedios.

TABLA 8

COMPARACION DE LOS INDICADORES DE PESO-PARA-EDAD Y EL PERIMETRO DEL BRAZO PARA DETECTAR NIÑOS CON ADECUACIONES BAJAS DE PESO-PARA-TALLA, EN TRES CATEGORIAS DE FALSOS POSITIVOS

	Porcentaje de falsos positivos	Grupos de edad							
		0-5	6-11	12-17	18-23	24-29	30-35	36-47	48-59
Peso para talla $\leq 85$ por ciento	$\leq 5.0$	0.16 $\pm 0.14$	0.22* $\pm 0.10$	0.11 $\pm 0.06$	0.09 $\pm 0.07$	0.05 $\pm 0.09$	0.40** $\pm 0.12$	0.06 $\pm 0.09$	0.29* $\pm 0.14$
	$\leq 10.0$	0.19 $\pm 0.17$	0.28** $\pm 0.10$	0.27** $\pm 0.07$	0.28** $\pm 0.08$	0.20* $\pm 0.10$	—	0.27** $\pm 0.10$	0.32* $\pm 0.13$
	$\leq 15.0$	0.28 $\pm 0.17$	—	—	—	—	0.42 $\pm 0.11$	—	—
	Prevalencia de P/T $\leq 85$	4.6	10.9	22.9	18.8	15.8	9.4	6.4	3.9
Peso para talla $\leq 90$ por ciento	$\leq 5.0$	0.10 $\pm 0.10$	0.05 $\pm 0.08$	0.01 $\pm 0.05$	0.03 $\pm 0.04$	0.09 $\pm 0.06$	0.15* $\pm 0.07$	0.22** $\pm 0.07$	0.26** $\pm 0.09$
	$\leq 10.0$	0.12 $\pm 0.13$	0.18* $\pm 0.08$	0.08 $\pm 0.06$	0.14* $\pm 0.06$	—	0.21 $\pm 0.08$	—	—
	$\leq 15.0$	0.18 $\pm 0.13$	—	0.21** $\pm 0.06$	—	—	—	—	0.32** $\pm 0.09$
	Prevalencia de P/T $\leq 90$	8.2	13.8	37.8	36.7	28.0	21.5	15.0	10.2

En cada celda se presentan las diferencias del índice de Youden de peso para edad, menos el índice de Youden del perímetro del brazo, y el error estándar de la diferencia.

\*  $P < 0.05$ .

\*\*  $P < 0.01$  en prueba de "t" de las diferencias de promedios.

para-edad y de peso-para-talla. Los resultados revelan que la adecuación de peso-para-edad es un indicador con mayor sensibilidad y especificidad que el perímetro del brazo, cuando se trata de seleccionar niños con desnutrición proteínico-energética crónica y aguda, respectivamente. Esto significa que, en el caso de contarse con los recursos necesarios, es más recomendable utilizar el indicador de peso-para-edad para seleccionar a niños con desnutrición aguda o crónica que el perímetro del brazo. En tal caso, el mayor problema estribaría en la dificultad de obtener medidas confiables de edad en niños menores de cinco años; sin embargo, en la población indígena tema del presente artículo, encontramos que la estimación de la fecha de nacimiento no constituyó mayor problema, a pesar de las dificultades idiomáticas en la comunicación y la falta de registros de nacimientos en la mayoría de la población estudiada. Desde el punto de vista de equipo, la utilización de balanzas de reloj, con rango hasta de 25 kg, ha resuelto el problema de obtener la medida de peso en las áreas rurales. En nuestra experiencia, esas balanzas son de gran durabilidad y alta precisión, además de ser muy portátiles.

Otro hallazgo importante fue la notable variabilidad del valor crítico o "de quiebre" de perímetro del brazo, que maximizó la sensibilidad y especificidad de este indicador en la selección de niños con desnutrición aguda o desnutrición crónica, en los diferentes grupos de edad considerados. Esto indica que establecer un solo valor crítico de perímetro del brazo para seleccionar niños desnutridos de 12 a 60 meses de edad, tal como el valor crítico de 12.5 cm propuesto en la literatura (21), daría porcentajes variables de falsos positivos y falsos negativos en los diferentes grupos de edad. Así, tomando como valor crítico de perímetro del brazo el valor de 12.5 cm, se encuentra que para la categoría de desnutrición definida por la adecuación peso-para-talla igual o menor de 85%, los porcentajes de falsos negativos son 32.2, 44.0, 44.2, 66.7, 62.0 y 76.2, y de falsos positivos, 31.9, 27.9, 22.2, 10.3, 5.1 y 2.3, para los grupos de edad de 12-17, 18-23, 24-29, 30-35, 36-47 y 48-59 meses, respectivamente. Esta es una consideración que debe tenerse muy en cuenta y que sugiere revisar las recomendaciones en cuanto al uso de valores críticos únicos en grupos de edad diferentes.

Las consideraciones que anteceden llevan a aseverar que la medida de perímetro del brazo, con las ventajas asociadas a su facilidad de obtención, tiene también desventajas que deben tenerse en cuenta antes de recomendar su uso en programas de

salud pública. De los datos aquí analizados, es evidente que, aun utilizando valores críticos de perímetro del brazo que maximicen su sensibilidad y especificidad como indicador en cada grupo de edad (índice de Youden más elevado) con respecto a la adecuación de peso-para-talla igual o menor de 850/o, se encuentran 89 falsos negativos de un total de 318 niños clasificados como desnutridos. Por el contrario, utilizando la adecuación de peso-para-edad como criterio diagnóstico, 44 niños desnutridos fueron erróneamente clasificados como bien nutridos. La conclusión, al igual que la de Acciarri y colaboradores (22, 23), es que el uso del perímetro del brazo como método de selección de niños desnutridos debe subordinarse a los objetivos específicos del programa que se desee poner en práctica, tomando en consideración las limitaciones del perímetro del brazo como un criterio para seleccionar niños con alto riesgo de desnutrición.

#### SUMMARY

##### CRITICAL ANALYSIS OF THE VALIDITY OF ARM CIRCUMFERENCE AS AN INDICATOR OF PROTEIN-ENERGY NUTRITIONAL STATUS OF PRESCHOOL CHILDREN

Arm circumference has been recommended as a useful indicator for malnutrition screening, particularly in rural areas. The great advantages of the arm circumference over other anthropometric indicators are that the measure is easily obtained in rural areas and that the method for assessing arm circumference is simple, inexpensive and rapid. In this paper the validity (specificity and sensitivity) of arm circumference is analyzed as compared to more valid indicators of nutritional status in preschool children. We conclude that arm circumference is relatively valid for detecting global malnutrition (as indicated by weight-for-age), but of limited validity when used for detecting acute or chronic protein-calorie malnutrition. Furthermore, when compared to weight-for-age in detecting populations or individuals at high risk of acute or chronic protein-calorie malnutrition, it was found that weight-for-age has a higher level of specificity and sensitivity than arm circumference. Finally, it was found that sensitivity and specificity of arm circumference vary with age, suggesting that arm circumference cannot be considered an age-independent indicator of nutritional status. It is therefore recommended that these possible limitations of arm circumference be kept in mind when used in public health programs.

## BIBLIOGRAFIA

1. Garn, S. M. Optimal nutritional assessment. In: **Human Nutrition. A Comprehensive Treatise**. Vol. II. **Nutrition and Growth**. D. B. Jelliffe and E. F. P. Jelliffe (Eds.). New York, Plenum Press, 1979, p. 273-298.
2. Jelliffe, D. B. **The Assessment of the Nutritional Status of the Community** (with special reference to field surveys in developing regions of the world). Geneva, World Health Organization, 1966, 271 p. (WHO Monograph Series 53).
3. Seoane, N. & M. C. Latham. Nutritional anthropometry in the identification of malnutrition in childhood. **J. Trop. Pediat. Environ. Child Hlth**, **17**: 98-104, 1971.
4. World Health Organization. Joint FAO/WHO Expert Committee on Nutrition. 8th Report. **Food Fortification, Protein-Calorie Malnutrition**. Geneva, WHO, 1971 (WHO Technical Report Series No. 477).
5. Waterlow, J. C. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. **Br. Med. J.**, **3**: 566-569, 1972.
6. Zerfas, A. J. Anthropometric field methods: general. In: **Human Nutrition. Vol. II. Nutrition and Growth**. D. B. Jelliffe and E. F. P. Jelliffe (Eds.). New York, Plenum Press, 1979, p. 339-364.
7. Martorell, R., V. Valverde & H. Delgado. La antropometría en los sistemas de salud. **Bol. Of. Sanit. Panam.**, 1981. En prensa.
8. Jelliffe, D. B. & E. F. P. Jelliffe. The nutritional status of Haitian children. **Acta Trop. (Basel)**, **18**: 1-45, 1961.
9. Shakir, A. The surveillance of protein-calorie malnutrition by simple and economic means. **J. Trop. Pediat. Environ. Child Hlth**, **21**: 69-85, 1975.
10. Gurney, M., D. B. Jelliffe & J. Neill. Anthropometry in the differential diagnosis of protein-calorie malnutrition. **J. Trop. Pediat. Environ. Child Hlth**, **18**: 1-2, 1972.
11. Weiner, J. S. & J. A. Lourie. **Human Biology. A Guide to Field Methods**. Oxford, Blackwell Scientific Publications Ltd., 1969 (IBP Handbook No. 9).
12. Vecchio, T. J. Predictive value of a single diagnostic test in unselected populations. **New Engl. J. Med.**, **274**: 1171-1173, 1966.
13. MacMahon, B. & T. F. Pugh. **Epidemiology: Principles and Methods**. Boston, Little Brown and Company, 1970, 376 p.
14. Habicht, J-P. Some characteristics of indicators of nutritional status for use in screening and surveillance. **Am. J. Clin. Nutr.**, **33**: 531-535, 1980.
15. Trowbridge, F. L. & N. Staehling. Sensitivity and specificity of arm circumference indicators in identifying malnourished children. **Am.**

- J. Clin. Nutr.**, **33**: 687-696, 1980.
16. Greenhouse, S. W. & N. Mantel. The evaluation of diagnostic tests. **Biometrics**, **6**: 399-412, 1950.
  17. Youden, W. J. Index for rating diagnostic tests. **Cancer**, **3**: 32-35, 1950.
  18. Armitage, P. **Statistical Methods in Medical Research**. New York, John Wiley and Sons, 1971, 504 p.
  19. Wolánski, N. L. Referred to by Jelliffe, D. B. and E. F. P. Jelliffe, reference 8.
  20. Jelliffe, E. F. P. & D. B. Jelliffe. The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. **J. Trop. Pediat.**, **15**: 177-188, 1969.
  21. Shakir, A. Arm circumference in the surveillance of protein-calorie malnutrition in Baghdad. **Am. J. Clin. Nutr.**, **28**: 661-665, 1975.
  22. Acciarri, G., J. C. Eckroad, L. F. Fajardo, R. Muñoz, R. Mercado, A. Pradilla, G. Quintero, B. Ramírez, F. Victoria & D. H. Wilson. Screening for malnutrition with arm circumference. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **27**: 343-357, 1977.
  23. Acciarri, G., J. C. Eckroad, L. F. Fajardo, R. Muñoz, R. Mercado, A. Pradilla, G. Quintero, B. Ramírez, F. Victoria & D. H. Wilson. Comparative analysis of some anthropometric measurements. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **27**: 359-375, 1977.

## DEFICIENCIAS DE MICROELEMENTOS ESENCIALES EN DIETAS HISPANOAMERICANAS

*Johann Firbas B.<sup>1</sup> y Margarita Domínguez M.<sup>2</sup>*

Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Ica, Perú, y  
Hospital Central No. 2, Seguro Social del Perú, Lima, Perú

### RESUMEN

Las dietas hispanoamericanas se clasifican en cuatro tipos, de acuerdo con los cereales que en ella predominan. En este estudio se determinó el contenido de los microelementos más importantes en cada tipo de dieta según los datos obtenidos mediante análisis y tablas de composición de alimentos. Se evaluaron las deficiencias zonales con referencias especiales al Perú, y se sugieren soluciones basadas en modernos recursos farmacéuticos.

### INTRODUCCION

Los oligoelementos o microelementos indispensables para la vida animal son alrededor de 14, y las funciones de cinco de ellos se descubrieron hace pocos años (1).

---

Manuscrito modificado recibido: 27-4-82.

- 1 Asesor Nutricionista y Catedrático Principal, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Ica, Perú. Correspondencia: Av. de Los Patriotas 485, Urb. Maranga, San Miguel, Lima 32, Perú.
- 2 Hospital Central No. 2, Seguro Social del Perú, Lima, Perú.

Las carencias de hierro y zinc tienen caracteres de problema de salud pública en varios países, y en ciertas regiones montañosas aún persiste la deficiencia de yodo (2). El descubrimiento de la importancia de algunos oligoelementos para el hombre a veces fue posterior a su uso en raciones para animales (3). La excesiva duración de estudios serios en humanos y los obstáculos existentes para determinar los efectos sobre la longevidad y la progenie representan grandes obstáculos para la investigación (4).

Dado que la mayoría de los microelementos esenciales forman parte de enzimas, su carencia se refleja en trastornos metabólicos y clínicos. En los Estados Unidos de América la deficiencia de hierro y de zinc reviste la mayor importancia (5). En las selvas del Perú se observa una notoria deficiencia de hierro y probablemente también de zinc en relación con la alta incidencia de anquilostomiasis (6), y en la sierra persiste la deficiencia de yodo (7).

#### PARTE EXPERIMENTAL

Valiéndonos de los métodos de la AOAC (8), hemos determinado el hierro, el cobre y el zinc, y con un método propio (9) el manganeso, en muestras representativas de trigo Hard Winter (duro de invierno de los EUA) en subproductos y germen de este mismo trigo, en su harina de aproximadamente 80% de extracción, y en maíz híbrido de la costa peruana. Estos trabajos analíticos se efectuaron en el Departamento de Investigaciones Tecnológicas y Control de Calidad de la Compañía Molinera Sta. Rosa (Callao, Perú), previa verificación de la exactitud de los métodos en ensayos de recuperación. Los valores notificados en la Tabla 1 son promedios de dos análisis, con diferencias comprendidas en márgenes propios del error experimental de los métodos empleados.

En vista de la creciente importación de arroz de los Estados Unidos, se tomaron los datos de composición de este cereal de tablas de composición correspondientes a su origen, valores que completan la citada Tabla 1.

Consideramos los cuatro microelementos escogidos (hierro, cobre, zinc y manganeso) como los más importantes en función a su intervención en numerosas enzimas, las carencias estudiadas en el hombre y animales, y su aporte a veces insuficiente en la alimentación, sumado a la baja disponibilidad en productos vegetales. La deficiencia de yodo fue marginada por sus características propias (rol hormonal y aparición endémica).

**TABLA 1**  
**MICROELEMENTOS**  
**(en mg por 1 kg)**

Alimentos	Hierro	Cobre	Zinc	Manganeso
Trigo entero:	73	5.29	35.0	34.03
Subproductos	180	14.32	90.2	117.53
Germen	106	14.10	102.4	128.48
Harina	28	1.71	12.4	4.64
Arroz pulido	14	18.30	1.8	10.14
Maíz entero	52	1.76	46.0	4.56

**Nota:** Todos los datos representan valores analíticos propios, a excepción de los correspondientes al arroz pulido, que se tomaron de: National Academy of Sciences (Publication 1684). United States-Canadian Tables of Food Composition, 1969, p. 71.

Los tres cereales escogidos (trigo, maíz y arroz) comprenden la mayor parte de los cereales y del aporte energético de la alimentación en los países en vía de desarrollo (10).

Tomando como referencia los cereales que predominan (11), clasificamos las dietas hispanoamericanas en cuatro tipos:

Tipo 1: Trigo/arroz, que prevalece en la costa del Pacífico de América del Sur.

Tipo 2: Maíz/trigo, que prevalece en México y en América Central.

Tipo 3: Trigo, que prevalece en la República Argentina.

Tipo 4: Maíz, que prevalece en las áreas rurales de una parte de América Central y México, respectivamente.

Según pudimos observar, los cereales pueden suministrar hasta alrededor de 70% de la energía en sectores de ingresos bajos y medios de algunos países. En Guatemala, por ejemplo, éstos cubren 67.00% y 66.50% del total de las calorías de las clases de bajo ingreso (50% de la población) y de ingreso medio (30% de la población), según datos de la FAO (12). Así, la dieta puede llegar a contener aproximadamente 500 g de cereales. En Guatemala, por ejemplo, en la clase de ingreso medio habría —sobre un

total de 2,306 calorías— 1,570 calorías provenientes de los cereales (12).

Se trata, sin embargo, de datos de naturaleza estadística, de estadísticos como promedios, que a veces carecen de equivalentes reales y se encuentran sujetos a errores. Tienen utilidad cuando se reconocen sus limitaciones y nos servirán para sugerir medidas correctoras de una situación nutricional deficiente.

Tomando de base la composición de la harina del trigo, del arroz pulido y del maíz entero, en la Tabla 2 se presentan los microelementos más importantes de 500 g de los cereales de las cuatro dietas de referencia.

TABLA 2  
MICROELEMENTOS  
(expresados en mg/500 g<sup>1</sup>)

Cereales	Hierro	Cobre	Zinc	Manganeso
Trigo/arroz	11	5.01	3.6	3.70
Maíz/trigo	20	0.87	14.6	2.30
Trigo	14	0.86	6.2	2.32
Maíz	26	0.88	23.0	2.28

- 1 Cuando figuran dos cereales, se tomaron partes iguales de cada uno, ya que las encuestas alimentarias no permiten calcular la proporción promedio correcta entre ambos para las zonas geográficas consideradas.

En el Perú, la situación alimentaria de la población de la costa se encuentra reflejada en la dieta tipo 1, de acuerdo con las encuestas realizadas por el Instituto de Nutrición (13) y las "Hojas de Balance de Alimentos" (14).

Al no desecharse aguas de cocción al preparar el arroz y la harina de trigo, no se producen pérdidas de los microelementos. Sin embargo, puede haber pérdidas en la preparación del maíz (15) destinado a la obtención de tortillas o choclos (mazorcas hervidas), así como de tamales, debido a la pérdida de las aguas de remojo y de cocción. No se pudo conseguir estimaciones de estas pérdidas, que no parecen haberse evaluado en relación con los microelementos.

En el trabajo aquí descrito no podemos incluir diferencias en la alimentación relacionadas con variaciones sexuales, de actividad física, de edad, estado de salud, etc. Ello crearía una enorme complejidad, difícil de manejar para la solución del problema de la suplementación o fortificación de la alimentación a nivel nacional.

### EVALUACION NUTRICIONAL

Seguidamente se comentan por separado cada uno de los cuatro microelementos escogidos.

#### *Hierro*

En los países industrializados, donde hay un alto consumo de alimentos refinados (grasas, azúcar), se presentan carencias de hierro en vastos sectores de la población, a pesar del consumo de carnes, que no sólo brindan hierro asimilable en alto grado, sino que también favorecen su absorción (16). Un 90% de los niños de uno a cinco años y de mujeres de 18 a 44 años no reciben suficiente hierro en los EUA (5), y es probable que en la clase de ingresos altos de los países hispanoamericanos se presente una situación similar.

En los niveles de bajo ingreso la deficiencia de hierro se agrava, especialmente en los infantes y niños, debido a la alta incidencia de diarreas y parasitosis (6) y al bajo contenido de este microelemento en la leche (17). Al aumentar la edad y la ingesta de alimentos ricos en fibra, la absorción de hierro disminuye (18). Los sectores con requerimientos más altos, como las adolescentes y las mujeres (19), son los más afectados, sobre todo bajo condiciones higiénicas deficientes.

El arroz y la harina de trigo son muy deficientes en hierro y las dietas con estos cereales (tipos 1 y 3) ni siquiera cubren los requerimientos de las jóvenes y mujeres, suplementadas con carne a razón de 100-200 g por día (con 3-6 g de hierro).

Así, las dietas que contengan alrededor de 100% de calorías de origen animal, completadas sobre todo con grasas y azúcares (exentos de hierro), presentarían los siguientes contenidos de hierro:

Tipo 1 (trigo/arroz): 14 - 17 mg

Tipo 2 (maíz/trigo): 23 - 26 mg

Tipo 3 (trigo) : 17-20 mg

Tipo 4 (maíz) : 29-32 mg

Los requerimientos diarios para esta clase de dietas serían de 24 mg de hierro para adolescentes y de 28 mg para mujeres (19).

Por lo tanto, las dietas tipo 1 y tipo 3 serían deficitarias a pesar de la carne, mientras que las dietas tipo 2 y tipo 4 aparentemente serían marginales.

En ausencia de carne, la que generalmente se reemplaza por menestras de bajo contenido en hierro poco o nada disponible, debido a pérdidas de hierro en la preparación, todas las dietas, incluyendo el tipo 4, se convertirían en deficitarias.

En el Perú el 370/o de la población no parece satisfacer sus requerimientos de hierro (20), ya que los alimentos producidos en el país no suelen enriquecerse con ese mineral. El uso de preparados farmacéuticos sólo mitiga la anemia ferropriva durante el embarazo, debido a la lenta elevación de la tasa de hemoglobina y a las interferencias con la absorción del hierro (producidas por fitatos, fosfatos, fibra en la dieta, los agentes oxidantes y otros). Un mayor consumo de pescado en la costa, en reemplazo de otras carnes, reduce la ingesta de hierro aún más, sobre todo en los sectores de menores ingresos.

### *Cobre*

En personas adultas no se ha observado casos de carencia debida exclusivamente a deficiencias dietéticas de cobre (21). Sin embargo, la anemia de infantes alimentados con leche sólo puede curarse con cobre, administrado juntamente con hierro. El cobre es necesario para la movilización del hierro plasmático y forma parte de las aminooxidasas, elementos indispensables para la síntesis del colágeno y de la elastina, y de la citocromooxidasa, o más bien del citocromo  $a_3$ , que es el último eslabón en la cadena de enzimas de óxido-reducción (22). La deficiencia de cobre en ratas produce lesiones cardíacas debido a problemas en la formación de la citocromooxidasa (23).

Parece ser que de 2 a 3 mg diarios de cobre son suficientes para cubrir el requerimiento de adultos (24). No obstante, hay que tener en cuenta que la presencia de zinc, hierro y cadmio en la dieta limita el aprovechamiento del cobre (21, 25).

Al suplementar con carne las dietas sometidas a estudio, y

completar su nivel energético con grasas y azúcares (carentes de cobre), todos los tipos que abarcó la investigación resultan ser deficientes, a excepción del tipo 1 (trigo/arroz). El contenido de cobre de las carnes por lo general no excede el nivel de 0.1 mg en 100 g (17). Sólo los mariscos (ostras, langostas, camarones, etc.) alcanzan niveles altos de cobre. Su consumo ocasional no eleva suficientemente la ingesta de cobre, y sus altos niveles de ciertos elementos tóxicos, el mercurio, por ejemplo, no permite recomendar su inclusión en la dieta (26).

Las menestras contienen más cobre que las carnes (27), pero la ausencia de datos sobre su biodisponibilidad no permite formular recomendaciones.

En el Perú el consumo de arroz por parte de la mayoría de la población probablemente evita deficiencias de cobre. Sólo se ha demostrado la utilidad de la aplicación de este mineral en niños con kwashiorkor.

### Zinc

En los Estados Unidos se ha observado, en niños, retraso del crecimiento, anorexia, trastornos gastrointestinales y, posteriormente, hipogonadismo por deficiencia de zinc en la dieta (1, 28).

La depleción de zinc produce en el hombre y en la rata hipogeusia (pérdida de la sensibilidad gustativa), a veces en relación con tratamientos con histidina, lo que impide la absorción de zinc (29).

En Guatemala, al determinar niveles plasmáticos de zinc, se comprobó que la típica dieta rural a base de tortillas de maíz y frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), reduce la concentración de zinc por debajo de los niveles observados en ayuno (30).

En las personas adultas la deficiencia de zinc puede producir ceguera nocturna, hipospermia, hiperqueratinización del epitelio cutáneo, exfoliación de las uñas y alopecia. Hay reducción de la actividad enzimática de la alcohol deshidrogenasa en la retina, con deficiencia en la formación de retinal (31).

Los niveles altos de calcio y cobre (32), fitatos y fibra dietética (33) reducen la absorción de zinc. En la selva, la carencia de zinc favorece la anquilostomiasis y la diaforesis (1).

Para lograr una disponibilidad promedio de 200/o de zinc de la dieta, los requerimientos diarios varían entre 27 mg para lactantes, y 11 mg para adultos de ambos sexos (1), aunque varias instituciones recomiendan niveles más altos para adultos (24).

Nuestra dosificación de zinc en harina de trigo dio 12.4 mg por kg más alto que el promedio de harinas de los Estados Unidos (7.8 mg por kg). Es probable que la diferencia se deba a la mayor tasa de extracción en el Perú, ya que nuestro valor para trigo entero es idéntico al encontrado en los EUA (35 mg por kg). A pesar de que los subproductos de trigo contienen mucho zinc (90 mg por kg), sus altos niveles de fitatos limitan la absorción de este elemento.

Sólo las dietas tipo 2 (maíz/trigo) y tipo 4 (maíz) cubren los requerimientos de zinc, siempre que en las mismas se incluya una porción de carne. Las verduras y frutas tienen un bajo contenido de zinc.

Las dietas tipo 1 (trigo/arroz) y tipo 3 (trigo) no llegan a cubrir los requerimientos de zinc, aunque contengan una moderada cantidad de carne.

La deficiencia de este elemento en la leche (tanto materna como de vaca) presenta un problema especial en la alimentación del lactante (28).

En el Perú, salvo un sector de la población costera que ingiere abundante pescado, la mayoría probablemente no cubre sus requerimientos de zinc (34). Sin embargo, en el campo clínico todavía no se cuenta con investigaciones orientadoras al respecto. El valor de una dieta a base de trigo y arroz encontrado por nosotros fue bajo: 3.6 mg de zinc para 500 g de una mezcla de partes iguales de harina de trigo y arroz pulido. El contenido de 2 a 4 mg de zinc, que pueden provenir de la carne, no bastan para corregir la situación en que se encuentra la mayor parte de la población, sobre todo las mujeres lactantes y las madres embarazadas.

### *Manganeso*

A pesar de que no se han notificado signos de deficiencia clínica de manganeso en el hombre, el papel bioquímico de este elemento (que interviene en la composición de numerosas enzimas), su elevada concentración en el hígado y páncreas, y las carencias observadas en animales, aconsejan la conveniencia de mencionarlo (35).

Encuestas alimentarias efectuadas en Europa, la India y América del Norte, indican aportes diarios de 2.0 a 8.8 miligramos (1).

Sólo en la India, donde las dietas habituales son a base de sagú, se han obtenido balances negativos de manganeso. Las dietas de la selva peruana a base de yuca y pescado y pobres en mangane-

so, también podrían ser deficitarias. Las tierras lavadas por intensas lluvias son muy pobres en microelementos y esta pobreza se refleja en la composición de los cultivos.

Para los adultos, el requerimiento diario de manganeso parece ubicarse entre 2.5 y 5.0 mg (24).

Todas las dietas que incluyó el estudio, suplementadas con carne, superan el límite inferior. También las menestras acusan niveles regulares de manganeso, aunque no se conoce a fondo su biodisponibilidad (17).

### CONCLUSIONES

Al clasificar las dietas hispanoamericanas de acuerdo con los cereales que en ellas predominan, destaca el hecho que las dietas con trigo y arroz muestran déficits de hierro. Todas las dietas, a excepción de las que contienen arroz, presentan niveles demasiado bajos de cobre y aquéllas con trigo y arroz también son demasiado bajas en su contenido de zinc.

Si las carnes se eliminan de estas dietas, la situación se agrava aún más.

### SUGERENCIAS

En base a la información provista, sugerimos el enriquecimiento de la sal de cocina. Ya existen antecedentes industriales en lo que respecta al agregado de pequeñas cantidades de compuestos de yodo (yodatos) y de sus ventajas logísticas. Por otro lado, la experiencia molinera ha demostrado que el enriquecimiento de la harina de trigo encuentra mucha resistencia entre los industriales (36), que prefieren agregarle blanqueadores y oxidantes (mejoradores de la panificación).

La inclusión de una parte de hierro ferroso y una parte de zinc por mil partes de sal debería corregir la mayoría de las deficiencias de las dietas analizadas, lo que con una ingesta diaria de 6 g de sal daría 6 mg de hierro y 6 mg de zinc. Se propone así, la incorporación de 2.1 g de carbonato ferroso y de 1.25 g de óxido de zinc por cada kg de sal seca, basándonos en pruebas de preparación de premezclas minerales para animales. En ausencia de agua no hay reacciones químicas entre los aditivos, los que se diluirían previamente en el agente antiapelmazante (fosfato tricálcico carbonato

de magnesio). No hemos observado ningún efecto sobre el sabor del pan preparado con estos aditivos.

### SUMMARY

#### DEFICIENCIES OF ESSENTIAL MINOR ELEMENTS IN SPANISH-AMERICAN DIETS

The Spanish-American diets are classified in four types, according to the prevailing cereal in each of them. The content of the most important microelements in agreement with analytical data and food composition tables was determined in each type. Regional deficiencies were determined and references are made specially to Peru. Solutions based on modern pharmaceutical resources are proposed.

### BIBLIOGRAFIA

1. Organización Mundial de la Salud. **Los Oligoelementos en la Nutrición Humana**. Ginebra, OMS, 1973, 73 p. (Informe Técnico 532).
2. Guzmán Barrón, Blanco de Alvarado-Ortiz & Ayala Macedo. **Nutrición Humana**. Tomo I. Lima, Datagraph del Perú S.A. y Servicio de Copias S.C.R.L., 1980, 280 p.
3. Buzina, R. **Vitamins and Trace Elements**. S. R. Croatia, Zagreb, Yugoslavia, Institute of Public Health.
4. Frost, D. V. Recent advances in trace elements: Emphasis on inter-relationships. En: **1967 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**. Proceedings, 1967, p. 31-40.
5. United States Department of Health, Education and Welfare. **The First Health and Nutrition Examination Survey**. Washington, D.C., 1974.
6. Gandra, Y. R., R. B. Bradfield, V. Hernández, C. Díaz & J. H. Firbas. Studies on the pathogenesis of a tropical normocytic anemia. En: **Proceedings. 7th International Congress on Tropical Medicine and Malaria, Rio de Janeiro, September 1-11, 1963**.
7. Ayala, M., G. Elementos inorgánicos (2a. parte). En: **Nutrición Humana**. Tomo I. Lima, Datagraph del Perú S.A. y Servicio de Copias S.C.R.L., 1980, p. 147-166.
8. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 9th ed. Washington, D.C., AOAC, 1960.
9. Firbas, J. H., G. Vaccari & L. Silva. Método rápido para el dosaje de manganeso en alimentos. **Bol. Soc. Quím. Perú**, **31**: 57-66, 1965.

10. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Cuarta Encuesta Alimentaria Mundial**. Roma, FAO, 1977.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Provisional food balance sheets, 1972-74 average. Rome, FAO, 1977.
12. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. **Situación de la Infancia en América Latina y el Caribe**. Recopilación de datos de la FAO. Santiago, Chile, Editorial Universitaria, 1979, p. 110-114.
13. Perú, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Instituto de Nutrición. La alimentación y el estado de nutrición en el Perú. Marzo, 1960. Además, informes internos posteriores.
14. Perú, Ministerio de Agricultura, Dirección de Estadística, Catastro y Estudios Económicos. Hoja de balance de alimentos 1965 y años posteriores.
15. Bender, A. E. **Food Processing and Nutrition**. London, New York, San Francisco, Academic Press, 1978, p. 243.
16. Monsen, E. R., L. Hallberg, M. Layrisse, D. M. Hegsted, J. D. Cook, W. Mertz & C. A. Finch. Estimation of available dietary iron. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 134-141, 1978.
17. J. R. Geigy S. A. **Documenta Geigy. Tablas Científicas, 1965**, p. 523.
18. Olszon, E., B. A. Björn Isaksson, A. Norrby and L. Solnell. Food iron absorption in iron deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 106-111, 1978.
19. Organización Mundial de la Salud. **Manual sobre Necesidades Nutricionales del Hombre**. Ginebra, OMS, 1975, 78 p. (Serie de Monografías No. 61).
20. Perú, Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección General de Asuntos Financieros. **Niveles de Vida. Análisis de la Situación Alimentaria en el Perú (Período agosto 1971 - agosto 1972)**, 1977, 120 p.
21. Mason, K. E. A conspectus of research on copper metabolism and requirements of man. *J. Nutrition*, **109**: 1979-2066, 1979.
22. Stryer, L. **Bioquímica**. Trad. M. Rosell P. Barcelona, Ed. Reverté S.A., 1976.
23. Paynter, D. I. Changes in activity of the Cu-Zn superoxide dismutase enzyme in tissues of the rat with changes in dietary copper. *J. Nutrition*, **109**: 1571-1576, 1979.
24. National Academy of Sciences - National Research Council. **Recommended Dietary Allowances (RDA) of the Food and Nutrition Board**. Washington, D.C., NAS-NRC, 1980.
25. Hemphill, D. D. (Ed.). **Trace Substances in Environmental Health. VIII**. Columbia University of Missouri, 1974.
26. Establier, R. **Estudio de la Contaminación Marina por Metales Pesados y sus Efectos Biológicos**. Barcelona, julio, 1977. (Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras, No. 46).

27. J. R. Geigy S. A. *Documenta Geigy. Tablas Científicas*, 1965, p. 518, 519, 524.
28. Walravens, P. A. & K. M. Hambidge. Growth of infants fed a zinc supplemented formula. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**: 1114-1121, 1976.
29. Catalanotto, F. A. The trace metal zinc and taste. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 1098-1103, 1978.
30. Solomons, N. W., R. A. Jacob, O. Pineda & F. E. Viteri. Studies on the bioavailability of zinc in man. Effects of the Guatemalan rural diet and of the iron fortifying agent, NaFeEDTA. *J. Nutrition*, **109**: 1519-1528, 1979.
31. Morrison, S. A., R. M. Russell, E. A. Carney & E. V. Oaks. Zinc deficiency: A cause of abnormal dark adaptation in cirrhotics. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 276-281, 1978.
32. Van Campen, D. R. Copper interference with the intestinal absorption of zinc-65 by rats. *J. Nutrition*, **97**: 104, 1969.
33. Ewing, W. R. *Poultry Nutrition. Zinc in Practical Rations*. 5th ed. Pasadena, California, The Ray Ewing Company, 1963, p. 668-686.
34. Borgstrom, G. (Ed.). *Fish as Food*. Vol. 2. New York, London, Academic Press, 1962, p. 218-219.
35. Shohl, A. T. *Mineral Metabolism*. New York, N.Y., American Chemical Society, 1939 (Monograph Series, No. 82).
36. Crosby, W. H. Editorial. Fortification of food with carbonyl iron. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 572-573, 1978.

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

**TALLER DE TRABAJO SOBRE**  
**VIGILANCIA ALIMENTARIA-NUTRICIONAL EN**  
**AMERICA LATINA**

**VI Congreso Latinoamericano de Nutrición**  
**Buenos Aires, Argentina, 18-20 de agosto de 1982**

Con el fin de analizar el estado de la vigilancia-nutricional en América Latina, y bajo el patrocinio de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), se llevó a cabo un Taller de Trabajo sobre el tema.

Ya en 1976, la SLAN organizó en Caracas, Venezuela, un Coloquio sobre la materia cuyo producto fue una nueva publicación<sup>1</sup> y la creación de un Grupo Permanente de Trabajo que ha mantenido una sección periódica en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, órgano oficial de la SLAN.

Paralelamente, diversos países han hecho y continúan haciendo esfuerzos para establecer sistemas de vigilancia alimentaria-nutricional. Muchas de estas experiencias tienen cobertura restringida y básicamente están orientadas a la formulación de normas con el propósito de poder aplicar éstas posteriormente al resto del país. Las experiencias de algunos de los países fueron precisamente la base para la celebración del Taller de Trabajo.

---

1 *Arch. Latinoamer. Nutr.* 27(2), Suplemento 1, junio, 1977.

La Reunión fue presidida por Alberto de Carvalho da Silva de la Universidad de São Paulo, actuando como Secretario Hugo Amigo Cartagena, de la Universidad Federal de Pernambuco, Brasil. Se dividió en una parte expositiva a cargo de Francisco Mardones Restat, del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile; Eduardo Atala, del Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Alimentación y Nutrición del Brasil (INAN). La segunda parte fue deliberativa y se centró en los aspectos siguientes: análisis de los objetivos de un sistema de vigilancia alimentaria-nutricional (SVAN); vinculación entre vigilancia y políticas, planes y programas de alimentación y nutrición; características especiales que deben cumplir los indicadores utilizados en un SVAN; y análisis de las dificultades principales encontradas.

### *1. Conceptos y Objetivos*

El Taller consideró adecuados los objetivos enunciados en reuniones anteriores. En este sentido, se acepta como SVAN un proceso sistemático y permanente de recolección, transmisión, análisis e interpretación de la información que permita mantener un conocimiento actualizado de la situación alimentaria y nutricional.

Se considera como función del SVAN, la capacidad de ser útil a políticas, planes y programas de alimentación y nutrición, abriendo la posibilidad de realizar ajustes y correcciones consonantes con la realidad.

Así pues, el objetivo básico del Sistema es la entrega oportuna de valores predictivos, orientados a detectar precozmente cambios en el estado nutricional de las poblaciones y en sus factores condicionantes.

### *2. Vinculación entre Sistemas de Vigilancia y Políticas de Alimentación y Nutrición*

La búsqueda de una forma práctica de vinculación entre el SVAN y la ejecución de políticas, planes y programas de alimentación y nutrición fue una preocupación básica del Taller. Las actuales condiciones imperantes en América Latina, exigen que el SVAN proporcione información que permita tomar acciones correctoras rápidamente en un corto plazo. En otras palabras, la vigilancia debe ser útil a la coyuntura específica de cada país.

La vinculación dependerá, por una parte, de la existencia permanente de políticas nacionales y por la otra, de la generación y análisis continuos de la información.

Otro requisito indispensable para una vinculación adecuada, lo constituye el hecho de que la vigilancia debe estar orientada a posibilitar la decisión a todos los niveles, ya que la experiencia anterior indica que el nivel más básico ha permanecido fundamentalmente como generador y transmisor de información. La decisión a nivel local se debe alimentar desde las propias comunidades donde se recolectan los datos y por el propio Sistema en los niveles superiores que, con tecnologías más avanzadas, deben realimentar a los niveles básicos. Este punto mereció especial atención por la importancia que han adquirido en el Continente los denominados Programas de Atención Primaria de Salud, así como por los esfuerzos dedicados al establecimiento de Programas de Desarrollo Rural Integrado.

### *3. Características Especiales de los Indicadores Utilizados*

La discusión sobre indicadores fue de carácter general, no individualizándose cada uno de ellos.

Se recalcó la necesidad de que el Sistema cuente con un número limitado de indicadores, especialmente en su fase inicial, y que éstos deben ser de gran sensibilidad y representatividad así como de construcción simple.

El indicador no tiene carácter universal —dadas las diferencias entre distintas áreas geográficas— entre sectores urbanos y rurales ni entre diferentes estratos socioeconómicos. Estas diferencias determinan que el indicador sea analizado específicamente en diferentes niveles y con distinto grado de desagregación.

El indicador a ser usado en un SVAN debe cumplir una función predictiva, yendo más allá de un simple elemento de diagnóstico. Así, pues, debe tener la capacidad para señalar cuáles son los niveles de normalidad, de alarma y de peligro. Esta función predictiva ha sido cumplida con éxito en los sistemas de vigilancia de las enfermedades transmisibles; sin embargo, por la cronicidad de los problemas nutricionales y por la inexistencia de notificación, puede presentar dificultades en un SVAN. En este sentido se recomienda realizar cálculos de incidencia con el fin de poder evaluar cambios en la tendencia.

#### *4. Dificultades Principales Encontradas*

Los problemas surgidos derivan de las dificultades en la recolección, procesamiento y análisis de la información y en los recursos humanos destinados al establecimiento del Sistema.

Referente a la recolección, se destacó que en la actualidad los países recogen una variedad de datos que deben aprovecharse, aunque se comentó que en muchos lugares esta información carece de especificidad.

El carácter multifactorial del problema alimentario-nutricional fue apuntado como otra fuente de dificultades ya que, en general, los distintos sectores involucrados tienen una cobertura de servicios diferente; ello, indudablemente, lleva a errores en la interpretación de la información.

Otro aspecto considerado fue el de la representatividad de la información que puede estar sub o sobreestimada. Se recomendó el control de calidad de los datos recolectados como un elemento de gran importancia y que debe estar incorporado al Sistema.

En lo que se refiere al análisis, la discusión giró en torno a la utilización de tecnologías avanzadas. Hubo consenso en considerar que a nivel central ha habido desaprovechamiento de los recursos existentes, y que a nivel local no ha existido traspaso de tecnología apropiada. Este es un desafío que debe ser enfrentado con creatividad, entendiéndose que este problema tiene dos componentes: la máquina propiamente dicha, y la formación de recursos humanos.

En cuanto a los recursos humanos involucrados en el SVAN, se detectó la existencia de fallas en la integración del recurso proveniente de los diferentes sectores y, en muchos de ellos, una visión limitada de los problemas del proceso de desarrollo global. Muchos de los participantes sugirieron la inclusión de esta materia en los currícula de las carreras profesionales de vinculación más directa a la problemática alimentaria-nutricional.

#### *Recomendaciones*

El Taller de Trabajo sobre Vigilancia Alimentaria-Nutricional en América Latina hizo las recomendaciones siguientes:

1. Que el Grupo Permanente de Trabajo en Sistemas de Vigilancia Nutricional de la SLAN, constituido en 1978 como resultado del IV Congreso Latinoamericano de Nutrición, celebrado en Caracas, continúe sus funciones, manteniéndose, en consecuencia,

la Sección que hoy día ocupa en la revista *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.

2. Que los sistemas de vigilancia alimentaria-nutricional se ajusten a las condiciones locales de cada país y, por lo tanto, a las políticas, planes y programas de alimentación y nutrición en ejecución, y que proporcionen la información necesaria que permita tomar medidas para solucionar aquellos problemas que los programas y proyectos no están resolviendo.

3. Que la Sociedad Latinoamericana de Nutrición realice las gestiones correspondientes ante la OPS/OMS y otros organismos internacionales de las Naciones Unidas, para que patrocinen y organicen juntamente con la Sociedad, actividades de orientación y adiestramiento sobre Sistemas de Vigilancia Alimentaria-Nutricional en América Latina.

(Información proporcionada por el Doctor Hugo Amigo Cartagena, Universidad Federal de Pernambuco, Recife, Brasil).

#### FICHERO BIBLIOGRAFICO

Beaton, G.H. Evaluation of nutrition interventions: methodologic considerations. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35(5 suppl.): 1208-1209, 1982.

Black, A.E. the logistics of dietary surveys. *Hum. Nutr. Appl. Nutr.*, 36(2): 85-94, 1982.

Block, G. A review of validations of dietary assessment methods. *Am. J. Epidemiol.*, 115(4): 492-505, 1982.

Cruz, A., R. Carrasco, E. Villavicencio & M.E. Zapata. Estudio comparativo de las tablas peso/edad y curvas relación peso/talla de Patri-Sepúlveda con las de Sempé, Stuart, OMS y Colombiana. *Rev. Cbil. Pediatr.*, 53(1): 44-52, 1982.

Chen, L.C., A.K.M.A. Chowdhury & S.L. Huffman. The use of anthropometry for nutritional surveillance in mortality control programs (Letter). *Am. J. Clin. Nutr.*, 34(11): 2596-2599, 1981.

- D'Ans, C.D. & J.M. Dricot. Metodologia antropométrica do diagnóstico nutricional. Un exemplo do nordeste brasileiro. *Rev. Saude Publica*, 16(1): 42-53, 1982.
- Exton-Smith, A.N. Epidemiological studies in the elderly: methodological considerations. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35(5 Suppl.): 1273-1279, 1982.
- Frank, R.C. Information resources for food and human nutrition. *J. Am. Diet. Assoc.*, 80(4): 344-350, 1982.
- Haas, J.D. Human adaptability approach to nutritional assessment: a Bolivian example. *Fed. Proc.*, 40(11): 2577-2582. 1982.
- Habicht, J-P., L.D. Meyers & C. Brownie. Indicators for identifying and counting the improperly nourished. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35(5 Suppl.): 1241-1254, 1982.
- Hegsted, D.M. The classic approach - the USDA nationwide food consumption survey. *Am. J. Clin. Nutr.* 35(5 Suppl.): 1302-1305, 1982.
- Hepburn, F.N. The USDA national nutrition data bank. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35(5 Suppl.): 1297-1301, 1982.
- James, W.P., S.A. Bingham & T.J. Cole. Epidemiological assessment of dietary intake. *Nutr. Cancer*, 2(4): 203-212, 1981.
- Jelliffe, D. B. & E. F. P. Jelliffe. Appropriate technology and nutritional assessment. En: *Advances in International Maternal and Child Health* (Vol. 1). D.B. Jelliffe & E.F.P. Jelliffe (Eds). Oxford University Press, Oxford, 1981, p. 202-208.
- Martorell, R. Notes on the history of nutritional anthropometry. (Review). *Fed. Proc.* 40(11): 2572-2576, 1981.
- McDowell, A., A. Engel, J.T. Massey & K. Maurer. Plan and operation of the Second National Health and Nutrition Examination Survey, 1976-1980. *Vital Health Stat. Series*, 1(15): 1-144, 1981.

- McGandy, R.B. Methodological aspects of nutritional surveys of young and middle-aged adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 35(5 Suppl.): 1269-1272, 1982.
- Migasena, P. Food and nutrition monitoring system: an integration for health and socioeconomic development. *Southeast Asia J. Trop. Med. Public Health*, 12(3): 406-409, 1981.
- Murphy, R.S. & G.A. Michael. Methodologic considerations of National Health and Nutrition Examination Survey. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35(5 Suppl.): 1255-1258, 1982.
- Nesheim, R.O. Measurement of food consumption - past, present, future. *Am. J. Clin. Nutr.* 35(5 Suppl.): 1292-1296, 1982.
- Pitkin, R.M. Assessment of nutritional status of mother, fetus and newborn. *Am. J. Clin. Nutr.* 34(4): 658-668, 1981.
- Rao, K.V., G. Radhaiah, S.V.S. Raju & M.C. Swaminathan. Relative importance of various anthropometric measurements and indices for an evaluation of nutritional status. *Indian Pediatr.* 18(4): 223-231, 1981.
- Rona, R.J., A.H. Wainwright, D.E. Altman, L.M. Irwig & C. du V. Florey. Surveillance of growth as a measurement of health in the community. En: *Measurement of Levels of Health*. W.W. Holland, J. Ipsen & J. Kostrzewski (Eds.). Copenhagen, World Health Organization, 1979, p. 397-404. (European Series No. 7).
- Schutz, H.G. Prediction of nutritional status from food consumption and consumer attitude data. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35(5 Suppl.): 1310-1318, 1982.
- Stallones, R.A. Comments on the assessment of nutritional status in epidemiological studies and surveys of population. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35(5 Suppl.): 1290-1291, 1982.
- Thomson, A.M. Problems and politics in nutritional surveillance. *Proc. Nutr. Soc.*, 37: 317-332, 1978.

**Trowbridge, F.L. & A. Sommer.** Nutritional anthropometry and mortality risk (Letter). *Am. J. Clin. Nutr.*, 34(11): 2591-2592, 1981.

**Trowbridge, F.L. & H.C. Stetler.** Results of nutritional status surveillance in El Salvador, 1975-1977. *Bull. WHO*, 60(3): 433-440, 1982.

**Zarfas, A.J., B. Browdy, W.D. Clay, I.J. Shorr, D.B. Jelliffe & E. F. P. Jelliffe (Eds.).** Focus national nutrition surveys. En: *Advances in International Maternal and Child Health*. Oxford, Oxford University Press, 1981, p. 56-86.

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

**José Aranda-Pastor**  
Coordinador

## BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA

---

### BRASIL

**Efecto da desnutrição materna e da patologia da gestação sobre o crescimento do concepto e da criança no primeiro ano de vida (Efecto de la desnutrición materna y de la patologia de la gestación sobre el crecimiento del producto de la concepción y del niño en el primer año de vida).** — Celma Martins Guimarães. Tese de doutoramento apresentada á Faculdade de Saúde Pública, USP, Goias, Brasil.

As curvas ponderais, propostas por Siqueira, para diagnóstico de desnutrição materna em gestantes normais, foram aplicadas a duas populações de gestantes que frequentaram o Serviço de Obstetrícia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás: um grupo foi constituído por gestantes que não apresentaram patologias próprias ou associadas à gestação (Grupo Normais) e o outro foi composto por gestantes que apresentaram processos patológicos (Grupo Patológicas). Foram estu-

dadas variáveis relacionadas à gestação (peso habitual, ganho de peso durante a gestação, peso ao final da gravidez, estatura da gestante, perímetro cefálico materno, idade da gestante, peso da placenta e idade gestacional) e ao recém-nascido (peso, comprimento, perímetro cefálico e perímetro torácico) para ambos os grupos de acordo com o estado nutricional da gestante (desnutridas, nutridas e obesas). Foram verificadas as medidas antropométricas de 42 crianças que constituíram o Grupo Normais e de 23 crianças que formaram o Grupo Patológicas, por ocasião do nascimento e ao completarem 1, 3, 6, 9 e 12 meses de idade, segundo o estado nutricional materno. Os resultados permitiram concluir que a desnutrição materna e patologias da gestação contribuíram para o retardo de crescimento fetal e pós-natal. Além disso, foi possível verificar que a desnutrição e a presença de patologias exerceram um efeito cumulativo sobre o retardo do crescimento fetal e pós-natal.

### VENEZUELA

**Mecanismos reguladores de la**

**absorción del hierro (artículo de revisión).** — Alberto Carmen y Suero (Instituto de Medicina Experimental, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela). *Acta Cient. Venezolana*, 32: 277-281, 1981.

El hierro de los alimentos entra a la célula intestinal por los receptores de los bordes en cepillo por un proceso activo y es transportado en el citoplasma por proteínas o aminoácidos, que pueden hacer intercambio con la apoferritina. Si las necesidades de hierro son grandes, se forma poca ferritina y el hierro pasa al polo plasmático de la célula intestinal para unirse a la transferrina. Cuando los requerimientos son menores, se forma mayor cantidad de ferritina, que luego se pierde por descamación celular. Sin embargo, nunca se consigue un bloqueo total de la mucosa intestinal para el paso del hierro al organismo. Existen mecanismos intraluminales que regulan la absorción, como la secreción gástrica y componentes de los alimentos. El estado de los depósitos de hierro interviene directamente o a través de mediadores en este control, haciendo aumentar la absorción cuando se depletan. La eritropoyesis actúa también a través de mediadores, aumentando el ingreso de hierro al organismo cuando aumenta la producción de eritrocitos. La excreción de hierro se realiza principalmente por descamación

celular, aunque se han descrito procesos activos de eliminación a través de la mucosa intestinal. 108 Ref.

**Diarrea crónica en pediatría, clasificación y manejo (artículo de revisión).** — Samuel Gallego (Hospital Universitario de Caracas, Cátedra de Pediatría Médica, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela). *Arch. Venezol. Puericultura y Pediatría*, 45: 65, 1982.

He clasificado la diarrea crónica en dos principales grupos: aquéllas que cursan con lesiones en el tracto digestivo y las otras donde no es posible encontrar lesiones intestinales, pero sí factores dietéticos, parenterales o constitucionales (colon irritable del lactante y preescolar).

Se considera la observación cuidadosa del niño, preferentemente hospitalizado, para obtener datos pertinentes a su evolución con la dieta instituida, además de las características y el patrón de las evacuaciones; se diferencian las diarreas osmóticas de las secretorias, y su importancia en el diagnóstico diferencial de las mismas.

Se mencionan procedimientos diagnósticos más o menos simples de realizar para determinar la presencia de azúcares y grasa en heces, además de medidas dietéticas ajustadas a la tolerancia del paciente.

Se plantea la necesidad de investigar los niños con clínica de

colitis mediante la rectoscopia y biopsia rectal, y por último se enfoca la diarrea intratable desde el punto de vista fisiopatológico, además de la conducta terapéutica. 4 Ref.

**Un centro de educación y recuperación nutricional.** — Jesus Vega Noguera, Servanda Velásquez, Victoria Arrieche y Violeta de León (Hospital "Dr. Luis Razetti", Facultad de Medicina, ULA, Extensión Barinas, Unidad de Nutrición del Instituto Nacional de Nutrición, Barinas y Centro de Educación y Recuperación Nutricional, Barinas, Venezuela). Arch. Venezol. Puericultura y Pediatría, 45: 21, 1982.

Los autores analizan y comentan 10 años de actividades en el Centro de Educación y Recuperación Nutricional de Barinas (mayo de 1970 a mayo de 1980). Considerado siempre como una Dependencia extramural del Departamento de Pediatría del Hospital Central "Dr. Luis Razetti", su objetivo fundamental ha sido la recuperación de niños desnutridos grado II y III, libres de otra patología, y quienes fueron seguidos posteriormente en la Consulta Externa de Pediatría, con mantenimiento ambulatorio en las Estaciones de Puericultura y Puestos de P. L. Además se ha realizado educación de las madres con charlas y prácticas relacionadas con el mejoramiento en la alimentación

de sus hijos y el aprendizaje de algunas artes manuales (floristería, repostería, corte y costura, etc.). El C.E.R.N. es patrocinado parcialmente por el Instituto Nacional de Nutrición y por el Departamento de Pediatría del Hospital General y además involucra en el problema a varias instituciones tanto públicas como privadas (Concejo Municipal, Comisionaduría General de Salud del Estado Barinas, Fundación del Niño, Comité de Damas Voluntarias de la ciudad, Demostradoras del Hogar Campesino, Trabajadores Sociales del I.A.N., M.A.C., Hospital General etc.), para ayudar a resolver en parte el problema del niño desnutrido grado II y III, los que nos ocupan una cama caliente en las Salas de Pediatría. Se abre al mismo tiempo un campo para poner en práctica la sensibilidad social de las gentes preocupadas por este problema así como lograr entrenamiento de Médicos Residentes y personal paramédico. 13 Ref.

**Un estudio prospectivo del crecimiento de 100 niños de 0 a 7 años, de la ciudad de Barquisimeto (1973-1980).**— Jorge Herrera L. (Barquisimeto, Edo. Lara, Venezuela). Arch. Venezol. Puericultura y Pediatría, 45: 13, 1982.

Se evaluó un grupo de niños y niñas de 0 a 7 años de la población de Barquisimeto, hijos de profesionales, durante los años 1973-1980,

encontrándose que su crecimiento es comparable a la población del mismo grupo etario de países desarrollados. 10 Ref.

**Análisis de algunos indicadores antropométricos en la evaluación de la desnutrición aguda en preescolares. — Gladys Henríquez de Paredes, Mercedes E. López de Blanco y Yolanda Hernández de Valera (Servicio de Pediatría, Centro Médico Guarenas IVSS, Médico especialista en crecimiento y desarrollo, Antropometría del Proyecto Venezuela, y Departamento de Pediatría, UDO, respectivamente). Arch. Venezol. Puericultura y Pediatría, 45: 8, 1982.**

Se analizan algunos indicadores nutricionales (índice de peso para la edad, percentil de peso y posición relativa de percentil de peso en

relación a percentil de talla) en un grupo de 50 niños en edad preescolar de ambos sexos, pertenecientes a estratos socioeconómicos altos.

Los resultados se interpretan comparándolos contra un patrón de referencia estándar nacional (valores del Estudio Piloto Carabobo del Proyecto Venezuela) y uno extranjero (curvas de peso y talla de Tanner-Whitehouse) con los siguientes objetivos:

- Analizar diferencias en cuanto a la sensibilidad de los indicadores.
- Analizar diferencias en el comportamiento de los indicadores según el patrón estándar de referencia empleado.

Se encontró que el peso para la edad es más sensible que el peso para la talla, y que existen variaciones en los resultados de los indicadores según el patrón estándar de referencia utilizado. 14 Ref.

## NUEVOS LIBROS

**Nutrição Basica.** José Eduardo Dutra de Oliveira, Avany Correa Santos e Eva Donelson Wilson (Coordenadores Autorizados). – São Paulo, Brasil, Editora Sarvier, 1982.

O livro acaba de ser publicado pela Editora Sarvier e tem como Coordenadores Autorais os Professores Drs. José Eduardo Dutra de Oliveira da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Avany Correa Santos da Escola de Agricultura Luiz de Queiróz de Piracicaba e Eva Donelson Wilson da Universidade de Ohio e de Piracicaba-USP. O livro tem a colaboração de mais de 20 Professores de Universidades de São Paulo e de Minas Gerais e inclui capítulos fundamentais na área de alimentação e nutrição, como proteínas, lipídeos, hidratos de carbono, minerais, vitaminas, água e fibras, além de incluir tabelas de composição de alimentos, sinonímia brasileira de alimentos e um glossário.

Os assuntos apresentados são de grande interesse para estudantes e profissionais das áreas de nutrição, medicina, agronomia, biologia, tecnologia de alimentos, etc.

Informações a respeito podem ser obtidas na Editora Sarvier, Caixa Postal 12.927-SP., FONE 571-3439 ou nas Livrarias Especializadas.

*José E. Dutra de Oliveira*  
Professor Titular de Clínica Médica  
Chefe da Disciplina de Nutrição  
Director da Faculdade de Medicina  
de Ribeirão Preto  
Universidade de São Paulo  
Brasil

**Los Insectos como Fuente de Proteínas en el Futuro.** Julieta Ramos Elorduy de Conconi. México 1982, Editorial Limusa S. A., Balderas 95, México 1, 144 p.

Este pequeño libro contiene unas listas impresionantes de insectos consumidos en México y en muchas otras partes del mundo, así como algunas tablas en las que se detalla el contenido de proteínas, grasas, vitaminas, minerales y aminoácidos de algunos de ellos. La autora aboga por la entomofagia como una posible aportación para combatir el hambre presente y futura del mundo, y propone el cultivo de insectos para fines culinarios. Esboza, además, ciertos pasos de investigación para lograr esta finalidad. La obra incluye abundante material ilustrativo de insectos de consumo popular en México.

Es probablemente la primera vez que se dedique un libro enteramente a la recopilación y descripción de los insectos comestibles, y como tal, ocupará un lugar en toda biblioteca dedicada a la nutrición. Se espera que sirva también para despertar el interés de los investigadores en este interesante campo.

*Werner G. Jaffé*  
Presidente, Comisión Coordinadora  
de Investigaciones en Alimentos  
y Nutrición (CCIAN)  
Caracas, Venezuela

**Las Enzimas en los Alimentos. Su Importancia en la Química y la Tecnología de los Alimentos.** Herman Schmidt-Hebbel e Irma Pennocciotti Monti. Santiago, Chile, Ed. Fundación Chile, 1982, 93 p.

Los autores de esta útil obra presentan un breve bósquejo general para luego describir la clasificación, obtención industrial, aspectos sanitarios y legales, aplicación en diferentes industrias y, finalmente, la metodología de análisis a seguir para varias enzimas de uso industrial. El libro está redactado de manera sencilla y didáctica y puede servir como una excelente introducción a la materia, a la vez que ofrece valiosos datos para el técnico en alimentos. El Capítulo destinado a enzimas inmovilizadas parece ser algo breve,

con solo dos páginas, dada la gran importancia industrial que está cobrando esta nueva rama de la enziomología aplicada.

*Werner G. Jaffé*  
Presidente, Comisión Coordinadora  
de Investigaciones en Alimentos  
y Nutrición (CCIAN)  
Caracas, Venezuela

**El Embarazo y la Salud en la Familia. Vol. 1.** Betty Ann Anderson, Mercedes E. Camacho y Jeann E Stark. Primera ed. en español, Julio, 1979. México D. F., México, Editorial Trillas, S. A., 1979, 383 p. (ISBN 968-24-0371-1).

Esta interesante obra fue traducida al castellano por Agustín Contin Sanz, y contó con la revisión técnica de René Bustos Castro, Maestro en Salud Pública, Escuela de Salud Pública de la Secretaría de Salubridad y Asistencia de México. Constituye el primero de dos volúmenes de un texto programado sobre el tema. Según lo establece el Prólogo, la participación de las autoras en investigaciones relacionadas con la salud de padres e hijos, puso de manifiesto que no existe ningún libro de texto comprensible y completo que aborde el contenido y los métodos de instrucción sobre este tema. Con este volumen y el que le sigue, se intenta llenar ese vacío; para ello se utiliza un método de enseñanza actualizado que permite a los estudiantes comprender mejor los problemas que afectan a las familias durante el ciclo reproductor. Además, en ambos libros se desarrollan nuevos métodos para el cuidado de la familia durante esta experiencia crucial en la vida, utilizando la salud de la familia, el stress y los roles como temas principales a lo largo de la obra.

Brevemente, en el primer volumen se define la salud y se establece este concepto como base de todos los actos durante el ciclo reproductor; en el segundo, se exploran las interrupciones del estado de salud. El nivel de la obra es accesible para todos los estudiantes de enfermería.

Mediante la utilización de un texto programado, las autoras se esfuerzan por hacer que los alumnos se dediquen activamente a descubrir un nuevo tema disciplinario. La singularidad del sistema de las autoras reside en el empleo de dos métodos de programación —lineal y de dispersión (con ramifica-

ciones)— con el fin de reforzar el aprendizaje a lo largo de todo el texto y permitir a los alumnos aprender a su propio paso. El método lineal incrementa la adquisición de teorías e informaciones específicas. El método ramificado o de dispersión permite aplicar a situaciones reales las teorías aprendidas.

El caudal completo de conocimientos sobre la familia durante el proceso reproductor se delinea por medio de objetivos específicos que guían el aprendizaje de los alumnos. Las pruebas que se presentan después de los capítulos y de las unidades permiten a los alumnos reconocer sus dificultades a medida que las encuentran; a continuación el programa los impulsa a la revisión de materiales específicos.

El texto también ayuda a los estudiantes a desarrollar una filosofía personal con actitudes positivas relacionadas con su pertenencia a la familia.

Suscintamente, la primera Unidad corresponde a la definición de la salud en la familia; la segunda, a la anatomía de los órganos reproductores de la madre, crecimiento y desarrollo del feto; la tercera, a la experiencia del embarazo; la cuarta, al período intra-partum, y la quinta, a la familia en el período post-partum.

Incluye ilustraciones y se complementa con un índice analítico.

## OTRAS PUBLICACIONES

**Madres y Niños. Boletín sobre Alimentación Infantil y Nutrición Materna, Vol. 2, No. 3, septiembre de 1982 (ISSN 0275-8970)**

Bajo este sugestivo título, el Boletín en cuestión es publicado tres veces al año en inglés, francés y español por el Centro de Documentación de Alimentación Infantil y Nutrición Materna, un proyecto de los Programas Internacionales de Salud de la Asociación Americana de Salud Pública (APHA), con sede en Washington, D. C. Su distribución es gratuita.

El número que hemos tenido a la vista, animado de bonitas ilustraciones, incluye cuatro Secciones principales: en la titulada *Programas*, se aborda el tema "La educación sobre nutrición, lecciones aprendidas", por Richard K. Manoff, y se incluye una lista anotada de *Materiales de Educación sobre Nutrición*. La Sección *Alimentación Infantil* enfoca el tópico "Guía sobre alimentos de destete y rotafolio sobre la lactancia materna: Nuevos materiales del Caribe", obtenible del Caribbean Food and Nutrition Institute, P. O. Box 140, Kingston 7, Jamaica.

Bajo el rubro *P & R*, el tema central es "La leche materna y el bebé prematuro" por R. K. Chandra. Además, en la de *Recursos* se incluyen nuevas publicaciones sobre atención diurna, malnutrición y lactancia, las que se tratan como reseñas técnicas. Se comentan, asimismo, nuevas publicaciones del Centro de Documentación sobre Alimentación Infantil y Nutrición Materna, indicándose su fuente de origen. Por último se incluye una enumeración de futuras conferencias y otros datos de interés.



# NOTAS

## **SIMPOSIO IBRO/UNESCO SOBRE FUNCIONES CEREBRALES SUPERIORES MALNUTRICION**

**Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), de la  
Universidad de Chile, del 25 al 29 de abril de 1983**

El Simposio a que nos referimos reunirá a expertos de otras regiones del mundo y científicos de América Latina, para discutir avances recientes en las investigaciones sobre el cerebro y la contribución de estos avances a un mejor conocimiento de los efectos de la desnutrición sobre las funciones cerebrales superiores. Planteada en estos términos, los debates constituirán un aporte substancial a la mejor comprensión de la evolución y evaluación de los procesos de desarrollo cerebral y de las alteraciones inducidas por la desnutrición, especialmente en el contexto de las comunidades latinoamericanas.

**El temario del Simposio cubrirá:**

**Las funciones mentales superiores**

**Bases moleculares y celulares de las funciones cerebrales superiores**

**Efectos de la desnutrición sobre el desarrollo del sistema nervioso**

**Actividad bioeléctrica del sistema nervioso central. Efecto de la nutrición**

**Nutrición y función del sistema nervioso. Enfoque experimental**

**Nutrición y función del sistema nervioso. Enfoque clínico.**

El desarrollo de este interesante evento incluirá Conferencias, Comunicaciones Libres, y Seminarios Prácticos. Las Comunicaciones Libres podrán hacerse en forma de Sesiones de Páneos o de presentaciones de 10 minutos de exposición, seguidos de 5 minutos de discusión.

El Comité Organizador tiene especial interés en Comunicaciones Libres de científicos de países latinoamericanos. El autor principal de las que

sean seleccionadas dispondrá de estadía gratuita en Santiago durante seis días a partir del 24 de abril.

La correspondencia relacionada con el Simposio debe dirigirse a:

**Dra. Marta Colombo**  
Secretaria Comité Ejecutivo  
Simposio IBRO/UNESCO  
INTA, Casilla 15138  
Santiago 11, Chile

**74th ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN OIL  
CHEMISTS' SOCIETY**  
Chicago Marriott Hotel, Chicago, Illinois, May 8-12, 1983

El programa técnico de esta Reunión Anual de la AOCS contempla un total de más de 300 presentaciones. Consistirá de 49 sesiones de medio día a modo de cubrir virtualmente todos los aspectos de grasas y aceites, y sus productos. La presentación de una exhibición permitirá que un total previsto de 1,300 personas inscritas puedan familiarizarse con los equipos y servicios más recientes que ofrece la industria. Además habrán giras que incluirá el Chicago Board of Trade, una panadería comercial y una planta manufacturera de grasas para fritura, todo lo cual se incluye entre una serie de eventos sociales de diversa índole programados durante la semana.

El procesamiento de semillas oleaginosas, grasas y aceites formará parte prominente del programa. Habrá, además, varios simposios y sesiones sobre aspectos de bioquímica, para considerar la función de los lípidos en tejidos vivos. Los temas de otras sesiones incluyen jabones y detergentes, proteínas de semillas oleaginosas para consumo humano, técnicas analíticas y usos de grasas y aceites no comestibles.

Otro de los simposios versará sobre el aceite de Jojoba, arbusto desértico nativo al suroeste de Estados Unidos, que parece ser ofrece múltiples posibilidades de uso futuro.

El Presidente General de la Reunión es el Dr. Arnold M. Gavin de la EMI Corporation, Des Plaines, Illinois, y el Presidente del Comité Técnico,

**el Dr. Timothy L. Mounts (U. S. Department of Agriculture's Northern Regional Research Center, en Peoria, Illinois).**

Los interesados pueden obtener mayor información al respecto y los formularios de registro correspondientes, del Coordinador de las Reuniones, dirigiendo su solicitud como sigue:

**Meetings Coordinator, American Oil Chemists' Society,  
508 South Sixth Street, Champaign, Illinois 61820, USA**



## /CONTENIDO/

/ Cartas al Editor /	261
/ Editorial /	
<i>Marcel Roche:</i> LA CIENCIA VENEZOLANA VISTA DESDE ADENTRO	263
/ Artículos /	
<i>John Ziman (inglés):</i> LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DEL CIENTIFICO	265.
<i>Yolanda Texera Arnal (español):</i> PUBLICACION CIENTIFICA: ANALISIS DEL CASO DE LA AGRICULTURA VEGETAL EN VENEZUELA	273
<i>Marcel Roche y Yajaira Freitas (español):</i> PRODUCCION Y FLUJO DE INFORMACION CIENTIFICA EN UN PAIS PERIFERICO AMERICANO (VENEZUELA)	279
/ Personalidades de América /	
<i>Marcel Roche (inglés):</i> JACINTO CONVIT Y LA VACUNA CONTRA LA LEPROA	291
/ Instituciones de América /	
<i>Ramón A. Jaspe G. (español):</i> EL INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (IVIC)	295
/ Ciencia y Tecnología Hoy /	
<i>Ibelis Velasco (español):</i> ALGUNOS HECHOS Y MUCHAS IMPRESIONES SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGIA EN VENEZUELA (I parte)	301
/ Intermedias /	309
/ Publicaciones /	
CIENCIA, UNIVERSIDADE E IDEOLOGIA - <i>Crítica de Joseph Hodara (español):</i>	313
APPROPRIATE TECHNOLOGY SOURCEBOOK (Vol. II) - <i>Crítica de Allen Jedlicka (inglés):</i>	314
/ Resumen de los Artículos /	315

### PORTADA

Fernando Botero, (Colombia, 1932). *Mujer poniéndose el sostén*, 1976. Óleo sobre tela, 246,9 x 195 cm. Colección Museo de Bellas Artes de Caracas, Venezuela.

*Mujer poniéndose el sostén*, 1976, es la obra del artista colombiano Fernando Botero, pertenece a la serie: *Los amantes*. Con esta nueva adquisición el Museo de Bellas Artes de Caracas logra enriquecer su patrimonio artístico y, especialmente, su colección de Arte Latinoamericano.

La obra de Botero siempre parte ineludiblemente de la realidad, pero no de una realidad particularizable en personajes concretos, sino más bien, referida a personajes-tipo. Así, tenemos las series de los *obispos*, de las *mujeres*, de las *familias terratenientes*, de las *prostitutas*,

etc.; personajes repetidos hasta el cansancio, una y otra vez, como invocación de un tiempo mítico inmóvil o circular que se opone al discurso de la historia. La realidad queda igualmente violada por la captación particular del artista. La implantación de las figuras en el plano pictórico se da en términos de agrandamiento, de obesidad incluso: las proporciones se trastocan. En *Mujer poniéndose el sostén*, la figura central inunda prácticamente el espacio. A través de una humanidad exuberante Botero exalta el rol femenino de un tema muchas veces representado.

Comentario: Eliseo Sierra (MBA). Reproducida por cortesía del Museo de Bellas Artes de Caracas/Fotografía: MBA/Separación de colores: Fotografiado Vene.



**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)**  
**Envases Internacional, S. A. (Caracas, Venezuela)**  
**Alimentos Kellogg S. A. (Caracas, Venezuela)**  
**INDULAC, Industria Láctea Venezolana C. A. (Caracas, Ven-**  
**ezuela)**  
**Fundación Polar (Caracas, Venezuela)**  
**INDUALICA, Industrias Alimenticias Alianza, C. A. (Caracas,**  
**Venezuela)**  
**FERMEX, Fermentaciones Mexicanas, S. A. de C. V. (México,**  
**D. F., México)**  
**Complementos Alimenticios S. A. (Edo. de México, México)**  
**F. Hoffmann – La Roche & Co. (Basilea, Suiza) PRODUCTOS**  
**ROCHE)**





**FERMENTACIONES MEXICANAS, S. A. de C.V.**

**Homero 418**

**Tel. 250-68-77**

**México 5, D. F.**

**Telex: FERME-001771501  
México**

**NO PIENSE EN PROTEINAS . . . . .  
PIENSE EN AMINOACIDOS**

**PRIMER FABRICANTE DE AMINOACIDOS EN  
LATINOAMERICA PARA ALIMENTACION  
ANIMAL**

**L-Lisina**

**DL-Metionina**



**COMPLEMENTOS ALIMENTICIOS S. A.**  
**Calzada de la Naranja No. 157**  
**Naucalpan, Edo. de México**  
**México**

**Tel. 5768199, 3581802**

**PRODUCTOS:**

- EXTRACTO DE MALTA (POLVO Y JARABE)**
- TOMATE EN POLVO**
- MALTODEXTRINAS EN POLVO**
- GLUCOSA ANHIDRA**



## 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 3 de junio de 1983**



## **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 Ciencias Agrarias e Veterinarias**  
**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**

**Dr. Héctor Araya**

**Dra. Julia Araya**

**Dr. Antonio Bacigalupo**

**Dr. José Belizán**

**Dr. Héctor Bourges**

**Dr. J. Edgar Braham**

**Dr. Ricardo Bressani**

**Dr. Adolfo Chávez**

**Dr. José Félix Chávez**

**Dra. Rebeca Carlota De Angelis**

**Dr. Hernán Delgado**

**Dr. J. E. Dutra de Oliveira**

**Dr. Luiz G. Elías**

**Dr. Werner G. Jaffé**

**Dr. Miguel A. Guzmán**

**Dr. Franco M. Lajolo**

**Dr. Alfredo Lam-Sánchez**

**Dr. Reynaldo Martorell**

**Dr. Leonardo Mata**

**Dr. Luis A. Mejía**

**Dra. Nelly Pak**

**Dr. Oscar Pineda**

**Dra. María E. Sambucetti**

**Dr. Juan Claudio Sanahuja**

**Dr. Nelson de Souza**

**Dr. Víctor Valverde**

**Dr. Emilio Vargas**

**Dr. Enrique Yáñez**

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

VOL. XXXIII

MARZO, 1983

No. 1

## CONTENIDO

	Pág.
EDITORIAL .....	5
ARTICULOS GENERALES	
Los cultivos olvidados, de importancia agroindustrial: el amaranto y la quinua. — A. Sánchez Marroquín .....	11
Nutritional significance of interactions between iron and food components. — Abraham Stekel, Mirna Amar, Elvira Calvo, Patricia Chadud, Eva Hertrampf, Sandra Llaguno, Manuel Olivares and Fernando Pizarro. ....	33
TRABAJOS DE INVESTIGACION	
CIENCIAS DE ALIMENTOS	
Estudo comparativo em vitamina C de cultivares de repolho ( <i>Brassica oleraceae</i> L., var. <i>capitata</i> 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 <i>Prostephanus truncatus</i> , <i>Horn</i> , <i>Sitophilus zeamais</i> , <i>Mots</i> , o <i>Sitotroga cerealella</i> , Oliver, en la concentración de aminoácidos en la proteína del maíz. — Héctor Bourges y Esbaide Adem. ....	83
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 Artor 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
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 dos 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 Southern 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
Deficiências de microelementos essenciais em dietas hispanoamericanas. — Johann Firbas B. y Margarita Dominguez. ....	189
GRUPO PERMANENTE DE TRABAJO DE LA SLAN EN SISTEMAS DE VIGILANCIA ALIMENTARIA NUTRICIONAL .....	201
BIBLIOGRAFIA LATINOAMERICANA. ....	209
NUEVOS LIBROS. ....	213
OTRAS PUBLICACIONES .....	217
NOTAS. ....	223
CONTENIDO DE LA REVISTA INTERCIENCIA, Volumen 7, No. 5, 1982. ....	229
INFORMACION PARA LOS AUTORES. ....	231