

Volumen 43. N° 2. Junio 1.993

# ALAN

ARCHIVOS

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

LATINOAMERICANOS

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

DE NUTRICION



*Archivos Latinoamericanos de Nutrición* (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías:


1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*).

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

**Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición**

Apartado 62.778. Chacao.  
Avenida Francisco de Miranda  
Caracas 1060. Venezuela, S.A.  
Fax (58-2) 284.85.43

**ENTIDADES PATROCINANTES**

- **Fundación CAVENDES**  
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**  
Guatemala, Guatemala C.A.
- **KELLOGG'S América Latina**
- **Protein Technologies International**  
Caracas, Venezuela
- **CONICIT. Venezuela**
-  **PRODUCTOS ROCHE. América Latina**
- **Fundación POLAR**

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la  
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

---

VOL 43

JUNIO 1993

Nº2

---

## Contenido

	Páginas
<b>EDITORIAL</b> .....	93
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
<b>Consideraciones sobre crecimiento, somatomedina y nutrición.</b> Julio Tirapegui - Sandra Eri Fukushima y Gustavo Grimaldi .....	94
<b>Procesamiento artesanal de productos agrícolas: métodos de evaluación de factibilidad.</b> Gregory J. Scott y José E. Herrera .....	105
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Nutrición Humana</b>	
<b>Equilibre des oligoelements chez l'enfant phenylcetonurique traite. Consequences de la carence en selenium sur la peroxidation lipidique.</b> Berenice Cunha Wilke, Michel Vidailhet, Marie Jeanne Richard, Veronique Ducros, Josianne Arnaud et Allain Favier .....	119
<b>Bioquímica Nutricional</b>	
<b>Exclusión del ácido alfa-linolénico de la dieta de la rata durante varias generaciones</b> <b>I Efecto en la reproducción y crecimiento postnatal.</b> Julia Araya A. y Ana Cagalj K. ....	123

<b>Crecimiento y dimorfismo sexual de escolares según la ocupación paterna.</b> Andrés Guillermo Bolzan, Luis Manuel Guimarey y Hector Mario Pucciarelli .....	132
<b>Vigilancia Nutricional</b>	
<b>Crecimiento en escolares de Villa IAPI (Quilmes, Buenos Aires, Argentina).</b> Luis M. Guimarey Francisco R. Carnes, Luisa V. Pinotti, Héctor M. Pucciarelli y Alicia S. Goicoechea .....	139
<b>Desnutrición grave precoz y desarrollo psicomotor. Efectos de un programa de rehabilitación.</b> Marta Colombo, Isabel López y Isidora De Andraca .....	146
<b>Evaluación calórica nutricional del menú servido a la comunidad Universitaria de la Universidad Nacional de San Luis, República Argentina.</b> Ascar José M., Molíns de Pedernera M., Moyano de Pringles G. Guardia Calderón C., Rodríguez de Farabelli N. y Luconi de Romero M. y Piola H. ....	151
<b>Ciencias de Alimentos</b>	
<b>Effect of succinylation of oil palm protein concentrates on its functional properties</b> Emperatriz Pacheco de Delahaye .....	157
<b>Formulación y evaluación de una bebida a base de leche completa y harina de arroz precocida</b> Belkis Guaipo, Mariela Calderón y María T. Laprea. ....	161
<b>Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos.</b> Ritva Repo Carrasco y Nina Li Hoyos .....	168
<b>Maíz peruano de alta calidad proteica: Digestibilidad y utilización en niños malnutridos.</b> Enrique Morales y George G. Graham. ....	176
<b>NOTAS</b> .....	184
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES</b> .....	186

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the  
Latin American Society of Nutrition

---

VOL 43

JUNE 1993

Nº2

---

## Contents

	Pages
EDITORIAL .....	93
GENERAL ARTICLES	
Growth, somatomedin and nutrition: a review. Julio Tirapegui, Sandra Eri Fukushima and Gustavo Grimaldi .....	94
Simple processing of farm produces; methods for feasibility evaluation. Gregory J. Scott and José E. Herrera .....	105
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Mineral balance in treated phenylketonuric children. Effects of selenium deficiency on lipid peroxidation. Berenice Cunha Wilke, Michel Vidailhet, Marie Jeanne Richard, Veronique Ducros, Josianne Arnaud and Allain Favier .....	119
Biochemical Nutrition	
Exclusion of alpha-linolenic acid from rat diet. I. Effect on reproduction and post natal growth. Julia Araya A. - Ana Cagalj K. ....	123

<b>Growth and sexual dimorphism in school-children according to their father's occupational status.</b> Andrés Guillermo Bolzan, Luis Manuel Guimarey and Hector Mario Pucciarelli .....	132
<b>Nutritional Surveillance</b>	
<b>Growth in schoolchildren of Villa IAPI (Quilmes, Buenos Aires Argentina).</b> Luis M. Guimarey Francisco R. Carnese, Luisa V. Pinotti, Héctor M. Pucciarelli and Alicia S. Goicoechea .....	139
<b>Early and severe malnutrition and psychomotor development. Effects of an integral rehabilitation program.</b> Marta Colombo, Isabel López and Isidora De Andraca .....	146
<b>Caloric nutritious evaluation of the menus served to the university community at the Universidad Nacional de San Luis, República Argentina.</b> Ascar José M., Molíns de Pedernera M., Moyano de Pringles G., Guardia Calderón C, Rodríguez de Farabelli N, Luconi de Romero M. and Piola H. ....	151
<b>Food Science</b>	
<b>Effect of succinylation of oil palm protein concentrates on its functional properties</b> Emperatriz Pacheco de Delahaye .....	157
<b>Evaluation and formulation of a blended beverage from whole milk and precooked rice flour.</b> Belkis Guaipo, Mariela Calderón and María T. Laprea. ....	161
<b>Child nutrition based on Andean crops.</b> Riva Repo Carrasco and Nina Li Hoyos .....	168
<b>Peruvian corn of high protein quality. Digestibility and utilization in malnourished children.</b> Enrique Morales and George G. Graham. ....	176
<b>NOTES</b> .....	184
<b>INSTRUCTIONS TO AUTHORS</b> .....	186

## Editorial

### Importancia de "ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION", ALAN, en la investigación regional

En América Latina existe una importante labor de investigación en las áreas de Nutrición y Tecnología de Alimentos, la cual difiere de la que se realiza en los países industrializados. Nuestra investigación se orienta más a la solución de problemas concretos con énfasis en las áreas relacionadas con la desnutrición, ya sea desde el punto de vista del diagnóstico y recuperación de los afectados o en la identificación o aprovechamiento de nutrientes y alimentos. En América Latina la investigación nutricional se desarrolla casi exclusivamente en universidades e institutos especializados financiados por los gobiernos, en la mayoría de los casos mediante proyectos específicos. Estos centros de investigación habitualmente no cuentan con la infraestructura apropiada y los investigadores ocupan una parte importante de su tiempo en labores improductivas como el mantenimiento de laboratorios y aparatos y la compra de materiales, equipos y reactivos casi en su totalidad importados.

Estas condiciones de la investigación en Latinoamérica hacen que los resultados tengan escasa acogida en el ámbito internacional lo cual resulta evidente por la poca frecuencia con que las revistas más importantes del área de la nutrición, publican trabajos realizados íntegramente en laboratorios Latinoamericanos. Como resultado, la investigación solo es divulgada casi exclusivamente en Congresos o en revistas de poca difusión, que a veces ni siquiera reciben las bibliotecas de nuestras universidades e instituciones. Ello es causa de frustración para los investigadores, que limita incluso su acceso a fondos de investigación ya que su productividad se mide en base a la frecuencia con que publican en revistas periódicas.

Toda esta problemática tan familiar en nuestra América, pone de relieve la importancia que tiene ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION en la estabilidad, desarrollo y futuro de una investigación nutricional comprometida con los problemas regionales. Para mantener esta realidad, se requiere no sólo de un grupo editorial imaginativo, eficiente y comprensivo, sino también de un apoyo permanente de los investigadores, ya que somos nosotros los primeros interesados en que nuestra revista sea de la mejor calidad posible.

La dinámica de ALAN exige arbitrajes rápidos y objetivos, respuestas de los autores y corrección de los manuscritos producidos en plazos perentorios así como decisiones ágiles del comité editorial, de forma tal que todo el proceso de publicación o rechazo pueda ocurrir en un tiempo razonable y su difusión sea puntual y oportuna. Si esto ocurre, ya no habrá dudas al escoger la revista donde enviar nuestros artículos o en mantener las suscripciones que la alimentan. Así debe funcionar ALAN y es a nosotros los investigadores del área a quienes nos corresponde hacer de esto una realidad.

Patricio Hevia Opazo, Ph. D.  
Profesor de Nutrición  
Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

## Consideraciones sobre crecimiento, somatomedina y nutrición

*Julio Tirapegui\**, *Sandra Eri Fukushima\*\**, *Gustavo Grimaldi\*\**

**RESUMEN.** La acción de la hormona de crecimiento en promover el crecimiento del esqueleto parece ser regulada por las somatomedinas, las cuales actúan promoviendo el crecimiento del cartílago. Las somatomedinas poseen también acciones similares a las presentadas por la insulina en tejidos extraesqueléticos y actividad mitogénica. Concentraciones plasmáticas de somatomedinas fueron encontradas ser dependiente de las concentraciones plasmáticas de hormonas y del estado nutricional y sus niveles se encuentran reducidos en la desnutrición. Las acciones de las somatomedinas parecen ser reguladas en los tejidos por los inhibidores de la somatomedina, factores que pueden actuar limitando el crecimiento en condiciones de deficiencia hormonal o nutricional. La concentración plasmática de la somatomedina acompaña las variaciones agudas del balance nitrogenado y la energía y proteína de la dieta son factores importantes en la síntesis y actividad de la somatomedina C en las células del cartílago. Los valores plasmáticos de la somatomedina C representan un parámetro sensible en la detección de la deficiencia proteico-calórica y en la recuperación nutricional de humanos y animales de laboratorio.

**SUMMARY. Growth, somatomedin and nutrition: a review.** The skeletal growth-promoting action of growth hormone appear to be mediated by circulating somatomedins or insulin-like growth factor(s) (IGF), which act directly to promote the proliferation of growing cartilage. The actions of IGF(s) include also insulin-like activity in extraskelatal tissues and mitogenic activity. Serum concentrations of IGF(s) were found to be dependent on hormonal levels and nutritional status and are reduced by malnutrition or dietary restrictions. The actions of somatomedins may be modulated at the tissue level by somatomedins inhibitor, factor that may act to limit growth in conditions of hormonal and/or nutrition deficiency. Plasma concentration of somatomedins are a good marker of acute directional change in nitrogen balance and dietary energy and protein appears to be particularly important for both generation of somatomedins, and their action on growing cartilage. Measurement of somatomedin concentration shows promise as a means for monitoring the response of malnourished children and rats to nutrition repletion.

### INTRODUCCION

El crecimiento de los mamíferos requiere que la utilización de los nutrientes sea dirigido para los depósitos de reserva, multiplicación celular y crecimiento esquelético. Esos procesos necesitan de combustibles metabólicos como sustrato junto con la presencia de factores reguladores sistémicos y locales, los cuales canalizarán la utilización de los nutrientes para el crecimiento (1, 2, 3).

La inhibición del crecimiento corporal como consecuencia de un reducido crecimiento óseo es observado en niños de países en desarrollo. Este fenómeno es frecuentemente acompañado por alteraciones de la relación peso/talla y peso/edad (4, 5). La desnutrición calórica-proteica y las enfermedades infecciosas son los dos factores ambientales más importantes que perjudican el crecimiento corporal. Las

repercusiones de las carencias nutricionales dependen del momento del desarrollo en que éstas ocurren, debido a que las necesidades del individuo y animales de laboratorio varían de acuerdo con la edad (6, 7, 8). Además, la duración e intensidad de la restricción energética son factores que determinarán si las alteraciones serán o no permanentes.

Junto con los factores nutricionales, el crecimiento normal depende también, de la regulación coordinada de factores hormonales (9, 10, 11, 12). Evidencias acumuladas en los últimos años sugieren que muchas de las influencias hormonales que afectan el crecimiento son reguladas por la familia de la somatomedina (13, 14, 15, 16, 17).

Esta revisión tiene como objetivo evaluar el papel de la somatomedina C y del estado nutricional en la regulación del crecimiento óseo y muscular y consecuentemente el crecimiento corporal.

\* Profesor Doctor. Facultad de Ciencias Farmacéuticas. Universidad de São Paulo. Brasil

\*\* Estudiantes de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas de la Universidad de São Paulo. Brasil.

### Conceptos históricos

El mecanismo de acción de las hormonas relacionadas con el crecimiento es bastante complejo. Una de las principales áreas de controversia era si la hormona de crecimiento actuaba directamente en las células o por el contrario de manera indirecta estimulando la producción de un factor de crecimiento (9, 10, 14).

En 1957, Salmón y Daughaday (13) examinaron el mecanismo de acción de la hormona de crecimiento. Esos autores estudiaron la acción de esta hormona sobre el cartílago de ratas, ya que el crecimiento del esqueleto implica la proliferación celular de este tejido. Observaron también en estudios realizados en ratas hipofisectomizadas que la administración de hormona de crecimiento causaba un rápido aumento en la capacidad de captación de sulfato radiactivo por el cartílago "in vivo".

Inicialmente, la incorporación de sulfato radiactivo en el cartílago fué usado como índice para medir el crecimiento de ese tejido. No obstante se demostró que este efecto no ocurría cuando las células del cartílago de ratas hipofisectomizadas fueron incubadas "in vitro" en conjunto con hormona de crecimiento. En estos experimentos, la incorporación de sulfato radiactivo ocurrió solamente cuando fué adicionado al cultivo de células del cartílago, suero de ratas normales o hipofisectomizadas que habían sido tratadas previamente con la hormona de crecimiento. Estos autores sugirieron que la hormona de crecimiento estimularía el crecimiento esquelético a través de un factor de sulfatación.

En una serie de estudios, otros autores (18, 19) confirmaron la presencia del factor de sulfatación en el suero humano y su dependencia de la hormona de crecimiento. Se encontró que este factor era estable y conservaba la actividad después de ebullición. Como no era permeable a membranas de diálisis se postuló que era de gran tamaño. Este factor actuaría en el cartílago estimulando la proliferación celular, síntesis de proteína y de proteoglicano, síntesis de DNA y RNA (20). Además fueron comprobados acciones anabólicas en varios otros tejidos (15).

Con base a estos estudios se reconoció que la denominación "*factor de sulfatación*" era muy restricta, ya que se comprobó que este factor no actuaba solamente en el tejido oseó, sino en múltiples tejidos.

### Tipos de somatomedinas

El factor de sulfatación, en 1979 fué denominado somatomedina (21), siendo descrito actualmente dos tipos de somatomedinas que están relacionadas con el crecimiento somático: la somatomedina C o IGF-1 (*insulin-like growth factor 1*), que estimula principalmente la captación de sulfato

por el cartílago y la somatomedina A o IGF-2, que regularía el crecimiento durante la gestación (15, 16, 17, 22, 23).

Estructuralmente, las somatomedinas C y A poseen una cadena polipeptídica con pesos moleculares de 7,6 y 7,7 daltons respectivamente. También presentan estructura semejante a la pro-insulina (22, 23, 24), que equivale a 43% para somatomedina C y 41% para somatomedina A. La secuencia de aminoácidos entre somatomedina C y A es 62%.

Esta estructura primaria semejante entre somatomedinas e insulina permite la interacción entre sus receptores en las células de los tejidos. La insulina puede unirse a los receptores de somatomedina en una proporción de 1% y las somatomedinas A y C pueden unirse a los receptores de insulina en una proporción de 2%. A pesar de esta interacción entre receptores, la somatomedina C no estimula tan eficientemente como la insulina algunas funciones metabólicas (22, 23).

No hay duda que el hígado produce y secreta somatomedinas en respuesta a la hormona de crecimiento. Sin embargo, la somatomedina interviene por un mecanismo de "feedback" en la liberación de la hormona de crecimiento (9, 10).

La liberación de la hormona de crecimiento es determinada por un equilibrio dinámico de péptidos hipotalámicos con estímulos inhibitorios y estimulatorios que son la somatostatina y la hormona de liberación de la hormona de crecimiento respectivamente (*GHRH - Growth hormone - releasing hormone*). La somatomedina desempeña un importante papel en el mecanismo de regulación de este proceso. En concentraciones altas la somatomedina C suprime la secreción de la hormona de crecimiento en dos niveles: en el hipotálamo estimula la liberación de la somatostatina que inhibe la secreción de la hormona de crecimiento y en la hipófisis inhibe la síntesis de la hormona de crecimiento en respuesta a la hormona de liberación de la hormona de crecimiento (GHRH) (Figura 1).

Se ha demostrado, que en la rata, la somatomedina C disminuye después de hepatectomía parcial (25), retornando a niveles normales después de la regeneración hepática. Estos hechos, así como trabajos de varios autores (15, 23, 26) sugieren que la somatomedina C se sintetiza en el hígado. D'Ercole et al (27) determinaron la somatomedina C de varios tejidos, después de la administración de hormona de crecimiento en ratas hipofisectomizadas. La somatomedina C fué determinada en riñón, hígado, pulmón, corazón y testículo lo que refuerza el concepto de que la hormona puede actuar a través de un mecanismo parácrino o autócrino, siendo producidos en múltiples sitios y actuando próximo a estos.

## CONSIDERACIONES SOBRE CRECIMIENTO, SOMATOMEDINA Y NUTRICION

TABLA 1  
EFECTOS DE LA SOMATOMEDINA C EN DIFERENTES TEJIDOS

Tejido	Efectos
Cartílago	Aumento de la captación de sulfato Aumento de la síntesis de DNA y RNA Aumento de la síntesis proteica Aumento de la síntesis de colágeno
Músculo	Aumento de la síntesis proteica Aumento de la captación y transporte de aminoácidos Aumento de la captación de glucosa
Adiposo	Aumento de la síntesis de DNA Aumento de la oxidación de glucosa Aumento de la lipogénesis Aumento de la síntesis de lípidos
Cultivo de células	Aumento de la replicación

Trabajos de varios autores sugieren que las somatomedinas de origen hepático y liberadas en la circulación son responsables por las acciones endocrinas de estas hormonas. La síntesis y liberación de somatmedina C por otros tejidos extrahepáticos están relacionadas con los efectos parácrinos y autócrinos de la somatomedina C (23, 28, 29).

La somatomedina C parece ser la principal somatome-dina en humanos y ratas en crecimiento. Su vida media pueda ser medida en horas y se encuentran en la sangre formando complejos con proteínas transportadoras o IGF-binding proteins (IGF-BP) (15, 31).

Existen 2 transportadores de somatomedina C en suero de humanos, una con peso molecular de 150 KDa, dependiente de hormona de crecimiento que predomina en suero de adulto y la otra con peso molecular de 30-40 KDa, no es dependiente de hormona de crecimiento y predomina en plasma de feto (23, 28). El transportador de mayor peso molecular fué denominado IGF-BP-3 y su concentración plasmática varía con la edad, gestación, estado nutricional y somatomedina C (31). El de menor peso molecular fué denominado IGF-BP-1, presentando mayores concentraciones plasmáticas durante el día y bajas concentraciones en la noche. Otros autores encontrarán que la concentración plasmática de IGF-BP-1 es inversamente proporcional a la concentración de hormona de crecimiento, presentando valores alto en la deficiencia de hormona de crecimiento y bajo en acromegalia (32, 33).

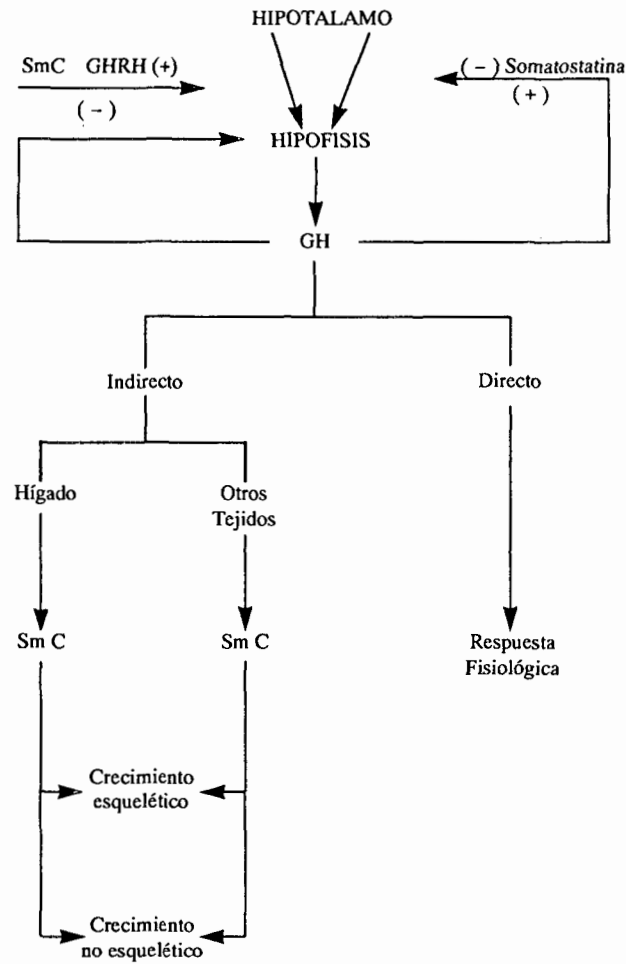
La función fisiológica de los BPs aún no está completamente clara. Una de las funciones que les han sido atribuida es proteger a las somatomedinas de la degradación y prolongar su vida media, restringiendo el acceso a los sitios de degradación (33).

Otras funciones han sido atribuidas a los BPs, la mayoría de éstas son especulativas y esperan confirmación. Dentro de estas funciones podemos señalar que IGFBP-3, que transporta el 90% de la somatomedina C plasmática, sería el mayor reservorio de somatomedina C y su liberación de este complejo, es rápidamente disponible en situaciones de reparación de tejidos. De esta forma la somatomedina C libre estimula el crecimiento del tejido y consecuentemente repara el daño tisular. Los BPs también tendrían una función de regular la acción de la somatomedina C, liberando la somatomedina de receptores de las células vecinas. Esta acción a nivel de receptor puede ser de estimular o inhibir la acción de la somatomedina C (34, 35, 36, 37) a nivel celular. El significado real de estas funciones no está claro, sin embargo, establecen la posibilidad de que las BP regulen la acción parácrina o autócrina de la somatomedina en tejidos extrahepáticos, debido a su capacidad de unirse a los receptores celulares.

#### *Acción de la somatomedina en los tejidos*

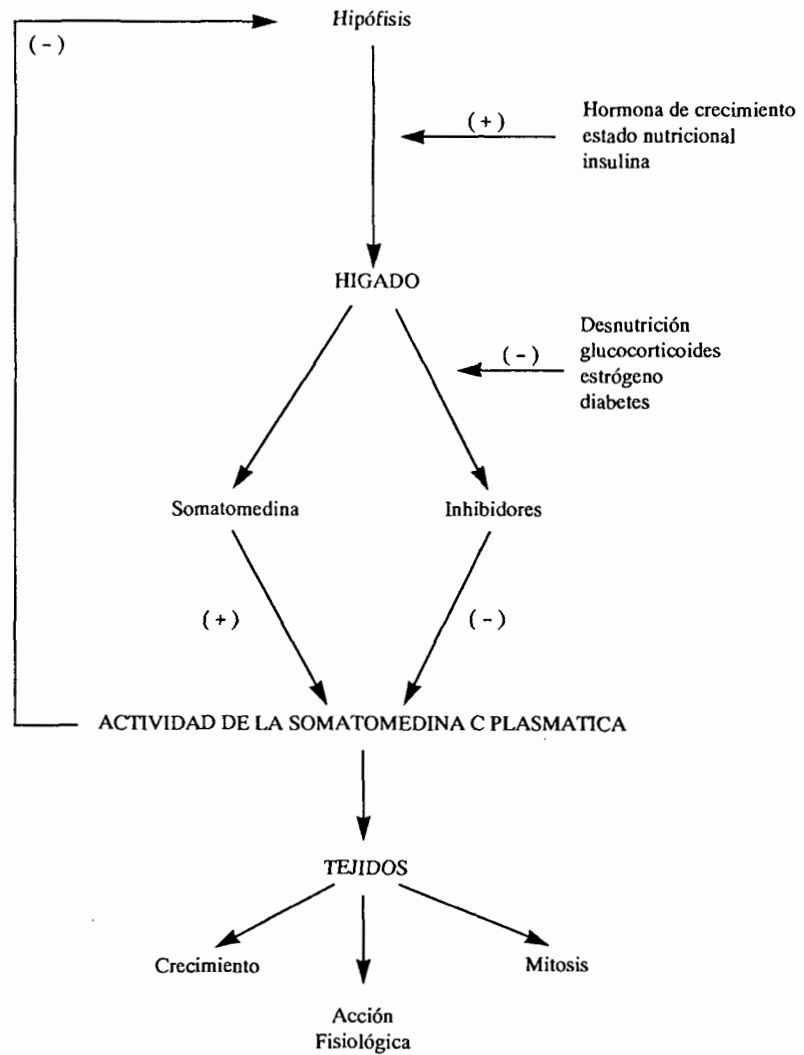
No hay duda de los efectos de la somatomedina C en la regulación del crecimiento esquelético. Sin embargo, la acción de esta hormona en otros tejidos no está totalmente clara. En muchos aspectos, los efectos de la somatomedina

FIGURA 1  
REGULACION DE LA HORMONA DE CRECIMIENTO



Sm C = Somatomedina C  
GHRH = Hormona Liberadora de Hormona de Crecimiento

FIGURA 2  
REGULACION DE LA ACTIVIDAD DE LA SOMATOMEDINA C "IN VIVO"



TIRAPEGUI et al

C son semejantes a los de la insulina (22). En el músculo, la somatomedina C estimula el transporte de aminoácidos y glucosa, así como la síntesis de glicógeno y proteínas (15, 23, 38; 39). En el tejido adiposo, estimula el transporte y facilita la oxidación de glucosa y la síntesis de lípidos (23). En cultivo de tejidos, la somatomedina C estimula la multiplicación celular (40).

La similitud estructural entre somatomedina C e insulina podría ser el probable fundamento de sus propiedades biológicas anabólicas. Los efectos metabólicos son regulados por la interacción con los receptores de la insulina o con los receptores específicos de la somatomedina (15, 17, 22, 13). En las Tablas 1 y 2 se presentan los principales efectos de la somatomedina C e insulina respectivamente y en la Figura 2 la regulación de la actividad de la somatomedina C "in vivo".

La acción de la somatomedina C en cartílago es antogonizada por los denominados inhibidores de somatomedina. Estos factores, sintetizados por el hígado, se encuentran en suero de ratas diabéticas, hipofisectomizadas o en ayuno, también en el suero de humanos desnutridos (41, 42, 43).

Existen evidencias que los inhibidores de somatomedina en modelos experimentales de ayuno y posterior realimentación responden más rápidamente que la somatomedina C a alteraciones nutricionales (44). Las ratas en ayuno tuvieron un aumento rápido de la concentración de los inhibidores de somatomedina, sin embargo, los valores de somatomedina C plasmática disminuyeron gradualmente. Esas alteraciones en las concentraciones en respuesta a factores nutricionales reflejan una liberación alterada de esos compuestos por el hígado.

TABLA 2  
EFECTOS DE LA INSULINA EN DIFERENTES TEJIDOS

Tejido	Efectos
Músculo	Aumento de la síntesis proteica Aumento de la captación y transporte de aminoácidos Aumento de la captación de glucosa Disminución del catabolismo de proteína
Adiposo	Aumento de la síntesis de glicerol Aumento de la síntesis de ácidos grasos Aumento de la oxidación de glucosa
Hígado	Aumento de la síntesis proteica Aumento de la síntesis de glicógeno Aumento de la oxidación de glucosa Aumento de la síntesis de ácidos grasos Disminución de la gluconeogénesis Disminución de la glucogenólisis

Se ha demostrado que estos inhibidores son péptidos de peso molecular 20.000 a 30.000 que inhiben las acciones de la somatomedina C y de la insulina en células de cartílago, de tejido adiposo y muscular. Esa interacción que parece ser del tipo no competitivo aún no está completamente clara en relación a su papel fisiológico. Posiblemente estaría comprometida en algún mecanismo adicional, aún desconocido, que limitaría el crecimiento esquelético, conservando los nutrientes para funciones más prioritarias en condiciones de deficiencia nutricional y hormonal (43).

#### *Regulación hormonal y nutricional de la somatomedina C.*

Además de esos inhibidores, algunos autores han verificado que los factores hormonales también controlan la acción de la somatomedina C. Así por ejemplo, se ha comprobado que la administración de estreptozotocina a ratas, induce una deficiencia de insulina y que la actividad de la somatomedina C sufre una disminución rápida, alcanzando, después de un día, valores similares a los observados en ratas hipofisectomizadas (42, 45, 46). Esta disminución parece ser debida, en parte a la presencia de una cantidad de inhibidores de somatomedina C. Se observó también que la

## CONSIDERACIONES SOBRE CRECIMIENTO, SOMATOMEDINA Y NUTRICION

disminución de la actividad de la somatomedina C fué seguida de una disminución del crecimiento del cartílago, alcanzando valores similares a los observados después de dos días de administración de estreptozotocina. Esos estudios sugieren que, a pesar de la gran cantidad de nutrientes circulantes (glucosa, aminoácidos y ácidos grasos), la falta de insulina provoca una disminución de la actividad del cartílago y detención del crecimiento. La posterior administración de insulina disminuyó la actividad de los inhibidores de somatomedina y el crecimiento de los animales fué restablecido (46). En ratas en ayuno se comprobó que la administración de T3 aumentó la concentración de somatomedina C plasmática a niveles normales, sugiriendo que esta hormona participa en la regulación de la somatomedina C durante la restricción completa de alimentos (47). En relación a las hormonas sexuales, resultados de varios autores sugieren que la castración está asociada a disminución de la somatomedina C plasmática y menor retención de nitrógeno (23, 48).

Unterman y Phillips (41) demostraron que, la administración de glucocorticoides a ratas, aumentó la concentración de inhibidores de la somatomedina C circulante con la consecuente reducción del crecimiento de los animales.

En relación a los efectos inhibitorios de los glucocorticoides en cartílago de la epífisis de la tibia, hay poca discordancia. Sin embargo, en la literatura científica, existen divergencias en cuanto al mecanismo de acción. Según algunos autores (42, 43, 44), la presencia de inhibidores de la somatomedina C en el suero sería la causa de los efectos inhibitorios observados en animales en ayuno, diabéticos, hipofisectomizados o tratados con glucocorticoides. Vassilopoulos-Sellin et al (43) observaron que la inhibición de la incorporación de sulfato en proteoglicano, de leucina marcada en la proteína y de uridina marcada en RNA se traducía en una reducción en el crecimiento del cartílago. Tirapegui et al (49) observaron que ratas tratadas con corticosterona presentaron los menores valores de actividad de somatomedina C en el cartílago y los menores valores plasmáticos de la somatomedina C en relación al grupo control. Esta disminución fué correlacionada en el tejido óseo con los valores de síntesis proteica, contenidos de RNA y la actividad de RNA que constituye la fase de traducción en el mecanismo de síntesis proteica.

La ingestión de energía y de proteína en cantidades adecuadas es un factor de gran importancia en la regulación de los niveles de somatomedina C plasmática y consecuentemente, del crecimiento muscular y tejido óseo en animales y humanos en desarrollo (Figura 3).

La proteína de la dieta es necesaria tanto para mantener la actividad de la somatomedina C como para estimular el crecimiento del cartílago (50, 51, 52, 53, 54, 55, 56). Esos

autores demostraron que dietas con 12 a 15% de proteínas presentaron los mayores valores de somatomedina C plasmática en humanos y animales de laboratorio. La suplementación con aminoácidos esenciales aumentó significativamente la concentración plasmática de somatomedina C en modelos experimentales de ayuno y realimentación (57).

Otros autores (58) han demostrado en ratas, que la deficiencia de lisina compromete la utilización de proteínas para fines anabólicos, originando una disminución de la velocidad de crecimiento y reducción de los niveles plasmáticos de somatomedina C. Resultados similares fueron obtenidos por Schalch y Cree (59) en ratas en crecimiento sometidas a restricción calórica moderada y deficiencia de lípidos en la dieta. Yang et al (60) demostraron que la reducción moderada en la ingesta de carbohidratos y calorías en ratas estaba asociada a una disminución significativa de la concentración de somatomedina C en el plasma. También fué observado por estos autores, una correlación significativa entre los niveles plasmático de somatomedina C y el retardo del crecimiento de los animales, avalados por el menor peso y tamaño corporal.

Con relación a minerales, trabajos de varios autores (61, 62, 63, 64) han demostrado en ratas, que la deficiencia de zinc, potasio, y magnesio en la dieta provoca una disminución de la concentración plasmática de somatomedina C y del crecimiento del tejido óseo y del peso corporal.

Cara et al (65) observaron en adolescentes, que los niveles plasmáticos de somatomedina C y la velocidad de crecimiento en altura se correlacionan solamente en el comienzo de este período hasta el cese del crecimiento de la epífisis, que ocurre bajo la acción de las hormonas sexuales. Es probable que la elevada concentración de somatomedina C en esta fase refleje la elevada estimulación del crecimiento óseo cortical, muscular y del tejido adiposo que continúan después de la disminución de la velocidad del crecimiento lineal.

En niños desnutridos, la concentración de somatomedina C plasmática es menor e inversamente proporcional a la concentración de la hormona de crecimiento (66).

En relación a desnutrición en humanos, Soliman et al (67) estudiaron las concentraciones de insulina, hormona de crecimiento, somatomedina C, cortisol y albúmina antes y después de recuperación nutricional en niños desnutridos y niños normales pero con bajo peso en relación a la edad. En los niños desnutridos, las concentraciones de somatomedina C estaban reducidas y las de hormona de crecimiento y cortisol aumentadas. Después de la recuperación nutricional, estos valores retornaron a niveles normales. Estos resultados sugieren, que la concentración elevada de hormona de creci-

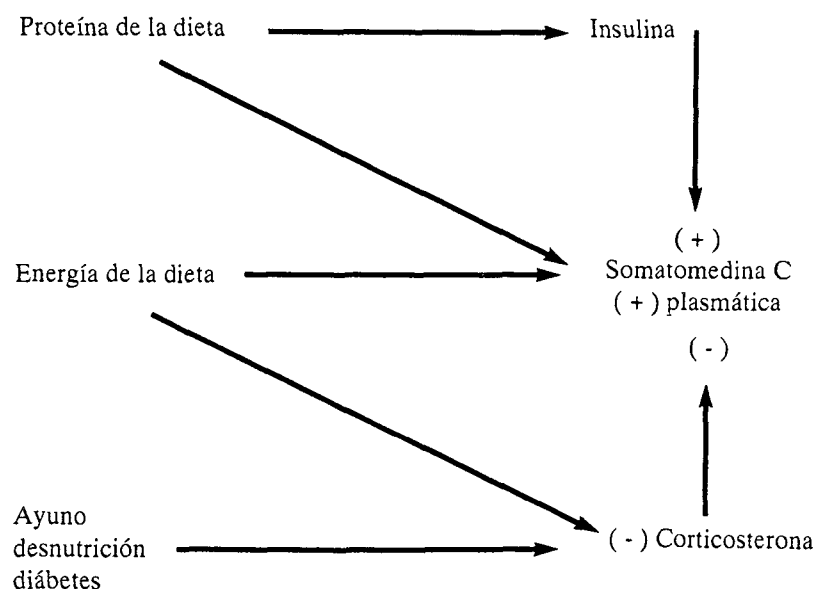
miento en la presencia de baja concentración de somatomedina C es un mecanismo de adaptación, cuya finalidad es entregar ácidos grasos provenientes del tejido adiposo, dado que la disminución de las concentraciones de somatomedina C e insulina inhiben la lipogénesis. Este proceso es responsable por el aporte de ácidos grasos que serán utilizados por el cerebro y tejidos periféricos. El intenso catabolismo de proteínas musculares en niños desnutridos (debido a la concentración aumentada de cortisol) es responsable por la entrega adecuada de aminoácidos para el hígado. Estos aminoácidos irán para la neoglucogénesis y síntesis proteica hepática, evitando así la aparición de hipoglicemia e hipoalbuminemia en niños con desnutrición proteico-calórica.

A pesar de saberse que la somatomedina C estimula el crecimiento del cartílago, poco se sabe sobre el mecanismo de acción "in vivo". Algunos autores han estudiado la acción de la somatomedina C en la síntesis proteica en músculo y tejido óseo; sin embargo, los resultados obtenidos no han sido concluyentes (15, 20). Estos estudios sugieren que la somatomedina C actuaría en ambos tejidos, de manera similar a la de la insulina. Debido a la similitud de los receptores de la somatomedina C y de la insulina, la acción de la somatomedina C en el músculo "in vivo" podría sugerir una acción vía receptor de insulina (22, 23, 28). Sin embargo, esto es poco probable pues no explicaría la dificultad de inducir crecimiento muscular después de la detención del crecimiento óseo en el adolescente.

En relación al mecanismo de acción "in vivo", Bates et al (68) no obtuvieron correlación entre síntesis proteica en el cartílago y la insulina en un estudio con ratas previamente tratadas con estreptozotocina por 3 días y posteriormente tratadas con insulina. Esos estudios sugieren que la síntesis proteica en el cartílago no es controlada por la insulina y sí por la somatomedina C. Tirapegui et al (49) en un estudio realizado en ratas sometidas a grados variables de restricción calórica de 25% a 75%, observó que la síntesis proteica en el cartílago de la epífisis de la tibia estaba positivamente correlacionada con la concentración de somatomedina C e incorporación de sulfato en el proteoglicano. Los menores valores de la síntesis proteica, actividad de RNA y contenido de RNA fueron observados en las ratas sometidas a restricción de 75% en relación al grupo control. Yahnya et al (54, 56) también observaron concentración disminuida de la síntesis proteica, actividad de RNA y contenido de RNA en el cartílago de la epífisis de la tibia. Según estos autores, el análisis de la correlación parcial de las diferentes variables estudiadas sugieren que la somatomedina C ósea regula específicamente los mecanismos de síntesis de proteínas y de proteoglicano del cartílago. En el músculo, por otro lado, la síntesis proteica sería regulada principalmente por la acción de la insulina.

Recientemente Thissen y Underwood (69) verificaron en ratas alimentadas con caseína al 5% una reducción de 54% de la concentración plasmática de la somatomedina C. En el

FIGURA 3  
FACTORES QUE INFLUENCIAN LA CONCENTRACION DE  
SOMATOMEDINA C PLASMATICA



## CONSIDERACIONES SOBRE CRECIMIENTO, SOMATOMEDINA Y NUTRICION

hígado el mRNA estaba disminuído en 35% en relación al grupo control. La cantidad de polisomas presentó una reducción de 30%, valor similar a los observados con el mRNA. Estos resultados sugieren que dietas hipoprotéicas disminuyen la eficiencia de la transcripción en el mecanismo de la síntesis proteica en el hígado. Otros autores observaron este mismo fenómeno en ratas sometidas a restricción energética (70). La alimentación de estos animales aumentó la concentración de mRNA a niveles normales. Estos resultados sugieren que tanto la proteína, como la energía de la dieta controlan la síntesis de somatomedina a nivel del mRNA.

Clemmon y Underwood (28) analizaron a nivel celular la acción de la somatomedina C, hormona de crecimiento y IGFBP en situaciones de deficiencia alimentaria. Las principales conclusiones fueron las siguientes: 1) Durante el ayuno, los receptores de la hormona de crecimiento estaban disminuidos y la acción de esta hormona estaba perjudicada, 2) en la restricción proteica, los receptores de la hormona de crecimiento no estaban disminuídos, pero había una resistencia post-receptor a la acción de esta hormona, disminuyendo la síntesis de somatomedina y del mRNA a nivel celular, 3) la restricción alimentaria también disminuye la síntesis de IGF-1 y de IGF-BP-3, la principal proteína transportadora de somatomedina C y consecuentemente disminuyó la concentración plasmática de somatomedina C y 4) la restricción proteica causó resistencia en algunos tejidos a los efectos anabólicos de la somatomedina C.

Una variedad de metodos han sido propuesto (71) para evaluar la respuesta de pacientes desnutridos sometidos a recuperación nutricional. Estos métodos varían desde medidas antropométricas, balance nitrogenado y parámetros plasmáticos.

Estudios recientes han señalado que la concentración de somatomedina C representa un parámetro bastante sensible en la detección de la deficiencia proteico-calórico en ratas (72), pacientes hospitalizados (73, 74, 75, 76) y niños (77) y que sus valores se correlacionan significativamente con los obtenidos en determinaciones de balance nitrogenado. Así por ejemplo, estos valores de somatomedina C aumentan rápidamente con la recuperación en humanos desnutridos. Más aún, este aumento es mayor en relación a los observados con otros parámetros bioquímicos usados corrientemente por otros autores (ejs.: albumina, transferrina y proteína transportadora de retinol).

## CONCLUSION

Se puede concluir que muchos son los factores que regulan el crecimiento. La somatomedina C, hormona anabólica con acción endocrina, paracrina y autocrina cumple un papel fundamental en el crecimiento óseo y consecuentemente en el crecimiento corporal. Su concentración plasmática es regulada por factores nutricionales, hormonales y otros factores con acción estimuladora (IGF-BPS) o inhibitorias (IGF-BPS o inhibidores de somatomedina C) cuya función fisiológica aún no está claramente determinada. A nivel celular la acción de la somatomedina C es regulada por el número y por la interacción con los receptores de las células alvos. Su concentración plasmática constituye además un parámetro sensible del estado nutricional, proporcionando un acompañamiento eficaz en la evolución de la recuperación nutricional de niños y pacientes desnutridos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fué realizado con apoyo financiero del CNPq y FAPESP. Los autores también agradecen al Dr. Alejandro Díaz de la Escuela Paulista de Medicina (São Paulo-Brasil) por la revisión crítica de este manuscrito y a la Sra. Isabel Cristina Bossi Alves por el eficiente trabajo secretarial.

## REFERENCIAS

1. Millward, D. J.; Bates, P. C.; Coyer, P.; Cox, M.; Dalal, S.; Jepson, M.; Pell, J. The effect of dietary energy and protein on growth as studied in animal models. In: Energy and protein needs during infancy. S. J. Fomon & W. C. Heird (Eds.). London, Academic Press, 127-156, 1986
2. Millward, D. J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. *Aguacultura.*, 79:1-28, 1989
3. Millward, D.J. The endocrine response dietary protein: the anabolic drive on growth. En: Milk protein in human nutrition. C. A. Barth e E. Schlimme (Eds.). Steinkopff Verlag Darmstadt, 49-61, 1989
4. Martorel, R. Child growth retardation: a discussion of its cases and its relationship to health. En: Nutritional adaptation in man. K. Blaxter & J. C. Waterlow (Eds.). London, John Libbey, 13-29, 1985
5. Martorel, R.; Mendoza, F.; Castillo, F. Poverty and stature in children. In: Linear growth retardation in less development countries. J. C. Waterlow (Ed.). Nestlé Nutrition Workshop Series, 14, 57-73, 1988
6. Ashworth, A.; Millward, D. J. Catch-up growth in children. *Nutr. Rev.*, 44:157-163, 1986

7. Tirapegui, J. & de Angelis, R. C. Marginal protein deficiency in pregnant rat. Changes in offspring body composition. *Arq. Gastroenterol.*, 22:83-87, 1985
8. Tirapegui, J. & de Angelis, R. C. Effects of protein deficiency and rehabilitation on growth and tissues composition in growth rat. *Arq. Gastroenterol.*, 22:141-147, 1985
9. Ross, R. J. M. & Buchanan, C. R. Growth hormone secretion: its regulation and the influence of nutritional factors. *Nutr. Res. Rev.*, 3:143-162, 1990
10. Pell, J. M & Bates, P. C. The nutritional regulation of growth hormone action. *Nutr. Res. Rev.*, 3:163-192, 1990
11. Burch, W. M. & Van Wiljk, J. J. Triiodothyronine stimulates cartilage growth and maturation by different mechanisms. *Am. J. Physiol.*, 252:E176-E182, 1987
12. Jepson, M. M.; Bates, P. C.; Millward, D. J. The role of insulin and thyroid hormones in the regulation of muscle protein in the rat. *Brit. J. Nutr.*, 59:397-415, 1988.
13. Salmon, W. D. & Daughaday, W. H. A hormonally controlled serum factor which stimulates sulfate incorporation by cartilage in vitro. *J. Lab. Clin. Med.*, 49:825-836, 1957
14. Van Wyk, J. J.; Underwood, L. E.; Hintz, R. L.; Voina, S. J.; Weaver, R. P. The somatomedins: a family of insulin-like hormones under growth hormone control. *Rec. Prog. Horm. Res.*, 30:259-318, 1974
15. Zapf, J. & Froesch, E. R. Insulin-like growth factor/somatomedins: structure, secretion, biological actions and physiological role. *Homone Res.*, 24:121-130, 1986
16. Goldstein, S.; Unterman, T. G.; Phillips, L. S. Nutrition and somatomedin. XV. Growth plate, growth factor and biologically active somatomedins in rats with streptozotocin-induced diabetes. *Ann. Nutr. Metab.*, 31:367-377, 1987
17. Clemmons, D. R. Structural and functional analysis of insulin-like growth factors. *Brit. Med. Bull.*, 45:465-480, 1989
18. Almqvist, S. & Rune, I. Studies on sulphation factor (SF) activity of human serum: the variation of serum SF with age. *Acta Endocrinol.*, 36:566-568, 1961
19. Almqvist, S. & Falkheden, T. Studies on sulphation factor (SF) activity of human serum: rate of decrease of serum SF after hypophysectomy. *Acta Endocrinol.*, 37:315-321, 1961
20. Salmon, W. R. Jr. & Duvall, M. R. A serum fraction with sulphation factor activity stimulates "in vitro" incorporation of leucine and sulfate into protein-polysaccharide complexes, uridine into RNA, and thymidine into DNA of costal cartilage from hypophysectomized rats. *Endocrinology*, 86: 721-727, 1970
21. Daughaday, W. H.; Hall, K.; Raben, M. S.; Salmon, W. D.; Van den Brande, J. L.; Van Wyk, J. J. Somatomedin: proposed designation for sulphation factor. *Nature*, 253:107-108, 1972
22. Froesch, E. R. & Zapf, J. Insulin-like growth factors and insulin: comparative aspects. *Diabetologia*, 28:485-493, 1985
23. Phillips, L. S.; Harp, J. B.; Goldstein, S.; Klein, J.; Pao, C. I. Regulation and action of insulin-like growth factors at the cellular level. *Proc. Nutr. Soc.*, 49:451-458, 1990
24. Rinderknecht, E.; Humbel, R. E. The amino acid sequence of insulin-like growth factor-1 and its structural homology with proinsulin. *J. Biol. Chem.*, 253:2769-2776, 1978
25. Uthne, K. & Uthne, T. Influence of liver resection and regeneration on somatomedin (*sulphation factor*) activity in sera from normal and hypophysectomized rats. *Acta Endocrinol.*, 71:255-264, 1972
26. Schwander, J. C.; Hauri, C.; Zapf, J.; Froesch, E. R. Synthesis and secretion of insulin-like growth factor and its binding protein by the perfused rat liver: dependence on growth hormone status. *Endocrinology*, 113:297-305, 1983
27. D'Ercole, A. J.; Stiles, A. D.; Underwood, L. E. Tissue concentration of somatomedin C: Further evidence for multiple sites of synthesis and paracrine or autocrine mechanisms of action. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 81:935-939, 1984
28. Clemmons, D. R. & Underwood, L. E. Nutritional regulation of IGF-1 and IGF binding proteins. *Ann. Rev. Nutr.*, 11:393-412, 1991
29. Schlechter, N. L.; Russell, S. M.; Spencer, E. M. Nicoll, C. S. Evidence suggesting that the direct growth-promoting effect of growth hormone on cartilage "in vivo" is mediated by local production of somatomedin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 83: 7932-7934, 1986
30. Blum, W. F.; Jenne, E. W.; Reppin, F.; Kietzmann, K.; Ranke, M. B.; Bierish, J. R. Insulin-like growth factor I (IGF-1)-binding protein complex is a better nitrogen than free IGF-1. *Endocrinol.*, 125:766-772, 1989
31. Baxter, R. C. & Martin, J. L. Binding proteins for the insulin-like growth factors: structure, regulation and functions. *Prog. Growth Fact. Res.*, 1:49-68, 1989
32. De Mellow, J. S. M. & Baxter, R. C. Growth hormone dependent insulin-like growth factor binding protein both inhibits and potentiates IGF-1 stimulated DNA synthesis in skin fibroblast. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 156:199-204, 1988
33. Holly, J. M. P. & Wass, J. A. H. Insulin-like growth factors: autocrine, paracrine or endocrine. New perspective of the somatomedin hypothesis in the light of recent developments. *J. Endocrinol.*, 122:611-618, 1989
34. Ooi, G. T. & Herington, A. C. Review: the biological and structural characterization of specific serum binding proteins for the insulin-like growth factors. *J. Endocrinol.*, 118:7-18, 1988
35. Mohan, S.; Bautista, C. M.; Wergedal, J.; Baylink, D. J. Isolation of an inhibitory insulin-like growth factor (IGF) binding protein from bone cell-conditioned medium: A potential local regulator of IGF action. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 86:8338-8342, 1990
36. Loveridge, N.; Farquharson, C.; Scheven, A. A. B. Endogenous mediators of growth. *Proc. Nutr. Soc.*, 49:443 - 450, 1990.
37. Umezawa, T.; Ohsawa, Y.; Miura, Y.; Kato, H.; Nouguchi, T. Effect of protein deprivation on insulin-like growth factor-binding proteins in rats. *Brit. J. Nutr.*, 66:105-116, 1991.
38. Tirapegui, J. O.; Yahya, Z. A. H.; Bates, P. C.; Millward, D. J. Influencia da somatomedina plasmática e muscular na síntese pré-téica de cartilagem de ratos desnutridos. *Rev. Chil. Nutr.*, 16: 173, 1988.
39. Dimiatri, G.; Parry-Billings, M.; Dunger, D.; Bevan, S. Colquhoun, A.; Taylor, A.; Calder, P.; Krause, U.; Wegener, G.; Newsholme, E. A. Effects of "in-vivo" administration of insulin-like growth factor-1 on the rate of glucose utilization in the soleus muscle of the rat. *J. Endocrinol.*, 133:37-43, 1992.

## CONSIDERACIONES SOBRE CRECIMIENTO, SOMATOMEDINA Y NUTRICION

40. Canalis, E.; Mc Carty, T.; Centrella, M. Isolation and characterization of insulin-like growth factor-1 (*somatomedin C*) from cultures and fetal rat calvarie. *Endocrinology*, 122:22-27, 1988.
41. Unterman, T.G.; Phillips, L. S. Glucocorticoid effects on somatomedins and somatomedin inhibitors. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 61: 618-626, 1985.
42. Phillips, L. S.; Fusco, A. C.; Unterman, T. G. Nutrition and somatomedin. XIV. Altered levels of somatomedins and somatomedin inhibitors in rats with streptozotocin-induced diabetes *Metabolism*, 34: 765-770, 1985.
43. Vassilopoulou-Sellin, R.; Foster, P.L.; Oyedeji, C. O.; Samaan, N. Cartilage sulfation inhibitor from rat liver: partial characterization of properties and biologic action. *Metabolism*, 37:38-45, 1988.
44. Goldstein, S. & Phillips. Nutrition and somatomedin: nutritionally regulated release of somatomedins and somatomedin inhibitors from perfused livers in rats. *Metabolism*, 38: 745-752, 1989.
45. Gagliardi, A. R. T.; Goldstein, S.; Phillips, S. Nutrition and somatomedin XXI. Insulin-like growth factor-1 and somatomedin inhibitor streptozotocin-diabetic rats: Relation to Ketogenesis and gluconeogenesis. *Metabolism*, 39: 75-80, 1990.
46. Taylor, A. M.; Sharma, A. K.; Avasthy, N.; Duguid, I. G. M.; Blanchard, D. S.; Thomas, P. K.; Dandona, P. Inhibition of somatomedin-like activity by serum from streptozotocin-diabetic rats: prevention by insulin treatment and correlation with skeletal growth. *Endocrinology*, 121: 1360-1365, 1987.
47. Ikeda, T.; Fjiyama, K.; Hosimo, T.; Takeuchi, T.; Mashiba, H.; Ominaga, M. Possible role of thyroid hormone in decreased somatomedin-C levels in diabetic and starved rats. *Ann. Nutr. Metab.*, 34: 8-12, 1990.
48. Taylor, J. A.; Salter, D. N.; Close, W. H.; Laswai, G. H.; Hudson, A. Effect of feeding level and sex on nitrogen retention and serum insulin-like growth factor-1 in growing pigs. *Proc. Nutr. Soc.*, 50: 62A, 1991.
49. Tirapegui, J.; Yhya, Z. A. H.; Bate, P.C.; Millward, D.J. Effect of corticosterone and energy restriction on IGF-1 levels, cartilage matrix synthesis on bone growth in the rat. *Proc. Nutr. Soc.* 46: 94A, 1987.
50. Fliesen, T.; Maiter, D.; Gerard, G.; Underwood, L. E.; Maes, M.; Ketelslegers, J. M. Reduction of serum insulin-like growth factor-1 by protein restriction is age dependent. *Pediatr. Res.*, 26: 26: 415-419, 1989.
51. Underwood, L. E.; Clemmons, D. R.; Maes, M.; D'Ercole, A. J.; Ketelsleger, J.M. Regulation of somatomedin C/insulin-like growth factor-1 by nutrients. *Hormone Res.*, 24: 166-176, 1986.
52. Yahya, Z. A. H.; Tirapegui, J. O.; Bates, P. C.; Millward, D. J. Dietary and hormonal influences on plasma IGF-1 levels in the rat. *J. Endocrinol.*, 115 (Suppl.): 71, 1987.
53. Pell, J. M.; Bates, P. C. Differential actions of growth hormone and insulin-like growth factor-1 on tissue protein metabolism in dwarf mice. *Endocrinology*, 130: 1942-1950, 1992.
54. Yahya, Z. A. H.; Bate, P. C.; Tirapegui, J. O.; Morell, D.; Buchanan, C.; Millward, D. J. IGF-1 concentration in protein deficient rat plasma and tissue in relation to proteoglycan synthesis rate. *Biochem. Soc. Trans.* 16: 624-625, 1988.
55. Yahya, Z.A. H.; Bates, P.C.; Tirapegui, J. O.; Millward, D. J. Influence of dietary protein energy and corticosterone on the hormonal stimulation of muscle and bone growth. *Biochem. Soc. Trans.*, 17: 738-739, 1989.
56. Yahya, Z. A. H.; Bates, P. C.; Millward, D. J. Responses to protein deficiency of plasma and tissue insulin-like growth factor-1 levels and proteoglycan synthesis rates in rat skeletal muscle and bone. *J. Endocrinol.*, 127: 497-503, 1990.
57. Clemmons, D. R.; Seek, M. M.; Underwood, L. S. Supplemental essential amino acids augment the somatomedin-C/insulin-like growth factor I response to refeeding after fasting. *Metabolism*, 34: 391-395, 1985.
58. Cree, T. C. & Schalch, D. S. Protein utilization in growth: Effect of lysine deficiency on serum growth hormone, somatomedins, insulin, total thyroxine (T4) and triiodothyronine, free T4 index, and total corticosterone. *Endocrinology*, 117: 667-673, 1985.
59. Schalch, D. S. & Cree, T. C. Protein utilization in growth: effect of calorie deficiency on serum growth hormone, somatomedins, total thyroxine (T4) and triiodothyronine, free T4 index, and total corticosterone. *Endocrinology*, 117:2307-2312 1985.
60. Yang, H.; Cree, T. C.; Schalch, D. S. Effect of a carbohydrate-restricted, calorie-reduced diet on the growth of young rats and on serum growth hormone, somatomedins total thyroxine and triiodothyronine, free T4 index, and total corticosterone. *Metabolism*, 36:794-798, 1987.
61. Cossack, Z.T. Somatomedin C and zinc status in rats as affected by Zn. protein and food intake. *Brit. J.Nutr.*, 56:163-169, 1986.
62. Bolze, M. S.; Reeves, R. D.; Lindbeck, F. E.; Elders, M. J. Influence of Zn on growth, Somatomedin, and glycosaminoglycan metabolism in rats. *Am. J.Physiol.*, 252:E21-E26, 1987.
63. Dorup, I.; Flyvbjerg, A.; Everts, M. E.; Clausen, T. Role of insulin-like growth factor-1 and growth hormone in growth inhibition induced by magnesium and zinc deficiencies. *Brit. J. Nutr.*, 66: 505-521, 1991.
64. Flyvbjerg, A.; Dorup, I.; Everts, M. E.; Orskov, H. Evidence that potassium deficiency induces growth retardation through reduced circulating levels of growth hormone and insulin-like growth factor-1. *Metabolism*, 40: 769-775, 1991.
65. Cara, J. F.; Rosenfield, R. L.; Furlanetto, R.W.A. longitudinal study of a relationship of plasma somatomedin C concentration to the pubertal growth spurt. *A. J. D. C.*, 141: 562-564, 1987.
66. Smith, I. F.; Latham, M. C.; Azubuikwe, J. A.; Butler, W. R.; Phillips, L.S.; Pond, W. G.; Enwonwu, C. O. Blood plasma levels of cortisol, insulin, growth hormone and somatomedin in children with marasmus, kwashiorkor, and intermediate forms of protein-energy malnutrition. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 167: 607-611, 1981.
67. Soliman, A. T.; Hassan, A. I.; Aref, M. K.; Hintz, R. L.; Rosenfeld, R.G.; Rogol, A.D. Serum insulin-like growth factors I and II concentration and hormone and insulin responses to arginine infusion in children with protein-energy malnutrition before and after nutritional rehabilitation. *Pediatr. Res.*, 20: 1122-1130, 1986.
68. Bates, P. C.; Donachie, P. A.; Yahya, Z.A.M.; Millward, D. J. Insulin, IGF-1 and effects of muscles and bone protein synthesis. *J. Endocrinol.*, 115:69(Suppl.), 1987.

69. Thissen, J. P.; Underwood, L. E. Translational status of the insulin-like growth factor-I mRNAs in liver of protein restricted rats. *J. Endocrinol.*, 132: 141-147, 1992.
70. Straus, D. S. & Takemoto, C. D. Effect of dietary protein deprivation on insulin-like growth factor (IGF) I and II. IGF binding protein-2 and serum albumin gene expression in rat. *Endocrinology*, 127: 1849-1860, 1990.
71. Gibson, R. S. *Principles of Nutritional Assessment*. New York, Oxford University Press, 1990.
72. Unterman, T. G.; Vazquez, R. M.; Slas, A. J.; Martyn, P. A.; Phillips, L. S. Nutrition and somatomedin. XIII. Usefulness of somatomedin-C in nutritional assessment. *Am. J. Med.*, 78: 228-234, 1985.
73. Clemmons, D.R.; Underwood, L.E.; Dickerson, R. N.; brown, R. O.; Hak, L. J.; MAc PHEE, R. D.; Heizer, W. D. Use of plasma of somatomedin-C/insulin-like growth factor I measurements to monitor the response to nutritional repletion in malnourished patients. *Am. J. Clin. Nutr.*, 41: 191-198, 1985.
74. Donahue, S. P. & Phillips, L. S. Response of IGF-1 to nutritional support in malnourished patients: a possible indicator of short-term changes in nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.*, 50: 962-969, 1989.
75. Jacob, V. L.; Carpentier, J. E.; Salzano, S.; Naylor, V.; Wild, G.; Brown, C. B.; Hahas, A. M. IGF-1, a marker of undernutrition in hemodialysis patients. *Am. J. Clin. Nutr.*, 52: 39-44, 1990.
76. Caufriez, A.; Reding, P.; Urbain, D.; Golstein, J.; Copinshi, G. Insulin-like growth factor I: a good indicator of functional hepatocellular capacity in alcoholic liver cirrhosis. *J. Endocrinol. Invest.*, 14: 317-321, 1991.
77. Lopez-Jaramillo, P.; Lopez de Garcia, A.; Prevot, C.; Felix, C.; Sosa, C.; Romero, R.; Grijalva, Y.; Rappaport, R. Effect of social class and nutrient intake on height and plasma insulin-like growth factor in Andean Equatorian children. *Eur. J. Clin Nutr.*, 46: 137-142, 1992.

Recibido: 23-05-1991

Aceptado: 28-01-1993

## Procesamiento artesanal de productos agrícolas: métodos de evaluación de factibilidad

Gregory J. Scott y José E Herrera\*.

**RESUMEN.** En muchos países de América Latina, los problemas de poscosecha son factores limitantes importantes para la expansión y uso de cultivos alimenticios. Además del peso, perecibilidad y estacionalidad de la producción, la obvia necesidad de reducir los costos de transporte, prolongar la vida útil y así abrir nuevos mercados para productos derivados, requieren el desarrollo de técnicas de transformación y procesamientos. La gama de posibilidades de productos y procesos es amplia, y requiere de una metodología de evaluación que permita criterios prácticos de elección, además que contemple las limitaciones de tiempo y recursos que en muchos casos no permiten el desarrollo de estudios de evaluación más profundos. En este artículo presentamos una metodología práctica para evaluar diferentes posibilidades de procesamiento. Se describe en detalle cada una de las etapas, considerándose una rápida evaluación inicial, investigación de mercados y de consumidores, estudios a nivel del agricultor, análisis de ingresos y costos y, finalmente, estrategias de comercialización y promoción. A esta serie de procedimientos para la evaluación de factibilidad, la denominamos aquí "desarrollo de productos".

### INTRODUCCION

Durante los últimos años, se ha observado un crecimiento en la producción y rendimiento de determinados cultivos como la papa, tomate y maíz en América Latina (Tabla 1). Si bien la evolución de estos cultivos ha sido bastante favorable, puede decirse que encierran todavía un potencial de crecimiento importante. Sin embargo, un mayor crecimiento de la producción requiere de determinadas condiciones como aquella relacionada con la realización del valor económico. Concretamente, si se produce más de un cultivo, la interrogante es dónde, en qué forma y cómo será utilizado.

En este contexto, el mejoramiento de las prácticas de poscosecha es importante por varias razones. En primer lugar puede incrementar considerablemente el volumen físico útil y el valor económico de la producción abandonada en el campo o que no se utiliza completamente (1). En segundo término, los cambios en los procedimientos de poscosecha pueden prolongar el empleo de productos perecibles con marcados patrones estacionales, ampliando su disponibilidad. Tercero, las innovaciones poscosecha pueden diversi-

**SUMMARY.** Simple processing of farm produces; methods for feasibility evaluation. Post-harvest problems are important constraints to the expansion of production of food in many Latin American countries. Besides problems of bulkiness, perishability and seasonal production patterns, the necessity of reducing transportation costs, increasing rural employment, and finding new markets for processed products, requires the development of processing technologies. Possible processed products include a vast range of alternatives. Given limited time and resources, it is not always feasible to carry out detailed studies. Hence a practical, low-cost methodology is needed to evaluate the available options. This paper presents a series of methods to evaluate different processing possibilities. It describes in detail each method including a rapid initial assessment, market and consumer research, farm-oriented research, costs and returns analysis and finally, some marketing and promotion strategies.

ficar la explotación y crear nuevos mercados para un cultivo de uso relativamente limitado, pudiéndose aumentar su valor agregado. Cuarto, las iniciativas en el ámbito de la poscosecha pueden facilitar el transporte y manipuleo de estos productos. Por último, por el lado de la demanda, el proceso de urbanización de las últimas décadas, la mayor participación de la mujer en la fuerza laboral y los cambios en los hábitos de y horarios de consumo de alimentos, crean la necesidad de contar con una oferta de alimentos capaz de adaptarse a estas nuevas condiciones. El proceso descrito ha sido particularmente notable en el caso de América Latina durante las últimas, y ha llevado a que varios países pasen de ser predominantemente rurales a urbanos (2).

Si bien existe una amplia gama de productos y de formas posibles de procesarlos, la determinación de la opción de producto y tecnología más eficientes requiere de una metodología rápida, práctica y de bajo costo, ya que en muchos casos no se cuenta con el tiempo ni los recursos para desarrollar una amplia investigación, y se requieren criterios de decisión que puedan aplicarse en muy corto plazo.

En este documento revisamos métodos para evaluar el potencial y mejorar el empleo comercial de productos procesados. Aunque las ideas presentadas pueden muy bien ser relevantes para distintos métodos de procesamiento pone-

\* Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima, Perú

PROCESAMIENTO ARTESANAL DE PRODUCTOS AGRICOLAS; METODOS DE EVALUACION DE FACTIBILIDAD

mos énfasis en los artesanales. Contrariamente a lo que sucede con el procesamiento industrial o semi-industrial, el procesamiento artesanal depende en mucho mayor medida de la mano de obra que de la maquinaria o equipo. También una cantidad mínima de insumos sofisticados o costosos (productos químicos). Las técnicas empleadas son relativamente fáciles de aprender y, por tanto, pueden ser puestas en práctica (aunque no exclusivamente) a nivel de la aldea.

En el análisis de sistemas de cultivos existe toda una gama de propuestas para explicar las etapas de trabajo implícitas en la investigación (5,6). Lo que aquí proponemos, es un marco metodológico equivalente para el análisis de sistemas agroindustriales a pequeña y mediana escala. Los procedimientos descritos reflejan varios años de trabajo, y representan una síntesis de las experiencias que se han venido acumulando hasta la fecha (7-13).

El enfoque gradual adoptado se denomina aquí "desarrollo de productos" y tiene como fin enfrentar todo la gama de cuestiones asociadas con el establecimiento y operación de una planta de procesamiento para productos alimenticios, más allá de su concepción inicial (3). Tras revisar brevemente el conjunto de métodos, se aborda cada uno de los procedimientos con mayor detalle. Después de algunas conclusiones, presentamos como anexos algunas variables de utilidad para un cuestionario, y un modelo para la estimación de costos y retornos.

*Visión integral del enfoque utilizado*

La transición de la situación en que no existe actividad alguna de procesamiento, a la de plena actividad de una planta, demanda varios pasos y su operación requiere un complejo conjunto de tareas. Las principales etapas que pueden considerarse en la evaluación de un proyecto de procesamiento incluyen (véase Tabla 2).

- \* evaluación inicial;
- \* investigación de mercados y consumidores;
- \* investigación a nivel de finca;
- \* análisis de costo e ingresos; y
- \* diseño de la estrategia de mercado y operación.

Esta secuencia no es irreversible ni tiene que seguirse hasta el final. Por ejemplo, si el primer paso muestra que el procesamiento es antieconómico o implica problemas técnicos, la idea puede replantearse o abandonarse por completo en favor de otras alternativas. No obstante, las tareas involucradas se sustentan unas en otras y, en conjunto, dan una visión de como se desarrollarán las actividades de procesamiento.

*Primer Paso: Evaluación Inicial*

El aspecto clave de muchos proyectos agroindustriales está en el inicio, al momento de enfocar las oportunidades y problemas. Los errores en la selección del proceso o producto a trabajar, son más difíciles de corregir. La experiencia sugiere una lista de verificación como la siguiente para

TABLA 1  
EVOLUCION DE PRINCIPALES CULTIVOS ALIMENTICIOS EN AMERICA LATINA, 1961-88

	1986-88 <sup>a</sup>			Variación (%) <sup>b</sup>								
	Producción (000 t)	Area Rendim. (000 ha) (t/ha)		Producción			Area			Rendimiento		
					1	2	3	1	2	3	1	2
Maíz	53.793	27.745	1,9	52,5	39,5	112,8	20,3	10,9	33,5	25,0	26,7	58,3
Yuca	30.436	2.624	11,6	33,4	-3,9	28,2	39,1	-3,7	33,9	-4,1	0,0	-4,1
Trigo	21.854	10.647	2,1	26,4	61,7	104,4	13,3	18,4	34,1	15,4	40,0	61,5
Arroz en cáscara	19.190	8.001	2,4	51,8	50,9	129,0	41,6	18,1	67,3	5,6	26,3	33,3
Plátanos	18.247	1.329	13,7	36,8	18,7	62,4	32,6	16,4	54,4	3,1	1,5	4,6
Papa	12.228	1,045	11,7	29,2	31,9	70,3	1,3	1,1	2,4	28,6	30,0	67,1
Sorgo	10.889	4.257	2,6	366,0	7,0	398,6	202,6	-1,3	198,7	60,0	8,3	73,3
Tomate	6.788	274	24,8	109,8	72,2	261,3	41,2	14,2	61,2	47,7	51,2	123,4
Frijol	4.241	8.640	0,5	31,0	7,3	40,6	29,4	26,2	63,3	0,0	-16,7	-16,7
Camote	2.336	298	7,8	14,6	-26,9	-16,2	12,6	-22,6	-12,9	1,2	-6,0	-4,9

<sup>a</sup> Promedio anual

<sup>b</sup> Comparación de promedios anuales: 1=(1973-75 vs 1961-63); 2=(1986-88 vs 1973-75); 3=(1986-88 vs 1961-63).

Fuente: Elaborado a partir de estadísticas no publicadas de la Unidad de Información Básica de FAO

TABLA 2  
RESUMEN DE METODOLOGIAS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS

Etapa	Participantes	Método	Enfoque	Fuente de Información	Tipo de Información
<b>Evaluación Inicial</b>	Equipos multidisciplinarios	Encuesta informal por medio de una lista de temas o preguntas; hay mayor énfasis en información cualitativa, pero interesa también la cuantitativa.	Distintas alternativas posibles a entidades oficiales, bibliotecas, centros de investigación, etc.	Entrevistas, revisión de la literatura, visitas	Datos Secundarios
<b>Investigación de mercados y consumidores</b>	Socioeconomistas con conocimientos especializados de estudios de mercado y demanda	Entrevistas informales encuestas formales e informales, grupos focales; hay mayor énfasis en la información cuantitativa, pero interesa también la cualitativa.	Una o dos alternativas	Trabajo de campo, entrevistas, reuniones dirigidas de grupo.	Datos primarios y secundarios
<b>Investigación a nivel de finca</b>	Socioeconomistas con conocimientos especializados de investigación en finca	Entrevistas y encuestas en finca; recopilación de datos secundarios interesa la información cuantitativa y cualitativa.	Una o dos alternativas	Entrevistas informales y encuestas formales a agricultores; revisión de literatura.	Datos primarios y secundarios
<b>Análisis de costos e ingresos</b>	Socioeconomistas con conocimientos especializados de evaluación de proyectos	Contabilidad, proyección de informes financieros, simulaciones; énfasis en aspecto cuantitativo.	Una o dos alternativas	Observación directa entrevistas informales pruebas eb planta piloto, simulaciones.	Datos primarios y secundarios
<b>Estrategia de mercado y operación</b>	Equipos multidisciplinarios	Pruebas a nivel de empresa, pruebas de consumidores, recopilación de datos secundarios.	Distintas alternativas posibles	Revisión de información de mercados y medios publicitarios entrevistas a participantes en la cadena de distribución.	Datos primarios y secundarios

Fuente: *Elaboración propia*

la determinación preliminar, rápida pero sistemática y poco costosa de la viabilidad del procesamiento agroindustrial. Austin (3) presenta una lista de preguntas más detallada de todo los aspectos del procesamiento agroindustrial.

#### **Oferta**

¿Cuál es el volumen anual de la producción doméstica del cultivo en la región? ¿Existen movimientos estacionales en la oferta que generen fluctuaciones notables de los precios? ¿Qué tan bien definido está este ciclo?

#### **Demanda**

¿Dónde se ubica el mercado objetivo? ¿Quiénes serán los consumidores, y cuáles sus características en cuanto a ingresos, patrones de consumo y hábitos de preparación de alimentos? ¿Qué cantidad del producto se espera que consuma cada persona?

#### **Aceptación por los consumidores.**

¿La dieta local incorpora el producto o productos procesados a partir del mismo? ¿Se emplea el cultivo para alimentación animal o para uso industrial?

PROCESAMIENTO ARTESANAL DE PRODUCTOS AGRICOLAS; METODOS DE EVALUACION DE FACTIBILIDAD.

**Orientación comercial**

¿La planta de procesamiento operará comercialmente o con apoyo del gobierno? ¿Cuál será la duración de este apoyo y cuáles sus consecuencias respecto al tamaño de la planta?

**Tecnología**

¿Cuál es el grado de complejidad de la tecnología que se piensa utilizar? ¿La construcción y mantenimiento de la planta puede hacerse localmente o será necesario importar partes y equipo?

**Mano de obra**

Las tecnologías artesanales emplean mano de obra en lugar de capital y equipo. ¿Hay escasez estacional de mano de obra durante la cosecha y siembra de manera que afecte el funcionamiento de la planta?

**Ecología**

¿Existen las condiciones climáticas adecuadas para el cultivo, cosecha y conservación del cultivo? Si se prevé el secado al sol, ¿Hay suficiente irradiación solar durante el período previsto para el funcionamiento de la planta?

**Procedimientos tradicionales de poscosecha**

¿Cuál es el nivel de desarrollo de las actividades practicadas de poscosecha? ¿Existe un estilo similar de procesamiento para otros cultivos?

**Factores institucionales**

¿Quiénes estarán a cargo del desarrollo de la actividad de procesamiento? ¿Bajo qué tipo de organización conviene desarrollar el procesamiento? ¿Cuál es el tamaño típico de operación de las fincas existentes? ¿Existe algún tipo de asociación o gremio de los productores o potenciales procesadores?

**Inversión de capital**

¿Qué monto de inversión de capital se requiere? ¿Qué tipo de inversionista puede afrontar dicha inversión? ¿Existe crédito bancario para este tipo de inversión?

Lo importante en esta etapa es lograr sintetizar la información en breve tiempo, para lo cual no necesariamente se requiere de encuestas formales, sino que se pueden obtener buenos resultados a partir de información secundaria, entrevistas informales con procesadores establecidos y discusiones con expertos en cada área (por ejemplo extensionistas en lo que se refiere a producción).

Por lo general, bastará dedicar una o dos semanas a reunir la información necesaria para esta evaluación preliminar. Sin embargo, es importante no tomar atajos ni partir de supuestos basados en la racionalización justificatoria de la

actual y de la inutilidad de introducir cambios, y más bien es esencial poner en tela de juicio los supuestos propios y ajenos.

Una sola respuesta negativa en todo el cuestionario podría bastar para cancelar el programa, aunque, una o dos respuestas fuertemente positivas podrían compensar las respuestas negativas a varias preguntas. Otra ventaja del cuestionario es que genera alternativas. Por ejemplo, para cada uno de los rubros de la lista, aparecerán sugerencias u observaciones útiles que modifiquen parcial o completamente la idea original del proyecto de procesamiento artesanal.

**Ejemplo 1. Procesamiento simplificado de papa en la India**

Con el fin de crear empleo para los trabajadores sin tierra de Uttar Pradesh, India, en 1984 surgió la idea de iniciar el procesamiento artesanal de papa. Mediante un cuestionario se evaluó rápidamente la factibilidad del proyecto con los siguientes resultados:

- \* Uttar Pradesh produce 5 millones de toneladas de papa al año.
- \* Los meses de mayor producción y menor precio son de enero a marzo, que corresponden a la cosecha.
- \* La demanda del 10% más rico de la región a razón de 0,5Kg/año de productos de papa equivaldría a 30.000t de papa procesada, cantidad insuficiente para afectar (incrementar) el precio de mercado.
- \* La estación seca en Uttar Pradesh coincide con la cosecha principal, lo que asegura la irradiación solar para deshidratar papas.
- \* Como se trata de una tecnología simple de procesos sencillos, no se requiere inversión extranjera, donaciones gubernamentales o grandes préstamos del sector privado.

Las respuestas al cuestionario sugirieron que el procesamiento simplificado de papa era factible. Con esta información Nave y Scott (13), continuarón con el desarrollo del producto y la planta.

La principal utilidad de la evaluación inicial reside quizás en que permite decidir a bajo costo la ejecución o descarte del proyecto, y ayuda a identificar obstáculos o a aclarar qué productos procesados parecen más viables. No se trata de una prueba definitiva de la factibilidad técnica y económica. Si la evaluación preliminar es positiva se requiere una investigación más detallada de los elementos considerados originalmente, el primero de los cuales consiste en la evaluación del mercado de productos procesados.

### **Segundo Paso: Investigación de Mercados y Consumidores**

El procesamiento y las innovaciones con él relacionadas frecuentemente suscitan interrogantes sobre muchos aspectos técnicos, y se suele dejar el examen de la comercialización y empleo final de los derivados para una etapa posterior, olvidando que el éxito comercial del procesamiento depende en gran medida de los consumidores y del uso final del producto como lo sugieren por ejemplo Benavides y Rhoades (12), Gómez y Wong (8). El conocimiento de los requerimientos del mercado y los consumidores demanda dos tareas complementarias: un inventario de los productos procesados disponible en el mercado y una evaluación de las actitudes de los consumidores hacia esos productos.

### **Investigación de competencia**

Existen tres componentes esenciales de la investigación de mercados, a saber:

- Identificación de los principales productos procesados, sus características y su importancia relativa por volumen y valor transado.
- Identificación de los canales de venta de los principales productos procesados existentes (mercado, supermercado, bodega o almacén, etc.); y,
- Determinación de los factores que impiden la expansión de las ventas.

Con esta información responderemos a ciertas preguntas básicas acerca de las operaciones de procesamiento. Por ejemplo, ¿será el producto procesado completamente diferente pues no existen similares en el mercado, o se tratará de una versión modificada y mejorada en lo relativo a su apariencia, embalaje o tamaño de unidad de venta? ¿Existe un volumen considerable de productos similares en venta o hay poco interés en este tipo de producto? De acuerdo a los mayoristas, minoristas y consumidores, ¿qué factores limitan un mayor uso o venta de este tipo de producto: su precio, apariencia, empleo, etc.?

No es muy difícil preparar una relación de productos procesados existentes para un cultivo dado a partir de visitas a los tipos de mercados más representativos (almacén, mercado callejero, mercado cubierto, supermercado) de una ciudad. La lista de productos deberá incluir información acerca de las características como color, tamaño, forma, embalaje, unidad de venta y precio. También conviene visitar algunos usuarios intermedios (panaderías, restaurantes) e industriales (molinos, dulcerías industriales, etc.) para completar la identificación de los productos existentes.

Las conversaciones espontáneas con minoristas, mayoristas y usuarios industriales pueden aclarar cuestiones sobre la posibilidad de comercializar diferentes productos. Por ejemplo, con una mayor oferta, ¿podrán vender más los intermediarios? ¿Cuál es el factor determinante de las ventas:

el precio, la apariencia o el embalaje? Estas preguntas deben formularse de manera que transmitan un genuino interés y no cierta curiosidad agresiva. Los entrevistados estarán más dispuestos a responder cuando no se tomen notas de sus respuestas, conviene registrarlas inmediatamente después de abandonar el lugar de la entrevista. Young y Mac Cormac (15) y Holtzman (16) proporcionan detalles e ideas adicionales sobre el desarrollo de este tipo de investigación de mercadeo.

Si bien no existe sustituto para la información de primera mano en este rubro, puede también ser útil obtener cifras e información adicionales de algún instituto agroindustrial, la universidad local, las oficinas competentes del ministerio de agricultura o del banco agrario. Al respecto, Scott (17) proporciona pautas para la recopilación y utilización eficiente de información secundaria.

### **Investigación de consumidores**

El objetivo del estudio de consumidores es determinar el grado en que los consumidores conocen los productos procesados, saber si los consumen y, en tal caso, con qué frecuencia; su opinión del producto, las innovaciones que desearían, y en general los factores que determinan la decisión de compra. La descripción del producto incluye la forma, sabor, tiempo de preparación, características de almacenamiento y precio.

Mediante la investigación de consumidores se busca distinguir los tipos de productos que presentan un mayor (o limitado) potencial según sean o no deseados a partir de una o más características como sabor, apariencia o uso. Igualmente, se trata de descubrir cuáles productos están más (o menos) al alcance del consumidor e identificar las características más deseables en los productos existentes o aquellas que desalientan el consumo, como el escaso control de calidad y la presentación desagradable.

La información de consumidores puede obtenerse mediante distintas técnicas como entrevistas informales, cuestionarios formales (18) y grupos focales (*focus groups*). La selección de una de ellas depende entre otros factores, de la información secundaria de la que se disponga, del público objetivo que se desee sondear, y del grado de especificidad que se busque en cuanto a segmentación, características específicas del producto, o definición de usos no previstos del mismo.

Por ejemplo, si se requiere información cuantitativa, la encuesta formal es recomendable, pero si se busca conocer los hábitos o criterios de decisión de un estrato socioeconómico con miras al lanzamiento de un producto, tal vez convenga más un grupo focal.

PROCESAMIENTO ARTESANAL DE PRODUCTOS AGRICOLAS; METODOS DE EVALUACION DE FACTIBILIDAD.

En todo caso otro factor a considerar es la disponibilidad de recursos para ésta y otras etapas de la evaluación. También se debe tener en cuenta cómo se procesará y redactará la información si el análisis inmediato no es posible. En el Anexo 1 se incluye una relación de los aspectos que deben considerarse en la búsqueda de información de los consumidores.

Es esencial que la información de consumidores refleje diferencias de ingreso o que considere una variable sustitutoria como el lugar de residencia. Las entrevistas con diferentes tipos de consumidores permiten identificar los patrones actuales de consumo de diferentes grupos y en cierta medida, las posibilidades de cambio si, por ejemplo, aumenta el ingreso.

Lo ideal es que la investigación de consumidores sea realizada por las mismas personas que llevaron a cabo la revisión bibliográfica y el estudio de mercados, para que los reconocimientos recabados en las actividades precedentes sean incorporados directamente a este componente del estudio, ajustando el enfoque y ampliando la cobertura. Además, si quienes participan en la recopilación poseen conocimientos especializados sobre productos agrícolas y técnicas de procesamiento, pueden evaluar mejor las razones presentadas y sondear áreas donde encuestadores menos experimentados nunca habrían inquirido.

En el siguiente ejemplo se muestra el empleo de la investigación de mercados y los grupos focales como medio para evaluar el mercado potencial de productos procesados.

**Ejemplo 2. Actitudes de los consumidores hacia la introducción de pan de camote (batata) en Lima, Perú.**

Para reducir las importaciones de harina de trigo, así como para incentivar al agro en el Perú, surgió la idea de elaborar un pan de consumo diario sustituyendo parte de la harina de trigo por camote fresco rallado. Para evaluar las posibilidades de este pan, se desarrolló un estudio en el que se buscaba conocer los hábitos familiares de consumo de pan, así como las características esperadas y la reacción que provocaría la introducción del nuevo pan (19).

Mediante la técnica de grupos focales se evaluó una muestra de amas de casa (quienes generalmente son las que toman la decisión de compra de pan en el hogar), de niveles socioeconómicos medio típico, medio bajo y bajo-bajo ascendente.

Inicialmente se notó cierto rechazo al producto, porque existía la idea generalizada de que se trataba de un pan dulce, clasificado como especial, para consumo eventual y asociado con sectores de mayores ingresos. Sin embargo, al mostrar y degustar el pan (que en realidad se asemejaba más

al pan de consumo diario), la aceptación fue alta ya que además del menor precio se trataba de un producto que se adaptaba a los hábitos de consumo de pan (especialmente por la posibilidad de combinarlo con otros productos).

Se consideró que la presencia de partícula de camote, en vez de ser desagradable daba la garantía de ser un producto natural y nutritivo. Únicamente se objetó la apariencia de "pan frío" o pasado, y cierta falta de peso.

Los resultados orientaron el desarrollo de un estudio cuantitativo mediante encuestas, y plantearon la posibilidad de introducir ciertas modificaciones en la fórmula original; véase Denen (20).

**Tercer Paso: Investigación a Nivel de Finca**

La investigación en finca busca establecer los patrones de oferta y los movimientos de precios, y si los agricultores se interesarán en vender su producción al procesador o considerarán alternativamente procesar por su propia cuenta parte o la totalidad de su cosecha.

También es importante determinar si los procesadores pueden obtener una cantidad suficiente y uniforme de materia prima que justifique la instalación de la planta de procesamiento, teniendo también en cuenta la calidad de la oferta y los costos de embalaje y transporte. El procesador también se interesa en el tipo de variedades disponibles (o potencialmente disponibles) para obtener las características de procesamiento deseadas. Los hábitos de comercialización de los agricultores también son objeto de atención detallada: los canales de comercialización, su estabilidad estacional, los compradores habituales y los acuerdos de pago usuales. Diversos estudios han notado la importancia de estas consideraciones operacionales en el lanzamiento de nuevos productos procesados (10).

En algunos casos, dependiendo de los costos de operación y los retornos por unidad de producción, el procesamiento se puede realizar sólo durante unos cuantos meses del año. En otros casos, puede ser necesario operar durante todo el año para obtener beneficios. Alternativamente, los agricultores pueden ya contar con una salida para su producto incluso en época de cosecha o tener dificultades sólo ocasionalmente para venderlo (7).

Una vez que se ha elaborado un mapa de las condiciones presentes, la investigación se orientará a explorar el potencial para realizar las modificaciones necesarias que permitan incluir (o ampliar) las actividades de procesamiento. Por último, debe analizarse las limitaciones de los productores en la producción o comercialización del producto mismo, por ejemplo fuera de su temporada tradicional o utilizando nuevas variedades.

Al llevar a cabo la investigación en finca, es de particular importancia entrevistar diferentes tipos de agricultores pues los pequeños agricultores que tal vez cuenten sólo con excedentes mínimos, tendrán limitado interés en el procesamiento comercial mientras que con los grandes agricultores puede suceder lo contrario. Lo mismo con respecto a las diferentes zonas ecológicas en que se cultiva el producto (9).

### **Métodos de investigación en finca**

La información necesaria puede obtenerse mediante la síntesis de información secundaria, la revisión de la bibliografía existente y la recopilación de información primaria. Algunos datos de interés son el volumen anual de producción en una región, departamento o provincia; períodos de siembra y cosecha; tamaño de las explotaciones agrícolas y su importancia dentro de la producción total; y precios al productor de cultivos específicos por año calendario o por mes. Esta información puede obtenerse en los ministerios de agricultura, en los programas de productos básicos, los institutos de estadística y en los propios mercados (8). El análisis de esta información puede bastar por sí mismo para identificar o descartar ciertos cultivos o áreas posibles para el procesamiento. Por ejemplo, si una región produce muy pocas batatas (*camotes*) y los precios son generalmente bastante altos, será poco probable que exista interés inmediato entre los productores por el procesamiento del producto.

En caso de que el análisis sea favorable al procesamiento de determinado cultivo alimenticio, es aconsejable acudir a centros de investigación (por ejemplo, bibliotecas universitarias, institutos agroindustriales, ministerios y bancos de fomento) para revisar la documentación disponible sobre intentos previos a nivel de finca de llevar a cabo (o mejorar) actividades de procesamiento. Esta búsqueda puede llevarnos a descubrir experimentos en curso o proyectos piloto infructuosos que merecerán mayor atención para comprender su lógica de operación, historial y principales obstáculos encontrados.

Otro componente de la investigación sobre procesamiento a nivel de finca es el contacto con los mismos agricultores para sondear sus opiniones y razones. Mientras mayor sea el número de opciones posibles y la precisión de la información requerida, mayores serán las probabilidades de que se necesite realizar una encuesta formal. Cuando las posibilidades de procesamiento se limiten a una o dos opciones (por ejemplo, mediante el análisis de información secundaria) puede que sólo sean necesarias entrevistas informales. Rhoades (21) explica en detalle el uso de la encuesta informal para estos y otros fines; Horton (22) ofrece pautas para el uso de una encuesta formal.

La comparación de los resultados con las opiniones de los especialistas técnicos y propietarios-operadores de las plantas existentes puede servir para verificar y comparar las opiniones vertidas por los agricultores. El siguiente ejemplo ilustra el empleo de un cuestionario formal para evaluar el potencial de procesamiento de un producto.

### **Ejemplo 3. Posibilidades de procesamiento de papa en el nororiente colombiano**

Como pieza clave para evaluar la factibilidad socioeconómica de una tecnología de procesamiento en Colombia, se trató de establecer las necesidades e intereses de los productores locales de papa respecto al procedimiento artesanal de este producto.

Se revisaron estudios e información secundaria sobre producción, precios y comercialización de papa en la región de Pamplona. Se realizó una reunión de agricultores para mostrarles las diferentes formas de preparación de los productos derivados de papa (por ejemplo, papas fritas, pasteles, sopas) y una encuesta formal a 81 agricultores. Se consultó censos agrícolas recientes y estadísticas de producción de fincas para determinar la ubicación de la producción de papa en las diversas localidades así como el número de productores en cada una. Se recopiló información acerca del interés en el procesamiento artesanal de papa y los aspectos técnicos de la producción.

Este estudio arrojó resultados ambiguos, ya que mientras que casi la totalidad de agricultores expresó interés en los productos procesados y cierta disposición a realizar esta actividad en cooperación con otros agricultores, también manifestaron no tener dificultad especial para vender su cosecha a precios ventajosos. La escasez de mano de obra en la época de cosecha también arroja dudas sobre la factibilidad de introducir tecnología intensiva en mano de obra que operaría cuando la fuerza de trabajo es de por sí escasa. Si bien estos resultados no han conducido al abandono del procesamiento, si han llevado a una reconsideración de la lógica económica de esta actividad (7).

### **Cuarto Paso: Análisis de Costos e Ingresos**

Una vez que se cuenta con información sobre demanda (investigación de mercado y consumidores) y oferta (investigación a nivel de finca), el posible procesador puede concentrarse en las pruebas de producción de los productos mejor adaptados al mercado. El procesamiento piloto da al operador inexperto la oportunidad de poner en práctica (aprender) las diversas técnicas involucradas y permite la experimentación técnica. Aquí se introducen consideraciones económicas como la estimación de costos e ingresos por unidad de producto, y la planificación financiera, es decir cuándo se verificarán estos costos e ingresos.

### **Como y por qué de la estimación de costos e ingresos**

Las estimaciones de costos e ingresos del procesamiento a partir de experimentos en una planta piloto dan un indicio sobre la rentabilidad del proyecto. Más aún, con esta información sabremos qué costos tendrán mayor impacto en los beneficios netos, sugiriéndonos las áreas donde podemos mejorar la eficiencia económica del procesamiento. De igual manera, ayudan a identificar la escala e intensidad de las operaciones que se requieren para mejorar la rentabilidad.

En otras palabras, puede buscarse la mejor aproximación al tamaño óptimo de las plantas de procesamiento según el retorno neto al capital, el deseo de generar mayor empleo o procesar un volumen de materia prima en un período determinado. Estas estimaciones constituyen información de referencia para determinar cuánto se debe mejorar el procesamiento para que sea viable desde el punto de vista económico. En resumen, debe considerarse que la estimación de costos e ingresos es en gran medida un ejercicio interactivo con otros investigadores agrícolas para desarrollar una tecnología y no tan sólo la tarea unidisciplinaria de evaluar el impacto de dicha tecnología.

#### ***Cálculo de costos***

Los costos se dividen en dos categorías: fijos y variables. Los fijos ocurren independientemente de que la planta esté o no en operación. Representan la inversión en la estructura y equipo, el interés por créditos para la adquisición de la planta y el alquiler de terrenos, además de salarios de personal de supervisión (administrador o guardián), secretarías, teléfono, útiles de oficina, permisos de operación y licencias, entre otros.

Los costos variables son los que se materializan cuando la planta entra en operación y dependen de la cantidad producida. Incluyen el costo de la materia prima (más los costos de transporte hasta el lugar de procesamiento), mano de obra, insumos (por ejemplo químicos), material de embalaje, combustible y cualquier otro gasto asociado con la producción misma (por ejemplo, molienda fuera de la planta). Los costos variables también pueden incluir el flete por transporte del producto terminado hasta el mercado o comisiones pagadas a vendedores y, a menudo, un rubro de contingencias para afrontar cualquier gasto operativo no anticipado.

El elemento central del cálculo es tener cuidado de incluir todos los costos asociados al procesamiento y hacer estimaciones razonables de su valor monetario, por ejemplo en el caso de mano de obra familiar u otros insumos no adquiridos comercialmente.

#### ***Estimación de ingresos***

Los ingresos se calculan a partir del precio de venta real o estimado y del volumen de producto vendido. Si el producto nunca ha sido comercializado los ingresos pueden ser más difíciles de estimar y la única posibilidad sería probablemente realizar estimaciones razonables a partir de los precios de productos similares y/o de conversaciones informales con posibles mayoristas o minoristas acerca de cuánto pagarían por dicho producto. Alternativamente, se puede simular una gama de precios para el producto para determinar el efecto sobre los ingresos totales.

Las utilidades netas estimadas son los ingresos totales menos los costos totales. Las estimaciones son los ingresos

totales menos los costos totales. Las estimaciones de los costos (o de la utilidad neta) por unidad de producto se pueden derivar dividiendo los costos totales (o utilidad neta) entre el número total de unidades producidas. Por lo general, dichos cálculos se hacen para un año (o estación) de manera que se pueda evaluar la buena marcha financiera de la empresa.

#### ***Ejemplo 4. Costos e ingresos del procesamiento artesanal en la India***

En el proyecto de procesamiento artesanal de papa en India (Ejemplo 1), tras la experimentación inicial, surgieron interrogantes sobre la escala e intensidad apropiadas, debido a la flexibilidad de las técnicas empleadas, el costo aparentemente elevado de cierto equipo y la incidencia relativa de diferentes insumos sobre el costo total de producción.

El enfoque utilizado comprendió tres procedimientos: (I) un inventario cuidadoso de toda la estructura y equipo necesarios para el procesamiento simplificado de papa; (II) un monitoreo intensivo de las técnicas de procesamiento para tomar en cuenta todo el material, mano de obra y combustible empleados; y, (III) una investigación agresiva aunque breve sobre los precios convenientes de los insumos y productos (13). Con esta información, una computadora personal y el programa LOTUS 1-2-3 se logró construir presupuestos de operación para diferentes escalas de planta (Anexo 2), y realizar simulaciones para calcular el impacto de la intensidad de las operaciones anuales, sobre los ingresos netos; los diferentes plazos de reembolso del crédito y los diferentes precios de compra y venta de los productos involucrados en la operación. Así fue posible verificar que los costos unitarios se reducen al aumentar el volumen procesado de papa. De otro lado, los ingresos aumentan mientras mayores sean la temporada de operaciones, la cantidad de materia prima procesada por día, y las tasas de conversión de materia prima en producto procesado.

Los resultados permitieron concentrar el trabajo experimental en la manera de mejorar las tasas de conversión, racionalizar el empleo de mano de obra, y disminuir los costos de comercialización y transporte. También se trató de prolongar la temporada de procesamiento tanto como fuera posible.

Con estas prometedoras estimaciones de rentabilidad se generó interés adicional en esta línea de investigación y, más específicamente, en el "flujo de caja", denominación de la secuencia de dinero que ingresa y sale de la empresa y que puede ser cíclicamente negativo, en cuyo caso debe financiarse de alguna manera obligando el uso de crédito o de fondos propios de la empresa. Los problemas de flujo de caja, además de un manejo financiero adecuado, son alivia-

dos mediante la política de ventas y la estrategia de promoción, cuestión que trataremos ahora con mayor detenimiento.

#### ***Quinto Paso: Estrategia de Mercado y Operación***

La manera precisa en que el producto ingresará al mercado depende parcialmente de la estrategia de comercialización. Deben tenerse en cuenta cuatro factores: diseño del producto, determinación del precio, promoción y distribución (3). Por ejemplo, se debe decidir si se venderá el producto a granel con un fuerte descuento para los mayoristas, poca publicidad y a través de los canales establecidos de comercialización o si se venderá en un embalaje atractivo, en pequeñas cantidades, a los minoristas y a un precio relativamente alto a través de una red de distribución especialmente establecida para este producto. La investigación previa a través de agentes de comercialización y entre consumidores suministrará información básica para ayudar en la toma de una decisión, pero sólo se puede determinar la estrategia de comercialización adecuada después de haber explorado más de una combinación de factores.

#### ***Diseño del producto y determinación del precio***

El diseño del producto es fundamental para el éxito de las iniciativas de procesamiento. Interesa desde las características peculiares del embalaje (calidad del material, diseño) hasta el tamaño de la unidad de venta, la apariencia (color, forma, tamaño) así como en los atributos específicos (capacidad nutritiva, facilidad de preparación). Por ejemplo, un producto comercializado en un embalaje de poco costo, sin calidad uniforme y que pueda ser considerado como "comida para pobres", puede ser rechazado por los consumidores a quienes estaba destinado porque éstos no quieren adquirir un bien que consideran de categoría inferior a pesar de sus presuntos beneficios. Los mayoristas y minoristas posiblemente sean aún más sensibles al diseño del producto. En consecuencia, las opiniones de estos y otros clientes potenciales deben consultarse para que el conjunto final de atributos del producto se aproxime a las preferencias y gustos de los consumidores.

La determinación del precio del producto procesado es otra decisión crucial de comercialización. Las estimaciones de los costos y retornos proporcionan una idea del precio de "equilibrio" de estos bienes pero éste puede ser diferente al que realmente se puede obtener en el mercado. Existe una gama de estrategias para la determinación de precios entre las que se cuentan el margen fijo sobre costo, la penetración de mercado, la utilidad total máxima, los precios de mercado y precios controlados o subsidiados (5).

La determinación de precios por la técnica de margen fijo - porcentaje adicional que representa el retorno al capital y la administración - sobre costo parece especialmente conveniente cuando el procesador introduce un producto com-

pletamente nuevo. Sin embargo, los ingresantes o las empresas establecidas en el mercado podrían querer vender el mismo producto o uno similar a un precio inferior, incluso sin margen de ganancia adicional a corto plazo.

Una segunda estrategia busca la penetración del producto en el mercado, y un volumen de ventas lo suficientemente grande que permita niveles de costos unitarios de producción significativamente inferiores. Cuando la penetración del mercado implica fijar precios que representan pérdidas por cada unidad de producto vendida en una línea de productos de la empresa para atraer consumidores en todas las demás, hablamos de la determinación del precio del producto por el método "utilidad máxima total". En todo caso, una estrategia de este tipo debería buscar cubrir por lo menos los costos variables de la línea en cuestión.

Una estrategia pasiva consiste en dejar que el mercado determine los precios. La dificultad de este enfoque consiste en determinar cuál es el mercado apropiado para tener un punto de referencia. Las estrategias pasivas incluyen también los casos en los que el precio es controlado por la autoridad o aquellos en los que existe un subsidio. En ambos casos es recomendable evaluar en cada momento, cuáles serían los efectos de la supresión de tales intervenciones sobre la marcha del proyecto de procesamiento. El éxito dependerá en gran medida de la experimentación con diferentes enfoques antes de tomar una decisión.

## PROMOCION Y DISTRIBUCION

### ***Promoción***

Se refiere a actividades como exhibiciones en mercados y ferias, así como publicidad en los medios de comunicación. Dar a conocer el producto es de por sí una tarea importante, especialmente para una planta nueva y un producto desconocido, y demanda gran imaginación y persistencia.

La promoción puede dirigirse a los usuarios finales (los consumidores) o a las personas o empresas que suministran dichos productos a los consumidores. Austin (3) señala que los esfuerzos de promoción destinados al usuario final son una estrategia de atracción ("pull") que busca generar demanda adicional para el producto de manera que los minoristas, mayoristas o comisionistas se vean compelidos a aumentar sus compras al procesador. Los intentos para convencer a los comerciantes y empresas privadas a comprar más del producto procesado son una estrategia de empuje ("push"). La mayor parte de los procesadores probablemente recurren a ambas estrategias para incrementar las posibilidades de éxito de su producto. El contenido de la estrategia de promoción también varía e incluye información acerca de una o más características positivas del producto, para crear una "imagen" o hechos básicos sobre el mismo.

## ANEXO 1

VARIABLES A CONSIDERAR EN LA EVALUACION DE FACTIBILIDAD DEL PROCESAMIENTO ARTESANAL<sup>a</sup>

Nivel	Variable
<b>PRODUCTOR AGRICOLA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area cultivada con el producto</li> <li>• Producción total</li> <li>• Meses de siembra y cosecha</li> <li>• Destino de la producción (autoconsumo, venta, semilla, alimentación de ganado, almacenamiento, productos procesados)</li> <li>• Criterio de selección (según tamaño, destino, calidad)</li> <li>• Variedades preferidas</li> <li>• Lugares de venta (en finca, en la casa, mercadolocal, otros mercados)</li> <li>• Razones para vender en cada lugar (facilidad de transporte, mejores precios, menor riesgo, tiempo disponible)</li> <li>• Compradores (camionero, mayorista local, intermediario, detallista, consumidor)</li> <li>• Sistema de pago</li> <li>• Epocas de venta</li> <li>• Porcentaje de la cosecha almacenado</li> <li>• Razones para almacenar (autoconsumo, semilla, esperar mejores precios)</li> <li>• Tiempo promedio de almacenamiento</li> <li>• Pérdidas por almacenamiento (pudrición, brotación, pérdida de agua, enfermedades)</li> <li>• Productos procesados que conoce</li> <li>• Cantidad que procesa</li> <li>• Técnica de procesamiento utilizada</li> <li>• Consumo o autoconsumo actual y potencial de productos procesados</li> </ul>
<b>COMERCIANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos procesados que comercializa</li> <li>• Forma de venta (a granel, en envase, otro)</li> <li>• Presentación del producto (tipo de envase, unidades de peso y medida)</li> <li>• Precio de venta</li> <li>• Productos sustitutos</li> <li>• Proveedores y forma de pago</li> <li>• Usos dados al producto por los consumidores</li> </ul>
<b>CONSUMIDOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos procesados que conoce</li> <li>• Consumo por capita del cultivo y del producto procesado</li> <li>• Variaciones en el consumo con relación al ingreso</li> <li>• Variaciones estacionales en el consumo</li> <li>• Lugares de compra habituales</li> <li>• Precios</li> <li>• Atributos considerados en la decisión de compra (nivel nutricional, palatabilidad, higiene, presentación, conservación, facilidad de preparación, usos alternativos, etc.)</li> </ul>

<sup>a</sup> La lista no es de ninguna manera exhaustiva. Ver ICA (7), Austin (3) y Gómez y Wong (8) para tener ideas adicionales al respecto.

ANEXO 2  
COSTOS Y RETORNOS ESTIMADOS DEL PROCESAMIENTO SIMPLIFICADO DE PAPA EN LA INDIA

	Cantidad de papa fresca por procesar por día 200Kg		1.000Kg			
	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Cantidad		Costo Unitario
<b>I. COSTOS FIJOS (A+B+C):</b>			<b>8,368</b>		<b>29,586</b>	
<b>A. Equipo</b>			<b>5,568</b>		<b>17,536</b>	
1. Lavadora-peladora	1	1,800	1,800	2	1,800	3,600
2. i. Tinaja de Pelado	1	135	135	3	135	405
ii. Tinaja de Cortado	2	135	270	6	135	810
iii. Tinaja de Enjuague	1	135	135	2	135	270
iv. Tinaja de postblanqueado	1	135	135	2	135	270
v. Tinaja de Inmersión química	1	135	135	3	135	405
3. Cortadoras manuales	2	40	80	0	0	0
4. Cortadoras mecánicas	0	0	0	1	1,800	1,800
5. Bolsas de prensado	4	22	88	8	22	176
6. Encurtidoras	1	50	50	2	50	100
7. Blanqueador cubierto (incluye albañilería)	1	1,000	1,000	1	1,000	1,000
8. Parrillas de secado con mallas de nylon	12	145	1,740	60	145	8,700
<b>B. Infraestructura</b>			<b>2,300</b>			<b>10,250</b>
1. Almacén diurno y nocturno	1	1,600	1,600	1	8,000	8,000
2. Albañilería	1	300	300	1	1,500	1,500
3. Cubierta para esparcidores	1	0	0	1	0	0
4. Tambores y soporte	1	150	150	1	250	250
5. Tanque fijo, material noble	1	250	250	1	500	500
<b>C. Almacenamiento de papa fresca</b>	<b>1</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>1</b>	<b>1,800</b>	<b>1,800</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>		
<b>II. COSTOS VARIABLES</b>		<b>27,188</b>		<b>114,386</b>		
A. Papa	Rs. 120x90	10,800	Rs. 60x90	54,000		
B. i.M. de obra, proces.	Rs. 43,5x90	3,915	Rs. 91,0x90	8,190		
ii.M. de obra, embal.	Rs. 9,5x45x2	428	Rs. 9,5x45x5	2,137		
C. i. Bolsa y etiq.	Rs. 0,27x128x90	3,110	Rs. 0,27x640x90	15,552		
ii. Embalaje externo	Rs. 0,04x128x90	461	Rs. 0,04x640x90	2,304		
D. Productos químicos	Rs. 6x90	540	Rs. 30x90	2,700		
E. Carbón	Rs. 12x90	1,080	Rs. 32x90	2,880		
F. Comercializ. y Transp.	Rs. 0,325x128x90	3,974	Rs. 0,295x640x90	16,992		
G. Otros costos (mantenimiento, alquiler Imprev)		2,881		9,630		
# de paquetes		11,520		57,600		
Costo variable total/paquete		2,36		1,99		

- Supuestos:
- Producción de hojuelas de papas fritas envasadas (90 días útiles créditos a 5 años).
  - Mano de obra para procesamiento: 1 supervisor (Rs. 15/días) y 3 y 8 operarios (Rs. 9.5/operario/día) para 200 y 1,000Kg de papa fresca procesada, respectivamente.
  - Tasa hojuela/papa fresca=0.16 y 1 paquete= 0.25gr. para 200 y 1000Kg corresponden: 128 y 640 paquetes, respectivamente.
  - Se embala 210 paquetes cada 2 días

Fuente: Nave y Scott(13)

## PROCESAMIENTO ARTESANAL DE PRODUCTOS AGRICOLAS; METODOS DE EVALUACION DE FACTIBILIDAD.

## III. FACTIBILIDAD ECONOMICA

	200Kg		1,000Kg	
	1er. Año	5to. Año	1er. Año	5to. Año
<b>A. Costos Anuales (1+2+3)<sup>a</sup></b>	29,790	29,011	123,676	120,898
1. Reembolso de préstamo para costo fijo	1,574	1,574	5,557	5,557
(i) Equipo	1,114	1,114	3,507	3,507
(ii) Infraestructura	460	460	2,050	2,050
2. Costos variable	27,188	27,188	114,386	114,386
(i) Papa	10,800	10,800	54,000	54,000
(ii) Otros c,var.	16,388	16,388	60,386	60,386
3. Intereses <sup>b</sup>	1,036	249	3,734	955
(i) C. fijos 12.5%/año	984	197	3,473	695
(ii) Capital de operación	52	52	260	260
<b>Costo Total Anual/paquete</b>	<b>2,59</b>	<b>2,52</b>	<b>2,15</b>	<b>2,10</b>
<b>B. Ingresos Anuales<sup>c</sup></b>	28,800	28,800	144,000	144,000
(# de paquetes producidos)	11,520	11,520	57,600	57,600
<b>C. Ingresos Anuales Netos</b>	-988	-211	20,324	23,102
Ingresos netos/paquete	-009	-0,02	0,35	0,40

a El repago del capital para la compra de equipo e infraestructura se realiza en cuotas iguales cada año. Para el capital de operación se asume que el agricultor utiliza su propia papa y mano de obra familiar, cubriendo el pago inmediato de los costos de transporte y comercialización; por lo tanto, el costo de capital de este tipo es mínimo.

b Por redondeo, las sumas no necesariamente son exactas.

c Se asume un precio de venta de las hojuelas: Rs. 2.5/paquete de 250 g.

Fuente: Nave y Scott (13)

Los procesadores pueden emplear procedimientos directos que permiten registrar, analizar y emplear las reacciones obtenidas para modificar la producción y comercialización, o el contacto indirecto a través de los medios de comunicación para llegar rápidamente a muchos más clientes. La nueva planta procesadora tendrá que evaluar cuáles de las estrategias (de "atracción" o de "empuje"), contenidos (hechos o imágenes) y procedimientos (directos o indirectos) son más adecuados.

#### Distribución

Una estrategia de distribución debe tener en cuenta los canales de comercialización existentes, las funciones que desempeñan sus participantes y posibles alternativas. La determinación de los canales de comercialización sirve para aclarar cómo pasan los productos existentes de las plantas de procesamiento a los usuarios finales, pudiendo existir varias rutas posibles. Mediante la estimación de los volúmenes que maneja cada canal, se puede determinar sus respectivas ven-

tajas (como el menor número de intermediarios) y desventajas (como el menor potencial de ventas).

Las funciones que desempeñan los participantes en estos canales son también una pieza clave de información sobre los volúmenes transados, el transporte del producto, las formas de embalaje y distribución, la disponibilidad de crédito y el almacenamiento, entre otros. Mediante la identificación de los principales canales y las funciones de comercialización se esboza con mayor claridad el producto (o servicio) vendido por los procesadores existentes y las exigencias de un mercado competitivo.

Los métodos disponibles para resolver estos problemas son similares a los ya mencionados: revisión de la bibliografía, entrevistas informales con agentes del mercado o una encuesta formal para registrar información cuantitativa (8). El siguiente ejemplo ilustra cómo se puede llevar a cabo dicha tarea.

### **Ejemplo 5. Mercado de papas deshidratadas en Huancayo, Perú**

El Perú produce papa todo el año, pero la producción en la zona de la sierra se cosecha desde fines de noviembre a fines de junio y, en consecuencia, la papa fresca es cara y escasa en las ciudades de la sierra durante la estación baja (23). En 1987, los expertos en procesamiento del Centro Internacional de la Papa (CIP) se interesaron considerablemente en la posibilidad de que los restaurantes y cafeterías de Huancayo, ciudad de 250.000 habitantes de la sierra central, quisieran adquirir papas deshidratadas para freír.

Los procedimientos de investigación para este estudio consistieron en un breve cuestionario formal y una prueba gastronómica la cual fué efectuada en 20 establecimientos, dando como resultado que el 64% de las papas que adquieren es para freír (24).

El 70% de los encuestados informó que las papas deshidratadas les parecían "agradables" o "muy agradables". Ninguno dijo que el producto era "desagradable" y todos manifestaron interés en adquirir el producto. El 40% indicó que el precio sería un factor determinante en el empleo del producto y el 37% sostuvo que era importante poder adquirirlo fácilmente. Así se confirmó que la papa deshidratada es una alternativa a la papa fresca cortada para freír.

### CONCLUSIONES

En este documento nos hemos concentrado en la evaluación de la factibilidad socioeconómica del procesamiento artesanal, delineando una serie de pasos que definimos como "desarrollo de productos". En otras palabras, explicamos los procedimientos para evaluar cada fase del proceso que va desde la idea inicial de instalar una planta hasta la comercialización de la producción, presentando ejemplos de los métodos para sacar a la luz los problemas que involucran, sin pretender que sean exhaustivos sino sólo a manera de sugerir las principales actividades que deben emprenderse. Se ha puesto énfasis en los métodos socioeconómicos para el procesamiento de raíces y tubérculos. Esperamos que la información contenida en el texto, anexos y referencias bibliográficas contribuya a promover futuras empresas de procesamiento de raíces y tubérculos en los países en desarrollo.

### REFERENCIAS

- 1 Coursey, D. G. "Traditional Root Crop Technology: Some Interaction with Modern Science." En: Greeley M. (Ed.). *Feeding the Hungry: A Role for Postharvest Technology?* IDS Bulletin 1982. 13 (June 3:12-20).
- 2 The World Bank. *World Development Report 1992*. Washington D.C. 1992, p. 238-239.
- 3 Austin, J. *Agro-Industrial Project Analysis*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, 1981.
- 4 Edwardson, W. y C. W. Mac Cormac. *Improving Small-Scale Food Industries in Developing Countries*. Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID). Ottawa, Canadá, 1984.
- 5 Byerlee, D., L. Harrington & D. L. Winkelmann. *Farming Systems Research: Issues in Research Strategy and Technology Design*. En: *American Journal of Agricultural Economics* (64) 5:897-906, 1982.
- 6 Khon Kaen University. *Proceedings of the 1985 International Conference on Rapid Rural Appraisal, Rural Systems Research and Farming Systems Research Projects*. Thailand 1987.
- 7 Instituto Colombiano de Agricultura. *Proyecto Comercialización de Productos Procesados de Papa*. En: Informe anual del proyecto PRACIPA. Lima, Perú, 1988.
- 8 Gómez R. y D. Wong. *Procesados de Papa: Un mercado potencial*. Centro de Investigaciones de la Universidad del Pacífico (CIUP). Lima, Perú, 1988.
- 9 Werge, R. "Potato Processing in Central Highlands of Perú". *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 7, pp. 229-234. 1979
- 10 Alvarez M. *Agroindustria y Promoción del Desarrollo: Los Desafíos del Mercado*. En: *Debate Agrario*, Lima 1990. 9:69-90.
- 11 Esquite A. & G. Pérez. *Estudio Exploratorio de la Comercialización de Productos Deshidratados de Papa en Guatemala*. Ponencia presentada en el Taller Latinoamericano sobre Métodos para Estudiar la Comercialización Agrícola, realizado en el Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, del 11 al 13 de junio de 1990.
- 12 Benavides, M. y R. Rhoades. "Socio-Economic Conditions, Food Habits and Formulated Food Programs in the Pueblos Jovenes of Lima, Perú". En: *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. XXXVII, No. 2, pp. 259-281. 1987
- 13 Nave, R. & G. Scott. *Village-Level Potato Processing in Developing Countries: A Case of the SOTEC Project in India*. Ponencia presentada en el Taller de Desarrollo de Productos de Raíces y Tubérculos en Países en Desarrollo, realizado en el Visayas State Agricultural College (VISCA) Leyte, Filipinas del 22 de Abril al 1ro. de mayo de 1991.
- 14 Kotler, P. *Principles of Marketing*. 3ra. Ed. Prentice Hall International Editions. Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 1986.
- 15 Young, R.H. y C.W. Mac Cormac. *Market Research for Food products and Processed in Developing Countries: Proceedings of a Workshop*. Singapore, Abril 1-4, 1986. International Development Research Centre (IDRC). Ottawa, Canadá, 1987.
- 16 Holtzman, J. *Rapid Reconnaissance Guidelines for Agricultural Marketing and Food Systems Research in Developing Countries*. MSU International Development Papers. Documento de Trabajo No. 30. Department of Agricultural Economics. Michigan State University. East Lansing, Michigan, 1986.
- 17 Scott, G. *Trabajo de campo entre cuatro paredes: recopilación de información secundaria para la investigación sobre sistemas alimentarios*. Ponencia presentada en el Taller Latinoamericano sobre Métodos para Estudiar la Comercialización Agrícola, realizado en el Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, del 11 al 13 de junio de 1990.

## PROCESAMIENTO ARTESANAL DE PRODUCTOS AGRICOLAS; METODOS DE EVALUACION DE FACTIBILIDAD.

- 18 Den Hartog, A. y W. A. Staveren. Manual for Social Surveys on Food Habits and Consumption in Developing Countries. Pudoc. Wageningen, 1983.
- 19 DENE S.R.L. Estudios de Marketing. Estudio de Naturaleza Conceptual: "Pan de Camote", Preparado para el Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 1991.
- 20 Denen, H. El Mercado Potencial de Pan de Camote: Encuesta a Consumidores en Lima Metropolitana y Callao. Tesis de Maestría en Marketing e Investigación de Mercados. Universidad Agrícola Wageningen, Wageningen, Holanda, 1991.
- 21 Rhoades, R. El arte de la encuesta informal agrícola. (mimeo). Documento de Entrenamiento. Departamento de Ciencias Sociales. Centro Internacional de la Papa (CIP).Lima, Perú, 1983.
- 22 Horton, D. Pautas para el planeamiento de encuestas formales. (mimeo). Documento de Entrenamiento. Departamento de Ciencias Sociales. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú, 1982.
- 23 Scott, G. Mercados, mitos e intermediarios: la comercialización de la papa en la zona central del Perú. Centro de Investigaciones de la Universidad del Pacífico (CIUP). Lima, Perú, 1986.
- 24 Mello, L. E. Estudio tecnológico para la obtención de papas picadas deshidratadas como insumo intermedio. Tesis para optar el grado de Ingeniero en Agroindustria. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú, 1988.

Recibido: 14-02-1992

Aceptado: 16-04-1993

## Equilibre des oligoelements chez l'enfant phenylcetonurique traite. Consequences de la carence en selenium sur la peroxydation lipidique<sup>1</sup>

Berenice Cunha Wilke<sup>2</sup>, Michel Vidailher<sup>3</sup>, Marie Jeanne Richard<sup>4</sup>, Veronique Ducros<sup>4</sup>, Josianne Arnaud<sup>4</sup> et Allain Favier<sup>5</sup>.

**RESUME.** Nous avons étudié le statut en Ca et Mg et en oligoéléments (Zn, Cu, Fe, Mn, Se), chez 15 enfants phénylcétonuriques (PCU) classiques équilibrés par un régime restrictif et chez 34 témoins. Les PCU ont une diminution significative ( $p < 0.01$ ) du Se plasmatique et érythrocytaire et de l'activité de la Glutathion-Peroxydase (GSH-Px), enzyme sélénium-dépendante, dans le plasma et dans les érythrocytes. Cette effondrement de l'activité de la GSH-Px est accompagnée d'une augmentation de deux marqueurs de la peroxydation lipidique: le malonaldialdéhyde (MDA) et les hydroperoxydes organiques (H.P.O.). Il n'a pas été constaté de modification significative des autres minéraux étudiés. Cette étude attire l'attention sur la nécessité de supplémenter en Se les mélanges d'acides aminés, utilisés dans le traitement de la phénylcétonurie.

**SUMMARY.** Mineral balance in treated phenylketonuric children. Effects of selenium deficiency on lipid peroxidation. We studied Ca and Mg and trace elements (Zn, Cu, Fe, Mn, Se) in 15 P.K.U. children treated with strict Phe-reduced diet and in a control group. P.K.U. children are significantly lower ( $p < 0.01$ ) plasma and erythrocyte Se as well as significantly lower ( $p < 0.01$ ) activities of Glutathione-Peroxidase (GSH-Px), a seleno-dependent enzyme in erythrocytes and in plasma. Concomitantly with defective GSH-Px activities we observe significantly ( $p < 0.01$ ) increased levels of lipid peroxidation products: malonaldehyde (MDA) and organic hydroperoxides (O.H.P.). So, Se supplementation appears to be necessary in low phenylalanine products used in P.K.U. treatment.

### INTRODUCTION

La possibilité d'observer des déficits en oligoéléments chez l'enfant phénylcétonurique (PCU) soumis au régime restrictif, ont été rapportées par plusieurs auteurs (1 - 6).

Le régime des enfants PCU repose habituellement sur l'utilisation, jusqu'à 6 à 8 mois, d'un hydrolysate de protéines appauvri en phénylalanine (LOFENALAC<sup>®</sup>), relayé par un mélange d'acides aminés purs dépourvu de cet acide aminé (en France: MAXAMAID XP<sup>®</sup>, PKU2<sup>®</sup>, et AMINOGRAN<sup>®</sup>).

Ces aliments sont complétés par des protéines naturelles, au prorata de la tolérance en phénylalanine de chaque enfant, mais l'apport quotidien de ces protéines reste, en règle, inférieur à 8 grammes.

Ces substituts protéiques sont supplémentés en vitamines, minéraux et oligoéléments de façon variable d'un produit à l'autre. La biodisponibilité des oligoéléments rajoutés peut être différente de ce qu'elle est dans les aliments naturels: même en ajoutant une quantité a priori excessive de ces micronutriments, dépassant les besoins, le taux plasmatique et érythrocytaire peuvent ne pas être satisfaisants.

Des carences en Zn et en Cu ont ainsi été décrites chez les enfants PCU recevant un apport en ces oligoéléments correspondant pourtant aux valeurs indiquées dans les "Recommended Dietary Allowances" (R.D.A.) (3). Par ailleurs, les apports en Se sont, selon la majorité des études réalisées, très inférieurs aux besoins établis dans les R.D.A. (4-6).

Il nous a paru intéressant d'étudier les oligoéléments chez les enfants PCU soumis au régime restrictif et les conséquences éventuelles des carences observées.

### POPULATION ETUDIEE

Cette étude a été réalisée chez 15 enfants (10 filles) atteints de PCU classique, âgés de 11 mois à 10 ans (âge moyen:  $4a9m \pm 3a$ ), soumis à un apport journalier de phénylalanine inférieur à 2.400 mmol/jour. Le taux de phénylalanine plas-

1 Travail réalisé grâce à une bourse du CNPq du gouvernement brésilien  
2 Chercheur au Service de Pédiatrie 3, C.H.U. de Nancy  
3 Professeur de Pédiatrie à la Faculté de Médecine à l'Université de Nancy I  
4 Biochimiste au Laboratoire de Biochimie "C", CHU de Grenoble.  
5 Professeur de Chimie Biologique à l'Université de Grenoble.

matique de ces enfants, témoin du bon suivi du régime, est maintenu de façon régulière entre 120 et 300 mmol/l. Treize enfants ont comme produit de substitution protéique la MAXAMID XP®. La composition minérale de la MAXAMID XP® pour les minéraux étudiés est, par gramme d'acide aminé, de: Ca 0,7 µmol/g, Mg 0,3 µmol/g, Fe 7 µmol/g, Zn 6,6 µmol/g, Cu 1 µmol/g, Mn 0,9 µmol/g et Se 0 µmol/g. Deux autres enfants reçoivent le PHENYLSAN, qui assure un apport en Se d'environ 0,03 µmol/kg/jour (besoins R.D.A.: 0,025 à 0,06 µmol/kg/jour). Tous les enfants ont ces traitements depuis au moins 1 an au moment du début de l'étude. Les résultats sont comparés à ceux de 34 enfants témoins choisis parmi des enfants vus au Centre de Médecine Préventive. Ces enfants présentent un bon état nutritionnel et sont exempts de toute affection susceptible d'interférer avec les minéraux étudiés.

#### METHODES

15 ml de sang sont prélevés, après 12 heures de jeûne, dans des tubes dépourvus des minéraux étudiés (*héparinate de lithium*).

Les Zn, Cu, Fe, Mg et Ca du plasma et le Zn, Cu et Mg des érythrocytes sont dosés par spectrométrie d'émission en plasma induit par haute fréquence (ICP) (7). Le Se et le Mn plasmatiques sont dosés par spectrométrie d'absorption atomique par électrothermie (SAAE) (8). Le Se érythrocytaire est dosé par méthode de dilution isotopique (*chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse*) (9). L'activité de la GSH-Px plasmatique et érythrocytaire est mesurée par la méthode de Paglia et Valentine (10). Dans le plasma le MDA est dosé par la méthode de Yagi (11) et les H.P.O. par la méthode enzymatique de Heath et Tappel (12).

Les résultats obtenus ont été analysés statistiquement par les tests "t" de Student.

#### RESULTATS

Nous n'avons pas constaté de différence significative entre les teneurs en Zn, Cu, Fe, Ca et Mg plasmatiques et en Zn, Cu, et Mg érythrocytaires chez l'enfant PCU soumis au régime restrictif par rapport aux témoins. Par contre, le Se plasmatique et érythrocytaire sont significativement abaissés ( $p < 0.01$ ) (Tableau 1).

Cette diminution du Se s'accompagne d'un effondrement de l'activité de la GSH-Px, enzyme sélénio-dépendante, dans le plasma et dans les globules rouges et de l'augmenta-

tion de deux marqueurs de la peroxydation lipidique: MDA et H.P.O. chez tous les enfants (Tableau 1). Même chez les enfants recevant un produit contenant du Se (PHENYLSAN), les résultats ont été similaires (Tableau 2).

#### DISCUSSION

L'étude des résultats obtenus dans le groupe d'enfants PCU soumis au régime restrictif en phénylalanine, donc en protéines naturelles, a montré des teneurs en Zn, Cu, Mg, Ca, Fe et Mn plasmatique et Zn, Cu et Mg érythrocytaire légèrement abaissées par rapport aux enfants témoins, mais ces différences ne sont pas significatives.

L'ensemble des aliments interdits, ou très limités, chez les enfants PCU (viande, poisson, oeufs, légumineuses, produits laitiers et céréales) est responsable de 93 à 96% de l'apport en Se chez l'individu normal (13). Entre 5 et 20 mois, la contribution de ces aliments à l'apport en Se de ces aliments interdits, ou très limités, est de 84% (6). Les 13 enfants PCU en régime restrictif recevant un substitut protéique non supplémenté en Se sont carencés en cet oligoélément. Cet fait explique les teneurs en Se plasmatique et érythrocytaire significativement inférieures aux valeurs des témoins.

Les 2 enfants qui ont reçu le mélange d'acides aminés responsable d'un apport a priori satisfaisant en Se pendant une période supérieure à 15 mois sont aussi carencés en Se, ce qui montre la nécessité d'une supplémentation avec des doses plus élevées.

Cette carence en Se est accompagnée d'un effondrement de l'activité de la GSH-Px plasmatique et érythrocytaire, enzyme qui contient du Se dans son site actif. Cette enzyme intervient dans la protection des lipides polyinsaturés vis-à-vis des dommages peroxydatifs (13-16).

La diminution de cette activité enzymatique est accompagnée de l'augmentation de deux marqueurs de la peroxydation lipidique: le MDA et les H.P.O.

Sur le plan clinique, le rôle de la carence en Se a été bien démontrée dans une cardiomyopathie, la maladie de Keshan et dans une ostéoarthropathie, la maladie de Kashin-Beck. Par ailleurs, un lien a été mis en cause entre carence en Se et différentes affections (diminution de la force musculaire, déficits immunitaires, cancers et maladies cardiovasculaires par athérosclérose) (16-21).

## EQUILIBRE DES OLIGOELEMENTS CHEZ L'ENFANT PHENYLACETONURIQUE TRAITÉ

TABLEAU 1  
VALEURS MOYENNES  $\pm$  1 ÉCART TYPE (My  $\pm$  1ET) ET SIGNIFICATIVITÉ STATISQUE (p) DES RÉSULTATS PLASMATIQUES DES Zn, Cu, Mg, Ca, Fe, Mn, Se, GSH-Px, MDA ET HPO ET ÉRYTHROCYTAIRE DES Zn, Cu, Mg, Se ET GSH-Px CHEZ 15 ENFANTS PCU PAR RAPPORT AU GROUPE TÉMOIN

	Plasma		Erythrocytes	
	PCU (My $\pm$ 1ET)	témoins (My $\pm$ 1ET)	PCU (MY $\pm$ 1ET)	témoins (My $\pm$ 1ET)
Zn ( $\mu$ mol/l)	12,7 $\pm$ 2,3	12,8 $\pm$ 2,1	150 $\pm$ 18	152 $\pm$ 24
Cu ( $\mu$ mol/l)	17,6 $\pm$ 2,2	18,5 $\pm$ 3,1	8,0 $\pm$ 2,6	8,1 $\pm$ 2,0
Mg ( $\mu$ mol/l)	0,77 $\pm$ 0,09	0,81 $\pm$ 0,08	2,0 $\pm$ 0,2	2,2 $\pm$ 0,3
Se ( $\mu$ mol/l)	0,27 $\pm$ 0,19*	0,99 $\pm$ 0,31*	0,4 $\pm$ 0,2*	1,1 $\pm$ 0,4*
Ca ( $\mu$ mol/l)	2,5 $\pm$ 0,2	2,7 $\pm$ 0,2		
Fe ( $\mu$ mol/l)	13,1 $\pm$ 6,6	14,4 $\pm$ 6,5		
Mn ( $\mu$ mol/l)	43 $\pm$ 12	44 $\pm$ 11		
GSH-Px* <sup>1</sup>	0,93 $\pm$ 0,69*	2,64 $\pm$ 0,42*	5,2 $\pm$ 2,0*	10,1 $\pm$ 1,6*
MDA ( $\mu$ mol/l)	2,94 $\pm$ 0,868	2,27 $\pm$ 0,26*		
HPO ( $\mu$ mol/l)	140 $\pm$ 62*	103 $\pm$ 27*		

NS = non significatif; \*p<0,01; \*<sup>1</sup> UI/g pr/mn dans le plasma et UI/ml/mn dans les érythrocytes

Nous n'avons constaté aucun signe clinique pouvant extérioriser la carence en Se constatée chez les enfants PCU traités. L'absence de carence ante-natale, de carence durant les premières mois de la vie lorsque les enfants reçoivent un hydrolysate de protéines contenant du sélénium, ainsi que la durée du régime limitée jusqu'ici entre 5 et 8 ans expliquent peut être l'absence apparente de retentissement clinique d'une carence pourtant manifeste. Cette tolérance apparente

ne préjuge cependant pas d'effets nocifs à moyen ou à long terme d'une peroxydation lipidique excessive.

Cette étude montre la nécessité de compléter l'alimentation des enfants PCU en Se. Cette supplémentation peut être réalisée soit par un apport spécifique séparé, soit, ce qui serait préférable, par une supplémentation directe des substituts protéiques utilisés.

TABLEAU 2  
RÉSULTATS PLASMATIQUES DES Se, GSH-Px, MDA et HPO et ÉRYTHROCYTAIRE DES Se et GSH-Px CHEZ LES 2 ENFANTS PCU (PCU 1 et PCU 2) RECEVANT LE PRODUIT CONTENANT DU Se (PHENYLSAN)

	Plasma		Erythrocytes	
	PCU 1	PCU 2	PCU 1	PCU 2
Se ( $\mu$ mol/l)	0,23	0,53	0,46	0,44
GSH-Px * <sup>1</sup>	1,6	2,5	8,8	6,9
MDA ( $\mu$ mol/l)	3,1	3,0		
HPO ( $\mu$ mol/l)	206	190		

\* 1 UI/g pr/mn dans le plasma et UI/ml/mn dans les érythrocytes

## REFERENCES

1. Wong R.G., P.B. Acosta, D. Jones & R. Koch. Mineral balance in treated phenylketonuric children. *J. Am. Diet. Assoc.*, 57:229-233, 1970
2. Lawson M. S., B. E. Claylon, H. T. Delves & J. D. Mitchell. Evaluation of a new mineral and trace metal supplement for use with synthetic diets. *Arch. Dis. Child.*, 52:62-67, 1977
3. Taylor C. J., G. Moore & D. C. Davidson. The effect of treatment on zinc, copper and calcium status in children with phenylketonuria. *J. Inher. metab. Dis.*, 7:160-164, 1984
4. Rottoli A., G. Lista, G. Zecchini, C. Butte & R. Longhi. Plasma selenium levels in treated phenylketonuric patients. *J. Inher. Metab. Dis.*, 8: 127-128, 1985
5. Zachara B.A., W. Wasowicz, J. Gromadzinska, M. Sklodowska & B. Cabalska. Red blood cell glutathione peroxidase activity as a function of selenium supplementation in dietary treated children with phenylketonuria. *Biomed. Biochim. Acta.*, 46: 209-213, 1987
6. Lombeck I., K.H. Ebert, K. Kasperek, L.E. Feinendegen & H.J. Bremer. Selenium intake of infants and young children, healthy children and dietetically treated patients with phenylketonuria. *Ernahrung/Nutr.*, 9:83-87, 1985
7. Menden E. E., D. Brockman, H. Choudhury & H.G. Petering. Dry ashing on animal tissues for atomic absorption spectrometric determination of zinc, copper, cadmium, lead, iron, manganese, magnesium and calcium. *Anal. Chem.*, 49:1644-1645, 1977
8. Neve J. & L. Molle. Direct determination of selenium in human serum by graphite furnace atomic absorption of selenium in human serum by graphite furnace atomic absorption spectroscopy. *Acta Pharmacol. Toxicol.*, 59:606-609, 1986
9. Reamer C. D. & C. Veillon. Determination of selenium in biological materials by stable isotope dilution gas chromatography-mass spectrometry. *Anal. Chem.*, 53:2166-2169, 1981
10. Paglia D. E. & W. N. Valentine. Studies on the quantitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J. Lab. & Clin. Med.*, 70:158-169, 1967
11. Yagi K. Lipid Peroxidation. Assay for blood plasma or serum. In: *Methods in Enzymology*. Academic Press, New York, 105, 328-331, 1984
12. Heath R. L. & A. L. Tappel. A new sensitive assay for the measurement of hydroperoxides. *Ann Biochem* 76, 184-191. 1976
13. Combs G. F. J. The role of selenium in nutrition. Ed by Academic Press, 340. 1986
14. Richter C. Biophysical consequences of lipid peroxidation in membranes. *Chem. Phys. Lipides*, 44:175-189, 1987
15. Ursini F. & A. Bindoli. The role of selenium peroxidases in the protection against oxidative damage of membranes. *Chem. Phys. Lipides*, 44:255-276, 1987
16. Cohen G. & P. Hochstein. Glutathione Peroxidase: The primary agent for the elimination of hydrogen peroxide in erythrocytes. *Biochem.*, 2:1420-1428, 1963
17. Gu B. O. Q. Pathology of Keshan disease. Two hypotheses. *Chin. Med. J.*, 92:251-261 1983
18. He G. On the etiology of Keshan disease. Two hypotheses. *Chin. Med. J.*, 92:416-422, 1979
19. Salonen J. T., G. Alfthan, J. K. Huttunen & P. Puska. Association between serum selenium and the risk of cancer. *Amer. J. Epidemiol.*, 3:342-349, 1984
20. Salonen J. T., G. Alfthan, J. Pikkariainen J. K. Huttunen & P. Puska. Association between cardiovascular death and myocardial infarction and serum selenium in a matched-pair longitudinal study. *Lancet*, 24:175-179, 1982
21. Mansell P. I., F. Rawlings, S. P. Allison, A. Shenkin, G. Compton, S. Beck & E. F. Basseys. Reversal of a skeletal myopathy with selenium supplementation in a patient on home parenteral nutrition. *Clin Nutr.*, 6:179-183, 1987

Recibido: 21-11-1991  
 Aceptado: 29-07-1992

## Exclusión del ácido alfa linolénico de la dieta de la rata durante varias generaciones I Efecto en la reproducción y crecimiento postnatal\*

Julia Araya A.<sup>1</sup>Ana Cagalj K.<sup>2</sup>

**RESUMEN.** Se estudia el efecto de alimentar ratas durante 3 generaciones sucesivas con una dieta deficiente en ácido alfa linolénico (18:3w3) en la reproducción y crecimiento postnatal. Las hembras consumieron a voluntad una dieta a la cual se le incorporó aceite de girasol al 10% (dieta deficiente en w3) o aceite de soya (dieta control). Los resultados muestran que bajo estas condiciones experimentales la dieta deficiente disminuyó la fecundidad, fertilidad y crecimiento postnatal y aumentó la mortalidad perinatal en 14.6%, 16.9% y 18.6% (primera, segunda y tercera generación) con respecto al control. El análisis de la composición de los ácidos grasos de los fosfolípidos de placenta y lípidos de la leche reflejó la composición de los aceites consumidos. Se sugiere la posibilidad de que el 18: 3w3 pueda funcionar de manera diferente al 18: 2w6 en su rol como ácido graso esencial en la reproducción al menos en ratas.

**SUMMARY.** Exclusion of alpha-linolenic acid from rat diet. I Effect on reproduction and post natal growth. The effects of a dietary alpha-linolenic acid (18: 3w3) deficiency on reproduction and post natal growth in rats during 3 successive generations were studied. Female rats received respectively a diet with sunflower oil at 10% (deficient diet) or a diet with soya oil at 10% (control diet). The results showed that in our experimental conditions deficient diet affects: fecundity, fertility, post natal growth and cause a high rates of perinatal mortality from birth to post partum day 3: Perinatal mortality increased with successive gestation from 14.6% to 18.6% compared with the survival of control. The fatty acid composition of placenta phospholipids and milk lipids reflected the nature of the dietary oil. The possibility that 18: 3w3 might function in a way different from the EFA role of 18: 2w6 in reproduction at least in rats has been discussed.

### INTRODUCCION

Cuando Burr y Burr (1) en 1930 demostraron la esencialidad de los ácidos grasos poliinsaturados (AGP) en la reproducción y crecimiento no hicieron diferencia entre los ácidos grasos de la serie omega 6 (w6) y omega 3 (w3). A partir de entonces, varios autores han demostrado la esencialidad del ácido linoleico 18: 2w6 y de sus derivados más poliinsaturados y de cadena más larga, para asegurar el crecimiento, la reproducción y la lactancia (2), viabilidad del neonato (3) e integridad de la piel (4) en todos los mamíferos. Estos autores y otros (5-6) han señalado que el ácido alfa linolénico (18: 3w3) no reemplaza totalmente al 18: 2w6 asignándole un rol secundario en estas funciones.

Pero la metodología usada por esos investigadores, estuvo basada en un concepto erróneo, ya que juzgaron con el mismo criterio las propiedades de dos nutrientes diferentes, como son los ácidos grasos de la serie w6 y los de la serie w3.

Ni el ácido 18: 2w6, ni el 18: 3w3 pueden ser sintetizados por los animales, por lo que la presencia de estos en

el organismo animal depende de la dieta (7). Ambos ácidos grasos son precursores de derivados más poliinsaturados, estos derivados son importantes constituyentes de los lípidos incorporados a las membranas celulares y no existe interconversión entre una serie y otra (8).

Las dos series compiten en varios aspectos de su metabolismo (elongación, desaturación, síntesis de eicosanoides) (9-10). Si existe inhibición competitiva en el metabolismo de los w6 y w3 precursores, esto debería ser demostrado en ambas direcciones. Efectivamente, la inhibición del metabolismo del 18: 3w3 por el 18: 2w6 fue sugerida por Rahm et al (11), al demostrar experimentalmente que a nivel tisular los derivados del 18: 3w3 disminuyeron cuando se aumentó el aporte dietético del 18:2w6. También se demostró que el aumento dietético del 18:3w3 disminuye los metabolitos del 18: 2w6 en los tejidos (12). Aparentemente en esta competencia los metabolitos de una serie desplazan en los tejidos a los de la otra serie dependiendo del nivel relativo de uno de ellos en la dieta.

De los derivados del 18: 3w3 el ácido docosahexaenoico (DHA) (22: 6w3) es fundamental en muchos tejidos. Los más altos niveles de DHA, se encuentran sin embargo en la corteza cerebral y en la retina (13).

En la búsqueda de un rol esencial específico para los ácidos grasos omega 3 distinto de los omega 6, se han

1 Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Chile.  
2 Departamento de Ciencias de los Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile.  
\* Financiado parcialmente por Proyecto FONDECYT 1140-91.

## EXCLUSION DEL ACIDO ALFALINOLENICO DE LA DIETA DE LA RATA DURANTE VARIAS GENERACIONES

realizado varios estudios en los que se ha provocado deficiencia de estos ácidos grasos en animales de experimentación que han podido evidenciar la esencialidad dietética de los w3.

Neuringer y cols (14), han evidenciado la esencialidad de los w3 en la retina y cerebro. El ácido docosahexaenoico 22: 6w3 es el ácido graso fundamental en estos tejidos.

Uauy y cols (15-16) apoyan la esencialidad del w3 altamente poliinsaturados en los inicios de la vida, demostrando los efectos benéficos de un suplemento dietético de estos ácidos grasos en la función visual de neonatos de muy bajo peso.

En relación a la esencialidad de los omega 3 en la reproducción y crecimiento postnatal, los resultados son controvertidos. Según algunos investigadores el ácido 18: 3w3 estimularía la velocidad del crecimiento de ratas deficientes en ácidos grasos esenciales, pero no curaría la infertilidad (19).

Tinoco y cols (18), han comunicado que el ácido 18: 3w3 no sería esencial para la reproducción ni crecimiento en la rata aún después de someter por 3 generaciones a ratas preñadas a un déficit de omega 3.

Por otra parte, cuando Sinclair y cols (19) alimentaron ratas por generaciones con una dieta baja en grasa (60 g/kg dieta), en la que los ácidos 18: 2w6 y 18: 3w3 contabilizaban sólo el 0.27 y 0.057% de las calorías totales observaron una alta mortalidad de las crías antes del destete.

Guesnet y cols (20) y Bourre y cols (21) al estudiar el efecto de una deficiencia dietética de 18: 3w3, al alimentar ratas por 2 generaciones sucesivas con dietas con aceite de girasol a una concentración de 6 g por 100 g de dieta, comunicaron una alta mortalidad perinatal.

Tanto Sinclair como Guesnet y Bourre utilizaron dietas deficientes en omega 3 pero también bajas en grasa y en omega 6, este último reconocido como esencial para el proceso de la reproducción.

Es probable que para provocar una deficiencia neta de omega 3 en mamíferos sea necesario utilizar dietas con una alta relación w6/w3, lo que podría suprimir la conversión del 18: 3w3 en sus derivados de cadena más larga y más insaturados y así exageran el efecto de una dieta deficiente en w3.

Con estos antecedentes se propone estudiar el efecto de alimentar ratas por 3 generaciones sucesivas con dietas con una cantidad abundante de ácidos grasos omega 6 para

crecimiento y reproducción pero con muy bajas cantidades de ácidos grasos omega 3 en la fertilidad, viabilidad perinatal y crecimiento postnatal.

## MATERIALES Y METODOS

### *Dietas:*

La composición de las dietas experimentales se informa en la Tabla 1.

La dieta Control se preparó con aceite de soya al 10% (10 g/100 g dieta): 100 gramos de esta dieta proporcionaron 5590 mg de 18: 2w6 y 740 mg de 18: 3w3. La dieta deficiente se preparó al 10% con aceite de girasol que es alta en 18: 2w6; cada 100 gramos de esta suministraron 7200 mg de 18: 2w6 y sólo 10 mg de 18: 3w3.

La composición de los ácidos grasos de los aceites de soya y girasol analizados para este estudio se informan en la Tabla 2. Con el propósito de no modificar en la dieta la proporción de los ácidos grasos originales de los aceites, se extrajo la grasa, a la caseína que se usó como fuente de proteínas en las dos dietas experimentales.

Las dietas se prepararon 2 veces cada semana y se guardaron en ambiente de N a -80° C hasta su uso.

Una vez al día se sacaba del congelador la cantidad que sería asignada a cada rata de cada grupo, evitando así cualquier posibilidad de deterioro de los lípidos de las dietas.

### *Animales:*

Diseño aplicado a 3 generaciones sucesivas. La experiencia se inició en 50 ratas hembras cepa Wistar con 30 días de edad. Se dividieron en dos grupos equivalentes. Cada grupo y su descendencia se alimentó siempre y durante todo el lapso experimental sólo con una de las dos dietas. El grupo Control (C), consumió *ad libitum* la dieta con aceite de soya; el grupo deficiente (D w3) consumió *ad libitum* la dieta con aceite de girasol.

Cuando las ratas de ambos grupos cumplieron 60 días de edad, se cruzaron con machos controles, previa detección en las hembras de la fase proestro en el frotis vaginal y posteriormente la presencia de espermios en la vagina. Las ratas preñadas y luego después del parto las nodrizas, se ubicaron en jaulas individuales con libre acceso a su respectiva dieta inicial y al agua de bebida. Las crías de estas ratas madres dieron origen a la generación N° 1. Esta primera generación fue destetada a los 21 días a la dieta de su respectiva madre y a los 60 días de edad se cruzaron.

Esto se repitió durante 3 generaciones sucesivas con el propósito de provocar un estado deficiente en w3 máximo; por manipulación dietética en el grupo designado Dw3.

Las condiciones del vivero fueron a 25° C temperatura ambiental 75% de humedad, 12 horas de obscuridad y 12 horas de luz. Inmediatamente después del parto de cada generación se pesaron las crías y se registró el número de individuos en la camada, incluidos los eventuales mortinatos. Se midió diariamente el consumo de la dieta de cada rata madre y crías desde el destete en cada grupo de las 3 generaciones.

Al tercer día postparto el número de crías se uniformó de 8 crías por camada en las generaciones del grupo C y en aquellas del grupo Dw3, donde excepcionalmente se llegó a 8 crías por camada.

Las preñadas, las nodrizas y sus crías se pesaron separadamente cada 3 días. El número de las crías se contabilizó diariamente. Se sacrificaron sólo ratas macho de 21 días de cada generación para estudiar la composición de los ácidos grasos de sus órganos, los que fueron liofilizados y guardados a -80° C y gaseados con N. Estos resultados se informarán posteriormente.

Se sacrificaron ratas preñadas con 20 días de edad postgestación de primera y segunda generación, para extraer las placentas y contabilizar el número de fetos en útero. Las placentas extraídas se pesaron y liofilizaron y guardaron a -80° C para su posterior análisis.

Se extrajo leche de las nodrizas de primera, segunda y tercera generación, por ordeña a los 16 días postparto. Para proceder, las nodrizas se separaron de las crías durante la noche (12 horas). Antes de ordeñar las ratas fueron anestesiadas con una inyección intramuscular de 30 mg/Kg de clorhidrato de Ketamina (Parke Davis and Co. Detroit MI), y se estimuló la secreción láctea con una inyección de oxitocina 0.14 UI/Kg (Sanderson Res. ISP 3246). La ordeña se realizó usando un dispositivo para succión al vacío similar al descrito por Mc Burney et al (23). La leche recolectada de cada nodriza fue de alrededor de 4 ml y tomó un tiempo aproximado de 10 a 45 minutos.

Las leches se liofilizaron y se guardaron gaseadas con N a -80° C para su posterior análisis.

#### ***Extracción de los lípidos y análisis de la composición de los ácidos grasos.***

***Placenta y Leche:*** Los lípidos de placenta y leche liofilizada se extrajeron utilizando la técnica de Blich and Dyer (25). Se pesó 1 gramo de muestra liofilizada y se homogenizó en un volumen final de 20 ml de una mezcla de solventes preparada con cloroformo-metanol-agua 1:2:0.8 (v/v/v) que contenía 0.05% de hidroxitolueno butilado (BHT), se centrifugó. El sobrenadante se mezcló con cloroformo y agua para formar fases acuosa-cloroformo. Los lípidos extraídos por la fase cloroformo se separaron en

cuatro clases (fosfolípidos, ácidos grasos libres, triglicéridos y ésteres del colesterol) por cromatografía en capa fina silica gel G (26).

El sistema de solventes usado en la cromatografía fue hexano-cloroformo-éter etílico-ácido acético 80:10: 10:1 (v/v/v/v). Los fosfolípidos separados de la placa se rasparon y sus ácidos grasos se transmetilaron con BF<sub>3</sub>, en metanol (27). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos de los fosfolípidos fueron analizados por cromatografía gas-líquido (28), en un instrumento equipado con un detector de llama (Perkin-Elmer model Sigma 3B, Norwalk, CT) y una columna capilar de silica de 30 mesh SP 2330 (Supelio, Bellefonte, PA). La temperatura de la columna, del detector y la entrada de la inyección fueron de 195°, 250° y 250° C respectivamente. Se usó helio como gas transportador a una velocidad de 35 ml por segundo.

Los tiempos de retención y el área de cada peak se midieron en un integrador HP-3390, y en un computador (HP8J, Hewlett Packard, Palo Alto, CA), lo que identificó y cuantificó cada ácido graso individualmente. Para establecer los tiempos de retención de cada ácido graso, estos se compararon con el cromatograma de una mezcla de ácidos grasos auténticos realizado bajo las mismas condiciones.

***Aceites:*** La composición de los ácidos grasos de los aceites incorporados en las dietas se analizó directamente utilizando método de Metcalfe (29); los ésteres metílicos se analizaron en un cromatógrafo gas líquido (Konick 2000-C Spectro/Physic SP 4290), usando como gas transportador nitrógeno a una velocidad 40 ml por minuto.

***Análisis Estadístico:*** los resultados se presentan como promedios ± desviación estándar de 8 determinaciones en cada grupo y de cada generación. El análisis estadístico corresponde a un análisis de varianza con dos factores: dieta (soya versus girasol) y generación (0.1 y 2). El P indica las diferencias entre grupos e intra grupo, se consideró p < 0.05 como indicador de diferencia significativa. Todos los análisis se realizaron en un computador Epsom usando software.

## RESULTADOS

La ganancia de peso de las ratas preñadas (g/21 d) y nodrizas (g/18 d) y sus respectivas ingestas (g/d), en el grupo Dw3 y C se informan en Tabla 3. Al analizar los resultados entre grupos y generaciones se encontraron valores comparables. El consumo de una dieta deficiente en w3 durante generaciones sucesivas afectó la reproducción en ratas. La Tabla 4 da cuenta de la fecundidad (porcentaje de ratas preñadas de las cruzadas) y la fertilidad (número de crías por camada nacidas vivas) en los grupos experi-

## EXCLUSIÓN DEL ACIDO ALFALINOLENICO DE LA DIETA DE LA RATA DURANTE VARIAS GENERACIONES

TABLA 1  
COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Ingredientes	Control	Deficiente
	(Aceite soya)	(Aceite girasol)
	g/Kg dieta	
<sup>a</sup> Caseína	200	200
DL metionina	1.6	1.6
Celulosa	20	20
Almidón de maíz	478.4	478.4
Chuño	150	150
Aceite de soya	100	-
Aceite de girasol	-	100
<sup>a</sup> Mezcla mineral	40	40
<sup>b</sup> Mezcla vitaminas	10	10
w6/w3	7.5	722

a Caseína delipidada

b Ver Referencia 21 (Composición de las mezclas mineral y vitamínica.).

TABLA 2  
COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS ACIDOS GRASOS DEL ACEITE DE SOYA Y DEL ACEITE DE GIRASOL<sup>o</sup>

Acidos grasos	Aceite soya	Aceite girasol
	Porcentajes de los ésteres metílicos	
14:0	0.1	Trazas
16:0	11.5	6.2
16:1 w 9	0.1	Trazas
18:0	3.9	5.3
18:1 w 9	20.1	15.2
18:2 w 6	55.9	72.2
20:0	0.5	0.3
18:3 w 3	7.4	0.1
22:0	0.4	0.5
22:1 w 11	Trazas	0.0

<sup>o</sup> Analizados en un cromatógrafo gas líquido Konik 2000 C, con N<sub>2</sub> como gas transportador a una velocidad de 40 ml por minuto.

mentales. Se muestra en esta tabla que la fecundidad del grupo Dw3 fue el 60%, 50% y 40% de lo observado en el grupo C, de primera, segunda y tercera generación respectivamente.

La fertilidad también disminuyó significativamente en el grupo Dw3. La mortalidad perinatal (crías que mueren entre el primer y tercer día postnatal) fue aumentado de generación en generación en el grupo Dw3 siendo signi-

ficativamente más alta en la tercera generación si se compara con la generación paralela del grupo C.

En la Tabla 5 se informa el peso de nacimiento y postnatal hasta el día 18, puede observarse que el tipo de dieta disminuyó el peso de nacimiento siendo significativamente menor en el grupo girasol. Al 5º día tanto la dieta como la generación influyeron en el peso de las crías del grupo que consumió dieta con aceite de girasol.

TABLE 3  
EFECTO DE UNA DIETA DEFICIENTE EN ACIDO ALFALINOLENICO (18:3W3) EN LA GANANCIA DE PESO MATERNO E INGESTA DE DIETA DURANTE LA PREÑEZ Y LACTANCIA EN GENERACIONES SUCESIVAS DE RATAS

GRUPO GENERACIONES	SOYA			GIRASOL		
	G <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>
Ganancia de peso (g/21 días)	105	±	9.6	93 ± 6.4	108 ± 3.6	107 ± 9.5
Ingesta dieta (g/día)	15	±	1.5	13.2 ± 1.1	13.5 ± 1.0	14.6 ± 0.60
Lactancia Generaciones	G <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>0</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>
Cambio de peso (g/21 días)	+17.8	±	8.0	18.2 ± 4.1	13.0 ± 2	18.6 ± 8
Ingesta dieta (g/dieta)	38.9	±	1.4	40.1 ± 0.5	29.4 ± 2.9	32.2 ± 5.8

Los valores son promedio ± desviación estándar de 25 observaciones en cada grupo y en cada generación

La composición de los ácidos grasos de los fosfolípidos de placentas de ratas preñadas de segunda generación alimentadas con dietas deficientes en ácido alfa linoléico y controles aparece en Tabla 6; observándose una caída significativa de los ácidos grasos de la serie w3, particularmente el 22: 6w3 y un significativo aumento del 22: 5w6 en el grupo Dw3. La relación w6/w3 en los lípidos de placenta del grupo Dw3 fue 4.6 veces la de los lípidos de placentas del grupo C.

El análisis de la composición de los ácidos grasos de la leche de ratas nodrizas de los grupos Dw3 y C de segunda generación se da a conocer en Tabla 7. La leche del grupo Dw3 contiene una significativa menor cantidad de ácidos grasos omega 3 muy especialmente 18: 3w3 y 22: 6w3. la relación w6/w3 de las leches del grupo Dw3 fue 10 veces más alta que la leche del grupo C.

#### DISCUSION

Los resultados de este estudio demuestran que una deficiencia de ácido alfa linoléico, 18: 3w3 en la dieta consumida por la rata durante varias generaciones afectó: la fecundidad, la fertilidad, la viabilidad perinatal y el crecimiento postnatal.

Estos hallazgos están de acuerdo en parte con los de Guesnet y cols (20) y Sinclair y cols. (19) quienes comunicaron una alta mortalidad perinatal en ratas que por 2

generaciones consumieron dietas muy bajas en grasa y en ácidos grasos esenciales. Sin embargo, estos investigadores bajo sus condiciones experimentales, no observaron alteraciones en la fecundidad ni en la fertilidad. La diferencia entre el diseño experimental de Guesnet y Sinclair y este diseño, es que aquí se utilizó una dieta adecuada en grasa (10%) y con un alto contenido de 18: 2w6 y solo trazas de w3.

Preparamos esta dieta con el propósito inicial de lograr al ser consumida por generaciones sucesivas una máxima disminución de los derivados altamente poliinsaturados del ácido 18: 3w3, especialmente del docosahexaenoico (DHA) en órganos fetales; y de esta manera obtener un modelo experimental en donde pudiéramos medir posteriormente la potencialidad de dietas que contienen 18: 3w3 o sus derivados altamente poliinsaturados como el DHA, en la recuperación compensatoria del déficit del DHA tisular.

El hallazgo inesperado del efecto de una deficiencia exclusiva de omega 3 de la dieta en la performance reproductiva, nos estimuló para publicar este hecho y seguir investigando este problema, que surgió casualmente.

El análisis químico de los ácidos grasos de los fosfolípidos de la placenta y de los lípidos de la leche, reflejó la composición de los ácidos grasos de la dieta consumida por las ratas de cada grupo. O sea que una dieta con un alto contenido en omega 6 y deficiente en omega 3 logró alterar

## EXCLUSION DEL ACIDO ALFALINOLENICO DE LA DIETA DE LA RATA DURANTE VARIAS GENERACIONES

la composición de los ácidos grasos del órgano fetal y del fluido materno, inclinando la balanza hacia el mayor contenido de los derivados del w6 versus w3.

El reemplazo de los derivados del 18: 3w3 por 22: 5w6 en los lípidos de la placenta en el grupo deficiente, concuerda con lo comunicado por Bourre y cols (30) en cerebro de ratas que se alimentaron con dietas deficientes en omega 3.

El aumento del consumo de omega 6 provocó un imbalance en los lípidos de la placenta, dejando a ese órgano con una mayor disponibilidad de omega 6 y menor contenido de w3. No se sabe si la incorporación de omega 3 podría tener algún significado en el rol funcional de las membranas donde se origina este reemplazo.

Bell y cols (31) han comunicado efectos deletéreos en la salud de pescados salmonídeos, cuando fueron alimentados con una dieta que contenía aceite de girasol rico en w6;

estableciendo que una dieta con una baja relación w3/w6 originó una acumulación de 20: 4w6 en los fosfolípidos de algunos órganos, desarrollándose severas lesiones cardíacas y necrosis muscular las que causaron la muerte cuando los peces fueron sometidos a un esfuerzo.

Cuando Kummerov y cols (33) en 1952 comunicaron una alta mortalidad perinatal en ratas cuyas madres consumieron dieta sin grasa, vieron que este efecto era remediado por la incorporación de aceite de maíz a la dieta que contiene 18: 3w3 (2%), sin embargo ellos atribuyeron el efecto benéfico en la performance reproductiva sólo al contenido de 18: 2w6 de ese aceite.

Sanders y cols (34) han comunicado que una dieta alta en ácido linoleico enriquece en araquidónico y desplaza a los 20: 5w3 y 22: 6w3 de las membranas de plaquetas, alterando el balance entre la producción de tromboxanos y prostaciclina.

TABLA 4  
EFECTO DE LA DEFICIENCIA DEL ACIDO ALFALINOLENICO DE LA DIETA MATERNA  
EN LA REPRODUCCION EN RATAS

Características		Fertilidad <sup>a</sup> (n)	Fecundidad <sup>b</sup> (%)	Mortalidad Perinatal <sup>c</sup> (%)
Generación 1	S	11.8 ± 0.95	94.0 ± 8.94	5.3 ± 0.26
	G	7.2 ± 1.2	60.0 ± 15.0	14.6 ± 2.11
Generación 2	S	11.1 ± 0.89	91.6 ± 8.17	5.3 ± 0.27
	G	7.8 ± 0.89	50.0 ± 10.0	16.4 ± 3.2
Generación 3	S	11.2 ± 1.21	94.4 ± 6.22	5.3 ± 0.27
	G	6.2 ± 1.30	40.0 ± 15.0	18.1 ± 4.10
Valor P	D << 0.001		D << 0.001	D << 0.001
	G < 0.19		G < 0.17	G < 0.22
	D x G < 0.12		D x G < 0.25	D x G < 0.21

Los valores son promedio ± desviación estándar de 25 camadas por grupo y por generación.

S = Soya

G = Girasol (deficiente w3)

a Fertilidad: Número de crías por camada (n)

b Fecundidad: Porcentaje de hembras preñadas de las realmente cruzadas (%)

c Mortalidad perinatal: Mortalidad desde el 1er a 3er día de vida postnatal

D = Dieta

G = Generación

D x G = Dieta por generación (intra grupo)

TABLA 5  
EFECTO DE LA DIETA MATERNA DEFICIENTE EN ACIDO ALFA LINOLÉNICO (18:3W3) EN EL CRECIMIENTO DE LAS CRIAS DESDE EL NACIMIENTO AL DIA 18 DE VIDA POSTNATAL EN RATAS

Grupo		Soya	Girasol		
Generaciones		G1,G2,G3	G1	G2	G3
P O S T N A T A L  C R I A S  (g)	Al nacer	6.4 ± 0.13	5.3 ± 0.92	5.5 ± 0.67	5.8 ± 0.58
	3 días	10.1 ± 0.48	8.0 ± 0.72	8.3 ± 0.63	7.9 ± 0.29
	5 días	12.5 ± 0.46	10.3 ± 0.45	9.0 ± 0.42	9.9 ± 0.32
	18 días	38.1 ± 1.32	31.2 ± 1.15	31.4 ± 0.95	30.4 ± 1.84
		Dieta	Generación	D x G (intra grupo)	
p	Al nacer	<< 0.001	< 0.38	< 0.41	
	3 días	<< 0.001	< 0.32	< 0.56	
	5 días	<< 0.001	< 0.001	< 0.001	
	18 días	<< 0.001	< 0.55	< 0.58	

o Valor promedio ± desviación estándar de los pesos (g) de las crías de 8 ratas madres por grupo y generación

TABLA 6  
EFECTO DE LA DEFICIENCIA DE ACIDO ALFA LINOLÉNICO DE LA DIETA EN LA COMPOSICION DE LOS ACIDOS GRASOS DE LOS FOSFOLIPIDOS DE PLACENTAS DE RATAS<sup>o</sup>

Grupo	Soya	Girasol
Generación	G2	G2
Acidos Grasos:		
Saturados	<sup>oo</sup> 42.7 ± 0.70	42.8 ± 1.90
Monoinsaturados	13.9 ± 1.10	11.8 ± 0.70
18 : 2 w 6	17.6 ± 0.50	17.1 ± 0.40
20 : 2 w 6	0.5 ± 0.10	0.8 ± 0.10
20 : 3 w 6	1.2 ± 0.20	0.3 ± 0.10
20 : 4 w 6	14.5 ± 0.30	13.2 ± 0.40
22 : 4 w 6	2.0 ± 0.15	2.9 ± 0.30
22 : 5 w 6	s0.5 ± 0.10	g7.7 ± 0.20
Suma w6	s36.3 ± 1.20	g42.1 ± 1.30
18 : 3 w 3	TR	0.3 ± 0.10
20 : 5 w 3	0.3 ± 0.01	0.6 ± 0.10
22 : 5 w 3	0.7 ± 0.10	0.3 ± 0.01
22 : 6 w 3	s4.8 ± 0.10	g0.2 ± 0.05
Suma w3	s5.8 ± 0.20	g1.5 ± 0.30
w6/w3	6.2	28.0

o Placentas de 6 ratas preñadas de segunda generación con 20 días de edad.

oo Valor promedio de 8 determinaciones, cada determinación utiliza en el contenido de lípidos de 12 placentas.  
s versus g p < 0.05

## EXCLUSIÓN DEL ACIDO ALFALINOLENICO DE LA DIETA DE LA RATA DURANTE VARIAS GENERACIONES

TABLA 7  
COMPOSICION DE LOS ACIDOS GRASOS DE LECHE DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS  
CON ACEITES DE GIRASOL O SOYA

Acido graso	L E C H E °	
	Dieta soya	Dieta girasol
	Porcentajes de los ésteres metílicos	
Saturados	°23.1 ± 1.0	27.8 ± 1.1
Monoinsaturados	s37.3 ± 1.1	g23.7 ± 1.1
18 : 2 w 6	s30.3 ± 1.5	g43.8 ± 1.5
20 : 4 w 6	0.96 ± 0.10	1.2 ± 0.10
Suma Omega 6	s33.6 ± 0.90	g46.8 ± 1.0
18 : 3 w 3	s3.6 ± 0.10	g 0.80 ± 0.1
20 : 5 w 3	s0.80 ± 0.10	g0.05 ± 0.02
22 : 6 w 3	s2.40 ± 0.32	g0.05 ± 0.01
Suma Omega 3	s6.8 ± 8	g0.91 ± 0.1
Relación w6/w3	4.9	51.4

o Leche de ratas nodrizas de segunda generación.

o o Valor promedio ± desviación estándar de la leche extraída a 8 ratas por grupo.  
s versus g p < 0.05

Frecuentemente las acciones de los eicosaenoides de una familia (w6) están en dirección opuesta a las de otra familia (w3). Esto lleva a la teoría de que los eicosaenoides de ambas series juegan un importante rol en la mantención de la homeostasis en muchos órganos y sistemas.

Esto a su vez implica que las respuestas fisiológicas que son sensibles a la cantidad o clase de prostaglandinas podrían estar siendo modificadas por el tipo de ácido graso de la dieta.

El compromiso de los eicosaenoides en el sistema reproductivo nos conduce a formular conjeturas sobre si una deficiencia de omega 3 o un exceso de omega 6, o una alta relación w6/w3 provocarían un imbalance en la biosíntesis de esta serie de potentes reguladores celulares originando ciertas condiciones patológicas responsables de los efectos observados en esta investigación.

La posibilidad del efecto benéfico de los omega 3 en la función reproductiva por su rol como precursores de cierto tipo de eicosaenoides necesita ser estudiado a futuro.

La muerte perinatal no aconteció más allá del tercer día postnatal y este pudo ser causado por un distres respiratorio

deducido por el color cianótico de las crías muertas. Nakamura y cols (35), demostraron que una deficiencia de ácidos grasos esenciales disminuye los ácidos grasos omega 6 y omega 3 en la fosfatidilcolina del pulmón, pero que la disminución de ambos ácidos grasos se revirtió después de la administración de una dieta, que contenía aceite de cártamo haciendo presumir la necesidad de omega 3 en los fosfolípidos del pulmón durante su maduración.

Budowsky y Crawford (36), visualizan al 18: 3w3 como regulador del metabolismo del 18: 2w6 y del 20: 4w6 por la inhibición competitiva del 18: 3w3 en la conversión del 18: 2w6 a 20: 4w6, dando como resultado una menor cantidad de sustratos disponibles para la producción de prostaglandinas y tromboxanos. La excesiva producción de los eicosaenoides de la familia omega 6 puede tener consecuencias perjudiciales, las que han sido observadas en varias oportunidades. Una inyección endovenosa de 20: 4w6 a conejos originó agregación plaquetaria pulmonar y la muerte súbita (37), así como infarto en la rata (38).

Se necesita investigar más a futuro para tener una explicación a nivel molecular del rol de los omega 3 en el proceso de la reproducción.

## REFERENCIAS

1. Burr, G. O. and Burr, M. M. On the nature and role of fatty acids essential in nutrition. *J. Biol. Clin.* 86:587-621. 1930.
2. Mc Kenzie, C. G., Mc Kenzie, J. B., Mc Collum, E. V. Growth and reproduction on a low fat diet. *Biochemistry*; 33: 935-939. 1939
3. Quackenbush, F. W., Kummerow, F. A., Steenback, H. The effectiveness of linoleic, arachidonic and linolenic acids on reproduction and lactation. *J. Nutr.* 24: 213-224. 1942
4. Mohehauer, H., and Holman, R. T. The effect of dose level of essential fatty acids upon fatty acid composition of the rat liver. *J. Lipid Res.* 4:151-159. 1963.
5. Kummerow, F. A.; Pan, H. P., Hickman, H. The effect of dietary fat on the reproductive performance and the mixed fatty acid composition of fat deficient rats. *J. Nutr.* 46:489-498. 1952
6. Jorgensen, A.E., Holmer, G. Essential fatty acid deficient rats: growth and testes development. *Lipids* 4:301-506.1969
7. Neuringer, M., Connor, W. E., Lin, D. S. et al. Biochemical and functional effects of prenatal and postnatal w3 fatty acid deficiency on retina and brain in rhesus monkeys. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 83:4021-4025. 1986
8. Crawford, M. A. Background to essential fatty acids and their prostanoid derivatives. *Brit. Med. Bull.*; 39:210-213. 1983
9. Sprecher, H. Biochemistry of essential fatty acids. *Prog. Lipid. Res.* 20:13-22. 1981
10. Simopoulos, A. P. Omega 3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.* 54:438-463. 1991
11. Rahm, J. J., and Holman, R. T. Effect of linoleic acid upon the metabolism of linolenic acid. *J. Nutr.* 84:15-19. 1964
12. Brenner R. R. Reciprocal interactions in the desaturation of linoleic acid into gamma-linolenic acid and eicosa 8, 11, 14 trienoic into arachidonic acid. *Lipids acids.*4:621-623.1969
13. Andersons, G. J., Connor, W. E., Corliss, J. D. Docosahexaenoic is the preferred dietary omega 3 fatty acid for the development of the brain and retina. *Pediatr. Res.* 27:89-97.1990.
14. Neuringer, M. and Connor, W. E. Omega 3 fatty acids in the brain and retina: Evidence for their essentiality. *Nutr. Rev.* 44:285-294. 1986
15. Uauy, R. D., Birch, D. G., Birch, E. E. and cols. Effect of dietary omega 3 fatty acids on retina function of very low-birth weight neonates. *Pediatr. Res.* 28:485-492.1990
16. Uauy, R. D., Birch, D. G., Birch, E. E. and cols. Effect of dietary omega 3 acids on eye and brain development in very low birth weight neonates. Abstract Nº 1 III International Conference on the health effects of omega 3 polyunsaturated fatty acids in seafood. Washington D. C., USA. 1990
17. Tinoco, J. R., Babcock, I., Hincenbergs, B. and cols. Linolenic acid deficiency. *Lipids* 14:166-173. 1979
18. Tinoco, J., Williams, M. A., Hincenbergs, I. and cols. Evidence for non assentiality of linolenic acid in the diet of the rat. *J. Nutr.* 101: 937-946. 1971
19. Sinclair, A. J. and Crawford, M. A. The effect of a low fat maternal diet on neonatal rats. *Br. J. Nutr.* 29:127-137.1973
20. Guesnet, Ph., Pascal, G. and Durand, G. Dietary alfa linolenic acid deficiency in the rat. I Effects on reproduction and postnatal growth. *Reprod. Nutr. Develop.* 26:969-985.1986.
21. Bourre, J. M., Durand, G., Pascal, G. and cols. Brain cell and tissue recovery in rats made deficient in omega 3 fatty acids by alteration of dietary fat. *Lipids* 119:15-22. 1989
22. Araya, J., Vera, G., Araya, H., Arteaga, A. Efecto del aumento de los ácidos grasos poliinsaturados dietéticos en el contenido de glutatión en riñón de ratas. *Rev. Med. Chile.* Aceptado para su publicación 1992.
23. Mc Burney, J. J., Meir, H., and Hoag, W. Device for milking mice. *J. Lab. and Clin. Med.* 64:485-487. 1964
24. Association of Official Agricultural Chemist. Official Methods of Analyses of the AOAC, 13 Ed. Washington D.C.; 778, 1980.
25. Bligh, E. S., and Dyer, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian J. of Biochem and Physicol* 37:911-917. 1959
26. Connor, E. W. and Lin, D. S. Placental transfer of cholesterol 414 C into rabbit and guinea pig fetus. *J. Lipid Res.* 8:558-564. 1967
27. Morrison, W. R., and Smith, L. M. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boronfluoride metanol. *J. Lipid Res.* 5:600-608. 1964
28. Rapp, J. H., Connor, W. E., Lin, D. S., Inahara, T. and Porter, J. M. Lipid of human atherosclerotic plaques and xantomias: clues to the mechanism of plaque progression. *J. Lipid Res.* 24:1329-1335.1983
29. Metcalfe, L. D. and Schmitz, A. A. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatografic analysis. *Anal. Chem.* 33:363-364.1961.
30. Bourre, J. M., Durand, G., Pascal, G. and Youyou, A. Brain cell recovery in rats made deficient in n3 fatty acids by alteration of dietary fat. *J. Nutr.* 119:15-22. 1989
31. Bell, J. G., Mc Vicar, H. A., Park, M. T., and Sargent, J. R. High dietary linoleic acid affects the fatty acid composition of individual phospholipids from tissue of atlantic salmon (*Salmosalar*): Association with stress susceptibility and Cardiac lesion. *J. Nutr.* 121:1163-1172.1991
32. Garg, M. L., Thomson, B. R. and Clandinin, M. T. Effect of dietary cholesterol and/or w3 fatty acids on lipid composition and delta 5 desaturase activity of rat liver microsomes. *J.Nutr.* 46:489-498. 1952
33. Kummerow, F. A., Pan, H. P. and Clandinin, M. T. Effect of dietary fat on the reproductive performance and the mixed fatty acid composition of fat-deficient rats. *J. Nutr.* 46:489-498. 1952
34. Sanders, T. A., Chua, E. and Bolster, N. R. Effect of linolenic acid intake on tromboxane and prostacyclin production in rats receiving dietary eicosapentaenoic (20 : 5 w 3) and docosahexaenoic (22:6w3) acids. *J. Nutr.* 42 : 99 A (Abstract) 1982.
35. Nakamura, M.; Kawamota, T., Akino, T. Dietary regulation of dipalmitoyl-phosphatidyl choline in the lung. Effects of essential fatty acid deficiency. *Biochim. Biophys. Acta.* 620: 24-36. 1980.
36. Budowsky, P. and Crawford, M. A. Alfa linolenic acid as a regulator of the metabolism of arachidonic acid: dietary implication of the ratio w6/w3 fatty acids. *Proc. Nutr. Soc* 44:221-229.1985

Recibido: 23-01-1992

Aceptado: 05-04-1993

## Crecimiento y dimorfismo sexual de escolares según la ocupación laboral paterna.

*Andrés Guillermo Bolzan\**; *Luis Manuel Guimarey\*\**; *Hector Mario Pucciarelli\*\*\**

**RESUMEN.** Con el objeto de estudiar el crecimiento infantil en la región de San Clemente del Tuyú (Buenos Aires, Argentina) y verificar el efecto de la ocupación laboral de los padres, se efectuó un estudio transversal en 569 alumnos de dos escuelas primarias. Se midió el peso corporal, estatura, estatura sentada y perímetros braquial y cefálico. Se codificó la ocupación laboral paterna en dos categorías: baja y alta, determinándose cuatro grupos comparativos: varones y mujeres de categoría baja y varones y mujeres de categoría alta. Se efectuaron análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de Tukey para los ANOVA significativos ( $p < 0.05$ ). Los datos fueron convertidos a puntaje de desvío z, considerando a la población de categoría alta como referencia. Los niños de ambos sexos pertenecientes a la categoría ocupacional baja mostraron un déficit global de crecimiento, evidenciado por una menor longitud de las piernas en relación a la estatura total. En las mujeres el impacto fue menor, apoyando la hipótesis de una mayor eco-resistencia del sexo femenino.

### INTRODUCCION

La variación de la forma corporal es producto de mecanismos adaptativos frente a condiciones genético-ambientales y culturales específicas (1,3). Entre las variables culturales más estudiadas se encuentran el nivel socio-económico y la ocupación laboral paterna (4,5). Investigaciones realizadas en distintos países han demostrado un déficit de crecimiento en escolares pertenecientes a familias de bajos recursos (4,6-10).

Por otra parte, parece existir evidencia de que el sexo femenino es más eco-resistente. En este sentido varios estudios han abordado la influencia del ambiente sobre el dimorfismo sexual. Los trabajos pioneros tomaron en consideración el efecto de eventos catastróficos, tanto culturales - como la segunda guerra mundial- (11) como geoclimáticos (12). De forma semejante, se demostró en estudios posteriores el efecto del estrés social sobre el crecimiento, el que ejercería un efecto diferencial sobre los sexos, reflejando mayor déficit los varones (10, 13,14).

**SUMMARY.** Growth and sexual dimorphism in school-children according to their father's occupational status. A cross-sectional morphometric study on 569 school children from the city of San Clemente del Tuyú (Buenos Aires, Argentina) has been performed. The sample was subdivided into 28 subgroups according to the age range (7-13 years old), sex, and occupational status -low or high- of the fathers. Body weight, height, sitting height, and head and arm circumferences were measured. Statistics of analysis of variance (ANOVA) and Tukey test for unequal sample sizes were performed at each stage of age. Both males and females belonging to the lower social status showed a general decrement in growth: shortening in leg length was evident. Since the girls from both occupational status showed -in general terms- hypothesis of "better canalization of the females" has been corroborated by the present work.

En Argentina son pocos los estudios sobre crecimiento con este enfoque, existiendo zonas -como el litoral atlántico Bonaerense- en las cuales se carece de datos. Para suplir esta carencia, se efectuó un estudio transversal en dos escuelas primarias de San Clemente del Tuyú, agrupando a los niños según sexo, edad y categoría ocupacional paterna.

### MATERIAL Y METODOS

San Clemente del Tuyú es una localidad de aproximadamente 10.000 habitantes, ubicada frente a la costa atlántica, al sur de la Bahía Samborombón, en la provincia de Buenos Aires. La mayoría de su población proviene de la Capital Federal y alrededores, constituyendo el tránsito migratorio una característica demográfica importante. El turismo es la principal fuente de ingresos, proporcionando trabajo temporario. Existen dos grandes categorías laborales: obreros -especialmente de la construcción- y empleados y comerciantes.

Fueron medidos por un único observador (A.B.) según técnicas antropométricas normatizadas (15), 569 alumnos (301 niñas y 268 varones) de 7 a 13 años de edad, en las dos escuelas públicas del lugar.

Se determinó la categoría ocupacional paterna, según la clasificación utilizada por Lejarraga et al. (16) -modificada para los propósitos del presente trabajo- en cinco niveles:

\* Antropólogo. Sección Antropología y Estadística. Dirección de Salud, Municipalidad de La Costa.  
\*\* Investigador de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.  
\*\*\* Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

## CRECIMIENTO Y DIMORFISMO SEXUAL DE ESCOLARES SEGUN LA OCUPACION LABORAL PATERNA.

N1=obrero temporario, N2=obrero estable, N3=emplead@, N4=profesional, N5=comerciante. Posteriormente, estos niveles fueron agrupados en una categorí@ ocupacional baja (N1+N2) y otra alta (N3+N4+N5). Quedaron delimitados así cuatro grupos: varones de la categorí@ ocupacional baja (VCOB), niñ@s de la categorí@ ocupacional baja (MCOB), varones de la categorí@ ocupacional alta (VCOA) y niñ@s de la categorí@ ocupacional alta (MCOA).

Las variables antropométricas estudiadas fueron: estatura, estatura sentada, peso, perímetro braquial y perímetro cefálico. Se calcularon las distribuciones de frecuencia para cada variable, discriminando por sexo, edad y categorí@ ocupacional paterna y se estimó la media ( $\bar{X}$ ) y el desví@ estándar (DE). Se efectuó un análisis de la varianza en logaritmo base 10 (ANOVA log. N). Cuando el ANOVA indicó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), fueron empleadas pruebas de Tukey adaptadas para desigual número de casos (17).

Los resultados fueron graficados en score de desví@ z (18) calculados según fórmula:

$$z = \frac{x - \bar{X}}{DE}$$

donde x= variable/edad de un niño de categorí@ ocupacional baja

$\bar{X}$ = media de la categorí@ ocupacional alta para dicha variable/edad

DE= desví@ estándar de  $\bar{X}$

## RESULTADOS

Las Tablas 1 y 2 muestran la  $\bar{X}$  y el DE de cada variable antropométrica, según sexo, edad y categorí@ ocupacional. La Tabla 3 consigna los resultados del ANOVA y las Tablas 4 y 5 los de las pruebas de Tukey. En las Figuras 1 y 2 se graficaron las diferencias de crecimiento por sexo, entre niveles ocupacionales bajos y altos, expresadas en puntaje z.

TABLA 1  
MEDIA ( $\bar{X}$ ) Y DESVIO ESTANDAR (DE) DE ESTATURA, ESTATURA SENTADA, PESO Y PERIMETROS BRAQUIAL Y CEFALICO. SEXO MASCULINO

VARONES DE CATEGORIA OCUPACIONAL BAJA												
Edad	N	E/cm.		ES/cm.		P/kg.		PB/cm		PC/cm.		
		$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	
7	27	116.3	4.8	63.6	2.4	20.5	3.9	16.8	1.6	51.5	1.7	
8	25	121.9	4.9	66.9	2.7	24.9	4.4	18.3	1.5	52.5	1.4	
9	15	129.3	5.3	70.0	3.0	27.7	4.5	18.4	1.8	52.3	1.4	
10	15	135.3	5.9	72.2	2.7	31.5	5.2	19.7	3.8	52.0	1.8	
11	22	135.2	6.5	71.9	2.7	31.7	6.0	19.4	2.0	52.7	1.7	
12	16	138.2	5.5	72.3	2.3	32.2	3.4	19.3	0.9	53.1	1.5	
13	17	144.7	4.3	74.9	2.8	36.3	3.4	20.0	1.1	53.4	1.5	
VARONES DE CATEGORIA OCUPACIONAL ALTA												
Edad	N	E/cm.		ES/cm.		P/kg.		PB/cm		PC/cm.		
		$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	
7	22	122.0	3.3	66.7	2.5	23.8	2.9	17.7	1.6	52.2	1.4	
8	18	127.8	3.9	69.7	2.5	28.7	3.3	19.2	1.8	52.9	1.5	
9	15	135.7	6.3	71.4	1.7	32.0	7.5	19.5	2.1	52.8	1.4	
10	18	141.3	6.5	74.7	2.7	35.8	5.9	20.5	2.3	53.7	1.3	
11	21	141.3	5.9	73.9	3.2	36.8	7.0	20.5	2.0	53.4	1.5	
12	24	147.2	5.8	76.3	2.3	40.5	7.3	21.5	2.7	53.7	1.2	
13	13	157.7	6.0	81.6	3.9	49.8	7.3	22.6	2.2	54.4	1.3	

E: estatura, ES: estatura sentada, P: peso, PB: perímetro braquial, PC: perímetro cefálico, N: número de casos

Las pruebas de ANOVA indicaron diferencias significativas en la estatura a todas las edades. En la estatura sentada, el peso y el perímetro braquial, se observaron valores no significativos entre los 9 y 11 años, siendo altamente significativos, en cambio, a los 12 y 13 años. El perímetro cefálico observó un comportamiento inverso, pasando sus diferencias a ser no significativas a partir de los 11 años (Tabla 3).

Las pruebas de Tukey entre categorías ocupacionales paternas, indicaron para los varones, diferencias significativas en estatura a todas las edades, mientras que para estatura sentada y peso, hubo diferencias significativas a los 7,8,12 y 13 años. Las variables de menor significación fueron el perímetro braquial (12 y 13 años) y el cefálico (10 años). Las niñas se diferenciaron de los varones por presentar valores no significativos en estatura y estatura sentada a

los 13 años. Las variables de menor significación fueron el peso y perímetro braquial (7 años) y el perímetro cefálico (9 años) (Tabla 4).

Las niñas se diferenciaron de los varones por presentar valores no significativos en estatura sentada a los 13 años. Las variables de menor significación fueron el peso y perímetro braquial (7 años) y el perímetro cefálico (9 años) (Tabla 4).

Las pruebas de Tukey entre sexos de categoría ocupacional alta mostraron diferencias significativas en estatura a los 7 años, en estatura sentada a los 11 años, y en ambas a los 12 años. La categoría baja se diferencia por presentar significación en perímetro cefálico a los 8 años, y en estatura sentada y peso a los 12 y 13 años (Tabla 5).

TABLA 2  
MEDIA ( $\bar{X}$ ) Y DESVIO ESTANDAR (DE) DE ESTATURA, ESTATURA SENTADA, PESO Y PERIMETROS  
BRAQUIAL Y CEFALICO. SEXO FEMENINO

MUJERES DE CATEGORIA OCUPACIONAL BAJA											
Edad	N	E/cm.		ES/cm.		P/kg.		PB/cm		PC/cm.	
		$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE
7	25	112.8	5.0	62.9	2.7	19.9	3.0	16.8	1.6	50.5	1.7
8	18	118.8	4.9	65.1	2.7	22.8	3.8	17.7	1.5	50.4	1.6
9	16	126.6	7.4	69.0	3.4	27.6	6.9	19.1	3.6	51.2	1.4
10	16	131.1	5.2	69.7	2.0	29.4	5.0	19.9	1.5	52.2	1.1
11	17	138.2	7.0	73.9	3.7	34.8	8.5	20.7	3.4	52.4	1.8
12	20	145.9	6.3	77.4	3.5	40.1	8.0	21.2	2.5	52.9	1.3
13	18	151.8	7.4	80.1	4.8	44.3	9.5	21.7	3.1	53.4	2.3

MUJERES DE CATEGORIA OCUPACIONAL ALTA											
Edad	N	E/cm.		ES/cm.		P/kg.		PB/cm		PC/cm.	
		$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE
7	39	118.6	5.0	66.2	3.4	23.2	4.8	18.2	2.0	51.2	1.9
8	23	124.1	5.0	69.0	3.2	26.0	3.7	18.7	2.0	51.8	1.2
9	16	136.0	6.0	72.5	2.8	31.8	6.0	18.9	1.7	52.6	1.2
10	25	136.1	7.1	72.8	3.5	34.5	8.8	20.8	3.1	52.5	1.7
11	20	144.7	5.4	76.7	3.5	39.7	8.2	21.2	2.5	52.3	1.5
12	28	151.9	6.3	79.9	3.3	45.1	7.6	21.6	2.1	52.9	0.8
13	20	155.6	5.1	81.9	2.7	47.3	7.0	21.9	1.7	53.4	1.3

E: estatura, ES: estatura sentada, P: peso, PB: perímetro braquial, PC: perímetro cefálico, N: número de casos

## CRECIMIENTO Y DIMORFISMO SEXUAL DE ESCOLARES SEGUN LA OCUPACION LABORAL PATERNA.

TABLA 3  
ANALISIS DE VARIANZA ENTRE SEXOS Y CATEGORIAS OCUPACIONALES PATERNAS

Edad	E	ES	P	PB	PC
7	16.58 b	10.53 b	8.39 b	4.96 b	3.70 a
8	11.74 b	10.82 b	8.18 b	3.25 a	10.97 b
9	8.60 b	0.96	2.68	0.59	4.33 b
10	7.55 b	8.69 b	3.50 a	1.78	4.25 b
11	8.90 b	7.27 b	4.92 b	2.22	1.58
12	18.70 b	24.27 b	14.01 b	4.42 b	2.55
13	16.43 b	14.71 b	13.87 b	4.57 b	1.38

b p &lt; 0.01

a p &lt; 0.05

E: estatura, ES: estatura sentada, P: peso, PB: perímetro braquial, PC: perímetro cefálico

TABLA 4  
PRUEBAS DE TUKEY COMPARANDO CATEGORIAS OCUPACIONALES PATERNAS

Edad	VCOB - VCOA					MCOB - MCOA				
	E	ES	P	PB	PC	E	ES	P	PB	PC
7	-6.03 b	-5.21 b	-5.04 b	-2.84	-1.96	-6.86 b	-5.99 b	-4.98 a	-4.12 a	-2.28
8	-5.57 b	-4.64 b	-4.53 a	-2.77	-1.41	-5.11 b	-6.30 b	-4.15	-2.99	-4.56
9	-3.78 a	--	--	--	-1.49	-6.01 b	--	--	--	-4.21 a
10	-3.76 a	-3.47	-2.73	--	-4.46	-3.77 a	-4.28 b	-3.32	--	-0.84
11	-4.56 a	-2.79	-3.54	--	--	-4.45 a	-3.49	-3.02	--	--
12	-6.91 b	-6.35 b	-6.08 b	-4.41 a	--	-4.78 b	-4.08 a	-3.44	-0.98	--
13	-8.72 b	-7.21 b	-7.91 b	-4.77 b	--	-2.91	-2.29	-2.52	-0.87	--

b p &lt; 0.01, ap &lt; 0.05

VCOB: varones de categoría ocupacional baja, VCOA: varones de categoría ocupacional alta

MCOB: mujeres de categoría ocupacional baja, MCOA: mujeres de categoría ocupacional alta

E: estatura, ES: estatura sentada, P: peso, PB: perímetro braquial, PC: perímetro cefálico.

TABLA 5  
PRUEBAS DE TUKEY COMPARANDO SEXOS

Edad	VCOA - MCOA					VCOB - MCOB				
	E	ES	P	PB	PC	E	ES	P	PB	PC
7	3.85 a	0.99	1.23	-1.41	2.90	3.79	1.07	0.62	-0.51	2.86
8	3.46	1.20	3.08	1.44	3.37	3.09	2.94	2.78	1.69	6.59 b
9	-0.21	--	--	--	0.47	1.79	--	--	--	3.07
10	3.52	2.94	1.26	--	3.63	2.73	3.45	1.39	--	-0.47
11	-2.45	-3.79 a	-1.71	--	--	-2.13	-2.73	-1.91	--	--
12	-3.69 a	-6.21 b	-3.44	-0.35	--	-5.67 b	-6.21 b	-5.35 b	-3.57	--
13	1.36	-0.49	-1.04	1.10	--	-5.22 b	-6.16 b	-5.06 b	-3.17	--

b p &lt; 0.01, ap &lt; 0.05

VCOB: varones de categoría ocupacional baja, VCOA: varones de categoría ocupacional alta

MCOB: mujeres de categoría ocupacional baja, MCOA: mujeres de categoría ocupacional alta

E: estatura, ES: estatura sentada, P: peso, PB: perímetro braquial, PC: perímetro cefálico.

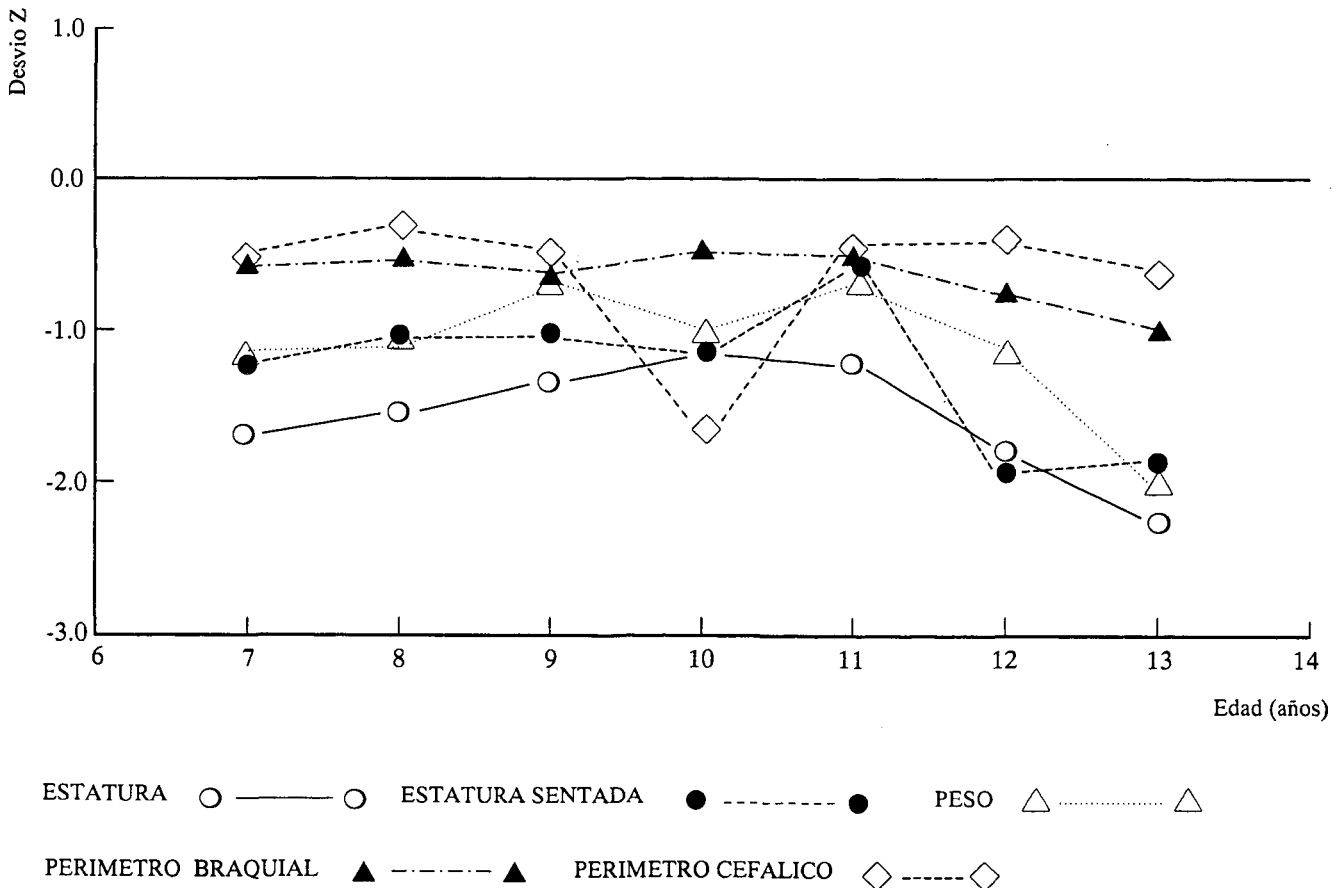
DISCUSION

Los niños de ambos sexos pertenecientes a la categoría ocupacional baja presentaron un déficit global de crecimiento en relación a los de la categoría ocupacional alta (Figura 1 y 2). La estatura sentada mostró menor deterioro que la estatura total, indicando una diferencia de crecimiento sobre los miembros inferiores. Este fenómeno -que se acentúa en la edad escolar es debido a la mayor ecosensibilidad del segmento inferior, como consecuencia de la demanda energética ejercida sobre los huesos largos, (19,20).

Los varones pertenecientes a la categoría ocupacional baja resultaron más afectados que las niñas respecto de todas las variables antropométricas. Este resultado concuerda con lo obtenido por varios autores respecto de la mayor resistencia de las jóvenes frente a un estrés ambiental (14,21 -25).

Según Stini (26,27) la mayor capacidad de recanalización del crecimiento en el sexo femenino se manifiesta al inicio de la pubertad -etapa que condiciona un incremento de la masa corporal mas temprano que en los varones- (28) hecho reflejado en las diferencias significativas entre MC-OB y VCOB en la E,ES y P. El sexo masculino, en cambio, retrasa frente a estrés ambiental el comienzo de la pubertad, acentuándose como consecuencia las diferencias de crecimiento entre sexos. Esto corroboraría la hipótesis de mejor canalización del crecimiento femenino, propuesta por Waddington (29). La ecorresistencia femenina se relaciona con el rol reproductivo, que influye a su vez sobre el dimorfismo sexual (26,27). Durante la pubertad, este proceso comienza a evidenciarse merced a mecanismos neuroendócrinos específicos (28,30), produciendo cambios en el crecimiento relativo de ciertos tejidos.

FIGURA 1  
DISTRIBUCION DE LAS VARIABLES EN VARONES DE CATEGORIA OCUPACIONAL BAJA EN COMPARACION A LOS DE CATEGORIA OCUPACIONAL ALTA (0.0), EXPRESADA EN PUNTAJE DE DESVIO Z.



CRECIMIENTO Y DIMORFISMO SEXUAL DE ESCOLARES SEGUN LA OCUPACION LABORAL PATERNA.

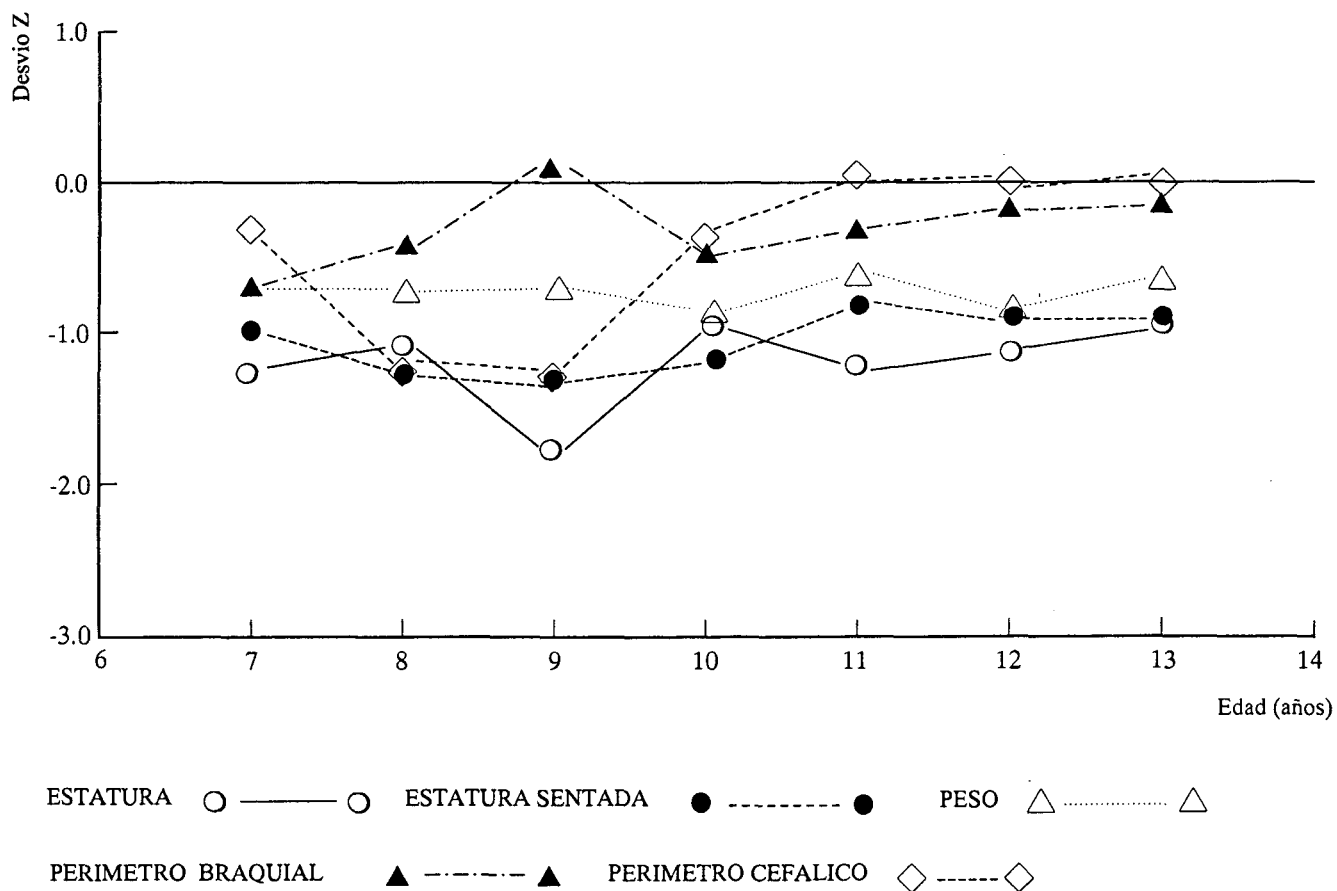
Los varones incrementan proporcionalmente más su tejido muscular, necesitando mayor ingreso proteico. Esto se relaciona con una tasa metabólica superior y una mayor velocidad de crecimiento (27). Los procesos descriptos explican la mayor sensibilidad del fenotipo masculino frente a una situación adversa del medio (27,31).

La falta de diferencias significativas en el perímetro cefalico obedecería a que no hubo modificación substancial

del perímetro cefálico por influencia ambiental debido al crecimiento temprano de la masa neural (32).

En síntesis, el presente estudio confirma la influencia de las condiciones socioeconómicas adversas -derivadas de la ocupación laboral paterna- sobre el crecimiento infantil, y la mayor ecorresistencia del sexo femenino.

FIGURA 2  
DISTRIBUCION DE LAS VARIABLES EN MUJERES DE CATEGORIA OCUPACIONAL BAJA EN COMPARACION A LAS DE CATEGORIA OCUPACIONAL ALTA (0,0), EXPRESADA EN PUNTAJE DE DESVIO Z.



## REFERENCIAS

1. Penchaszadeh VB. Condicionantes básicos para el crecimiento -una larga polémica: herencia o ambiente. En: Crecimiento y desarrollo. Hechos y tendencias. Cusminsky M, Moreno E, Suarez Ojeda EN (eds) Washington DC, OPS., publicación científica 510, p. 90-101. 1988
2. Wolanski N. Environmental modification of human form and function. *Ann. of the N.Y. Acad. Sci.*, 134:(2): 497-1066, 1966
3. Lewin R. Human evolution. Oxford, Blackwell Sci. Pub., p.6-10. 1984
4. Eveleth, PB. & Micozzi, MS: Antropometría en el niño y enfermedades crónicas en el adulto. En: Crecimiento y Desarrollo. Hechos y tendencias. Cusminsky, M. Moreno, EM. Suarez Ojeda, EN (eds) Washington DC. OPS., Publicación científica 510, p.210-228. 1988
5. Vargas, AL. Contexto socioantropológico del crecimiento infantil. Crecimiento y desarrollo. Hechos y tendencias. Cusminsky, M. Moreno, E M. Suarez Ojeda, EN (eds) Washington DC. OPS., Publicación científica 510, p. 20-36. 1988
6. Tanner, JM. Growth as a monitor of nutritional status. *Proc. Nutr. Soc.* 35:315-320, 1976
7. Rona, R.J. Genetics and environmental factors in growth in childhood. *Br. Med. Bull.*, 37(3):265-272, 1981
8. Smith, A M. Chinn, S & Rona, JR Social factors and height gain of primary schoolchildren in England and Scotland. *An. Hum. Biol.*, 7(2):115-124, 1980
9. Rona, R.J. & Chinn, S. National study of health and growth: social and biological factors associated with height of children from ethnic groups living in England. *Ann Hum. Biol.*, 13 (5): 453-471,1986
10. Bogin, BA. & Mac Vean, RB. Growth in height and weight of urban Guatemalan primary schoolchildren of low and high socioeconomic class. *Hum. Biol.*, 50:477 -486, 1978.
11. Greulich WW, Crimson CS, Turner ML: The physical growth and development of children who survived the atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki. *J. Pediatr.*, 43:121-145, 1953
12. Brauer GW: Size sexual dimorphism and secular trend: indicators of subclinical malnutrition?. In: Sexual Dimorphism in Homo sapiens. Hall R (ed). N.Y. Praeger, p. 245-259. 1982
13. Chang KSF, Lee MMC, Low WD, Kvan E: Height and weight of southern Chinese children. *Am. J. Phys. Anthropol.* 21:497-509, 1963.
14. Stinson, S. Sex differences in environmental sensitivity during growth and development. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 28:123-225., 1985
15. Comité Nacional de Crecimiento y Desarrollo. Criterios de Diagnóstico y tratamiento. Sociedad Argentina de Pediatría, Buenos Aires 1986
16. Lejarraga, H. Meletti, O. Biocca, S. & Alonso, V. Peso y talla de 15.214 adolescentes de todo el país. *Arch. Arg. Pediatr.* 84:219-235,1986
17. Zar, JH. Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice Hall, p. 248-250.
18. Who Working Group. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bull. WHO.*, 65(6):941., 1986.
19. Ramos Galván, R. & Ramos Rodriguez, MR. El escolar. En: Crecimiento y Desarrollo. Hechos y tendencias. Cusminsky, M. Moreno, EM. Suarez Ojeda, EN (eds)-, Washington DC. OPS., publicación científica 510, 1988, p. 294-322.
20. Chavez, A. & Martinez, E. Nutrición y desarrollo físico. Mexico. Interamericana, 1979.
21. Stini, W. Growth rate and sexual dimorphism in evolutionary perspective. In: The analysis of prehistoric diets. Gilbert R, (ed), N.Y. Academic Press Inc., 1985, p. 191-225.
22. Greulich, W W. The growth and developmental status of Guamanian school children in 1974. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 9:55-70, 1951.
23. Ashcroft, M.T. Heneage, P. & Lovell, H.G. Heights and weights of Jamaican schoolchildren of various ethnic groups. *Am.J.Phys. Anthropol.*, 24:35-41, 1966.
24. Malina, R M. Himes, J H. Stepick, C.D. Lopez, F.G. & Buschang, P H. Growth of rural and urban children in the valley of Oaxaca, Mexico. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 55: 269-280, 1981.
25. Pucciarelli, HM. Carnese, FR. Pinotti, LV. Guimarey, LM. & Goicoechea, AS. Sexual dimorphism in schoolchildren of the Villa Iapi neighborhood. (Quilmes, Buenos Aires, Argentina), inedito. 1991.
26. Stini, WA. Nutritional stress and growth: sex difference in adaptative response. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 31:417 - 426, 1969.
27. Stini, WA. Sexual dimorphisms and nutrient reserves. In: Sexual dimorphisms in Homo sapiens. Hall R (ed). N. Y. Praeger, 1982, p 391-419.
28. Lieberman, L S. Normal and abnormal sexual dimorphic patterns of growth and development. In: Sexual dimorphism in Homo sapiens. Hall R (red), N. Y. Praeger, 1982, p. 236 316.
29. Waddington, CH: The strategy of the genes. N.Y.: Allen & Unwin Ltd, 1957.
30. Brook, C.G. Endocrinological control of growth at puberty. *Brit. Med. Bull.*, 37 (3), 281-185,1981.
31. Tanner, Jm. Foets into man. Physical growth from conception to maturity. London: Open Books, 1978.
32. Baughan, B. & Demirjian, A. Sexual dimorphism in the growth of the cranium. *Am. J.Phys. Anthropol.*, 49:383 - 390, 1978.

Recibido: 09-04-1992

Aceptado: 15-07-1993

## Crecimiento en escolares de Villa IAPI (Quilmes, Buenos Aires, Argentina).

Luis M. Guimarey (1); Francisco R. Carnese (2); Luisa V. Pinotti (2); Héctor M. Pucciarelli (3); Alicia S. Goicoechea (2)

**RESUMEN.** El presente trabajo tiene por objeto estudiar transversalmente el crecimiento en escolares de una población carenciada del conurbano bonaerense (Villa IAPI). Fueron evaluados 291 varones y 354 mujeres de 6 a 12 años de edad, respecto de : peso corporal: (P); estaturas total (ET) y sentada (ES); perímetros braquial (PB) y cefálico (PC) y pliegues subcutáneos tricipital (PT) y subescapular (PS). También fueron calculados el perímetro muscular braquial (PM) y la longitud del segmento corporal inferior (SI). Todas las mediciones fueron convertidas a puntaje "z". Se observó una disminución global en P y SI -excepto en niñas de 11 años- en ET. Esta tendencia fue más acentuada en los varones. Tanto la ES como el PC no mostraron diferencias respecto de los estándares normales. Los pliegues subcutáneos fueron mayores que los estándares en ambos sexos, salvo el PS en los varones de 9 a 12 años y en las niñas de 12 años. Este crecimiento diferencial sugiere la existencia de dos fenómenos integrados de protección/adaptación, que en conjunto corresponden a una misma estrategia de supervivencia desarrollada por la población de Villa IAPI.

**SUMMARY.** Growth in schoolchildren of Villa IAPI (Quilmes, Buenos Aires Argentina). Growth in schoolchildren of Villa IAPI -a poor neighborhood placed near Buenos Aires (Argentina)- were cross-sectionally studied. Six hundred and forty five -291 males and 354 females- children from six to twelve years old were weighed (W), and the standing (StH) and sitting (SiH) heights, the head (HC) and the arm (AC) circumferences, and the triceps (TS) and the subscapular (SS) skinfolds were measured. The muscular braquial circumference (MC), and the length of the inferior segment of the body (IS) were also calculated. All of the measurements were transformed to "z" scores. It was observed that in all cases -except for 11 year-old females- both W and StH were diminished. This trend was stronger in males than in females. Both SiH and HC did not show differences with respect to local growth standards. Skinfold values however, were always greater in Villa IAPI children -except SS in 9 to 12 year-old males, and in 12 year-old females- than those of normal standards. Such differential growth pattern suggests that two joined strategies -for protection and adaption to unbalanced environment- actually acted in the Villa IAPI population.

### INTRODUCCION

El crecimiento -resultante de la interacción de factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos o ambientales (principalmente nutricionales)- es el modelador de fenotipo de los seres vivos (1-3). En el ser humano éste fenómeno ocurre en un extenso período de la vida, correspondiendo a una característica evolutiva, adquirida como un rasgo propio de la especie (4). Dicha característica le otorga una capacidad de modelación en composición, tamaño y forma corporal, que posibilita su alta adaptabilidad a ambientes muy desfavorables, tales como los imperantes en las poblaciones margi-

nales de los países subdesarrollados (5,6). Así la nutrición se transforma en el mayor determinante del patrón de crecimiento (7), observándose en las comunidades pobres del tercer mundo notorias diferencias de estatura entre niños de clases altas y bajas (8), situación que se repite aún en los países desarrollados en los que se han determinados diferencias de crecimiento entre niños de diversas clases sociales (9, 10).

Existe una relación exponencial -alométrica- entre el crecimiento de los distintos segmentos, lo que provoca una dinámica de cambios característicos en las proporciones corporales durante la infancia(8). Esta dinámica se altera por efecto de la desnutrición, motivo por el que las proporciones corporales han sido muy utilizadas en estudios de crecimiento y en la evaluación de estados nutricionales (11).

- (1) Unidad de Endocrinología y Crecimiento. Hospital de Niños "S.S.M. Ludovica" de La Plata.
- (2) Museo Etnográfico "Juan B. Ambrosetti". Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
- (3) Cátedra de Antropología Biológica I. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Villa IAPI es una población marginal del conurbano bonaerense cuyos habitantes sufren carencias económicas y condiciones sociales adversas producidas por altos índices de desempleo, bajos ingresos salariales y acentuadas deficiencias sanitarias, todo lo cual permite inferir una alta prevalencia de desnutrición infantil (12).

En el presente estudio fueron medidos niños en edad escolar con objeto de comprobar si el crecimiento infantil en Villa IAPI fué alterado como consecuencia de la presunta desnutrición crónica que sufre dicha población.

### MATERIALES Y METODOS

Se evaluó transversalmente el crecimiento de 645 escolares (291 varones y 354 mujeres) de 6 a 12 años de edad, escogidos en forma probabilística y estratificada en base a la variable edad. Esta muestra representa al 70% de los niños matriculados en la Escuela Nº 33 de Villa IAPI, localidad de Quilmes, perteneciente al denominado "conurbano bonaerense", situada a unos 25 km al sur de la ciudad de Buenos Aires.

El relevamiento antropométrico -realizado por uno de los autores (L.V.P.), según un procedimiento previamente estandarizado (13)- consistió en las siguientes mediciones: peso corporal (P) (kg); estaturas total (ET) y sentada (ES) (cm); perímetros braquial (PB) y cefálico (PC) (cm) y pliegues subcutáneos tricipital (PT) y braquial (PM) según Frisancho (14) y la longitud del segmento inferior (SI) por diferencia entre ET y ES:

$$PM = PB - (PT)$$

$$SI = ET - ES$$

Todas las mediciones fueron convertidas a puntaje "z" (Pz) según Lacey y Parkin (15):

$$Pz = (X - \bar{X})/DE$$

donde: X= variable;  $\bar{X}$ = promedio de la curva estándar correspondiente a cada medición; DE= desvío estándar de la misma.

Los estándares de normalidad tomados como diferencia en el cálculo de Pz fueron obtenidos de Cusminsky et al. (16) para P y ES; de Lejarraga y Orfila (17) para ET; de Frisancho (14) para PT y PB y de Agrelo et al. (18) para PS.

### RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los promedios ( $\bar{X}$ ) y los desvíos estándar (DE) por sexo/edad de las mediciones efectuadas.

Los escolares de Villa IAPI muestran una disminución de la estatura en todas las edades y en ambos sexos-excepto para ET en niñas de 11 años- (Figs. 1 y 2). Esta tendencia es más acentuada en el sexo masculino. El desvío negativo de las estaturas involucra al conjunto de la población descartando así un efecto del azar. La ES en cambio, se entrecruza en forma errática con los valores del estándar sugiriendo en éste caso, un efecto aleatorio. El PC tiene un comportamiento similar al de la ES, existiendo superposición entre los valores hallados y los de la curva normal. El P se comporta globalmente en forma similar a la ET. Los pliegues subcutáneos presentan valores por encima de la media, salvo el PS en los varones de 9 años en adelante y en las niñas de 12 años. La medición de mayor desvío negativo fué el PM (Figs 1 y 2).

En las Figuras 3 y 4 se comparan las curvas promedio en Pz de los segmentos superior e inferior, en ambos sexos, observándose una marcada reducción de la longitud de las piernas, en tanto el tronco y la cabeza se mantienen dentro de lo normal en el sexo femenino y levemente deteriorado, entre los 8 y 10 años, en el sexo masculino.

### DISCUSION

Desde las clásicas investigaciones realizadas por Gómez (19, 20) y continuadas por otros autores (21 - 25), es ampliamente aceptada la estrecha correlación existente entre retardo del crecimiento y factores adversos del ambiente, particularmente la desnutrición calórico proteíca (DCP). Resulta evidente que existe un incremento de los parámetros antropométricos cuando mejoran las condiciones de vida (26 - 29), siendo los factores genéticos menos relevantes que los nutricionales como inductores de diferencias en el tamaño corporal (30, 31).

El retraso de crecimiento observado en Villa IAPI se debe a las malas condiciones de vida propia de las comunidades pobres de los países subdesarrollados. El P y la ET presentan un déficit permanente en ambos sexos, aunque ambos acentuados en el femenino debido a que su menor tasa de crecimiento le confiere mayor ecorresistencia (32), la que incluso explica que se hayan reportado menores índices de mortalidad infantil en las niñas de diversas regiones de Latinoamérica (33, 34). Este hecho sin embargo, puede deberse en parte a que la muestra incluye un mayor número de mujeres en el comienzo del desarrollo puberal, fenómeno que induce una relativa mejoría de los valores antropométricos, sobre todo cuando son alterados por causa nutricional (35 - 37). Ha sido reportado un comienzo precoz del estirón puberal en niñas que han sufrido DCP, aunque el pico de velocidad es más tardío, menos intenso y más prolongado.

TABLA 1  
 PROMEDIOS ( $\bar{X}$ ) Y DESVIOS ESTANDARD (DE) DE PESO CORPORAL (P), ESTATURAS TOTAL (ET) Y SENTADO (ES), PERIMETROS BRAQUIAL (PB) Y CEFALICO (PC) Y PLIEGUES CUTANEOS TRICIPITAL (PT) Y SUBESCAPULAR (PS).

E <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	P		ET		ES		PB		PC		PT		PS	
		$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE
varones															
06	16	20.2	2.2	113.6	3.8	62.2	2.4	16.6	1.0	51.7	0.9	11.0	4.0	6.1	1.8
07	52	21.5	3.0	116.6	5.5	64.0	2.6	16.3	1.6	51.4	1.3	11.0	3.1	6.5	1.8
08	47	23.0	3.9	119.6	5.4	64.5	3.1	16.4	1.2	51.9	1.3	10.8	3.1	6.2	1.0
09	55	25.8	2.7	124.7	5.2	67.1	2.7	16.9	1.0	51.9	1.1	10.7	2.6	6.5	1.2
10	38	27.9	5.0	130.6	5.9	69.6	3.2	17.4	1.6	52.1	1.1	10.8	3.6	6.9	2.3
11	44	31.5	4.0	137.2	5.9	72.0	3.1	18.1	1.4	52.8	1.6	12.0	3.2	7.3	1.5
12	39	34.7	4.8	142.9	7.2	74.7	3.2	18.5	1.4	52.7	1.5	11.8	3.4	7.4	1.4
mujeres															
06	23	19.6	2.8	111.6	5.5	61.0	3.4	16.2	1.2	50.2	1.7	11.6	3.3	7.3	1.6
07	59	21.3	3.4	116.2	5.4	63.2	3.1	16.4	1.3	50.4	1.3	11.4	3.2	7.4	2.0
08	57	23.8	3.9	121.3	6.0	65.9	2.8	16.8	1.3	50.9	1.3	11.7	3.6	7.7	2.0
09	67	26.4	3.2	128.2	4.7	68.5	3.4	17.2	1.2	51.4	1.2	12.4	3.1	7.5	2.0
10	46	28.6	4.6	132.6	6.2	70.9	3.1	17.7	1.6	51.4	1.3	13.0	3.4	8.5	2.1
11	52	32.6	6.6	137.3	7.5	73.1	3.6	18.1	2.1	51.9	1.6	13.5	4.0	9.1	3.3
12	50	39.1	3.2	146.2	7.9	77.3	4.2	19.4	2.2	52.3	1.6	14.5	5.1	11.1	4.1

1 = Edad en años      2 = Número de casos

FIGURA 1:

Curvas construídas con valores medios de los escores "z" en varones de 6 a 12 años de edad. Los valores medios del estándar corresponden a la abscisa que interseca al eje de ordenadas en el punto 0. PT= pliegue tricipital; PS= pliegue subescapular; PC= perímetro cefálico; ES= estatura sentada; ET= estatura total; P= peso; PM= perímetro muscular braquial.

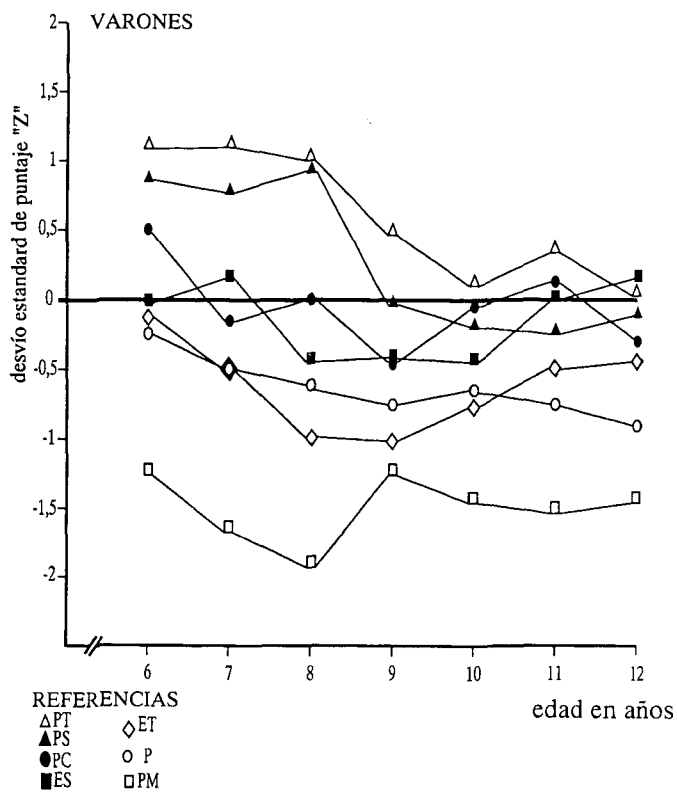
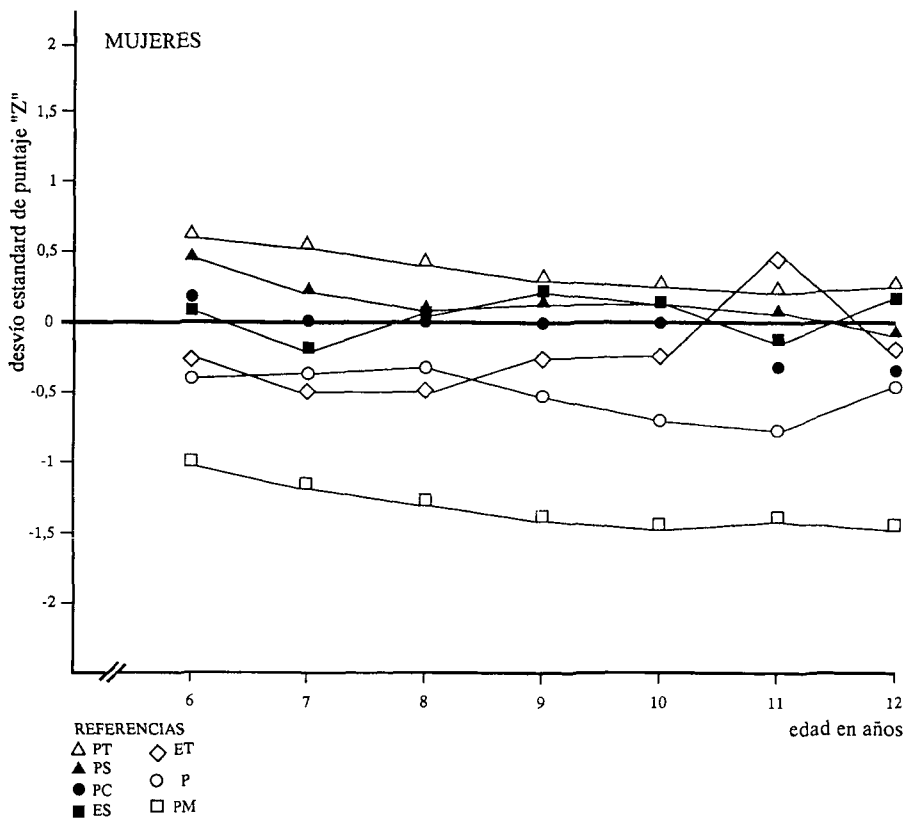


FIGURA 2:

Curvas construídas con valores medios de los escores "z" en mujeres de 6 a 12 años de edad. Los valores medios del estándar corresponden a la abscisa que interseca al eje de ordenadas en el punto 0. PT= pliegue tricipital; PS= pliegue subescapular; PC= perímetro cefálico; ES= estatura sentada; ET= estatura total; P= peso; PM= perímetro muscular braquial.



CRECIMIENTO EN ESCOLARES DE VILLA IAPI (QUILMES, BUENOS AIRES, ARGENTINA)

FIGURA 3:

Curvas construídas con valores medios de los escores "z" en varones de 6 a 12 años de edad. Los valores medios del estándar corresponden a la abcisa que interseca al eje de ordenadas en el punto 0. Se observa que los miembros inferiores son mas afectados por el retardo de crecimiento que el tronco y la cabeza.

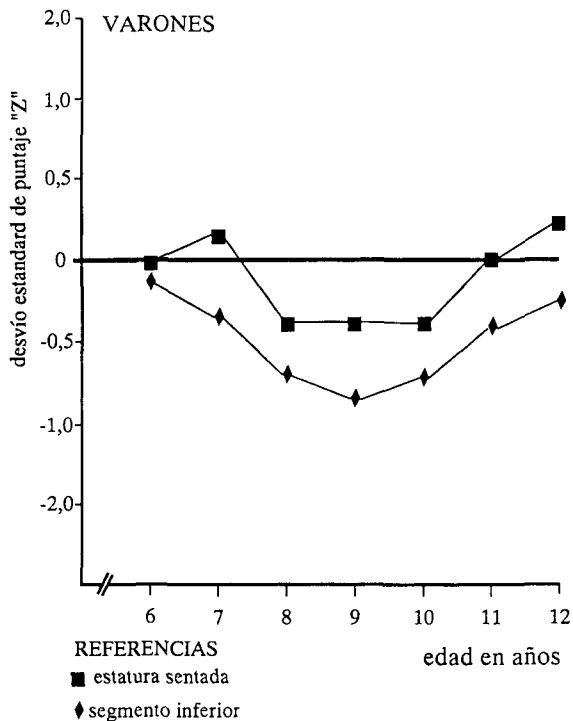
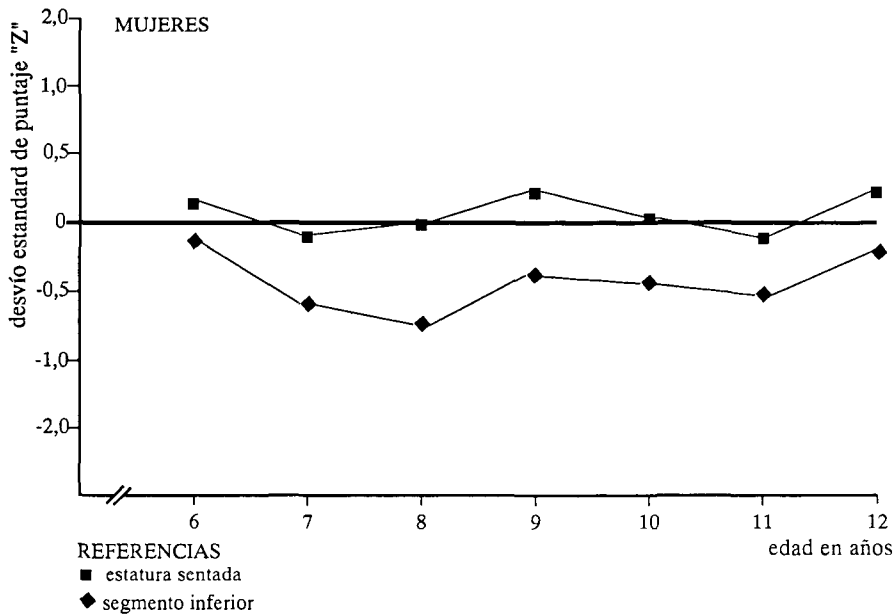


FIGURA 4

Curvas construídas con valores medios de los escores "z" en mujeres de 6 a 12 años de edad. Los valores medios del estándar corresponden a la abcisa que interseca al eje de ordenadas en el punto 0. Se observa que los miembros inferiores son mas afectados por el retardo de crecimiento que el tronco y la cabeza.



CRECIMIENTO EN ESCOLARES DE VILLA IAPI (QUILMES, BUENOS AIRES, ARGENTINA).

Por otro lado, fue demostrado que en algunas comunidades -particularmente del Medio Oriente- el sexo femenino es afectado en su crecimiento por motivos de discriminación cultural, que provocan -entre otras cosas- un desigual acceso a los recursos alimentarios familiares (38). La disminución del tamaño corporal en las poblaciones de escasos recursos es un mecanismo adaptativo (34) que se establecería mediante la sobrevida a sucesivos procesos de homeostasis y homeorresis (6, 39) operantes en aquellos individuos cuyo potencial genético establece un crecimiento menos incrementado. También debe señalarse una mayor ecorresistencia de los segmentos corporales superiores -cabeza y tronco- en relación a los miembros inferiores (40, 41).

La reducción a puntaje "z" permitió efectuar una comparación gráfica de las mediciones. Fue verificado un verdadero "gradiente" con los pliegues subcutáneos por encima del estándar, el PC y ES dentro de los valores normales y el PM muy retrasado. Existe entonces, un aumento del panículo adiposo, una disminución de la masa muscular y un retraso del crecimiento lineal (Figs 1 y 2), fundamentalmente a expensas del acortamiento de los miembros inferiores (Figs. 3 y 4), debido a que este segmento corporal se ve más afectado por las condiciones ambientales adversas, como consecuencia de su mayor tasa de crecimiento (9). La reducción del largo de las piernas en escolares representaría condiciones nutricionales inadecuadas durante los primeros años de la infancia y que continúan en la edad escolar. Ya en 1954, Thomson y Duncan (42) señalaron que el largo relativo de las piernas sirve como un índice de DCP. Sin embargo no todos los autores coinciden con este punto de vista. Para Malcolm (43) por ejemplo, las alteraciones de las proporciones corporales por efecto de la DCP, se circunscriben a la relación P/ET, no afectando la relación ET/ES, ya que ésta sería más estrechamente controlada por factores genéticos.

Estas modificaciones hacen suponer un aumento relativo de la ingesta calórica con disminución de la proteica y la consecuente alteración de las proporciones corporales, similar a la descripta para diferentes poblaciones (44, 45).

En conclusión, el patrón de crecimiento de la población en estudio implica dos fenómenos integrados que se denominan de protección/adaptación y que en conjunto deben responder a una misma estrategia de supervivencia. El primero está caracterizado por el mantenimiento casi normal del crecimiento del cerebro y de los órganos del tronco, en tanto el segundo tendría un papel de ahorro proteico/energético mediante la limitación de las tasas de crecimiento de los miembros inferiores y de la masa muscular.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración prestada por el Arq. Luis M. Forte, por la Sra. María C. Muñe (CI-GEBA) y muy especialmente por los docentes y comunidad de Villa IAPI.

Este trabajo fue parcialmente financiado mediante un subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

## REFERENCIAS

1. Penchazadeh, V. D. Condicionantes básicos para el crecimiento -una larga polémica: herencia o ambiente. En: Crecimiento y Desarrollo. Hechos y Tendencias. M. Cusminsky, E.M. Moreno, E. N. Suarez Ojeda (Eds.). Washington, D.C., OPS Publicación Científica Nº 510, 1988, p. 90-101.
2. Eveleth, P.B. Population differences in growth: environmental and genetic factors. En: Human Growth, 3 Neurobiology and Nutrition. F. Falkner, J. M. Tanner (Eds.). New York, Plenum Press, 1979, p. 373-394.
3. Ounsted, M. K., D. A. Moar & W. A. Scott. Growth and proportionality in early childhood. II. Some population differences. *Early Hum. Dev.*, 14:49 - 60, 1986.
4. Tanner, J. M. *Foetus into Man. Physical Growth from Conception to Maturity.* Cambridge, Harvard University Press, 1978.
5. Ramos Galván, R. Desnutrición y crecimiento físico. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex, Supl.* 21: 11 - 26, 1964.
6. Ramos Galván, R., B. Perez Ortiz, C. Mariscal & A. Viniegra. Homeorresis. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.*, 24:5 - 22, 1967.
7. Gracey, M. Nutrition and physical growth. En: *Anthropometric Assessment of Nutritional Status.* Himes, J. H. (Ed.). New York, Wiley-Liss, Inc., 1991, p.29-49.
8. Martorell, R. Genetics, environment, and growth: issues in the assessment of nutritional status. En: *Genetic Factors in Nutrition.* A. Velasquez, H. Bourges (Eds.). New York, Academic Press, 1984.
9. Rona, R. J. & S. Chinn. National study of health and growth: social and biological factors associated with height of children from ethnic groups living in England. *Ann. Hum. Biol.*, 13: 453 - 471, 1986.
10. Walker, A. R., B. F. Walker, J. Jones & M. Kadwa. Growth of South African Indian schoolchildren in different social classes. *J. R. Soc. Health*, 109: 54 - 56, 1989.
11. Malina, M.R. Ratios and derived indicators in the assessment of nutritional status. En: *Anthropometric Assessment of Nutritional Status.* Himes, J. H. (Ed.) New York, Wiley-Liss, Inc. 1991, p. 151-171.
12. Caratini, A. L., F. R. Carnese, L. V. Pinotti, E. Sen & M. E. Crovara. Determinación del nivel socio-económico en ochenta familias de Villa IAPI. Trabajo inédito.

13. Guimarey, L. M. A. E. Piedrabuena & A. Acevedo Barros. Treinamento e padronizacao do pessoal para a realizacao de um estudo antropometrico em escolares. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 31: 303 - 313, 1981.
14. Frisancho, A. R. Triceps skinfold and upper arm muscle size norms for assessment of nutritional status. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 27: 1052 - 1058, 1974.
15. Lacey, K.A. & J.M. Parkin. Causes of short stature (a community study of children in New Castle upon Tyme). *The Lancet*, I: 42 - 45, 1974.
16. Cusminsky M., G. Lozano, E. Castro & H. Lejarraga. Investigación del Crecimiento y Desarrollo del Niño de 4 a 12 años. La Plata, Ministerio de Bienestar de la Provincia de Buenos Aires, CIC, 1974.
17. Lejarraga, H. & G. Orfila. Estándares de peso y estatura para niños y niñas Argentinos desde el nacimiento hasta la madurez. *Arch. Arg. Pediat.*, 85: 205 - 222, 1987.
18. Agrelo, F., E. Saforcada & P. Funes Lastra. Patrones del tejido celular subcutáneo de niños normales de 4 a 12 años de la ciudad de Córdoba. *Arch. Arg. Pediat.*, 75:69-76, 1977.
19. Gomez, F. Desnutrición. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.*, 3: 543-551, 1946.
20. Gomez, F. Malnutrition in infancy and childhood, with special reference to Kwashiorkor. *Advan. in Pediatrics*, 7:131-169, 1955.
21. Ramos Galván, R.; J. S. Pérez Navarrete & J. Cravioto. Algunos Aspectos de Crecimiento y desarrollo en el niño mexicano. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.*, 17:455 - 475, 1960.
22. Malina, R. M., H. A. Selby, P. H. Buschang & W. L. Aronson. Growth status of schoolchildren in a rural Zapotec Community in the valley of Oaxaca, México, in 1978. *Ann. Hum. Biol.*, 7:367 - 374, 1980.
23. Chen, S. T. & A. E. Dugdale. Weight and height curves for Malaysian schoolchildren. *Med. J. Malaya*, 25:98 - 101, 1970.
24. Eleveth, P. B., F. M. Salzano & P. E. De Lima. Child growth and adult physique in Brazilian Xingu Indians. *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 41:95 - 102, 1974.
25. Linhares, E. D. R., J. M. Round & D. A. Jones. Growth, bone maturation, and biochemical changes in Brazilian children from two different socio-economic groups. *Amer. J. Clin. Nutr.* 44:552-558, 1986.
26. Schumacher, L. V., I. G. Pawson & N. Kretchmer. Growth of immigrant children in the newcomer school of San Francisco. *Pediatrics*, 80:861-868, 1987.
27. Mjones, S. Growth in Turkish children in Stockholm. *Ann. Hum. Biol.*, 14:337-347, 1987
28. de Parscau, L., T. Karimou, P. Messy, L. David & R. Francois. Statural growth of Moghrabin children living in France. *Pediatrics*, 42:115-119, 1987
29. Posada, M. E., M. Ruben & M. Esquivel. On growth of children: effect of some socioeconomic and genetic factors. *Acta Paediatr. Hung.*, 28:37-43, 1987
30. Little, B. B., R.M. Malina, P. H. Buschang, J. H. DeMoss & L. R. Little. Genetic and environmental effect of growth of children from a subsistence agricultural community in Southern México. *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 71:81-87, 1986
31. McCance, R.A. Critical periods of growth. Early in life. Later in life. En: *Early Nutrition and Later Development*. A. W. Wilkinson (ed.). London, Pitman Medical, 149-175. 1976
32. Ramos Rodríguez, R. M. & C. Serrano Sánchez. El proceso de homeorresis en tres grupos indígenas de México. Modificaciones en la talla y en la composición corporal. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.*, 43:599-661, 1986
33. Wolanski, N. Genetic and ecological factors in human growth. *Hum. Biol.*, 42:349-368, 1970
34. Frisancho, A. R., J. Sanchez, D. Pallardel & L. Yanez. Adaptive significance of small body size under poor socio-economic conditions in Southern Peru. *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 39:255-262, 1973
35. Channing-Pearce, S. M. & L. Solomon. A longitudinal study of height and weight in black and white Johannesburg children. *S. Afr. Med. J.*, 70:743-746, 1986
36. Satyanarayana, K., G. Radhaiah, K. R. Mohan, B. V. Thimmayama, M.P. Rao, B.S. Rao & S. Akella. The adolescent growth spurt of height among rural Indian boys in relation to childhood nutritional background: an 18 years longitudinal study. *Ann. Hum. Biol.*, 16:289-300, 1989
37. Galler, J. R., F. C. Ramsey, P. Salt & E. Archer. Long-term effect of early kwashiorkor compared with marasmus. I Physical growth and sexual maturation. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 6:841-846, 1987
38. Chen, P. C. V. Non dietary factors and nutrition. En: *Human Nutrition. A Comprehensive Treatise*. General Editors: Alfin Slater, R. V. and D. Kritchevsky -tomo 2 Nutrition and Growth. Jelliffe, D. B. & E. F. P. Jelliffe (Eds.) New York, Plenum Press, 47-64. 1979
39. Ramos Galván, R. & R. M. Ramos Rodríguez. El escolar. En: *Crecimiento y Desarrollo. Hechos y Tendencias*. M. Cusminsky, E. M. Moreno & E. N. Suarez Ojeda (Eds.). Washington D. C., OPS Publicación Científica N° 510, 294-323. 1988
40. Ramos Rodríguez, R.M. El significado del segmento superior una hipótesis a considerar. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* 38: 373-377, 1981
41. Buschang, P. H., R. M. Malina & B. B. Little. Linear growth of Zapotec schoolchildren: growth status and early velocity for leg length and sitting height. *Ann. Hum. Biol.*, 13:225-234, 1986
42. Thomson, A. M. & D. L. Duncan. The diagnosis of malnutrition in Man. *Nutr. Abstr. Rev.*, 24:1-18, 1954.
43. Malcolm, L. Protein - energy malnutrition and growth. En: *Human Growth. 3 Neurobiology and Nutrition*. F. Falkner & J. M. Tanner (Eds.). New York, Plenum Press, 361-371. 1979
44. Chavez, A. & C. Martínez. Nutrición y Desarrollo Infantil. México, Interamericana, 52-64. 1979
45. Zhang, X. & Z. Huang. The second national growth and development survey of children in China, 1985: Children 0 to 7 years. *Ann. Hum. Biol.*, 15:289-305, 1988

Recibido: 11-10-1991  
 Aceptado: 29-07-1992

## Desnutrición grave precoz y desarrollo psicomotor. Efectos de un programa de rehabilitación

*Marta Colombo, Isabel López, Isidora De Andraca*

Unidad de Neuropsicología. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos.  
Universidad de Chile. Santiago, Chile

**RESUMEN.** Se estudió la evolución del desarrollo psicomotor de 228 lactantes desnutridos graves sometidos a un programa de rehabilitación nutricional, psicomotora y social, en Centros de Recuperación Nutricional. La evaluación de ingreso demostró en promedio, un retraso moderado del desarrollo psicomotor con un coeficiente de desarrollo (CD):  $\bar{X}$  0.59 (D.S.: 0.17), (normal: 1.0 (D.S.: 0.15) con un 39% de los niños con retraso grave. Después de un período promedio de 178 (D.S.: 63.9) días de intervención, se observó una mejora significativa en el CD ( $\bar{X}$  0.79 (D.S.: 0.14),  $p < 0.001$ ), paralelamente con la recuperación de los parámetros nutricionales. En relación a las áreas de desarrollo, este programa de rehabilitación produjo progresos significativos en las áreas de coordinación y de lenguaje, no así en las áreas social y motora. Aquellos niños que presentaban un mayor retraso psicomotor inicial fueron los que obtuvieron mayores beneficios con esta intervención.

### INTRODUCCION

Son numerosas las publicaciones que señalan que la desnutrición grave en cualquiera de sus formas: marasmo, kwashiorkor o marasmo-kwashiorkor, se asocia consistentemente a un menor crecimiento y desarrollo del niño (1, 2, 3, 4).

En los países en vías de desarrollo, la desnutrición infantil está generalmente inserta en un contexto de variables sociales, económicas y culturales muy desfavorables, que constituyen por sí mismas factores de riesgo de alterar el normal desarrollo infantil (5, 6, 7). Por esta razón, cuando se analiza el impacto de la desnutrición sobre el desarrollo infantil y cuando se diseñan programas de intervención destinados a revertir sus efectos físicos y psicológicos,

**SUMMARY.** Early and severe malnutrition and psychomotor development. Effects of an integral rehabilitation program. This study evaluates the psychomotor development of 228 undernourished infants submitted to an integral rehabilitation program in Nutritional Recovery Centers. At admission these children present a moderate retardation of their developmental quotient:  $\bar{X}$  0.59  $\pm$  0.17, improving significantly to  $\bar{X}$  0.79  $\pm$  0.4 ( $p < 0.001$ ) after an average period of 178.2  $\pm$  63.9 days of intervention. As regards areas of development, rehabilitation only demonstrates a significant change in coordination and language, not so in the social and motor areas. Those children presenting the most severe developmental delays are also those who obtain the greater benefits from this integral rehabilitation program.

deben considerarse los factores biológicos que aporta la desnutrición per se así como aquellas variables ambientales relevantes, para lograr un desarrollo adecuado.

La recuperación de un lactante con desnutrición grave en su propio hogar encierra con frecuencia importantes dificultades. La fragilidad de su estado clínico, sumado a las condiciones de extrema pobreza en que vive, hacen que el niño requiera necesariamente de hospitalización. Diversos autores han reportado intervenciones en que la recuperación nutricional intrahospitalaria se acompaña de enriquecimiento ambiental, demostrándose avances significativamente mayores en el desarrollo de los niños sometidos a estas intervenciones versus aquellos en que la recuperación se limita al aspecto nutricional (8, 9, 10).

En esta investigación se analiza la evolución del desarrollo psicomotor (DPM) de lactantes con desnutrición marásmica, que ingresaron a un sistema de recuperación integral de tipo cerrado en Centros de Recuperación Nutricional (CRN) de la Corporación para la Nutrición Infantil (CONIN) (11).

---

Marta Colombo, Profesor Asociado. Universidad de Chile  
Isabel López, Ayudante Primero. Universidad de Chile.  
Isidora De Andraca, Profesor Asistente. Universidad de Chile.

## SUJETOS Y METODO

### *Centros de Recuperación Nutricional (CRN):*

Estos Centros son casas habilitadas especialmente para internar entre 30-60 lactantes. Están insertas en las comunidades y los niños reciben allí una recuperación integral que incluye: alimentación adecuada en base a leche de vaca, estimulación psicosensorial, tratamiento quinésico, estimulación afectiva, integración de la madre a la atención del niño. Al mismo tiempo que se recupera al niño, se trabaja con la familia entregando educación, mejoría de sus condiciones de trabajo, de vivienda, sanitarias y de salud (12). Este programa esta a cargo de un equipo multiprofesional formado por médico, enfermera, nutricionista, asistente social y educadora de párvulos, además de la asesoría de un psicólogo y un kinesiólogo. Durante su estadía los niños son controlados diariamente en su peso y semanalmente en su talla. Del mismo modo se realiza una evaluación del DPM de ingreso, durante los primeros diez días, la cual entrega un diagnóstico del nivel de desarrollo global y de las áreas mas comprometidas. En base a esta evaluación inicial se orientan las actividades de estimulación. Posteriormente se efectúan evaluaciones cada 60 días y hasta el egreso. El nivel de DPM se evalúa a través de la Escala de Evaluación del Desarrollo Psicomotor (13), construída y estandarizada en Chile, que entrega un coeficiente de desarrollo global (CD) con un promedio normal de 1.00 y un intervalo entre 0.85-1.15. Este instrumento explora 4 áreas de desarrollo: motora, adaptativa, social y lenguaje que permiten graficar un perfil de desarrollo.

### *Sujetos:*

Se estudiaron 228 lactantes desnutridos, 102 niñas y 126 varones. Su peso de nacimiento fue de 2830 g en promedio (DS:  $\pm$  570). Todos ellos presentaban una desnutrición primaria grave, tomando como base la relación peso para edad (P/E) según patrones de Sempé (14) y ninguno presentaba edema. Se excluyó a aquellos niños con otras patologías que afecten crecimiento o desarrollo o que hubiesen egresado por causas ajenas a la indicación médica. Estos niños ingresaron a cinco CRN de la ciudad de Santiago a una edad de 261 días en promedio (DS:  $\pm$  130) (rango: 52-596). El tiempo de recuperación tuvo un promedio de 178 días (DS:  $\pm$  64).

### *Mediciones y análisis*

La evolución del estado nutricional durante la intervención, se realizó considerando las mediciones de peso, talla y perímetro craneano al ingreso y egreso expresadas como porcentaje del p50 para género y grupo etario según patrones NCHS (15). La evolución psicomotora se llevó a cabo incluyendo el coeficiente de desarrollo y el rendimiento por áreas alcanzado al ingreso y egreso.

Para analizar diferencias de promedio se utilizó la prueba t de Student para mediciones repetidas y la prueba de chi cuadrado para diferencias de frecuencias. El cambio experimentado por áreas de desarrollo se analizó aplicando la prueba de MacNemar (16). Por último, se efectuaron dos análisis de regresión múltiple, el primero para determinar el peso de las variables independientes, género, peso de nacimiento, número de hospitalizaciones previas, edad, peso y talla el ingreso sobre la variable dependiente CD al ingreso y, el segundo que incluyó las variables independientes ya mencionadas agregando además, días de hospitalización, peso y talla de egreso, teniendo como variable dependiente CD de egreso.

## RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la evolución antropométrica y desarrollo psicomotor de los niños durante su internación. Al ingreso se observó un marcado déficit de peso y talla, con una relación peso para talla (P/T) que en promedio correspondió a 83.5% del percentil 50. Del mismo modo había una importante disminución del perímetro craneano, que en promedio se encontraba bajo la tercera desviación estándar. Todos estos parámetros mejoraron significativamente con el programa de recuperación, lográndose una relación P/T adecuada, aunque peso, talla y perímetro craneano se mantuvieron deficitarios en relación a la norma.

Al ingreso, los lactantes presentaban un nivel de DPM en la categoría de retraso moderado (entre 2 y 3 desviaciones estándar) que se recuperó significativamente para alcanzar en promedio el nivel de retardo leve, sin lograr la normalidad. En la Tabla 2 se muestra la distribución de frecuencias según nivel de desarrollo al ingreso y egreso. Dieciséis niños (7%) ingresaron con un desarrollo normal, en tanto que 89 (39%) presentaban un retraso severo. Estos porcentajes se invirtieron al egreso con 32.9% en categoría normal y 6.6% que mantuvieron un retraso severo. En la Figura 1 se grafican los sujetos clasificados en 4 subgrupos según nivel de DPM inicial y se observa que la magnitud del incremento en CD durante la recuperación guarda relación directa con la magnitud de los déficits iniciales, siendo mayor en el subgrupo con retraso severo (CD igual o menor de 0.54).

En cuanto a las áreas de desarrollo, al ingreso las áreas motora, social y lenguaje presentaban retraso en un alto porcentaje de los niños, siendo el área adaptativa la menos comprometida (Tabla 3). La recuperación se tradujo en una mejoría en las áreas adaptativa y de lenguaje en un número significativo de niños, reduciéndose de 41.7 a 20.1% y de 62.6 a 37.4% los niños que presentaban retraso en las áreas adaptativa y lenguaje respectivamente. No se observó con

## DESNUTRICION GRAVE PRECOZ Y DESARROLLO PSICOMOTOR

este programa de recuperación, una mejoría en un número significativo de niños en las áreas social y motora.

El análisis de regresión múltiple considerando CD de ingreso como variable dependiente mostró que, déficit de peso al ingreso, edad de ingreso y procedencia (hospital o su casa) fueron las variables con peso significativo, explicando en conjunto un 31.4% de la variación de CD al ingreso. Al considerar CD de egreso como variable dependiente, sexo, talla de ingreso y peso de egreso ingresaron al análisis dando cuenta de un 10% de la variación de CD de egreso.

La observación de los lactantes durante su internación indicó algunas características conductuales particulares. Al ingreso se apreció una gran lentitud en las respuestas. Eran incapaces de focalizar la atención, y si lo lograban, era por un período breve de tiempo. Presentaban disminución de la conducta exploratoria, tanto en lo referente a la manipulación como a su actividad general. La irritabilidad, presente en los primeros días de hospitalización desapareció rápidamente para dar paso a una gran pasividad. En el aspecto emocional los niños se mostraron poco demandantes, estableciendo con el adulto interacciones débiles. Aceptaban sin reclamos la interrupción de juegos, sueño o incluso de la alimentación. Al egreso la conducta global de los niños cambió, mostrándose más alerta y atentos, con mejor contacto con el medio. Sin embargo, la pasividad general fue una conducta que persistió en el tiempo.

### DISCUSION

Los efectos de la desnutrición sobre el desarrollo están en relación a la precocidad y gravedad del episodio agudo. En este grupo de niños no fue posible precisar con exactitud la edad de comienzo de la desnutrición pero se puede deducir a través de parámetros indirectos que esta fue precoz. La edad promedio al ingreso fue de aproximadamente 8 meses, y el 75.6% de los niños presentaba una

T/E < 90%, lo que apunta a un proceso de desnutrición crónico y grave. Cabe señalar que todos ellos provenían de un ambiente de pobreza donde además de la restricción material, existen marcadas privaciones emocionales y psicosociales.

El marcado retraso del desarrollo psicomotor que presentan estos lactantes al ingreso podría así explicarse por la interacción de un déficit nutricional grave de aparición temprana en la vida y por factores asociados a ambientes de pobreza. Llama fuertemente la atención que un número de ellos (7%) presente al ingreso un CD normal sin que se observen diferencias en variables antropométricas. Esto sugiere la presencia de "factores protectores" en el ambiente familiar, de modo que estos niños, a pesar de sufrir un cuadro de desnutrición grave y prolongado no se afectan significativamente en su desarrollo psicomotor. Estos factores protectores se han asociado especialmente a la calidad de la relación madre-hijo.

También se plantea la relevancia de otros factores, entre ellos genéticos y ambientales, además de la desnutrición sobre el desarrollo, al corroborarse en el análisis de regresión múltiple que la acción conjunta de los parámetros nutricionales P/E, T/E y CC/E, género, edad y procedencia, permiten predecir solo un 31.4% del CD de ingreso.

Es interesante mencionar que las áreas de desarrollo se comprometen de manera heterogénea. El retraso de las áreas social y lenguaje puede explicarse fundamentalmente por las deficiencias de estimulación y de interacciones entre el niño y los adultos que lo rodean, fenómeno que se ha descrito como característico en los ambientes empobrecidos (17). El retardo observado en el área motora, comprometida en un alto número de niños, tendría como base alteraciones morfológicas musculares secundarias a la desnutrición (18, 19) además de la falta de estimulación. El área de coordinación es la menos retrasada, lo que se relacionaría con que los

TABLA 1  
EFECTOS DE UN PROGRAMA DE RECUPERACION SOBRE ESTADO NUTRICIONAL (\*\*) Y DESARROLLO PSICOMOTOR

	INGRESO (X ± SD)	EGRESO (X ± SD)	t	p*
% peso/edad	58.5 ± 8.8	83.4 ± 9.1	37.6	<0.001
% talla/edad	86.3 ± 4.9	89.7 ± 12.2	12.2	<0.001
% peso/talla	83.5 ± 8.1	103.4 ± 9.6	26.1	<0.001
% circ. cran/edad	91.4 ± 3.4	95.9 ± 2.4	22.2	<0.001
Coef. de Desarrollo	0.59 ± 0.17	0.79 ± 0.4	15.2	<0.001

\* t de Student

\*\* Expresado como % del percentil 50 NCHS

COLOMBO et al

TABLA 2  
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS SEGUN NIVEL DE DESARROLLO PSICOMOTOR  
AL INGRESO Y EGRESO, DE 228 LACTANTES RECUPERADOS EN CRN.

	INGRESO		EGRESO	
	n	%	n	%
Normal (1.15 - 0.85)	16	7.0	75	32.9
Retraso Leve (0.84 - 0.70)	51	22.4	104	45.6
Retraso Moderado (0.69 - 0.55)	72	31.6	34	14.9
Retraso Severo (0.54 o menos)	89	39.0	15	6.6

TABLA 3  
EFECTOS DE UN PROGRAMA DE REHABILITACION SOBRE AREAS  
DE DESARROLLO PSICOMOTOR (NUMERO DE NIÑOS CON RETRASO)

	INGRESO		EGRESO		P*
	n	%	n	%	
Coordinación	58	41.72	25	20.14	<0.001
Social	89	64.03	77	55.40	NS
Lenguaje	87	62.60	52	31.40	<0.001
Motora	94	67.63	84	60.43	NS

\*p test de Mc Nemar

niños son menos dependientes de otras personas en la estimulación de estas habilidades en los primeros meses, ya que pueden ejercitarse utilizando los materiales disponibles en su entorno inmediato. El progreso importante que se observa en estos lactantes en coordinación y lenguaje se asocia probablemente a la estimulación dirigida en este sentido que se da en los CRN. Este progreso no se ve en el área social, ya que el niño no establece un lazo afectivo con una persona sino que hay una rotación constante de adultos a su alrededor. Por otro lado el desarrollo motor se ve entorpecido por un compromiso orgánico de la musculatura.

Dentro de los trastornos conductuales del niño desnutrido es su falta de interés por el medio, la dificultad para establecer interacciones socioafectivas y la falta de actividades exploratorias lo más llamativo. Estas características conductuales obviamente afectan su aprendizaje y alteran el curso del desarrollo ya que dificultan el aprovechamiento de

las condiciones estimulativas ya precarias que su medio les ofrece. Es probable que la relación madre-hijo también se vea afectada, ya que el niño es poco demandante y respondiente en sus interacciones con la madre, lo que tendría un efecto negativo en el establecimiento del vínculo.

El efecto de la rehabilitación integral efectuada en una internación que dura aproximadamente cinco meses fue muy positiva tanto sobre el aspecto nutricional como sobre el desarrollo psicomotor. Los niños lograron una buena relación P/T y la mayoría presentó aceleración en su velocidad de crecimiento (20). Sin embargo, la recuperación en CD, no se relaciona con la recuperación del estado nutricional. Los lactantes que ingresaron con un retraso grave del desarrollo psicomotor fueron aquellos que más se beneficiaron de la recuperación en su aspecto psicomotor. Una interpretación posible sería que estos niños provienen de ambientes muy empobrecidos y de condiciones psicosociales relativamente peores que aquellos que logran

## DESNUTRICION GRAVE PRECOZ Y DESARROLLO PSICOMOTOR

conservar un mejor nivel de desarrollo. Por otra parte, los niños que aún presentando un déficit nutricional grave tenían un desarrollo psicomotor normal no obtuvieron beneficios importantes de este tipo de intervención. Ellos mostraron mayores dificultades de adaptación a la internación, perjudicándose fuertemente por la separación de su familia. Para este grupo de niños es recomendable plantear otras alternativas de recuperación de carácter ambulatorio.

Se puede concluir de este estudio que los niños desnutridos internados en CRN recuperan significativamente su desarrollo psicomotor, sin embargo, habría que evaluar a futuro lo que significa desde el punto de vista psicoafectivo del niño una separación tan prolongada de su familia y buscar otras alternativas de tratamiento.

### AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todo el personal de los CRN por su valiosa colaboración en este estudio y a la Sra. Viola Lyon L., por su excelente trabajo secretarial.

### REFERENCIAS

- Cravioto J, Robles B. Evolution of adaptative and motor behavior during rehabilitation from kwashiorkor. *Am J Orthopsych*. 35:449-464, 1965
- Marcondes E, Lefreuve A, Machado D, Grecia de Barros N, Cvallo A, Gazal S, Quarenter G, Setian N, Valente M, Barbieri D. Neuropsychomotor development and pneumoencephalographic changes in children with severe malnutrition. *Enrion Chgild Health*. June: 135-137, 1973.
- Yaktin US, MacLaren DS. The behavioral development of infants recovering from severe malnutrition. *Journal of Mental Deficiency Research* 14: 25-32, 1970
- Grantham-Mac Gregor SM, Stewart M, Desai P. A new look at the assessment of mental development in young children recovering from severe malnutrition. *Develop Med Child Neurol* 20:773-778, 1978
- Richardson SA. The background histories of school children severely malnourished in infancy. *Advances in Pediatrics* 21: 167-195, 1974
- Celedón JM. Introducción. En: Celedón JM (ed) *Nutrición e Inteligencia en el Niño*. Santiago, Editorial de la Universidad de Chile. 15-36, 1983.
- Pollit E. A critical view of three decades of research on the effect of chronic energy malnutrition on behavioral development. *Chronic Energy Deficiency: Consequences and Related Issues*. I/ D/ C/ G Meeting in Guatemala City. 77-93, 1987
- Mc laren DS, Yaktin US, Kanawati A A, Sabbagh S, Kadi Z. The subsequent mental and physical development of rehabilitated marasmic infants. *J Mental Def Res*. 17:273-281, 1973
- Grantham-Mc Gregor SM, Stewart M, Powell C, Schofield WN. Effect of stimulation on mental development of malnourished child. *The Lancet* 28:200-201, 1979
- Celedón JM, de Andraca I. Psychomotor development during treatment of severely marasmic infants. *Early Dum Develop* 3/3:267-275, 1979
- Monckeberg F. Centros de Recuperación Nutricional. La experiencia chilena. En: Celedón JM (ed). *Nutrición e Inteligencia en el Niño*. Santiago. Ed. de la Universidad de Chile. 39-54. 1983
- Riumalló J. Desnutrición severa en el niño: Crecimiento y morbilidad psicomotor en Centros de Recuperación Nutricional, CONIN 1980. Ed: Celedón JM (ed) *Nutrición e Inteligencia en el Niño*. Ed. de la Universidad de Chile. 55-72. 1983.
- Rodríguez S, Arancibia V, Undurraga C. Escala de evaluación del desarrollo psicomotor: 00-24 meses. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile 1976
- Sempé M. Surveillance de lacroissance de l'enfant. *References practiques*. Le concours Medicales (Paris) Supplement N° 43, 24 Octobre
- National Center for Health Statistics: Center for Disease Control (1978). *NCHS Growth Curves for Children. Birth 18 years*. DHEW Publication (PHS) 78, Washington DC: US Government Printing Office.
- Seguel X, Bralic S, Edwards M. Más allá de la sobrevivencia. CEDEP/UNICEF, Chile. 1989
- Haltia M, Berlin O, Schucht H, Sourander P. Postnatal differentiation and growth of skeletal muscle fibres in normal and undernourished rats. *J Neurol Sci* 36:25-39, 1978
- Reeds P J, Jackson A A, Picou D, Poulter N. Muscle mass and composition in malnourished infants and children and changes seen after recovery. *Pediat Res* 12:613-618, 1978
- Alvear J, Vial M, Artaza C. Crecimiento después de desnutrición grave precoz. *Rev. Chil. Pediatr*. 62:242-247, 1991.

Recibido: 10-01-1991

Aceptado: 06-08-1992

## Evaluación calórica nutricional del menú servido a la comunidad Universitaria de la Universidad Nacional de San Luis, República Argentina

Ascar José M.<sup>(1)</sup>, Molíns de Pedernera M.<sup>(2)</sup>; Moyano de Pringles G.<sup>(2)</sup>; Guardia Calderón C.<sup>(2)</sup>;  
Rodríguez de Farabelli N.<sup>(2)</sup>; Luconi de Romero M.<sup>(2)</sup>; Piola H. <sup>(2)</sup>

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. U.N.S.L.  
República Argentina

**RESUMEN.** Se retiran del Comedor Universitario los menús servidos en almuerzo y cena, correspondientes a una semana de la temporada invernal (julio-septiembre); durante la misma los menús se repiten todas las semanas. En las muestras, convenientemente procesadas, se efectúa el análisis porcentual (humedad, cenizas, lípidos, proteínas, fibra bruta, y extracto libre de nitrógeno) permitiendo conocer la cantidad de nutrientes y el valor calórico de cada comida. Del estudio de los ingredientes de las fórmulas y de la técnica utilizada para su preparación, se desprende que la calidad culinaria es óptima y que la cantidad es suficiente (ver tablas). En relación a los nutrientes, los resultados nos permiten afirmar que las dietas son hiperlipídicas e hipoproteicas con predominio de proteínas de origen animal.

### MATERIAL Y METODOS

La Comunidad Universitaria (personal docente, no docentes y estudiantes) que concurren al Comedor Universitario, consumen semanalmente un total de once menús, correspondientes a seis almuerzos (lunes a sábados) y cinco cenas (lunes a viernes). No se proporciona desayuno ni merienda.

Ya que no existe ningún estudio que indique la cantidad de nutrientes y Calorías aportadas mediante los alimentos que son parte de los menús nos propusimos llenar este vacío mediante el análisis porcentual de cada una de las comidas. En el análisis químico fueron utilizados métodos aceptados universalmente y en todos los casos los resultados consignados, son la media de tres determinaciones de la misma sustancia, siempre que se obtengan porcentajes con no más de 0.5 - 0.8% de diferencia. Cuando los valores eran mayores se repitieron los análisis.

Además fue nuestra meta calcular porcentualmente el valor calórico - nutricional diario suministrado durante el período en estudio, y sugerir o no modificaciones en caso de ser necesarias.

**SUMMARY.** Caloric nutritious evaluation of the menus served to the university community at the Universidad Nacional de San Luis, Republica Argentina. We have analysed the meals for lunch and dinner at the University cafeteria, during one Winter week (June through September); in this season the menus are repeated every week round. A percentage analysis (humidity, ashes, lipids, protein, raw fiber, and nitrogen-free extract) was carried out on the sample, which were appropriately processed, thus allowing us to know the nutrients amount and caloric value of each meal. When examining both the formulas ingredients and the technique applied to the preparation of the meals, it was found that they have the best cooking quality, and also that their amount is sufficient (see tables). As to the meals nutrients, the results allow us to conclude that the diets are hypercaloric as well as hypoproteic, with a preponderance of proteins of animal origin.

### Muestra:

Se realizó un muestreo durante tres semanas consecutivas retirando al azar tres bandejas en el almuerzo y tres en la cena. Cada bandeja contenía los alimentos correspondientes a ese día. En el caso de las ensaladas éstas se proporcionaban condimentadas, no disponiendo los comensales de aderezo alguno para agregarle. Las muestras se trasladaron en recipientes adecuados, herméticamente cerrados.

En el laboratorio bromatológico fueron pesados los menús, en forma individual diferenciándose en a) peso total y b) peso de la porción comestible (luego de separar los huesos, las cáscaras). La parte comestible fue triturada, homogenizada mecánicamente y colocada en vasos de Becker tapados con papel de aluminio y guardadas en heladera a 2° - 4° C hasta el momento de ser procesadas.

### Metodología

Se determinó: humedad, cenizas, nitrógeno total, extracto etéreo, fibra bruta, y por diferencia hidratos de carbono. Para expresar el dato de nitrógeno total en nitrógeno proteico, se utilizó el factor 6,25 (1,2). Cuando se calcularon las calorías aportadas por los distintos nutrientes se utilizaron los factores: 4,0 para hidratos de carbono; 9,0 para los lípidos, y 4,1 para las proteínas. (1,2)

(1) Director del Trabajo de Investigación "Alimento y Salud" de Ciencia y Técnica de la U.N.S.L. y Docente de la Asignatura Bromatología (U.N.S.L.)  
(2) Integrantes del Trabajo de Investigación "Alimento y Salud" y Docentes de la U.N.S.L.

EVALUACION CALORICA NUTRICIONAL DEL MENU SERVIDO A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS, REPUBLICA ARGENTINA

En el análisis químico se utilizaron los siguientes métodos:

**Humedad:** Método indirecto a 103°C - 105°C hasta peso constante (1,2,3,8,)

**Cenizas:** Incineración a 550°C hasta obtención de cenizas blancas. (1,2,3,8,)

**Proteínas:** Método de Kjeldahl, recolectando el amoníaco en ácido bórico (3)

**Extracto etéreo:** Método de Soxhlet (1,2,3,8,).

**Fibra bruta:** Método de Weender, de doble digestión (ácida y alcalina) (1;5).

**Hidratos de carbono:** Por diferencia para 100 g de muestra.

RESULTADOS

Encontramos conveniente agrupar los resultados referentes al valor nutricional y calórico en forma separada.

Los datos provenientes del análisis porcentual (Tabla 1) son listados según el día de la semana y si corresponden a almuerzo o cena. También se discriminan las comidas que hacen parte de cada menú donde puede observarse que en todos ellos figuran pan, sopa y naranja, ya que independientemente del día de la semana, indefectiblemente hacen parte de los menús. Los gramos de cada porción son la media aritmética de la suma de las tres muestras; es importante que la porción de pan y de sopa pueden repetirse, lo que también es válido para la ensalada de lechuga en los menús que la contengan.

TABLA 1  
ANALISIS PORCENTUAL DE LOS ALIMENTOS CONSUMIDOS

ALIMENTOS	GRAMOS					
	Humedad	Ceniza	Lípidos	Fibra	Proteínas	E.L.N.
<b>Lunes</b>						
Almuerzo: Guiso arroz	77,93	1,53	3,78	3,04	2,33	11,39
Hamburguesa	58,51	2,16	11,21	0,97	9,69	17,46
Ens. lechuga	90,41	1,62	2,70	0,21	1,69	3,37
Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
Cena: Mortadela	55,75	2,80	5,49	3,32	10,59	22,05
Ens. lechuga	90,41	1,62	2,70	0,21	1,69	3,37
Fideos Pesto	64,13	2,95	9,92	1,61	3,45	17,94
Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
<b>Martes:</b>						
Almuerzo: Polenta	84,77	1,00	0,42	0,75	1,20	11,86
Milanesa	52,61	1,62	12,3	92,69	23,00	7,69
Ens. lechuga	90,41	1,62	2,70	0,21	1,69	3,37
Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
Cena: Pizza	47,38	3,95	4,95	4,75	7,70	31,37
Hamburguesa	58,51	2,16	11,2	10,97	9,69	17,46
Ens. lechuga	90,41	1,62	2,70	0,21	1,69	3,37
Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82

ALIMENTOS	TABLA 1 (Continuación)						
	GRAMOS						
	Humedad	Ceniza	Lípidos	Fibra.	Proteína	E.L.N.	
<b>Miércoles</b>							
Almuerzo:	Carne estof. y ens. de lechuga	68,85	1,43	3,96	0,89	21,28	3,59
	Guiso arroz	77,93	1,53	3,78	3,04	2,33	11,39
	Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
	Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
	Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
Cena:	Canelones	73,04	1,47	1,47	10,20	4,60	9,22
	Hamburguesa	58,51	2,16	11,21	0,97	9,69	17,46
	Ens. lechuga	90,41	1,62	2,70	0,21	1,69	3,37
	Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
	Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
	Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
<b>Jueves:</b>							
Almuerzo:	Raviol c/sal	68,64	3,08	4,06	0,95	3,38	22,99
	Albóndigas	62,54	1,41	13,94	1,28	7,96	12,87
	Ens. lechuga	90,41	1,62	2,70	0,21	1,69	3,37
	Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
	Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
	Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
Cena:	Fideos al pesto	64,13	2,95	9,92	1,61	3,45	17,94
	Pastel de papas	68,13	1,42	12,78	0,86	8,76	8,04
	Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
	Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
	Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
<b>Viernes:</b>							
Almuerzo:	Locro	77,08	1,03	3,58	3,84	4,96	9,51
	Tort. de papa	69,91	1,69	7,15	0,18	4,71	16,38
	Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
	Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
	Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
Cena:	Empanadas	36,12	0,84	13,97	2,24	8,30	38,53
	Arroz c/pollo	80,11	1,11	0,73	1,19	3,38	13,48
	Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
	Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
	Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82
<b>Sábado:</b>							
Almuerzo:	Tall. c/tuco	77,95	2,18	5,47	0,93	2,59	10,88
	Carneest. y ens. lec	68,85	1,43	3,96	0,89	21,28	3,59
	Pan	25,72	1,84	3,98	0,43	8,14	59,89
	Sopa	92,41	1,01	1,63	0,05	0,71	4,19
	Naranja	89,00	0,61	0,40	0,93	0,24	8,82

La Tabla 2 permite apreciar básicamente las porciones de alimentos que hacen parte de cada menú. Este dato corresponde a la media aritmética del peso, de la parte

comestible de cada comida de los menús retirados, lo que permite conocer las calorías totales, por cada uno de los alimentos consumidos.

EVALUACION CALORICA NUTRICIONAL DEL MENU SERVIDO A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS, REPUBLICA ARGENTINA

TABLA 2  
CALORIAS TOTALES CONSUMIDAS

Alimento	Calorías %	Porción en g.	Calorías totales	Calorías por día
Lunes				1.675
Almuerzo:	Guiso arroz	89	150	134
	Hamburguesa	210	140	294
	Ens. lechuga	45	30	14
	Fideos pest	175	300	525
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37
Cena	Mortadela	180	63	114
	Ens. lechuga	45	30	14
	Fideos pest	175	300	525
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37
Martes:				1.582
Almuerzo:	Polenta	56	257	144
	Milanesa	234	123	288
	Ens. lechuga	45	30	14
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37
Cena	Pizza	200	124	248
	Hamburguesa	210	140	294
	Ens. lechuga	45	30	14
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37
Miércoles:				1.215
Almuerzo:	Carne estof. y ens. lech.	135	86	116
	Guiso arroz	89	150	134
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37
Cena	Canelones	69	112	77
	Hamburguesa	210	140	294
	Ens. lechuga	45	30	14
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37

TABLA 2 (Continuación)

Alimento	Calorías %	Porción en g.	Calorías totales	Calorías por día
Jueves:				2.354
Almuerzo:	Raviol c/sal	115	435	500
	Albóndigas	209	112	234
	Ens. lechuga	45	30	14
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
Cena	Naranja	40	93	37
	Fideos al pesto	175	300	525
	Pastel papas	182	275	501
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
Naranja	40	93	37	
Viernes:				1.583
Almuerzo:	Locro	90	340	306
	Tort. de papa	149	137	204
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37
Cena	Empanadas	313	116	363
	Hamburguesa	210	140	294
	Arroz c/pollo	74	130	130
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37
Sábado:				743
Almuerzo:	Tall. c/tuco	103	327	337
	Carne est. y ens. lech.	135	86	116
	Pan	308	60	185
	Sopa	34	200	68
	Naranja	40	93	37

De un estudio de las fórmulas culinarias pudimos deducir que las proteínas son de buena calidad por provenir del reino animal (ganado vacuno principalmente y una vez por semana carne de ave). Los lípidos, que se encuentran aumentados, tienen dos orígenes el proveniente de la materia prima, en especial de la carne y el agregado para aderezar o preparar los alimentos (aceites vegetales).

Se determinó la cantidad de fibra bruta total, sin detenernos al estudio de las fibras dietarias, por no ser ese el motivo de nuestro trabajo.

### CONCLUSIONES

La Comunidad Universitaria consume semanalmente un total de 9.152 Cal., lo que representa una media de 832 Cal. por menú y de 1682 Cal. por día (de lunes a viernes, almuer-

zo y cena) y 743 Cal. para el día sábado (almuerzo), lo que representa un 62,7% del promedio de Calorías, calculadas para la población estudiantil (18 a 24 años de ambos sexos) que consideramos aceptables, especialmente cuando el resto de las Calorías hasta alcanzar el requerimiento orgánico (2.200 a 3.000 Cal/día para el adulto joven normal de ambos sexos (4) son aportados por comidas realizadas en su hogar (desayuno y media tarde). Estas consisten en leche pura o mezclada con café, té o cacao, pan o galletas, con o sin manteca, dulce, queso etc., (datos obtenidos por anamnesis) en una muestra de más del 20% de estudiantes que concurren diariamente a almorzar y cenar.

Los porcentajes de proteínas y material grasa marcan una dieta hiperlipídica e hipoproteica; deberán modificar sus formulas culinarias para la obtención de dietas normolipídicas y normoproteicas. Si bien hay un marcado predom-

EVALUACION CALORICA NUTRICIONAL DEL MENU SERVIDO A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS, REPUBLICA ARGENTINA

minio de proteínas de origen animal, y ya que no son suficientes, fué sugerida la utilización de proteínas provenientes del pescado y frutos del mar o la introducción de vegetales como la soja que poseen un alto contenido en proteínas.

REFERENCIAS

- 1 Ascar José Miguel, Alimentos: Aspectos Bromatológicos e Legais. Analise Percentual, Ed. UNISIONS, São Leopoldo, (R.S.), BRASIL, 1985
- 2 Ascar José Miguel, Guía de Aulas Practicas de Química Bromatológica 2da. Ed. UNISIONS, São Leopoldo, (R.S.) Brasil, 1984
- 3 ASSOCIATION OF OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS A.O.A.C., 12th Ed. Washington D. C. The Association, 1975
- 4 FAO/OMS Necesidades de Energía y de Proteínas, Comité Mixto, Roma, 1971
- 5 Gerhard Urrich, Especies y Condimentos. Ed. Acirbia, Zaragoza, España. Pag. 45, 1975
- 6 Instituto A. Lutz, Normas Técnicas de Métodos fisico-químicos para analise de alimentos (M.0.8), São Paulo, Brasil. 1964
- 7 Triebold, Howard O. and Aurand, Leonard W., Food: composition and analysis, Ed. Van Nostrand, Reinhold Company, 1969
- 8 Winton y Winton, Análisis de Alimentos, Ed. Hispanoamericana S.A. Buenos Aires 1958.

Recibido: 24-10-1991  
Aceptado: 15-07-1993

## Effect of succinylation of oil palm protein concentrates on the functional properties

*Emperatriz Pacheco de Delahaye\**

Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.  
Maracay, Estado Aragua. Venezuela

**SUMMARY.** Defatted kernel flour of oil palm, grounded to 60 mesh, was taken as raw material to produce protein concentrates (70,8% protein) which were succinylated at different levels (0.05; 0.2 and 0.6). The extent of acylation was measured as percentage of lysine modification reaching values from 18.4% to 48,6%. Protein concentrate functional properties were determined: Water solubility (pH 2-10); water absorption (320%); oil absorption (2,2 ml oil/g), emulsion activity and emulsion stability (28-46%). The functional properties were enhanced by succinylation if compared with the untreated protein concentrate, however, "in vitro" digestibility was not affected, by succinylation. In summary, the results of this study indicate that acylation using succinyl anhydride can improve the functional properties of oil palm protein concentrate over those without such treatment.

**RESUMEN.** Efecto de la succinilación en concentrados proteínicos de palma de aceite sobre las propiedades funcionales. La harina desgrasada de la almendra de la palma aceitera, fué molida a 60 mesh y por extracción alcalina de las proteínas se obtuvo un concentrado proteínico que contenía 68,2% de proteína el cual fué succinalado a diferentes niveles (0,05; 0,1; 0,2 y 0,6 gr anhídrido succínico/gr proteína), lográndose obtener concentrados 70% de proteína. La extensión de la succinilación se midió en términos de porcentaje de modificación de lisina disponible, la cual varió entre 18,4% a 48,6%. Los concentrados proteínicos elaborados se les determinaron: absorción de agua (320%), absorción de aceite (2,2 ml de aceite/gr de harina, actividad estabilidad de emulsión (28-46%) y porcentaje de solubilidad de proteína entre pH 2 a 10. Todas las propiedades funcionales fueron mejoradas con la succinilación (0,2 gr de anhídrido succínico/gr proteína) al compararlos con el concentrado proteínico sin modificación. La digestibilidad in vitro no fué afectada por la succinilación y los valores fueron entre 83,5% y 84,1%.

### INTRODUCTION

During the last two decades studies concerning the development of new sources of non-conventional proteins have been conducted. Concentrate and protein isolates with valuable properties have been obtained, but such products have not had the expected impact at the commercial stage, since many of them have not offered the necessary functional properties which allow them to be incorporated as food ingredients (1); (2).

The oil palm (*Elaeis guineensis*) cultivated in the central region of Venezuela, after kernel oil extraction and through special process produces a flour which has only been used as cattle food; it contains 22% protein and by alkaline extrac-

tion it can be obtained a concentrate 66% protein. In this particular case solubility and emulsifying properties were low, which may be due to the use of high temperatures during oil extraction.(3).

Protein acylation using acetic or succinic anhydrides has remarkably improved the functional properties, specially in regard to solubility and emulsifying. Also, it has been observed that the acylation does not involve in toxic compounds and improves the organic properties (4-5).

In this research, the acylation effects were studied by using succinic anhydride on the functional properties of an oil palm protein concentrate, comparing it with the conventional also called untreated protein concentrate.

\* Associated Professor of the Universidad Central de Venezuela.  
Agronomy Faculty. Apartado 5081. El Limón. Estado Aragua.  
Venezuela.

## MATERIAL AND METHODS

The oil palm deffated kernel flour used in this research work, was donated by Industria Bananera C.A (Bananera C.A Industry), which owns its cultivated lands in the central region of Venezuela. The flour mentioned before was ground to 60 mesh and a protein concentrate was obtained by alkaline extraction (3). The flour-solvent proportion was 1:10; the pH for extraction was 9.5 using mechanical stirring for 1 h. The isoelectric precipitation took place at pH 5.3; after centrifugation (10.000 g x 20 min.) the solid portion was dried out by freeze-dried. The protein content was 68,2% (N x 6.25).

### *Succinylated protein isolates.*

The method used was reported by Choi et al (4). The flour was dispersed in distilled water at room temperature (25°C). Succinic anhydride was added to the suspension at different proportions (0,05; 0,1; 0,2; 0,6 g/g protein). During extraction the pH was kept at 8-8.5 by adding NaOH(2N) during 1 h. at constant stirring. Finally the pH was adjusted to 7.5 and the suspension was centrifuged at 5.117 g for 20 min at 25°C. The supernatant portion was filtered through fiberglass, and the filtrate was acidified to reach the protein isoelectric point by using HCl 2N. Then, it was centrifuged again and the precipitate was freeze-dried. The succinylated concentrates showed an average of 70,8% of protein. To establish a comparison, a soy protein concentrate was used, it contained 70% of protein.

### *Chemical modifications estimates.*

The extent of chemical modification was estimated by determining the available lysine content, following the Hall et al (6) procedure which uses trinitrobenzone sulfonic acid (TNBS) reagent. Modification is expressed as percent reduction in available lysine.

### *Functional properties.*

Solubility was determined using the method of Wang and Kinsella (7) and was calculated as the percentage crude protein (total N x 6.25) present in the supernatant portion. The solubility profile was studied under a pH range of 2-10, using HCl or NaOH solutions. The water absorption capacity was determined by the procedure of Wang and Kinsella (8). The fat absorption capacity was determined (9). Emulsifying activity and emulsion stability were determined by Dench et al (10).

### *"In vitro" digestibility index*

The index "in vitro" digestibility was determined by Hsu et al (11). The multienzyme system of tripsin, chymotripsin and peptidase, as well as tripsine alone were used. Enzymes, porcine pancreas tripsin type IX, bovine pancreas chymotripsin type V, and hot intestinal mucosa peptidase grade III were purchased from Sigma Chemical Company, St. Louis, MO. The measures were expressed as percent of protein digested.

All measurements were made in triplicate and the reported values are the average of the three measurements.

## RESULTS AND DISCUSSION

The solubility of protein concentrates from oil palm kernels flour is remarkably affected by succinylation reaction; evidences of such changes is noticed when compared to conventional protein concentrate. Figure 1 shows curves at pH 2 and 4 where the succinylated concentrates are less soluble than the non-succinylated samples. When the pH is within the range of 5 to 7, succinylated concentrates show a notable increase in solubility, specially at pH 6 where the highest increase takes place. Afterwards, when the pH is within the range of 8 to 10, the succinylated concentrates keep more soluble than the untreated proteins.

It is observed that the concentrates increase the solubility when acylation grade rises up to 0,2 g succinic anhydride/g protein; beyond this value there is no evidence of solubility increment. Succinylation reaction increases the concentrates negative charge which is evidenced by the change of the isoelectric point as a result of a pH decrease from 5 to 4. This change is probably due to an increase of the electrostatic repulsion forces and the rearrangement of the molecules (12-13).

Table 1 presents some functional properties of acylated concentrates compared to conventional ones. Lysi  $\epsilon$ -amino groups coming from the proteins of oil palm deffated kernels flour reached a maximum acylation degree of 48.2%. After attaining this level acylation stays practically constant.

Water absorption by the succinylated concentrates increased in proportion with the percentage of lysine modification. Such results are expected as a consequence of the exposure of larger polar and non-polar protein groups on account of the rearrangement of their structures when reacting to anhydride (14). When comparing with the soya con-

## EFFECT OF SUCCINYLATION OF OIL PALM PROTEIN CONCENTRATES ON THE FUNCTIONAL PROPERTIES

TABLE 1  
SUCCINYLATION EFFECTS ON:  
WATER AND ABSORPTION STABILITY AND ACTIVITY OF PROTEIN EMULSION CONCENTRATE  
"IN VITRO" DIGESTIBILITY OF OIL PALM PROTEIN CONCENTRATE COMPARED  
TO CONVENTIONAL CONCENTRATES

Succinic anhydride g/protein g	% of modified lysine	% water absorption	Oil absorption (ml oil/g)	% emulsion activity	% emulsion stability	In vitro%* digestibility
0.05	18.40 ± 4.50	270 ± 2.0	1.80 ± 0.02	28.80 ± 1.20	23.40 ± 0.55	83.91 ± 2.06a
0.10	28.00 ± 2.00	310 ± 3.8	2.38 ± 0.14	36.70 ± 1.10	30.1 ± 0.88	83.74 ± 1.70a
0.20	48.20 ± 1.70	318 ± 4.4	2.45 ± 0.20	46.40 ± 0.98	47.2 ± 1.4	83.65 ± 1.58a
0.60	48.60 ± 1.50	324 ± 3.2	2.21 ± 0.00	46.80 ± 1.30	36.1 ± 1.3	83.48 ± 1.50a
Oil palm conventional concentrate	0.00	225 ± 2.2	1.70 ± 0.15	26.8 ± 0.98	13.6 ± 0.99	84.12 ± 2.01a
Soy concentrate	0.00	310 ± 2.4	3.00 ± 0.15	90.80 ± 1.10	92.0 ± 1.00	--

\* Values with equals superscript letters were not significantly different.  
P < 0.005 (Duncan multiple ranager test)

centrate, it shows similar values to the succinylated concentrates.

In regard to oil absorption in general, the acylated concentrates showed a small increment in the oil absorption capacity when compared to conventional or untreated concentrates. Such behavior can be attributed to structural alterations of succinylated proteins and not to the increase of negative ions, it was also observed a trend to increase and then to decrease to higher succinylation levels.

Succinylation increased emulsion activity as acylation increased up to 48% of available lysine modification where such value was stabilized. Succinylated concentrates were more stable to heat than the non-treated concentrate emulsions. This increment might be related to the augmented swelling of the molecules protein capacity due to the high succinylation levels (15). However, Choi et al (13) suggest that protein molecules secondary changes during high succinylation is the factor which determines the emulsion capacity increment on selected cotton seed concentrates. It is observed that the emulsifying properties were low when compared with soy protein concentrate.

It can be said that succinylation did not affect the "in

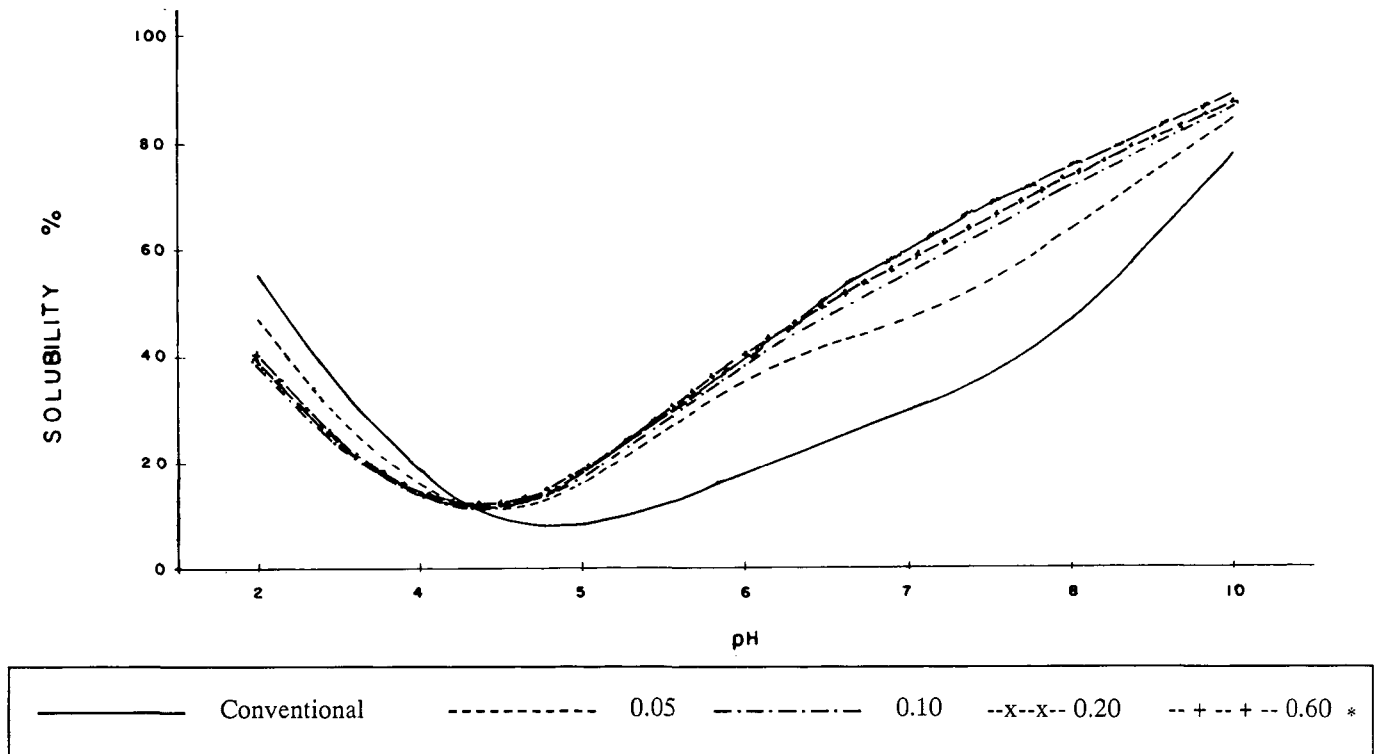
vitro" digestibility due to the fact that there were no significant differences between digestibility of conventional concentrates and succinylated concentrates. Ma and Wood (16) reported that succinylation did not induce significant changes in the essential aminoacid profile of oat protein with the exception of a small phenylalanine diminution; Likewise, Rahma (15) did not detect "in vitro" digestibility changes when defatted cotton flour protein was highly succinylated.

It can be concluded that succinylation significantly improves the functional properties, however high levels of anhydride are not necessary to reach the improvement of the functional properties studied. Wqual results are obtained using 0,2 g as well as 0,6 g of succinic anhydride/g protein. At industrial scale, it is desirable to employ the smallest amount possible of reagents in order to facilitate further purification and obtain a profitable process. From the nutritional standpoint, low acylation levels using succinic anhydride will not possibly cause nutritional damages to feeding systems where oil palm succinylated concentrates could be added.

## ACKNOWLEDGMENTS

We wish to express our acknowledgment to Mr. Asunción Jiménez and to the Technical personnel of the Faculty of Agronomy of the Universidad Central de Venezuela.

FIGURE 1  
SOLUBILITY PROFILE OF OIL PALM SUCCINYLATED CONCENTRATES  
AND CONVENTIONAL CONCENTRATE



\* g succinic anhydride/g protein

#### REFERENCES

- Kinsella, J.E; Suleiman, T.M. and Lusas, E.W. Sesame protein a review and prospectus. *J.A.O.C.S.* 56:242.1979
- Hermansson, A. M. Methods of studying functional characteristics of vegetable proteins. *J.A.O.C.S.* 56:275.1979
- Pacheco-Delahaye, E. Concentrados proteínicos de palma africana (*Elaeis guineensis*, Jacquin). Proceso de extracción y propiedades funcionales *Arch. Latinoamer. Nutr.* 35:509.1985
- Choi, Y. R; Lusas, E. W. and Rhee, K. C. Succinylation of cottonseed flour: Effect on the functional properties of protein isolates prepared from modified flour. *J. Food Sci.* 46:954.1981
- Thopson, L. V. and Choi, Y. R. Chemical composition and functional properties of acylated low phytate rapessed protein isolate. *J. Food Sci.* 49:1584.1984
- Hall, R.J; Trinder, N. and Giverns, D.I. Observation on the use of 2,4,6 - Trinitrobenzene sulphonic acid for the determination of available lysine in animal protein concentrations. *Analyst.* 98:673.1973
- Kinsella, J. E. Functional properties of protein in food: A survey. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 7:219.1976
- Wang, J. C. and Kinsella, J. F. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf proteins. *J. Food Sci.* 41:286.1976
- Lin, M.J; Humbert, E.S. and Sosulski, F. W. Certain functional properties of sunflower meals. *J. Food Sci.* 39:368.1974
- Dench, J. E; Rivas, N. and Caygill, J. C. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum L.*) flour and two protein isolates. *J. Sci. Food Agric.* 32:557.1981
- Hsu, H. W; Vavak, D. L; Satterlee, L. D. and Miller, G. A. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J. Food sci.* 42:1269.1977
- Beuchat, L.R. Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *J. Agric. Food Chem.* 25: 258. 1977
- Choi, Y.R. Lusas, E.W; and Rhee, K.C. Effects of acylation of defatted cottonseed flour with various acid anhydrides on protein extractability and functional properties of resulting protein isolates *J.Food Sci.* 47:1713.1982
- Choi, Y. R; Lusas, E. W. and Rhee, K. C. Molecular structure and functionalities of protein isolates prepared from defatted cottonseed flour succinylated at various levels. *J.Food Sci.* 48: 1275.1983
- Rahma, E.H; and Naransinga, Rao. M.S. Effect of acetylation and succinylation of cottonseed flour on its functional properties. *J. Agric. Food Chem.* 31:Ñº 2:352.1983
- Ma, C.Y: and Wood, D.F. Functional properties of oat proteins modified by acylation trypsin hydrolysis or linolates treatment *J.A.O.C.S.* 12:1726.1987

Recibido: 11-02-1992

Aceptado: 03-02-1993

## Formulación y evaluación de una bebida a base de leche completa y harina de arroz precocida

*Belkis Guaipo<sup>1</sup>, Mariela Calderón.<sup>1</sup>, María T. Laprea<sup>1</sup>*

**RESUMEN.** El objetivo de este trabajo consistió en formular y evaluar una bebida a base de leche completa y harina de arroz precocida con buen aporte nutricional, buena aceptación y estabilidad, que permita ser incluida en algunos de los Programas de protección que lleva a cabo el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela. Se prepararon seis mezclas diferentes que se evaluaron organolépticamente en forma de bebida. La de mayor preferencia fue sometida a evaluación nutricional y estudio de estabilidad, que comprendió evaluaciones sensoriales, determinaciones de acidez y análisis microbiológicos realizados por un período de siete meses durante el cual las muestras fueron mantenidas a las temperaturas de 5°C, 27°C y 37°C. La composición química de la formulación seleccionada expresada por 100g fue la siguiente: Calorías 423, proteínas 11g; grasa 9,1g; niacina 1mg; tiamina 0.2 mg; riboflavina 0.6 mg. calcio 295.8 mg y fósforo 287.5 mg. Así mismo su calidad proteica (PER) y Relación Proteica neta (NPR) fue  $3.01 \pm 0.2$  y  $3.74 \pm 0.3$  respectivamente, comparados con la caseína  $3.54 \pm 0.3$ . Estos datos revelan que desde el punto de vista nutricional el producto desarrollado representa una buena alternativa para contribuir a la prevención de la desnutrición en el país. El estudio de estabilidad indicó un tiempo de vida útil de siete meses a las temperaturas de 5°C y 27°C y menos de dos meses a 37°C.

**SUMMARY.** Evaluation and formulation of a blended beverage from whole milk and precooked rice flour. The objective of this research was to formulate and evaluate a beverage based on powdered whole milk and precooked rice flour, with good nutritional contribution, good acceptability and stability, which permits to be included in the nutritional Protection Programs carried out by the National Institute of Nutrition of Venezuela. Six different mixtures were prepared and evaluated organoleptically in liquid form. The preferred one was submitted to nutritional evaluation, acid determination and microbiological analysis during seven months, while samples were kept at temperatures of 5°C, 27°C and 37°C. The nutritional composition of the selected mixture expressed by 100g was the following: kcal 423, proteins 11g, fat 9.1g, niacin 1 mg, thiamine 0.2 mg, riboflavin 0.6 mg, calcium 295.8 mg and phosphorous 287.5 mg. The protein quality was determined by the Protein Efficiency Ratio (PER) and Net Protein Ratio (NPR) was  $3.01 \pm 0.2$  and  $3.74 \pm 0.3$  respectively, compared with casein of  $3.54 \pm 0.3$ . This data showed that the product developed represents from the nutritional point of view a good alternative to prevent undernutrition in the country. The stability study reported a useful life time of seven months at temperatures of 5° and 27°C and less than two months at 37°C.

### INTRODUCCION

En la mayoría de los países en vías de desarrollo los cereales suministran casi las dos terceras partes de la energía dietaria (1) y generalmente tienen un bajo contenido de proteínas, aún cuando la proteína sea de mejor calidad como es la del arroz, no pueden por sí solos suplir la proteína en la concentración y la calidad que requieren los niños pequeños una vez que dejan de recibir cantidades adecuadas de leche (2).

En Venezuela se utiliza harina de arroz en la producción de alimentos infantiles, bebidas típicas y otros alimentos farináceos. Esta se elabora a partir de la segunda fracción o granos partidos durante la pulitura, la cual constituye un buen vehículo para ser enriquecido con otros nutrientes. Su procesamiento al igual que el de otros cereales tiene por objeto obtener productos de buena digestibilidad, palatables y con adecuadas características de conservación (3).

El contenido de aminoácidos del arroz se compara favorablemente con el de otros cereales y la digestibilidad de su proteína es de 96.5% en el grano entero y de 98% en el grano pulido (4). Al comparar el patrón de aminoácidos de los cereales con el patrón de referencia, en este caso la proteína de la leche, se observa que la proteína del arroz tiene mejor concentración en lisina, así como también en otros aminoácidos, pero en todo caso la calidad de las proteínas del arroz se aproxima más a la de la leche que a la de los otros cereales. (2).

El enriquecimiento de los cereales con proteína de origen animal, tiene como objetivo el de incrementar el tenor proteico de los mismos y los niveles de los aminoácidos limitantes en proporciones adecuadas para proveer un balance óptimo de estos nutrientes. Debido a la falta de recursos económicos, más de la mitad de la población venezolana presenta problemas de nutrición por no cubrir las necesidades básicas de alimentación y en otros casos por desconocimiento del valor nutricional de algunos alimentos (5).

1 Dirección Técnica. División de Investigaciones en Alimentos. Instituto Nacional de Nutrición. Apartado 2049. Caracas-Venezuela

El Instituto Nacional de Nutrición ha implementado una serie de programas de ayuda nutricional dirigidos a los grupos de población propensos a sufrir de desnutrición, que incrementan tanto el aporte proteico como calórico. El objetivo de este trabajo consistió en formular y evaluar una bebida a base de insumos nacionales como leche completa en polvo y harina de arroz precocida, con un adecuado aporte calórico-proteico, buena aceptación, fácil preparación y distribución, que permita ser incluido en algunos de los programas de protección nutricional dirigidos a la población de escasos recursos.

### MATERIALES Y METODOS

Para la preparación del producto se utilizó harina de arroz precocida, leche completa en polvo recién procesada, azúcar y vainilla en polvo. Para las pruebas de estabilidad se emplearon envases plásticos de polietileno de 500 gramos de capacidad.

Las bacterias *Leuconostoc mesenteroides*, utilizada para los métodos de lisina, metionina y cistina, *Streptococcus fecales* para treonina y el *Lactobacillus arabinosus* para la determinación de niacina, fueron proporcionados por el Cepario de la Fundación CIEPE<sup>1</sup>.

Para iniciar la presente investigación se evaluaron seis formulaciones diferentes en forma de bebida, cuya composición se muestra en la Tabla 1. Las mismas fueron degustadas por un panel no entrenado y conformado por diez (10) personas. En base a los resultados de los atributos sabor y consistencia, se seleccionó la formulación E por obtener mayor preferencia. Para ello se utilizó un escala hedónica del 1 al 5, siendo 1 muy buena y 5 muy malo, a los resultados se les aplicó el análisis de varianza.

#### Procesamiento

Los ingredientes se mezclaron en seco durante treinta minutos, en una mezcladora de 20 Kilogramos de capacidad (Machine type 985 R40). El producto obtenido se colocó en envases plásticos de 500 gramos y se almacenó a 5°, 27° y 37°C durante siete meses. El estudio de estabilidad se realizó mediante pruebas sensoriales, análisis de acidez y microbiológicos. Estas evaluaciones se efectuaban cada treinta días y como patrón de referencia se utilizó la muestra conservada a 5°C. Así mismo se completó el estudio mediante su evaluación nutricional por métodos químicos y biológicos.

#### Análisis

La composición proximal, minerales y acidez fueron determinados por métodos descritos en A.O.A.C. (6). Las kilocalorías se calcularon multiplicando los elementos nutritivos energéticos por sus factores de conversión correspondiente (7). Los aminoácidos lisina, metionina, cistina, treonina, al igual que la niacina se evaluaron mediante métodos microbiológicos basados en valorar el ácido láctico producido por el crecimiento bacteriano, que es proporcional a la concentración de estos nutrientes en el medio (8, 9). El triptófano por método colorimétrico modificado por Mondragón y col. (10). La riboflavina y tiamina se establecieron aplicando métodos químicos fluorométricos (11). El análisis microbiológico incluyó la determinación de coliformes totales y fecales, recuento en placas de aerobios mesófilos y de mohos, según métodos establecidos (12).

#### Evaluación biológica

Se preparó una dieta experimental y un control de caseína con 10.8% y 10.7% de proteína respectivamente, la primera contenía 90.9 g de muestra, 3,5 g de sales minerales de Williams Brigg, 1.0 g de vitaminas y se agregó almidón de maíz en cantidad suficiente para completar a 100 g de dieta.

La dieta libre de proteína fue elaborada con 90,5% de almidón. Se aplicaron los métodos de Relación Proteica Neta (NPR) (13) y de Eficiencia Proteica (PER) (6).

#### Evaluación sensorial

Para dichas pruebas la bebida se preparó a una dilución de 55 gramos de la mezcla seleccionada, en 200 cc de agua, se evaluaron organolépticamente los atributos de sabor y color. Entre el grupo de trabajo se seleccionaron catorce panelistas, que fueron entrenados para detectar pequeños cambios en el producto, almacenados a las diferentes temperaturas, especialmente en el sabor. Este atributo se evaluó en base a la aparición e incremento de rancidez. Se utilizó la misma escala de preferencia antes indicada del 1 al 5, siendo 1 muy buena y 5 muy malo. A los resultados se les aplicó análisis estadístico.

#### Análisis estadístico

Para determinar diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) a los resultados se les realizó análisis de varianza y para obtener el grado de diferencia se empleó el Rango Múltiplo de Duncan (14,15).

## RESULTADOS

En la Tabla 2 se compara la composición nutricional del producto formulado y el Lactovisoy, por ración y por 100 gramos de muestra. Se utilizó como referencia el

1 Centro de Investigación de Estado para la Producción Experimental Agroindustrial. Estado Yaracuy. Venezuela.

## FORMULACION Y EVALUACION DE UNA BEBIDA A BASE DE LECHE COMPLETA Y HARINA DE ARROZ PRECOCIDA

TABLA 1  
COMPOSICION DE LAS DIFERENTES FORMULACIONES

Ingredientes	Formulaciones g/100g					
	A	B	C	D	E	F
Leche completa	37,0	35,0	34,0	33,0	33,5	34,0
Harina de arroz precocida	28,0	29,8	29,0	32,0	30,5	30,0
Azúcar	34,9	35,0	36,9	34,8	35,8	35,9
Vainilla	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1

Lactovisoys por ser un producto desarrollado por el INN, para un Programa de Educación y Suplementación Alimentaria que se suministra a niños de edad preescolar y escolar, cuya composición es a base de leche descremada, harina de arroz precocida, aislado de soya, vitaminas y minerales. Según indican los resultados, la formulación experimental presentó un mayor aporte de calorías, grasa, calcio y fósforo. El contenido de proteínas, niacina, tiamina y riboflavina resultaron superiores en el Lactovisoys. Los valores concernientes a cenizas, fibra cruda y glúcidos acusaron poca variación entre ambos productos. Es de interés también indicar que la formulación presentó adecuada relación entre el calcio y fósforo (1:1), que favorece la absorción del calcio en el organismo (7).

La Tabla 3 ilustra el perfil parcial de aminoácidos esenciales, expresados en mg/g N y se establece comparación con el Patrón de Referencia FAO/OMS (16). Los valores de lisina y triptofano del producto son superiores a los establecidos por dicho Patrón, con un computo químico de 107% y 118% respectivamente. Cabe señalar que el triptofano es fuente de niacina, pues se ha demostrado que 60 mg de este aminoácido se pueden transformar en el organismo en 1 mg de niacina (7). Los aminoácidos azufrados y treonina conforman un score del 83% y 97% respectivamente, que al igual de los anteriores, son considerados aceptables desde el punto de vista nutricional.

Los valores de Relación Proteica Neta (NPR) y Relación de Eficiencia Proteica (PER) se informan en la Tabla 4. Al comparar los datos de NPR y PER del producto con los de la caseína se puede observar diferencia significativa entre dicha dietas. Sin embargo el porcentaje de NPR relativo del 87% y el PER corregido de 2,13 son indicadores de la buena calidad de la proteína del producto. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el perfil parcial de aminoácidos.

Resultados del test de aceptabilidad de los atributos sabor y color de la bebida elaborada con el producto almacenado a las diferentes temperaturas se aprecian en la Tabla 5. Durante los siete meses de almacenamiento a 5°C y 27°C el producto no presentó cambios significativos del sabor y color. Los valores promedios se mantuvieron por encima de la media de la escala y dentro de la categoría bueno. En cambio la muestra conservadora a 37°C comenzó a mostrar variación inmediata del color y luego del sabor. Los panelistas a los tres meses la calificaron con un promedio de  $3.83 \pm 0.4$  para el sabor y  $3.67 \pm 0.5$  el color, que de conformidad con la escala hedónica están entre regular y malo. El rápido cambio del color se puede atribuir a caramelización de azúcares. por tal razón las pruebas a ésta temperatura se realizaron solamente hasta los tres meses de almacenamiento.

Los valores de acidez del producto almacenado a 5°, 27° y 37°C se muestran en la Tabla 6. De acuerdo a la Norma "Alimentos elaborados a base de Cereales para niños," (12) la acidez debe ser la que se espera de la combinación de sus ingredientes. En nuestra formulación la misma, no debe de exceder de 6 ml NaOH 1N/100g. Las muestras conservadas a 5° y 27°C no mostraron variación significativa ( $P < 0,05$ ) de este parámetro durante los siete meses establecidos. A pesar de que el análisis estadístico de la almacenada a 37°C arrojó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) sus valores se encontraron dentro de los límites exigidos por dicha Norma.

Los resultados de los análisis microbiológicos del producto almacenado a 5°, 27°C durante siete meses y 37° C por tres meses se indican en la Tabla 7. Los datos reportan que los coliformes totales, fecales y mohos se mantuvieron iguales a las tres temperaturas y dentro de los límites permitidos en la Norma de Cereales antes mencionada. Los aerobios mesófilos aunque sus valores resultaron superiores en las muestras conservadas a 27°C y 37°C también cumplen con lo establecido para dicho producto.

TABLA 2  
COMPARACION DE LA COMPOSICION QUIMICA DEL PRODUCTO FORMULADO Y EL LACTOVISOY

Nutrientes	Producto		Lactovisooy	
	g/ración <sup>(1)</sup>	g/100g	g/ración <sup>(2)</sup>	g/100g
Proteínas (N x 6,25)	6,10	11,0	8,00	16,0
Cenizas	1,20	2,2	0,90	1,8
Humedad	1,60	2,9	1,35	2,5
Grasa	5,00	9,1	0,45	0,9
Fibra cruda	0,30	0,5	0,30	0,6
Glúcidos <sup>(3)</sup>	10,90	74,3	39,20	78,4
Niacina (mg)	0,55	1,0	4,25	8,5
Tiamina (mg)	0,11	0,2	0,25	0,5
Riboflavina (mg)	0,33	0,6	0,35	0,7
Calcio (mg)	162,69	295,8	125,00	250,0
Fósforo (mg)	158,10	287,5	112,00	225,0
Calorías (Kcal)	233,00	423,0	190,00	380,0

(1) 55 gramos en 200cc de agua

(2) 50 gramos en 200cc de agua

(3) Calculados por diferencia  
Determinaciones por duplicados.

TABLA 3  
AMINOACIDOS ESENCIALES DEL PRODUCTO COMPARADO CON EL PATRON FAO/OMS

Aminoácidos	Patrón FAO/OMS 1973	mg/g N	
		mg/g N	Producto
Lisina	340		365
Azufrados (metionina + cistina)	220		182
Triptófano	60		71
Treonina	250		243

Determinaciones por duplicado

TABLA 4  
RELACION DE PROTEINA NETA (NPR) Y RELACION DE EFICIENCIA PROTEINA (PER) DEL PRODUCTO COMPARADO CON LA CASEINA

Muestras <sup>1/</sup>	NPR	PER	PER Corregido
Producto	b 3,74 ± 0,3	b 3,01 ± 0,2	2,13
Caseína	a 4,29 ± 0,1	a 3,54 ± 0,3	2,50

<sup>1/</sup> Promedio y desviación estandar de seis ratas  
Valores con letras distintas son diferentes significativamente (P<0,05)

**TABLA 5**  
**RESULTADOS DEL TEST DE ACEPTABILIDAD DE LOS ATRIBUTOS SABOR Y COLOR DE LA BEBIDA ELABORADA CON EL PRODUCTO ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS**

Temperaturas <sup>1</sup>	Atributos	Tiempo (Meses)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
5 °C	Sabor	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,0	2,14 ± 0,4	2,0 ± 0,1	2,13 ± 0,4	2,17 ± 0,4	2,29 ± 0,5	2,25 ± 0,5	NS
	Color	-	1,8 ± 0,4	2,00 ± 0,0	2,17 ± 0,4	2,00 ± 0,0	2,00 ± 0,0	2,00 ± 0,0	2,00 ± 0,0	
27 °C	Sabor	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,0	2,00 ± 0,4	2,13 ± 0,4	2,20 ± 0,5	2,29 ± 0,5	2,6 ± 0,9	2,29 ± 0,5	NS
	Color	-	2,13 ± 0,4	2,00 ± 0,0	1,80 ± 1,4	2,20 ± 0,5	2,14 ± 0,4	2,20 ± 0,5	2,29 ± 0,5	
37 °C	Sabor	2,0 ± 0,5 <sup>c</sup>	2,29 ± 0,5 <sup>c</sup>	3,00 ± 1,0 <sup>b</sup>	3,83 ± 0,4 <sup>a</sup>	ND	ND	ND	ND	NS
	Color	2,0 ± 0,5 <sup>b</sup>	3,29 ± 0,8 <sup>a</sup>	3,44 ± 0,6 <sup>a</sup>	3,67 ± 0,5 <sup>a</sup>	ND	ND	ND	ND	

1: Los valores representan la media y desviación estandar  
 NS: No son significativamente diferentes (P<0,05)  
 ND: No determinado  
 Valores con letras distintas son diferentes significativamente

**TABLA 6**  
**RESULTADOS DE ACIDEZ EN EL PRODUCTO ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS, EXPRESADOS EN ml NaOH 1N/100g.**

Temperaturas <sup>1</sup>	Tiempo (Meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	
5 °C	4,11 ± 0,08 <sup>1/</sup>	4,10 ± 0,05	4,13 ± 0,09	4,13 ± 0,09	4,17 ± 0,05	4,16 ± 0,06	4,28 ± 0,01	4,25 ± 0,06	NS
27 °C	4,11 ± 0,08	4,12 ± 0,08	4,18 ± 0,04	4,16 ± 0,06	4,13 ± 0,09	4,20 ± 0,08	4,34 ± 0,05	4,31 ± 0,06	NS
37 °C	4,11 ± 0,08 <sup>b</sup>	4,46 ± 0,04 <sup>b</sup>	5,27 ± 0,06 <sup>a</sup>	5,41 ± 0,04	ND	ND	ND	ND	

1: Los valores representan la media y desviación estandar  
 ND: No determinado  
 NS: No son significativamente diferentes (P<0,05)  
 Los valores con letras distintas son estadísticamente diferentes

TABLA 7  
ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL PRODUCTO ALMACENADO A 5°C Y 27°C DURANTE SIETE MESES  
Y A 37 °C POR TRES MESES

Tiempo (meses)	Coliformes Totales			Coliformes Fecales	Aerobios Mesófilos			Mohos		
	N.M.P./g			37°C	ufc/g					
	5°C	27°C	37°C		5°C	27°C	37°C	5°C	27°C	37°C
0	<	3	< 3	< 3	2x10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	<	10	
1	<	3	< 3	< 3	3x10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>2</sup>	7x10 <sup>2</sup>	<	10	
2	<	3	< 3	< 3	3x10 <sup>3</sup>	4x10 <sup>3</sup>	5x10 <sup>3</sup>	<	10	
3	<	3	-	-	7x10	2x10 <sup>2</sup>	3x10 <sup>3</sup>	<	10	
4	<	3	-	-	2x10 <sup>2</sup>	8x10 <sup>2</sup>	-	<	10	
5	<	3	-	-	2x10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>3</sup>	-	<	10	
6	<	3	-	-	2x10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>3</sup>	-	<	10	
7	<	3	-	-	1x10 <sup>2</sup>	3x10 <sup>2</sup>	-	<	10	

## FORMULACION Y EVALUACION DE UNA BEBIDA A BASE DE LECHE COMPLETA Y HARINA DE ARROZ PRECOCIDA

## CONCLUSION

Desde el punto de vista nutricional, el producto desarrollado resultó satisfactorio, ya que permite suministrar un buen aporte de Calorías, proteínas, calcio, fósforo y riboflavina, encontrándose, ésta última entre las vitaminas cuya disponibilidad actualmente es deficiente en la población. Esto representa una buena alternativa para contribuir a la prevención de la desnutrición en el país. Además preservó sus características de sabor y color a las temperaturas de 5° y 27°C durante siete meses de almacenamiento, mantuvo constante su acidez y no hubo incremento en el desarrollo microbiano. La conservada a 37°C resultó inestable, puesto que mostró rápida variación del color, sabor y ligero aumento de acidez.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a las empresas ADDA's Productos Alimenticios C.A por el suministro de harina de arroz precocida. A INDULAC por el aporte de leche completa en polvo. A la industria Zip Pack por la donación de los envases plásticos. A la Panadería Royal por permitirnos utilizar su mezcladora. Al personal de la División de Investigaciones en Alimentos, por su valiosa colaboración en la evaluación sensorial y al Dr. Rafael Carreño por su asesoría en el Proyecto.

## REFERENCIAS

1. Yañez, E. Ballester, D. and Gatlas. Suplementación de cereales con levaduras (*Cándida utilis*) hidrolizado enzimático de pescado. Arch Latinoamer. Nutr. 2: 263-276. 1974.
2. Bressani, R. El valor nutricional del arroz en comparación con el de otros cereales en la Dieta Humana de América Latina. Políticas Arroceras en América Latina. Noviembre. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia 1972.
3. Portillo, M. Cayuela, R y Meza E. Importancia del arroz en una estrategia agrícola y alimentaria en Venezuela. El arroz en Venezuela, 40-51. 1990.
4. Grist, D. H. Valor nutritivo del arroz. ARROZ Primera edición en español de la quinta en inglés. Compañía Editorial Continental S.A. 563-587. 1982
5. Castro, M y Rey, J. Determinación del valor nutricional en harinas y pastas suplementadas con pescado. Tesis de grado. Instituto de Tecnología de Alimentos U.C.V. 1985
6. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis AOAC. 14 th ed, Washington, D.C. The Association, 1984
7. Wilson, E. Fisher, K y Fuqua, M. Fisiología de la Alimentación. Segunda edición en español. Traducido de la tercera edición en inglés de la Obra Principles of Nutrition. Impreso en México, 1978
8. Koch, F.C and Hanke, M. Practical Methods in Biochemistry. Baltimore Maryland. The Williams and Wilking. C, 1953
9. Bock, R. J. and Bolling, D. The Amino Acids Composition of Protein in Foods. Illinois, Charles Thomas Publisher, 1951
10. Mondragón, M. Barmé, A y Calderón, M. Determinación colorimétrica de triptofano en alimentos. Arch Latinoamer. Nutr, 32(1):79-86, 1982
11. Myer Freed, Chairman. Methods of Vitamin Assay. 3rd ed. Prepared and edited by the Association of Vitamin Chemists, INC, New York, N.Y, Interscience Publishers, 1966
12. Norma Venezolana. Alimentos elaborados a base de cereales para niños. Comisión Venezolana de Normas Industriales. COVENIN 1452-79, 1979
13. Jansen, G. R. Biological evaluation of protein quality. Food Technol, 32:52-56, 1979
14. Larmond, E. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Foods. Ottawa, Canadá. Food Research Institute, Department of Agriculture, 1977
15. Duncan, D. B. Multiple range and Multiple F Tests. Biometrics, 2. 1955
16. Necesidades de energía y de proteínas. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos. OMS. Serie de Informes Técnicos N° 522. Ginebra, 1973.

Recibido: 28-08-1990

Aceptado: 25-11-1992

## Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos

Ritva Repo-Carrasco y Nina Li Hoyos  
Institute of Development Studies. Universidad de Helsinki

**RESUMEN.** La cordillera andina de la América del Sur es uno de los centros más importantes de domesticación de plantas alimenticias. De los Andes son oriundos por ejemplo la papa, el maíz y otras plantas menos conocidas como la quinua, la cañihua, la kiwicha y el tarwi. Estos cultivos andinos se adaptan perfectamente a las condiciones ambientales de los Andes y además de esta ventaja tienen otra muy importante: su alto valor nutricional. Tomando en cuenta por un lado el alto valor nutricional de estos productos, su carácter autóctono, y por otro lado los elevados índices de desnutrición de la población infantil, se consideró importante buscar alternativas para su procesamiento y consumo por parte de sectores populares y especialmente por parte de la población infantil. Para este propósito se desarrollaron tres mezclas de harinas en base a cultivos andinos, a los cuales se les hicieron análisis bromatológicos y biológicos. Las tres mezclas desarrolladas fueron: Quinua-Cañihua-Habas (Q-C-H), Quinua-Kiwicha-Frejol (Q-K-F) y Kiwicha-Arroz (K-A). El contenido de proteínas de estas mezclas oscilaba entre 11.35-15.46, siendo la mezcla K-A la que menos proteína tenía y la Q-C-H la de más alto contenido proteínico. El cómputo químico y el PER así como el NPU más alto lo tenía la mezcla Q-K-F. Su PER fue superior al de la caseína (2.59 para Q-K-F, 2.50 para la caseína). Su cómputo era de 0.94 y su NPU era de 59.38. La mezcla Q-C-H tenía cómputo químico de 0.88 y la mezcla K-A de 0.86. Los valores para el PER, NPU y Digestibilidad de la mezcla Q-C-H fueron 2.36, 47.24 y 79.2 respectivamente. La mezcla K-A tenía los siguientes valores: PER fue de 2.48 y la Digestibilidad de 80.6. Las pruebas de aceptabilidad con madres y niños procedentes de diferentes estratos socio-económicos mostraron un alto grado de aceptación de estos productos.

### INTRODUCCION

La cordillera andina de la América del Sur ha sido una de las áreas más importantes del mundo en el temprano proceso de domesticación de plantas alimenticias realizado por el hombre primitivo. De los Andes son oriundos por ejemplo -entre muchos otros- la papa, el maíz, el tomate y algunos frijoles. Aún en la actualidad en esta región se cultivan muchas plantas alimenticias que no son conocidas en otras partes del mundo.

La quinua (*Chenopodium quinoa*), la cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) son granos casi desconocidos fuera de la región andina. En el Perú en ciertas áreas, principalmente en la sierra, su consu-

**SUMMARY.** Child nutrition based on Andean crops. The Andes mountain range of South America is one of the most important centres for crop domestication, potato, corn, and lesser known grains such as quinua, cañihua, kiwicha and tarwi are indigenous of these highlands. These Andean grains have adapted perfectly to the climatic and geographical conditions present, whereas other grains have not been able to survive. In addition to their hardness, they also have a high nutritional value. Bearing in mind on one hand, the high nutritional value of these indigenous products, and on the other hand the high rate of child malnutrition prevalent in the population, it was considered important to look for new variations in their processing which would facilitate their consumption by the poor working classes, especially the children. Accordingly three different flour mixtures were developed based on these Andean grains, the mixtures were then subjected to bromatological and biological analysis. The three new flour mixtures were: Quinua-Cañihua-Broad Bean (Q-C-B), Quinua-Kiwicha-Bean (Q-K-B) and Kiwicha-Rice (K-R). The protein content of these mixtures varied between 11.35-15.46 g/100g, the mixture K-R having the lowest protein level and the Q-C-B having the highest. The Q-K-B mixture had the highest chemical score, PER and NPU value. This PER value of 2.59 was higher than the value of casein which was 2.50. In addition this mixture had a chemical score of 0.94 and a NPU value of 59.38. The Q-C-B mixture had a chemical score of 0.88 and its PER, NPU and Digestibility values were 2.36, 47.24 and 79.2 respectively. The K-R mixture had a chemical score of 0.86, a PER value of 2.48 and a Digestibility value of 80.6. As a result of these tests we can recommend these mixtures for the alimentation of infants. The Q-K-B and Q-C-B mixtures could be prepared only with water due to their high protein content. The K-R mixture should be prepared with milk as it has the lowest protein content. The mixtures meet the international recommendations of the Codex Alimentarius. The products reached a high grade of acceptance between the mothers and children of different social levels, consequently the mixtures will be introduced on the national market through a small manufacturing company specially created for this purpose. The target markets will be the "comedores populares" (locally run soup kitchens) and the different aid projects in alimentation thus in this way attempting to improve the diet of the poor working classes specially in the case of the children.

mo esta bastante extendido. La quinua, la cañihua y la kiwicha aunque no son propiamente cereales se las puede llamar tales por su composición química (alto contenido de almidón) y por su uso (se les puede someter en molienda para obtener harina). Se trata de plantas que no requieren de

## ELABORACION Y EVALUACION DE ALIMENTOS INFANTILES CON BASE EN CULTIVOS

mucho cuidado para su cultivo y tienen la propiedad de crecer aún en las grandes alturas de la geografía andina. Por ejemplo la cañihua se puede cultivar hasta por encima de los 4000 m.s.n.m. Se adaptan muy bien a las diversas condiciones ecológicas de los Andes y se los puede cultivar en tierras marginales.

Además de esta ventaja ya mencionada tienen otra muy importante: su alto valor nutricional. La quinua, la cañihua y la kiwicha contienen más proteína que otros cereales más comunes (trigo, cebada). Gross et al. (1) reportan el contenido de proteína para quinua, cañihua y kiwicha 15.5, 15.3 y 15.5 % de materia seca respectivamente mientras el trigo tiene 11.7 % (2).

Se han realizado algunas investigaciones (3, 4, y 5,) sobre su valor nutricional. Sin embargo existe poca información sobre el contenido en aminoácidos de las especies cultivadas en el Perú. Por ej. sobre la cañihua casi no existen datos y para el caso de la kiwicha se han tenido que usar datos de otras especies de *Amaranthus* (p.e. *A. cruentus*, *A. hypocondriacus* y *A. edulis*).

En el Perú más de mitad de la población infantil sufre de malnutrición por diversas razones. Las familias pobres no tienen capacidad adquisitiva para comprar alimentos para sus niños. La carne, leche y otros productos de origen animal son caros. Por eso es importante buscar otras fuentes de proteínas más económicas y hacerlas llegar a la población más necesitada. Hay que buscar nuevas formas de preparación en base a los granos andinos para que tengan mejor calidad nutritiva y mayor aceptación.

El objetivo de esta investigación fue de desarrollar mezclas nutritivas de harinas de los cultivos andinos para niños pequeños. Se evaluó su valor nutricional y su aceptabilidad.

### MATERIALES Y METODOS

#### **Materia Prima**

La materia prima (granos) utilizada en este estudio fue comprada en el mercado de mayorista de Lima. Los granos utilizados fueron: quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), frijol castilla (*Vigna sinensis*), haba (*Vicia faba*), arroz (*Oriza sativa*)

#### **Métodos**

##### **Procesamiento de los granos**

La quinua se lavó 30 min utilizando un equipo especial en la planta piloto de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los granos lavados se les secó a una temperatura de 60° C por dos horas. La molienda se hizo con un molino de martillos. Para una mezcla se utilizó quinua precocida y molida.

La cañihua fue tostada (120 °C x 3 min) antes de la molienda. La kiwicha, el arroz y el frijol fueron molidos directamente. El haba fue remojada, pelada manualmente, cocida en agua (20 min) y secada antes de la molienda.

#### **Formulación de las mezclas**

Para abaratar los costos de las mezclas se decidió utilizar en fase de formulación teórica los siguientes granos comunes: haba, frijol castilla, arroz, maíz, cebada. Como requisito para la elección de las materias primas se estableció que todas las mezclas tendrían que contener uno o más de los cultivos andinos: quinua, kiwicha y cañihua.

La formulación se hizo con ayuda de programación lineal con una computadora tomando en cuenta el contenido de tres aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) en la mezcla, tratando de satisfacer las necesidades de niños en edad de ablactancia. La función objetivo era minimizar el costo de la mezcla bajo ciertas restricciones lineales (contenido de aminoácidos esenciales).

#### **Métodos analíticos**

El análisis proximal así como los análisis de algunas vitaminas y minerales se hicieron de acuerdo con los métodos de la AOAC (6.). El análisis de aminoácidos se hizo bajo el método de cromatografía líquida (HPLC). La cistina se determinó como ácido cisteico y la metionina como sulfóxido de metionina. El triptófano se determinó aparte con el método colorimétrico (7).

#### **Evaluación biológica**

PER (Protein Efficiency Ratio): Se utilizaron 10 ratas blancas de raza Holtzman las cuales fueron criadas en el laboratorio experimental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el Dpto. de Nutrición. Eran ratas machos destetadas de 21 a 23 días de edad. Los animales fueron alojados en jaulas individuales. El período de experimentación fue de 28 días. Los animales fueron pesados al inicio del experimento y al final de cada semana. El consumo individual de alimento se registró diariamente. La composición de las dietas experimentales y de la caseína se puede ver en la Tabla 1.

Para poder comparar mejor los resultados con la literatura se calculó el PER corregido. NPU (Net Protein Utilization): Se utilizaron 8 ratas de raza Holtzman de 21 días de edad para la proteína en prueba y 8 para la dieta aprotéica. El ensayo duró 10 días. Al final del período a los animales se les quitó la vida y se analizó el contenido de nitrógeno en carcasa.

#### **Digestibilidad:**

Para determinar la digestibilidad se utilizaron 6 animales de los cuales se recogieron las heces durante una semana.

**Pruebas de aceptabilidad**

Antes de proceder con las pruebas se diseñaron preparaciones estándares (recetas) a partir de las mezclas de harinas. Desde el punto de vista nutricional se cuidó que tales preparaciones reunieran características como: Densidad Energética: 0.8 a 1.0 Kcal/gramo de alimento y Calorías Proteicas entre 8 y 12 % de las calorías totales. Según estas restricciones se añadió el agua para preparar papillas.

Con las mezclas desarrolladas se hicieron cinco diferentes preparaciones de cada mezcla, entre dulces y saladas, tratando de encontrar las más agradables. En estas preparaciones se utilizaron diferentes saborizantes: vainilla, canela, clavo de olor, azúcar y sal. Las papillas se las sirvió en temperatura de 40° C en un panel semientrenado. Se realizó una prueba de scoring (8) donde la escala utilizada para calificar cada uno de los cinco atributos (aceptabilidad, color, aroma, sabor, textura) fué:

Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Se utilizó para los cinco tratamientos un diseño en bloque completo al azar. Para comprobar si existen diferencias significativas entre los tratamientos se realizó pruebas de Duncan y análisis de varianza. El número de panelistas usados fué de 17.

Para establecer las preferencias de madres y niños con respecto a las tres mezclas mencionadas y comparar tales preferencias entre los sectores sociales medio y popular de Lima se hizo pruebas de aceptabilidad en el Instituto de Investigación Nutricional (IIN). El estudio consistió en comparaciones de dos recetas por prueba, lo que permitía la selección de una de ellas. Las comparaciones se realizaron entre mezclas similares en ingredientes. Cada prueba de comparación se llevó a cabo con un mínimo de 15 madres y sus respectivos hijos en cada sector social. Es decir, dos pruebas por cada receta y 4 en total. Para establecer las preferencias por las recetas se consideró una diferencia de 10 a 5 o mayor entre las 15 participantes. De no alcanzarse se procedió a reunir información en 10 madres adicionales.

TABLA 1  
COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS RACIONES FORMULADAS PARA LA DETERMINACION DE LOS ENSAYOS BIOLOGICOS

Ingredientes	Mezcla Q-C-H	Mezcla K-A	Mezcla Q-K-F	Dieta apteica	Patron caseina
Alimento de ensayo	62.74	85.46	65.36	0.0	11.50
Salas minerales	4.00	4.00	4.00	4.0	4.0
Vitaminas	5.00	5.00	5.00	5.0	5.00
Maicena	20.41	2.04	14.70	67.0	41.10
Manteca	1.87	0.0	2.85	9.5	8.35
Azúcar	5.00	1.00	5.00	10.0	25.00
Maíz molido	0.98	0.50	3.09	4.5	5.05
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína en la ración (g)	9.70	9.70	9.70	0.0	9.70

Los sectores sociales considerados en las pruebas fueron: el popular, que fué seleccionado entre las madres asistentes al Consultorio Externo del IIN y que en su gran mayoría provienen de los sectores más pobres de la ciudad. El sector medio, correspondiente a los sectores de profesionales, empleados y medianos comerciantes, que asistían a las siguientes instituciones: Guardería de la Universidad Católica, un consultorio médico privado y los Consultorios Externos de las clínicas Maison de Santé y Javier Prado.

Como criterio de elegibilidad se estableció que:

- los niños tengan edades que fluctúen entre los 5 y 24 meses
- que ya hayan sido ablactados y no presenten ninguna enfermedad al momento de la prueba.

Las pruebas se efectuaron de manera individual. A la madre y al niño se les ofrecía sucesivamente dos muestras de receta, las cuales tenían temperatura tibia-caliente.

## ELABORACION Y EVALUACION DE ALIMENTOS INFANTILES CON BASE EN CULTIVOS

## RESULTADOS Y DISCUSION

Con programación lineal se obtuvieron 26 combinaciones posibles (Tabla 2). Al final se escogieron tres mezclas (Tabla 3.) para ser sometidas a mayores estudios. Los criterios para la elección fueron su costo y cómputo químico y sus características organolépticas. En los resultados del análisis proximal se puede observar que el más bajo contenido de proteínas lo tiene la mezcla kiwicha-arroz. Su contenido

fué de 11.35 g/100g lo cual es debajo de la recomendación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Según sus normas un alimento elaborado a base de cereales para niños de pecho y corta edad debe tener un mínimo 15 por ciento de proteínas en relación con el peso en seco (9). Por esta razón sería recomendable preparar esta papilla con leche. Esta mezcla contiene únicamente cereales mientras las otras mezclas son combinaciones cereal-leguminosa.

TABLA 2  
MEZCLAS OBTENIDAS CON PROGRAMACION LINEAL

Mezcla	Proporción	% Proteína
Q-K-H	73-14-13	16.03
Q-K-F	62-18-20	16.48
Q-K-A	74-23-3	14.52
Q-K-C	77-17-6	14.83
Q-K-Ce	75-22-3	14.58
Q-M-H	73-12-15	15.36
Q-M-F	64-16-20	15.54
Q-A-H	72-14-14	15.21
Q-A-F	61-18-21	15.56
Q-Ce-H	76-12-12	15.41
Q-Ce-F	68-15-17	15.71
Q-C-H	75-14-11	15.97
Q-K	75-25	14.75
Q-C	89-11	15.10
Q-A	91-9	14.45
Q-CE	92-8	14.65
Q-H	86-14	16.19
Q-F	80-20	16.74
K-H	74-26	16.04
K-F	77-23	15.81
K-C	36-64	14.44
K-M	62-38	12.99
K-A	56-44	10.90
K-Ce	59-41	11.69
C-H	39-61	19.92
C-F	44-56	19.78

Q= Quinoa, K= Kiwicha, H= Haba, F= Frejol castilla, A= Arroz, M= Maíz, Ce= Cebada, C= Cañihua

Los resultados del análisis de aminoácidos de los granos se pueden apreciar en el Tabla 4. En el caso de cereales andinos el contenido de lisina, que es un amino ácido limitante en todos los cereales, este es casi doble en comparación con el contenido en el arroz.

Comparando el contenido de aminoácidos esenciales de cada grano con el patrón FAO/WHO 1985 (10) se calculó el cómputo químico y determinó el aminoácido limitante para las mezclas (Tablas 5 y 6). Las mezclas Quinoa-Kiwicha-

Frijol (Q-K-F), Quinoa-Cañihua-Haba (Q-C-H) y Kiwicha-Arroz (Q-A) tienen cómputo químico alto (0.94, 0.88, 0.86 respectivamente).

Los resultados de análisis de vitaminas y minerales en dos mezclas (Q-C-H y Q-K-F) se pueden ver en el Tabla 7. La mezcla Q-C-H tiene un alto contenido de hierro (13.2 mg/100g). La cañihua es el ingrediente que aporta este importante mineral en la mezcla. La mezcla Q-K-F tiene un contenido relativamente alto de vitamina C.

TABLA 3  
ANALISIS PROXIMAL DE LAS MEZCLAS SELECCIONADAS

Mezcla	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra	Ceniza	Carbohidratos
QUINUA-CAÑIHUA-HABA Q-C-H (5:1:1)	7.89	15.46	6.10	6.40	1.50	62.65
QUINUA-KIWICHA- FREJOL Q-K-F (3:1:1)	10.38	14.48	5.60	2.90	1.40	64.88
KIWICHA-ARROZ K-A (1:1)	7.29	11.35	3.73	1.23	1.20	75.20

TABLA 4  
ANALISIS DE AMINOACIDOS DE LOS GRANOS

A.A g/16N	QUINUA	KIWICHA	CAÑIHUA	FREJOL	HABA	ARROZ
Acido aspártico	7.8	7.4	7.9	10.9	10.3	8.0
Treonina	3.4	3.3	3.3	3.7	3.4	3.2
Serina	3.9	5.0	3.9	4.6	4.3	4.5
Acido glutámico	13.2	16.6	13.6	16.7	16.9	16.9
Prolina	3.4	3.4	3.2	4.0	3.5	4.0
Glicina	5.0	7.4	5.2	3.9	3.9	4.1
Alanina	4.1	3.6	4.1	4.2	4.0	5.2
Valina	4.2	3.8	4.2	4.7	4.3	5.1
Isoleucina	3.4	3.2	3.4	3.9	3.7	3.5
Leucina	6.1	5.4	6.1	7.4	7.1	7.5
Tirosina	2.5	2.7	2.3	2.2	2.5	2.6
Fenilalanina	3.7	3.7	3.7	5.3	4.0	4.8
Lisina	5.6	6.0	5.3	6.7	6.4	3.2
Histidina	2.7	2.4	2.7	3.1	2.4	2.2
Arginina	8.1	8.2	8.3	6.2	8.2	6.3
Metionina	3.1	3.8	3.0	2.3	1.2	3.6
Cistina	1.7	2.3	1.6	1.1	1.0	2.5
Triptofano	1.1	1.1	0.9	0.9	0.6	1.1

TABLA 5  
COMPUTO QUIMICO DE LAS MEZCLAS

Mezcla	Cómputo Químico	Aminoácido Limitante
Q-K-H	0.88	triptófano
Q-K-F	0.94	triptófano
K-A	0.86	lisina

## ELABORACION Y EVALUACION DE ALIMENTOS INFANTILES CON BASE EN CULTIVOS

TABLA 6  
PATRON FAO/WHO 1985 DE AMINOACIDOS ESENCIALES

AMINOACIDO	g/16 g N
Isoleucina	2.8
Leucina	6.6
Lisina	5.8
Met+Cis	2.5
Fen+Tir	6.3
Treonina	3.4
Triptófano	1.1
Valina	3.5

TABLA 7  
RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VITAMINAS Y MINERALES

MUESTRA	P	Ca	Fe	Ribofl. mg/100g	Tiamina	Vit C	Caroteno
Q-C-H	473.7	51.2	13.2	0.2	1.0	15.3	0.09
Q-K-F	409.1	59.6	5.9	0.2	0.3	25.4	0.04

TABLA 8  
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS BIOLOGICAS

MUESTRA	PER	PER corregido	NPU	Digestibilidad aparente
CASEINA	2.85 ± 0.16	2.50	-	-
Q-C-H	2.66 ± 0.30	2.36	47.24	79.20
Q-K-F	2.93 ± 0.28	2.59	59.38	79.39
K-A	2.80 ± 0.21	2.48	-	80.60

Los resultados de las pruebas biológicas se pueden ver en el Tabla 8. Las tres mezclas Quinoa-Cañihua-Habas (Q-K-H), Quinoa-Kiwicha-Frijol (Q-K-F) y Kiwicha-Arroz (K-A) tuvieron un PER alto, no encontrándose diferencias significativas con el PER de la caseína. El NPU más alto de todas las mezclas correspondió a la compuesta por Q-K-F (59.38). En este ensayo no se determinó el NPU de la caseína.

En la Tabla 8, se pueden ver los valores del PER calculados en porcentaje (caseína=100%). La mezcla Q-K-F tenía un PER superior de la caseína (103.6%). La mezcla K-A tenía un valor casi igual de la caseína (99.2%) y la mezcla Q-C-H estaba un poco inferior de las otras mezclas pero teniendo de todas maneras un PER bastante bueno (94.4%).

Comparando los valores obtenidos para las mezclas con las normas internacionales recomendadas para alimentos para niños de Codex Alimentarius puede concluirse que con

excepción de la mezcla K-A en cuanto a contenido de proteínas, todas las demás mezclas tienen valores iguales o superiores a las recomendadas. Ello se refiere tanto al contenido como a la calidad de las proteínas.

La prueba de evaluación sensorial dió los siguientes resultados: En cuanto a las mezclas Q-K-F, Q-C-H y K-A las preparaciones con la vainilla tuvieron la mejor aceptación. La segunda preferida fué la preparación con la canela y clavo. La aceptación en general de todas las mezclas fué entre regular y buena.

El estudio con las madres y niños dió los siguientes resultados: Considerando a la totalidad de las madres participantes se comprobó que el 100% probó las recetas ofrecidas. Ofrecieron la preparación a sus hijos/as, el 100% del sector popular y 87% del medio. La aceptación del niño/a de lo ofrecido varió por sector: 76 (96%) del popular y 54 (88.5%) del medio. Finalmente se evaluó si el niño comía o

no lo ofrecido y se vió que el comportamiento fué similar en ambos sectores: 81% comió y 18.5% no.

Lo más relevante de estos resultados es una tasa de aceptación de la madre y el niño. Se observa también una discreta duda de las madres del sector medio a ofrecer una comida nueva al niño. En cuanto a la respuesta de los niños/as, en ambos sectores el patrón de respuesta es bastante similar: alta tasa de aceptación y consumo de las recetas, siendo el consumo un 20% inferior a la aceptación.

Las preferencias de recetas son consistentemente similares en los dos sectores sociales analizados. (Ver Tabla 9).

Ninguna madre prefirió no gustar de ambas recetas presentadas. Entre el 97 y 100% prefirió una de las dos recetas presentadas durante la prueba.

Los resultados de ese estudio muestran que combinando adecuadamente diferentes cereales y leguminosas se puede obtener alimentos con alto valor nutricional. Es especialmente importante utilizar productos locales y nativos para fomentar su cultivo y uso. De esta manera se podría sustituir alimentos importados y disminuir la dependencia alimentaria.

TABLA 9  
VALOR DEL PER COMO % DE LA CASEINA

	PER %
CASEINA	100
Q-C-H	94.4
Q-K-F	103.6
K-A	99.2

TABLA 10  
PREFERENCIAS DE LAS MEZCLAS POR SECTOR SOCIAL

PRUEBA	MEZCLA	POPULAR N= 40	MEDIO N=41	TOTAL N=81
1.	Q-K-F-	15	11	26
	Q-C-H	10	14	24
	Ambas	0	0	0
	Ninguna	0	0	0
	Total	25	25	50
2.	K-A	3	3	6
	K-X	12	13	25
	Ambas	0	0	0
	Ninguna	0	0	0
	Total	15	16	31

K-X= producto que esta actualmente en el mercado limeño, contiene kiwicha tostada

Las mezclas desarrolladas y estudiadas en esta investigación se van a introducir al mercado destinándolas a sectores populares vía programas alimentarios y comedores populares. Actualmente se está haciendo promoción de estos productos en comedores infantiles en los sectores populares.

Según los resultados de esta investigación se puede recomendar la mezcla Q-K-F, Q-C-H y K-A para niños a partir de edad de ablactancia.

Se presentan las recomendaciones del Instituto de Investigación Nutricional para hacer dietas con las mezclas del estudio (ver Tabla 10). Se puede constatar que estas dietas satisfacen las necesidades de densidad energética (0.8 a 1.0 Kcal/gramo) y calorías proteicas (8 y 12%).

## ELABORACION Y EVALUACION DE ALIMENTOS INFANTILES CON BASE EN CULTIVOS

TABLA 11  
CALCULO NUTRICIONAL DE DIETAS INFANTILES

MEZCLA	CANT. g	KCAL	PROT. g	CAL PROT %	DENSIDAD ENERG. Kcal/gr.
1. Q-K-F	35.7	131.8	5.3		
Aceite	5.0	44.2			
Agua	330				
Total	155	176	5.3	12	1.13
2. Q-C-H	35.25	115.0	4.8		
Aceite	5.0	44.2			
Agua	300				
Total	157	159.2	4.8	12	0.95
3. K-A	40.0	151.9	4.56		
Aceite	5.0	44.2			
Agua	300				
Total	207	196.1	4.56	9	0.92

La cantidad total corresponde al total después de la cocción.

## REFERENCIAS

- Gross, R., Koch, F., Malaga, I., Miranda de A., Schoeneberger, H. and Trugo, L. Chemical composition and protein quality of some local Andean food sources. *Food Chemistry*. 34:25-34. 1989.
- Pomeranz, Y., Finney, K and Hosoney, R. Amino acid composition of maturing wheat. *J. Sci. Food Agric.* 17: 485-487. 1966.
- White, P., Alvistur, E., Dias, C., Vinas, E., White, H. & Collazos, C. Nutrient content and protein quality of quinua and kaniwa, edible seed products of the Andes mountains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 3,6: 531-534. 1955.
- Mahoney, A., Lopez, J. & Hendricks, D. Evaluation of the protein quality of Quinoa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 23, 2: 190-193. 1975.
- Becker, R., Wheeler, K., Lorenz, A., Stafford, O., Grosjean, A., Betschart & Saunders, R. A compositional study of Amaranth grain. *Journal of Food Science*. 46: 1175-1180. 1981.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. Washington D.C. 1980.
- Spies, J. Determination of tryptophan in proteins. *Anal. Chem.* 39: 1412-1416. 1967.
- Ihekoronye, A. & Ngoddy, P. Food quality control. En: *Integrated Food Science and Technology for the Tropics*. p.182-184. Macmillan Publishers. Hong Kong. 1985.
- FAO/OMS. *Comision del Codex Alimentarius. Normas Internacionales Recomendadas para Alimentos para Niños de Pecho y Niños de Corta Edad*. FAO, Roma. 1976.
- FAO/WHO. *Necesidades de Energía y de Proteínas. Serie de Informes Técnicos No. 724*. 1985.
- FAO/WHO. *Normas Internacionales Recomendadas para Alimentos para niños de Pecho y Niños de Corta Edad. Comisión del Codex Alimentarius*. 1976.

Recibido: 23 - 01 - 1992.

Aceptado: 15 - 07 - 1993.

## Maíz peruano de alta calidad proteica: Digestibilidad y utilización en niños malnutridos.

Enrique Morales<sup>1</sup> y George G. Graham<sup>2</sup>

**RESUMEN.** Un maíz de alta calidad proteica (maíz mejorado) ha sido obtenido en el Perú a base del desarrollado inicialmente en México. Se llevó a cabo un estudio en el que participaron seis niños en recuperación de malnutrición, con cada uno como su propio control, recibiendo tres dietas: maíz mejorado (MM), maíz común (MC) y caseína (C). Todas proporcionaban 6,4% de las calorías como proteínas, 10% como grasas y 83,6% como carbohidratos. El MM proporcionó 67% de las calorías de su dieta, con 14.1 mg de triptofano, y 51,7 de lisina por 100 Calorías; el MC (por su mas alto contenido de proteína) proporcionó sólo el 62% de las calorías, con 12,5 mg de triptofano y 36,5 de lisina. Se determinó la digestibilidad y calidad proteica de las tres dietas comparándolas entre si por el método de balance metabólico. Los resultados mostraron una mejor calidad proteica del MM, con mayor retención de nitrógeno (N),  $29 \pm 4\%$  de la ingesta, y mayor ( $P < 0,05$ ) valor biológico,  $39 \pm 7\%$  comparada con la del MC:  $20 \pm 10\%$  y  $24 \pm 11\%$ , pero menor ( $P < 0,05$  y  $< 0,01$ ) que la de caseína,  $39 \pm 6\%$  y  $50 \pm 8\%$ . La absorción aparente de N del MM,  $73 \pm 5\%$ , fué menor ( $p < 0,05$ ) a la de la dieta de caseína  $78 \pm 4\%$ ; sorpresivamente, la absorción de N del MC la mayor:  $80 \pm 5\%$ . No hubo diferencias en la absorción de energía y carbohidratos así como en la eliminación de hidrógeno espirado entre los dos maíces. Por su mejor calidad proteica el MM podría ser utilizado, con el agregado de pequeñas cantidades de grasa, para prevenir la malnutrición y como de ablactancia en niños de regiones que dependen en grado elevado del maíz para cubrir sus requerimientos de proteína y energía.

### INTRODUCCION

La falta de disponibilidad de alimentos apropiados para la época del destete es uno de los factores mas decisivos en la etiología de la malnutrición infantil y pre-escolar. En lugares en los que la proteína de origen animal es escasa y cara, los grupos humanos más necesitados dependen de alimentos vegetales: cereales o tubérculos, generalmente uno solo, para cubrir sus principales requerimientos. La mayoría de los alimentos vegetales son deficientes en uno o mas aminoácidos (aa) esenciales. Dietas de destete a base de estos productos no alcanzarían a cubrir los requerimientos de dichos aa y por lo tanto los niños se verían limitados en su crecimiento, en contra de lo manifestado por Stewart y otros (1,2) quienes sostienen que una vez alcanzados los requerimientos de energía, automáticamente se alcanzan los de proteínas, o que "la falta de proteínas es un mito". Esto puede ser cierto para los adultos pero difícilmente un niño

podría ingerir tanta cantidad de trigo (3), arroz (4) o maíz (5) como para cubrir sus requerimientos de aa esenciales, ni aún que la transformación tecnológica permita obtener alimentos más concentrados en proteínas (6,7); sólo se podrían alcanzar dichos requerimientos si la dieta contiene simultáneamente una fuente de los aa escasos o si la mejora genética eleva el contenido de ellos como en el caso del maíz Opaco 2 (8) haciéndolo más utilizable por los niños de corta edad (9), o su derivado, el maíz de alta calidad proteica (Quality Protein Maize, QPM) (10) como el que nos ocupa.

El contenido típico de proteína del maíz común (9,5%) no sería tan crítico si no fuera por su bajo contenido de los dos aminoácidos esenciales: lisina y triptofano.

En 1964 Mertz y colaboradores (8) identificaron un gene en el maíz que le proporciona un alto contenido de lisina y triptofano; le llamaron Opaco - 2 por su aspecto a través de la luz, por ser blando y no vítreo como el maíz común. Desafortunadamente, tenía un menor rendimiento (10% menos), era susceptible al ataque de plagas de insectos y hongos, difícil de moler y no era duro como la mayoría de agricultores preferían. (11).

En el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, siguieron trabajando en modificar el maíz opaco 2 para corregir sus limitaciones y desarrollaron el maíz de alta calidad proteica al que llamaron QPM (12), que se está produciendo en diversas partes del mundo, un maíz con alto contenido de lisina y triptofano que conserva las otras características del maíz común: vítreo, duro, resistente a las plagas y de igual rendimiento por hectárea. El producido en Guatemala, ya se probó que es de buena digestibilidad y mejor calidad proteica que el maíz común, y útil en la recuperación de niños malnutridos (10). El maíz mejorado, producido en el Perú (Tarapoto) fué desarrollado al igual que en el CIMMYT, mediante la introducción de los genes de la proteína mejorada, y ha sido probado en dos estudios, uno de uso prolongado (13) en el que se demostró que era capaz de permitir un crecimiento compensatorio, similar al producido por la ingesta de dieta a base de leche, en niños en recuperación de malnutrición severa y otro de digestibilidad y calidad proteica que se describe a continuación.

1. Instituto de Investigación Nutricional Apartado 18-0191 - Lima 18, Perú

2. Instituto de Investigación Nutricional, Lima - Perú y The Johns Hopkins University Baltimore, Maryland 21205.

## MATERIALES Y METODOS

En un estudio dietético controlado, dos dietas a base de los maíces mejorado y común se compararon con una dieta de caseína.

Las tres dietas se ofrecen a los 6 sujetos participantes constituyendo cada uno su propio control. Se hacen colecciones de heces y orina para determinar la calidad proteica y digestibilidad de las dietas siguiendo el método de balance metabólico de nutrientes (14).

En la Tabla 1 se detalla la composición química y el contenido de amino ácidos esenciales limitantes de las dos variedades de maíz (*Zea mays*) evaluados: el maíz Tarapoto 87-A de alta calidad proteica (maíz mejorado MM) fué desarrollado en el país a base del congegido en el CIM-MYT en México y cultivado en el valle de Tarapoto, en la selva del Perú. El maíz Tarapoto 87-A común (MC) resultó ser particularmente alto en contenido proteico, 10,1 %, así como en grasas, 6,97 %, incluso es más alto que lo usual en contenido de triptofano: 0,78g /100 g de proteína y relativamente bajo en fibra 1,73 %. Ambas variedades de maíz fueron molidas como grano completo.

### Dietas

En la Tabla 2 se especifica la composición de las 2 dietas de estudio a base de MM y MC, así como la dieta de comparación a base de caseína (C). Las tres dietas tuvieron una distribución energética igual en cuanto a aporte de nutrientes: 6,4% de calorías como proteínas, 10% como grasas y 83,6% como carbohidratos; y un agregado de minerales y vitaminas para alcanzar o sobrepasar las recomendaciones dietéticas del Comité de Alimentación y Nutrición (FNB, Food and Nutrition Board) del Consejo Nacional de Investigación (NRC, National Research Council) de Estados Unidos (15). El nivel de calorías como proteínas usado es el recomendado por la Comisión Asesora de Proteínas (Protein Advisory Group) de la FAO /OMS (14) para evaluar la calidad de proteína de una dieta, y lo hemos utilizado en otros estudios en niños mayores de 6 meses de edad.

El MM proporcionó 67% de calorías totales para proveer el 6,4% de calorías como proteínas de la dieta; en cambio, el MC, debido a su alto contenido en proteínas proporcionó sólo 62% de calorías totales. La dieta de MM proporcionó 14,1 mg de triptofano y 51,7 mg de lisina por 100 Calorías; la de MC proporcionaba 12,5 y 36,5 mg respectivamente. La mayor parte de las grasas provenían del maíz: 73% del MM y 90% del MC, la diferencia fué proporcionada por cantidades de aceite vegetal para completar el 10% de las calorías grasas de la dieta. Los carbohidratos provenían del maíz MM en 63,4% del MC en 55,8%, la diferencia fue proporcionada por sacarosa y sólidos de jarabe de maíz en partes iguales para completar el 83,6% de las calorías totales de la dieta.

La dieta de comparación se preparó a base de caseína (Casec proporcionado por Mead Johnson, Evansville, IN USA) como única fuente de proteína y con el agregado de aceite vegetal, sacarosa, almidón y sólidos de jarabe de maíz manteniendo la misma distribución calórica de los macronutrientes de las dietas de maíz en estudio.

La cantidad de maíz calculada para cada día se cocinó en agua hervida por 20 minutos aproximadamente hasta obtener la gelatinización, luego se le agregaron los otros ingredientes: azúcar, aceite, minerales y vitaminas y todo se homogeneizó en una mezcladora; enseguida se le agregó agua hasta completar el volumen deseado y se dividió en seis tazones o biberones según la densidad de la dieta. Las dietas de MM que tenían mayor cantidad de harina, salían más espesas y eran ofrecidas con cucharita a los niños; las de MC, en tres niños de menos peso se les pudo dar en biberón al igual de las dietas a base de caseína porque resultaron casi líquidas. Se registró el tiempo que demoró el niño en terminar cada comida.

### Sujetos

Las características de los seis niños varones en recuperación de malnutrición al inicio de su participación en el estudio figuran en la Tabla 3. La edad promedio fué de 19,2 meses (rango 13,5 a 27 meses); todos estaban por encima de -2 desviaciones standard de peso para la talla según la población de referencia del National Center for Health Statistics (NCHS), con un rango de 0 a -1,8 de puntaje Z, indicando un grado relativamente avanzado de recuperación nutricional; igualmente, los niveles séricos de albúmina estuvieron por encima de 3,65 g/dL; todos libres de infecciones, parásitos y signos clínicos de deficiencia de nutrientes y de malabsorción de macronutrientes y estaban ganando peso en forma consistente. Todos los niños participaron con el consentimiento de sus padres, previa información detallada del método de estudio. El protocolo fué aprobado por el Comité de Ética de Investigación del Instituto de Investigación Nutricional.

### Diseño metodológico y análisis.

El estudio consistió en tres períodos de dietas de siete días cada uno, siendo los tres primeros días de acostumbramiento y los cuatro finales de balance de nutrientes. Las dietas se ofrecieron a los niños en dos secuencias al azar en las que la dieta de caseína precedía a las dietas en prueba, con el objeto de obtener datos basales de utilización de nutrientes, y las dos dietas de maíz se alternaban de manera que tres niños recibieron primero el maíz MM y los otros tres el MC, cruzándose las dietas en el último período, esto con el objeto de evitar sesgos en los resultados, por posibles deficiencias de nutrientes. Así, al recibir todos los niños las tres dietas, cada uno se constituyó en su propio control.

Los niños recibieron una ingesta energética que varió entre 110 y 135 Cal/Kg/día, calculada previamente para mantener una ganancia de peso constante que los llevara al o mantuviera en el 50 percentil de peso para la talla (NCHS). Los niños eran pesados diariamente en ayunas para luego calcular la ganancia de peso en cada período de dieta.

#### Balance de nutrientes

Durante los últimos cuatro días de cada período de dieta se hicieron colecciones de orina y heces, para lo cual los niños fueron colocados en cama metabólica en las horas de descanso y en coche metabólico en las horas de actividad.

En las colecciones de orina y heces se determinó el volumen y peso total (húmedo) cada 24 horas y luego se guardaron alícuotas en dos períodos de 2 días. El contenido total de nitrógeno en heces, orina y dieta fué determinado según el método de ultramicro Kjeldahl descrito por Smit EM (16).

La determinación de grasa total en heces, incluyendo lípidos y ácidos grasos de cadena media fué llevada a cabo según el método de Esteves (17).

La determinación de energía en dietas, así como la eliminada en heces se hizo empleando un calorímetro adiabático marca Parr (Parr Instruments Co. Moline, Ill. 61265, USA). (18).

Los carbohidratos en heces se calcularon por diferencia, según la fórmula (19):

$$\text{CHOg} = \frac{E - (\text{Ng} \times 6.25 \times 5.65 + \text{Gg} \times 9.4)}{4.15} \text{ donde,}$$

CHOg = carbohidratos en gramos

E = energía fecal total determinada por bomba calorimétrica

Ng = Nitrógeno fecal en gramos

Gg = grasa fecal en gramos, y 5,65; 9,4 y 4,15 factores de conversión de energía aceptados para proteína, grasa y carbohidratos respectivamente.

En dos oportunidades, durante las colecciones metabólicas se hizo determinación de hidrógeno espirado en ayunas y cada 30 minutos después de la primera comida y cada 60 minutos después de la segunda comida hasta las 7 horas; se empleó un cromatógrafo de gases marca Quintron 12 (Quintron Instruments Co. Milwaukee, Wisconsin 53215, USA).

La absorción aparente de N, se calculó restando del N de la dieta, el N de heces y expresado como porcentaje del N ingerido. La retención aparente de nitrógeno se calculó restando al N de la dieta el N de heces y de orina y expresándolo como porcentaje del N ingerido.

Los resultados de estos parámetros en dietas de caseína y cada una de las dietas de maíz se compararon uno con otro mediante la prueba de "Student" pareado, aceptando valores de  $P < 0.05$  como significativos.

TABLA 1  
COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL Y CONTENIDO DE TRIPTOFANO Y LISINA DISPONIBLE DE LAS DOS VARIETADES DE MAIZ: MEJORADO (MM), COMUN (MC) Y DE CASEINA (C)  
VALORES POR 100 g

		Maíz Mejorado (MM)	Maíz Común (MC)	Caseína <sup>1</sup> (C)
Proteína (N x 6.25)	g	9.08	10.11	88.0
Humedad	g	7.30	6.40	5.5
Grasa	g	4.90	6.47	2.0
Ceniza	g	1.25	1.50	4.5
Fibra cruda	g	2.23	1.73	-
Carbohidratos	g	75.24	73.79	-
Energía	Kcal	381.38	393.83	370
Amino ácidos (g/100 g Prot.)				
Triptófano	g	0.88 <sup>2</sup>	0.78 <sup>2</sup>	1.65
Lisina	g	3.23	2.28	8.29

1 Casec de Mead Johnson, Evansville, IN. USA.

2 Análisis llevado a cabo en la Universidad Nacional Agraria La Molina - Lima - Perú.

## MAIZ PERUANO DE ALTA CALIDAD PROTEICA: DIGESTIBILIDAD Y UTILIZACION EN NIÑOS MALNUTRIDOS.

TABLA 2  
COMPOSICION DE LAS DIETAS A BASE DE MAIZ MEJORADO (MM), COMUN (MC), Y CASEINA (C)  
VALORES POR 100 Kcal<sup>1</sup>

		Maíz Mejorado (MM)	Maíz Común (MC)	Caseína <sup>2</sup> (C)
Maíz Mejorado (MM)	g	17.6 (67) <sup>3</sup>	-	-
Maíz Común (MC)	g	-	15.8 (62) <sup>3</sup>	-
Caseína (C)	g	-	-	1.9
Aceíte vegetal	ml	0.3	0.1	1.2
Sacarosa	g	3.8	4.6	7.0
Sólidos de jarabe de maíz	g	3.9	4.8	7.2
Almidón de maíz	g	-	-	7.8

1 Distribución energética de las tres dietas: proteínas 6.4%, grasas 10% y CHO 83.6%.

2 Todas las dietas tuvieron agregado de mezcla mineral y vitamínica para alcanzar o exceder las recomendaciones dietéticas del Food and Nutrition Board del NRC de Estados Unidos de Norteamérica (15)

3 Porcentaje de energía total en paréntesis.

TABLA 3  
CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE 6 NIÑOS AL INICIO DE SU PARTICIPACION EN EL ESTUDIO

IIN No	Edad	Peso	Edad Peso	Talla	Peso para Talla			Albúmina Sérica Inicial	
					Edad Talla	%1	Per- centil		Pun- taje Z
	m	kg	m	cm	m.			g/dl	
1097	14,1	6,81	4,1	68,5	6,3	86	5	-1,8	4,42
1284	19,8	7,94	6,25	72,7	9,3	86	5	-1,7	4,42
1274	19,3	10,58	13,5	77,8	13,5	100	50	0	3,97
1279	13,5	6,50	3,7	56,0	4,8	90	15	-1,0	3,66
1350	27,0	10,43	13,0	80,0	15,5	95	30	-0,5	3,78
1360	21,4	9,00	8,5	77,6	13,3	86	5	-1,6	3,65
X	13,2	8,54	8,2	73,7	10,4	91		-1,1	3,98
DS	±4,56	±1,61	±3,9	±5,3	±4,0	±5		±0,37	±0,33

1 Porcentaje de la media de peso para talla de la población de referencia NCHS (24)

## RESULTADOS

Los niños aceptaron las dietas de maíz con facilidad, aunque hubo una tendencia a demorar más en terminar las dietas de MC (9,2 ± 6,3 minutos por comida) que las de MM (5,4 ± 2,7) a pesar de que éstas últimas eran mas espesas y eran ofrecidas con cuchara y las otras en biberón, la diferencia no fue estadísticamente significativa, tampoco hubo diferencia con la dieta de comparación (4,0 ± 1,4).

Dos niños tuvieron problemas intercurrentes, uno de ellos el IIN-1097, durante el período de MM tuvo un proceso infeccioso respiratorio alto, tipo viral, pero sin fiebre; y luego en el segundo período de MC tuvo diarrea y vómitos y presentó estomatitis, por lo cual se tuvo que postergar el estudio un mes. Se le repiten los períodos de C y MC y presenta absorciones y retenciones de nitrógeno bajas. Probablemente el antecedente de diarrea prolongada que trajo antes de hospitalizarse se le estaba repitiendo.

El otro paciente IIN-1350, tuvo un período inicial de C con poco apetito y deposiciones semilíquidas abundantes, sin embargo el coprocultivo y parásitos en heces fueron negativos. Se le repitió el período de C después del MC y continuó con deposiciones abundantes y bajas absorciones de nitrógeno y grasas. En el último período de MM presentó vómitos y diarrea, nuevamente el coprocultivo y parásitos en heces fueron negativos. Se le descontinuó el estudio dos días antes de terminar.

Los parámetros de calidad proteica y digestibilidad de energía y nutrientes están resumidos en la Tabla 4.

La absorción aparente de nitrógeno (N) fue menor en la dieta de MM (73%) comparada con la dieta de caseína (78%) como era de esperarse; resultó sorprendente sin embargo, la mayor absorción de N durante la dieta de MC (80%) inclusive más alta que la dieta de caseína, resultados parecidos obtuvimos en un estudio anterior con maíz amiláceo de la sierra del Perú (19). La mayor cantidad de MM, necesaria para alcanzar el 6,4% de calorías proteicas, con significativamente mas fibra, podría explicar la diferencia de digestibilidad proteica aparente con el MC. (Tabla 1).

Los resultados más importantes fueron la retención de N, mayor en MM (29%) que en MC (20%), aunque la diferencia no fue significativa ( $P < 0.05$ ), pero menor que en la dieta de C (39%) con la que sí fue estadísticamente diferente ( $P < 0.01$ ). La diferencia en calidad proteica sí se hizo estadísticamente significativa entre los maíces al dividir la retención entre la absorción de N, dando un valor biológico para el MM,  $39 \pm 6$ , mayor que para el MC que fue de  $24 \pm 11$ , aunque menor que para la dieta de caseína  $50 \pm 8$  ( $P < 0.05$ ).

El peso húmedo de heces fue mayor durante la dieta de MM que durante la dieta de C y mayor aún que la de MC, probablemente por la mayor cantidad de fibra del MM consumida. La diferencia entre los dos maíces fue estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ).

El peso seco de heces así como la pérdida de energía y carbohidratos en heces durante las dos dietas de maíz fueron mayores que en el período de C ( $P < 0.01$ ), como era de esperarse. No hubo diferencia en estos parámetros entre las dos dietas de maíz.

La eliminación de grasas en heces fue baja en cifras absolutas en las tres dietas. (1,8; 1,3 y 0,7 g/d respectivamente para C, MM y MC). Al ser expresadas como porcentaje de la ingesta parecerían relativamente altas debido a la baja ingesta de grasa (10% de las calorías totales).

La ganancia de peso fue bastante irregular durante los períodos de maíz, siendo en ambos maíces menor que durante el período de C. Este parámetro no es sensible para períodos cortos.

Los resultados de la concentración de hidrógeno (H) espirado están expresados en la Gráfica 1. Con excepción de los valores iniciales de las dos dietas de maíz, todos los demás puntos de observación de H espirado están por debajo de las 20 ppm consideradas dentro de lo normal. Solo un niño, el IIN - 1279 en dietas de MM y otro, el IIN - 1360 en la dieta de MC tuvieron valores altos de H durante casi todo el tiempo de observación, los cuales contribuyeron a dar desviaciones standard elevadas. El hecho de que los valores iniciales de H en las dietas de maíz estén algo elevadas sugiere que después de las seis comidas del día se hayan producido picos más elevados de H durante la noche por acción acumulativa que no los hemos detectado. Aparentemente hay mayor eliminación de H espirado en las dos primeras horas después de las dos comidas, y mayores valores se encontraron en la dieta de MM debido a la mayor cantidad de maíz consumido que en la dieta de MC, pero la diferencia no fue significativa. La mayoría de los valores de H espirado en la dieta de caseína estuvieron por debajo de los valores de ambas dietas de maíz, solo hubo diferencia significativa con el Maíz Común a nivel de 0.0 ( $P < 0.01$ ) y 1.0 ( $P < 0.05$ ) horas.

## DISCUSION

La alta calidad proteica del maíz mejorado por su contenido elevado de lisina y triptofano fue demostrada anteriormente con uno cultivado en Guatemala (10); en el presente estudio se comprueba que el maíz MM cultivado en Tarapoto-Perú, tiene similares características demostradas por el más alto porcentaje de retención de nitrógeno y mejor valor biológico que el maíz común. Las absorciones y retenciones aparentes de N en el MM del presente estudio (73 y 29%) son muy similares a las obtenidas con el maíz mejorado de Guatemala (70 y 33%) (10) y también con el maíz opaco 2 (70.4 y 31.6%) (9), habiendo sido la diferencia estadísticamente significativa con los respectivos maíces comunes, aunque también diferentes a las dietas de control a base de caseína.

Estos datos mas el hecho de que cada niño es su propio control, ya que todos recibieron las tres dietas, permiten utilizar un número reducido de sujetos.

Probablemente, los dos niños que tuvieron infecciones intercurrentes contribuyeron con sus bajos resultados de absorciones y retenciones a que las diferencias no resultaran significativas con el maíz común.

El alto contenido de proteína (10.1%) y triptófano (0.78%) del maíz común de Tarapoto, así como su alta digestibilidad, permitieron una mejor utilización de la proteína contribuyendo a que la diferencia en calidad proteica con el maíz mejorado no fuese más notoria. Esta alta digestibilidad de la proteína también fue encontrada en otra variedad

## MAIZ PERUANO DE ALTA CALIDAD PROTEICA: DIGESTIBILIDAD Y UTILIZACION EN NIÑOS MALNUTRIDOS.

de maíz común de la costa del Perú (5). La mejor absorción de grasas con dietas de origen vegetal la hemos comprobado en otros estudios (20, 21, 22), en este caso el contenido más alto de grasa en el MC contribuyó a que la digestibilidad fuese más alta que en el MM; a pesar de que la diferencia fue estadísticamente significativa, desde el punto de vista biológico no tuvo mayor trascendencia porque la cantidad de grasa eliminada en heces estuvo dentro de lo esperado para este tipo de dietas, en ambos maíces hubo mejores absorciones de grasa que en la dieta de caseína.

Al no haber diferencia en la gestibilidad de energía y carbohidratos entre las dos dietas de maíz, se hace más im-

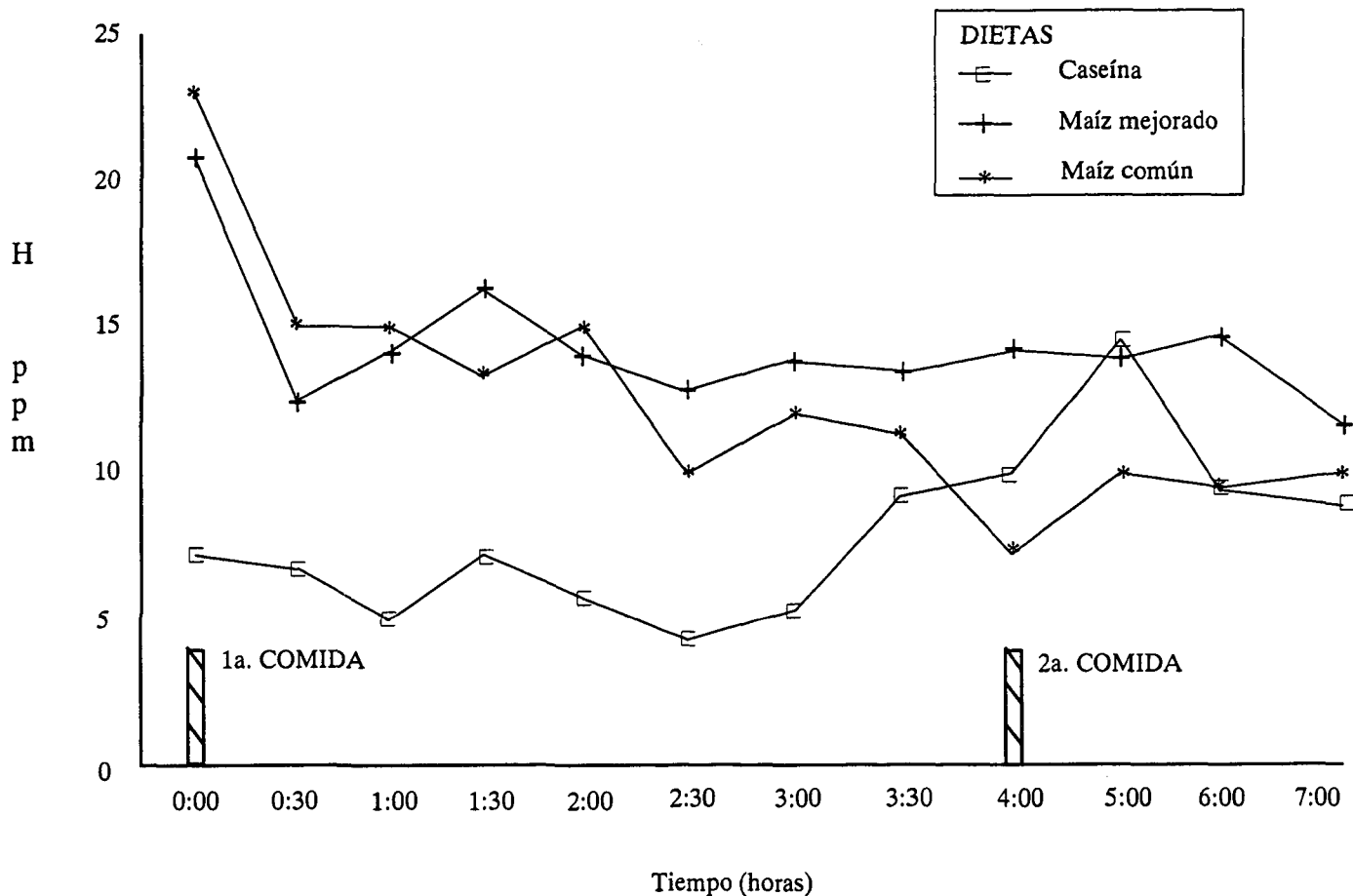
portante la ventaja de la mejor calidad proteica del MM Tarapoto, que puede ser aprovechada en la alimentación de las poblaciones que dependen en grado elevado del maíz para cubrir sus requerimientos de proteínas y energía. Esto ya ha sido probado precisamente con el MM Tarapoto (13), administrado a niños en recuperación de malnutrición por tres meses, como única fuente de proteína y grasa (10 % de las calorías de las dietas cada una) y proporcionando el 90 % de la energía total de la dieta; ésta les permitió a los niños tener un crecimiento compensatorio similar al obtenido con dieta a base de leche de vaca modificada para infantes. La mejor absorción de grasas con dietas de origen vegetal como el

TABLA 4  
BALANCE DE NITROGENO, DIGESTIBILIDAD DE ENERGIA Y NUTRIENTES EN 6 NIÑOS QUE RECIBIERON DIETAS DE MAIZ MEJORADO (MM), MAIZ COMUN (MC) Y CASEINA (C)

	Maíz Mejorado (MM)	Maíz Común (MC)	Caseína (C)
<b>Balance de Nitrógeno</b>			
Ingesta (mg/d)	2725 <sup>b</sup>	2727 <sup>a-b</sup>	2661 <sup>a</sup>
	±428	±366	±387
Absorción Aparente	73 <sup>a</sup>	80 <sup>b</sup>	78 <sup>b</sup>
% de la Ingesta	±5	±5	±4
Retención Aparente	29 <sup>b</sup>	20 <sup>b</sup>	39 <sup>a</sup>
% de la Ingesta	±4	±10	±6
Valor Biológico	39 <sup>b</sup>	24 <sup>c</sup>	50 <sup>a</sup>
Ret. como % de Abs.	±7	±11	±8
<b>Peso de heces:</b>			
Húmedo (g/d)	168 <sup>a</sup>	114 <sup>b</sup>	133 <sup>ab</sup>
	±73	±40	±72
Seco (g/d)	29 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	16 <sup>a</sup>
	±8	±7	±5
<b>Energía:</b>			
Ingesta (Kcal/d)	1063 <sup>b</sup>	1066 <sup>ab</sup>	1023 <sup>a</sup>
	±167	±143	±150
Absorción % de Ingesta	89 <sup>b</sup>	91 <sup>b</sup>	94 <sup>a</sup>
	±2	±3	±2
<b>Grasas:</b>			
Ingesta (g/d)	12 <sup>b</sup>	12 <sup>ab</sup>	11 <sup>a</sup>
	±2	±2	±2
Absorción % de ingesta	89 <sup>a</sup>	94 <sup>b</sup>	84 <sup>a</sup>
	±3	±2	±7
<b>Carbohidratos:</b>			
Ingesta (g/d)	222 <sup>b</sup>	223 <sup>ab</sup>	215 <sup>a</sup>
	±35	±30	±30
Absorción % de Ingesta	92 <sup>b</sup>	93 <sup>b</sup>	98 <sup>a</sup>
	±1	±3	±1

Valores en la misma línea con letras distintas son significativamente diferentes uno de otro (P<0.50)

GRAFICO 1  
ESTUDIO COMPARATIVO MAIZ TARAPOTO  
HIDROGENO (H) ESPIRADO EN PPM



Caseína vs Maíz Común Diff: 0:00 y 1:00

maíz puede aprovecharse para que con pequeñas cantidades de aceite o margarina se alcancen los requerimientos de energía, especialmente de los niños en edad de ablactancia, que es la etapa de más riesgo para ellos de padecer malnutrición por déficit de ingesta de energía y proteínas. (23).

#### REFERENCIAS

1. Stewart A M, (1974) Protein Requirement. Lancet, 2: 1026, 1974.
2. MacLaren DS, The great protein fiasco. Lancet 2:93- 96. 1974
3. Graham G G, Mac Lean Jr W C, López de Romaña G, Prolonged consumption by infants of wheat - based diets with and without casein or lysine supplementation. J Nutr 111: 1917 - 1927. 1981
4. MacLellan Jr. W C, Klein GL, López de Romaña G. Massa E. and Graham G G, Protein quality of conventional and high protein rice and digestibility of glutinous and non-glutinous rice by preschool children. J Nutr 108, 1740 - 1747. 1978
5. Graham GG, Lembcke J, and Morales E: Protein value for children of soft - endosperm maize, alone and with toasted amaranth flour. Nutr Res 9: 859:866. 1989
6. MacLean Jr W C, López de Romaña G, and Graham G G, Protein quality of high protein wheats in infants and children, J Nutr 106: 363 - 370. 1976
7. Juliano BO and Beachell HM, Status of rice protein improvement. IN: CIMMYT/Purdue University, High Quality Protein Maize p 457, Dowden, Hutchison and Ross, Inc. Stroudsburg, Pa. 1976
8. Mertz E T, Bates L S, Nelson OE: Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Science 145: 279 - 281. 1964

MAIZ PERUANO DE ALTA CALIDAD PROTEICA: DIGESTIBILIDAD Y UTILIZACION EN NIÑOS MALNUTRIDOS.

9. Graham G G, Placko R P, and MacLean Jr WC,: Nutritional value of normal, opaque- 2, and sugary - 2 opaque - 2 maize hybrids for infants and children. II Plasma free amino acids J Nutr 110: 1070 - 1075. 1988
10. Graham G G, Lembcke J, Lancho E, and Morales E,: Quality protein maize: digestibility and utilization by recovering malnourished infants. Pediatrics 83: 416 - 421.1989
11. Reutlinger SM, Selowsky. Malnutrition and poverty: Magnitude and Policy Options. Washington DC: The World Bank. World Bank Staff Occasional Papers N° 23. 1976
12. Quality Protein Maize. National Research Council. National Academy Press, Washington, D,C. pp 12 (8 - 11). 1988
13. Graham G G, Lembcke J, and Morales E,: Quality - protein maize as the sole source of dietary protein and fat rapidly growing young children Pediatrics 85:85 - 91. 1990
14. Protein Advisory Group of the United Nations System: PAG Guideline for human testing of supplementary Food Mixtures N° 17, New York 1001 USA. 1972
15. Food and Nutrition Board: National Academy of Sciences. Recommended Dietary Allowances 10 th Ed. Washington, D C. 1989
16. Smit EM,: An ultra-micro method for the determination of total nitrogen in biological fluids based on kjeldahl digestion and enzymatic estimation of ammonia. Clin Chem Acta, 94. 1979
17. Esteves W, Sores LA, Hartman L, Pereira AS.: Determination of lipids, including medium-chain fatty acids, in human feces. Clin Chem 28, 603-605. 1982
18. Raymond W F, Canaway R J, and Harris CE, An automatic adiabatic bomb calorimeter. J. Sci. Instrum.34, 501-503. 1957
19. Calloway DH, and Chenoweth WL, Utilization of nutrients in milk-and wheat-based diets by mean with adequate and reduced abilities to absorb lactose. I. Energy and nitrogen. Am J Clin Nutr 26, 939 - 951. 1973
20. MacLean Jr W C, López de Romaña G, Klein GL, Massa E, Mellits D, and Graham G G,: Digestibility and utilization of energy and protein of wheat by infants. J Nutr 109: 1290-1298. 1979
21. López de Romaña G, Graham GG, Mellits D, and MacLean Jr WC, : Utilization of the protein and energy of the white potato by human infants. J Nutr 110: 1849 - 1857. 1980
22. Morales E, and Graham GG,: Effects of amount consumed on the digestion of cassava by young children. J Nutr 117: 2116 - 2120. 1987
23. Kanashiro HC, Brown KH, López de Romaña G,López G and Black RE,: Consumption of food and nutrients by infants in Huascar (Lima) Perú. Am J Clin Nutr 52: 995 - 1004. 1990
24. Hamill PV V, Drizd T A, Johnson CL, Reed DB, Roche AF, Moore WM,: Physical growth: Nutritional Center for Health Statistics percentiles. Am J Clin Nutr 32: 607- 9. 1979

Recibido: 09 - 04- 1992  
 Aceptado: 14 - 07 - 1993

## Notas

### **XI Congreso Latinoamericano de Gastroenterología Pediátrica y Nutrición**

El XI Congreso Latinoamericano de Gastroenterología Pediátrica y Nutrición, el II Congreso Iberoamericano de Gastroenterología Pediátrica y Nutrición y el curso Gastroenterología y Nutrición para Pediatras se efectuarán en Caracas en el Centro de Convenciones del Hotel Caracas Hilton, del 18 al 21 de Abril de 1994. El idioma oficial será el español con traducción simultánea al inglés y portugués. Además de las inscripciones a todo el evento, habrá inscripciones por día tanto para los Cirujanos como para los Nutricionistas y profesionales en general.

Interesados favor dirigirse a:

Comité Organizador:

Apartado Postal 14665, Candelaria, Caracas 1011 - A,  
Venezuela

Teléfonos: 58 - 2 - 5765227 (2 a 6 pm)  
58 - 2 - 5748375 (7 a 11 am)

Fax: (58 - 2) 5765227 - 927406

Apartado Postal Internacional

Domingo Jaen # 426. P.O Box 02 - 5255 Miami,  
Florida 33102 - 5255, U.S.A.

### **VI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos y 1er. Encuentro de los Técnicos de Alimentos del Cono Sur.**

Organizados por la Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios (AATA) y el programa de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Buenos Aires (PROTAL), tendrán lugar los citados eventos en el Centro Cultural General San Martín de la Ciudad de Buenos Aires, del 6 al 9 de Abril de 1994. La fecha final de recepción de trabajos libres será el 31 de Octubre de 1993.

Interesados favor dirigirse a:

Secretaría AATA Arenales 1678, 1071 Bs. As. PROTAL- UBA Secretaría de Ciencia y Técnica. Viamonte 430, 2º piso Buenos Aires. Argentina Tel.: 431 - 3405  
Fax: 054 - 1 - 633 - 2824 / 962 - 5341 / 784 - 0208

### **Décimo Congreso Mundial de Gastroenterología**

A solicitud de los Organizadores, se anuncia con anticipación la celebración del Décimo Congreso Mundial de Gastroenterología, el cual tendrá lugar en la ciudad de Los Angeles, California, entre el 2 y el 7 de Octubre de 1994. Se realizarán simultáneamente el Octavo Congreso de Endoscopia Digestiva y el Quinto Congreso de Colo - Proctología, dentro de un ambicioso programa de actualización de estas disciplinas.

Las siguientes organizaciones de Norteamérica han combinado sus esfuerzos para asegurar una amplia y profunda experiencia académica:

American Association for the Study of Liver Diseases,  
American College of Gastroenterology,  
American Gastroenterologic Association,  
American Society for Gastrointestinal Endoscopy,  
American Society of Colon and Rectal Surgeons,  
Society for Surgery of The Alimentary Tract,  
Society of American Gastrointestinal Endoscopic Surgeons y North American Society for Pediatric Gastroenterology.

Aquellas personas interesadas en recibir los programas preliminares e información adicional, favor dirigirse a:

World Congresses of Gastroenterology Secretariat 655  
15 th Street, N.W. , Suite 300 Washington, DC 20005  
USA.

Phone: (202) 639 - 4626

Fax: (202) 347 - 6109

**Inscrição para seleção de médico residente de segundo ano 1994. Departamento de Clínica Médica. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP. Área: Clínica Médica - Treinamento especializado em nutrologia (nutrición clínica).**

**Duração: Dois anos**

**Vagas: Uma.**

Os candidatos devem ter cumprido um programa de Residência de pelo menos um ano em Clínica Médica (qualquer área), credenciada pelo Conselho Nacional de Residência Médica.

**Inscrições:** Poderão ser feitas pessoalmente, por procuração, por vía postal a través de requerimiento e documentos constantes do Edital. Ultimo día de inscrição: a ser determinado.

**Seleção:** Será realizado exame de seleção que constará de análise de Curriculum Vitae e entrevista pessoal em data a ser determinada.

**Bolsa:** O candidato aprovado receberá uma bolsa de estudo, cujo valor é fixado pela FUNDAP - Governo do Estado São Paulo mais ajuda de moradia, sujeitos à reajustes periódicos. Os Residentes tem direito a refeições no Hospital.

**Informações:** No Edital publicado no Diário Oficial de São Paulo, ou no Centro de Recursos Humanos do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, SP. Telefone (016)6331000 ramal 2164. FAX (016) 6331144.

**Informações adicionais:** Podem ser obtidas através de correspondências para o Departamento de Clínica Médica - Disciplina de Nutrição, Faculdade de Medicina, 14049 - 900 Ribeirão Preto, SP.

Fone (016) 633 1000 Ramal 2164  
Fax (016) 633 1144.

**Premio 1994 en honor de Fred L. Soper (1893 - 1976) para trabajos publicados en el campo de la salud interamericana**

La Fundación Panamericana para la Salud y Educación tiene el honor de anunciar el concurso al premio 1994 Fred L. Soper para trabajos de excelente calidad en las ciencias de la salud que revistan importancia en el campo de la salud interamericana. Este premio se concede en conmemoración de la labor del Dr. Soper, Director de la Organización Panamericana de la Salud de 1947 a 1959, quien durante cincuenta años realizó destacadas contribuciones a la salud en las Américas. Además de los servicios prestados en la OMS/OPS, el Dr. Soper desempeñó un importante papel en la lucha contra la fiebre amarilla y otras enfermedades infecciosas en el Brasil, como parte de su trabajo en la Fundación Rockefeller en los años treinta y cuarenta, así como en la lucha contra el tifo en el Africa septentrional e Italia durante la segunda guerra mundial. El Dr. Soper fue una de las figuras más destacadas del siglo en el campo de la salud interamericana.

Este premio se concede cada año al autor o autores de una contribución científica original que aporta nueva información o nuevas ideas sobre el amplio campo de la salud pública, con especial hincapié en América Latina y el Caribe. Este trabajo podrá tratarse de un informe basado en el análisis de nuevos datos, obtenidos mediante estudios experimentales o de observación, o bien un análisis novedoso de datos que ya existen. Se concede prioridad a los estudios que abarcan más de una disciplina y a los trabajos relacionados con las enfermedades infecciosas, uno de los principales campos de interés del Dr. Soper durante toda su vida.

El premio fue concedido por primera vez en 1990 al Dr. Jacinto Convit (Venezuela) y sus colaboradores por un trabajo sobre la inmunoterapia de la leishmaniasis y, posteriormente, en 1991, al Dr. Rolando Herrero (Costa Rica) y sus colaboradores por un trabajo sobre los factores de riesgo del cáncer cervicouterino.

Solo pueden acceder a concurso los trabajos ya publicados en revistas científicas de América Latina que figuran en el Index Medicus o en las revistas oficiales de la Organización Panamericana de la Salud. Además, este premio solo se concede a contribuciones de autores cuya principal vinculación es a instituciones docentes, de investigación o de servicio ubicadas en países de América Latina y el Caribe (incluidos los Centros de la Organización Panamericana de la Salud).

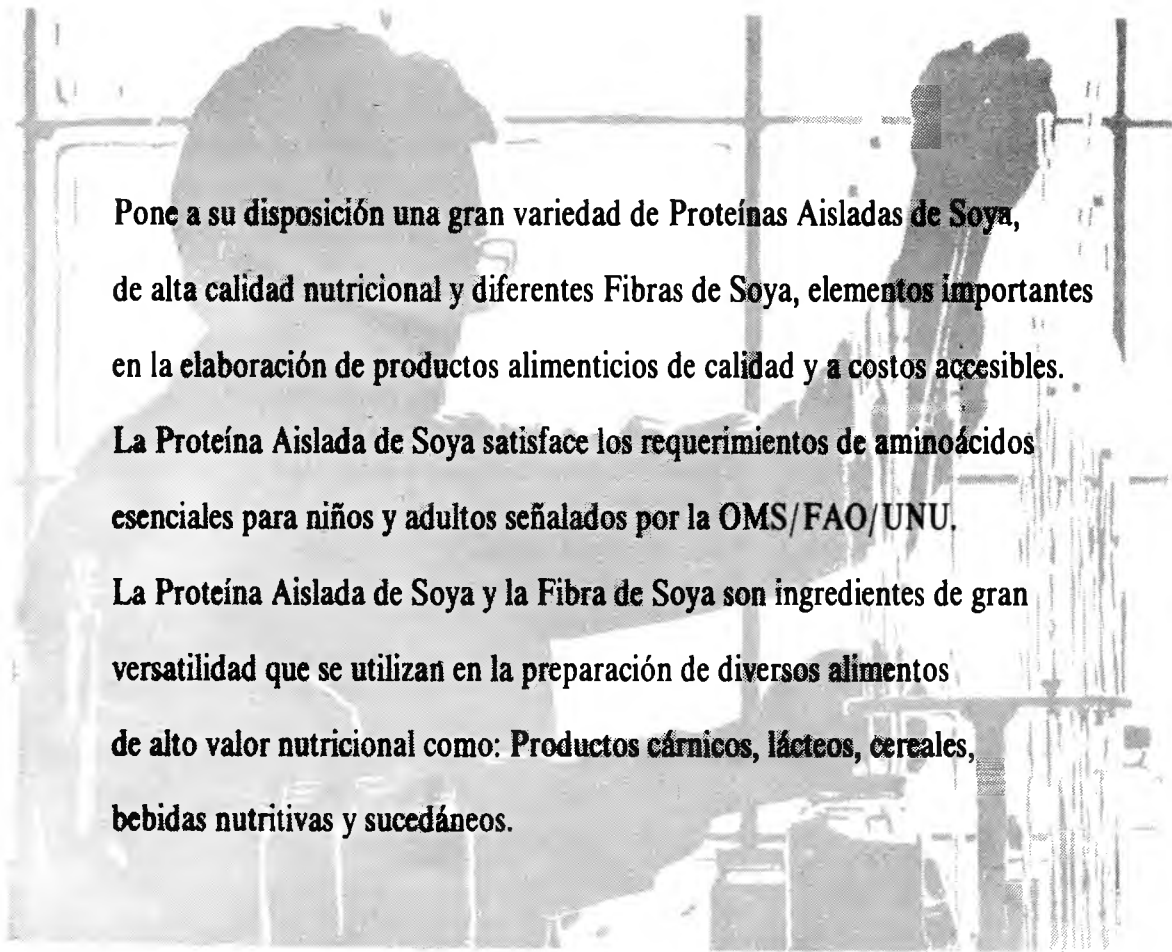
El Fondo del Premio es administrado por la Fundación Panamericana de la Salud y Educación, la cual recibe contribuciones voluntarias asignadas con este fin y las deposita en un fondo aparte. El premio consiste en un diploma y un monto de US\$400 dólares. Un Comité del Premio, integrado por representantes nombrados por la OPS y la PAHEF, designa al ganador o ganadores del premio; la selección final la realiza el Directorio de PAHEF.

Pueden concursar al Premio Fred L. Soper trabajos representados por sus autores o en nombre de ellos. A efectos del Premio 1994, solo podrán concursar trabajos publicados durante el año 1993; todos los trabajos presentados a concurso tienen que haberse recibido a más tardar el 21 de Marzo de 1994 en la siguiente dirección:

Secretario Ejecutivo  
PAHEF  
525 23rd Street N.W.  
Washington, DC 20037, EUA



# Protein Technologies International



**Pone a su disposición una gran variedad de Proteínas Aisladas de Soya, de alta calidad nutricional y diferentes Fibras de Soya, elementos importantes en la elaboración de productos alimenticios de calidad y a costos accesibles.**

**La Proteína Aislada de Soya satisface los requerimientos de aminoácidos esenciales para niños y adultos señalados por la OMS/FAO/UNU.**

**La Proteína Aislada de Soya y la Fibra de Soya son ingredientes de gran versatilidad que se utilizan en la preparación de diversos alimentos de alto valor nutricional como: Productos cárnicos, lácteos, cereales, bebidas nutritivas y sucedáneos.**



**PROTEIN  
TECHNOLOGIES  
INTERNATIONAL**

**Para mayor información llame o escriba a las siguientes direcciones:**

**Casa Matriz-USA:**

Checkerboard Square  
St. Louis, MO 63164  
Phone: (800) 344.6937  
Telex: 447240 RAL PRO STL  
Fax: (314) 982.1121  
International and Missouri:  
(314) 982.1277

**Mexico:**

Ingénieros Militares No. 105  
Colonia Lomas de Sotelo  
C.P. 11200 Mexico D.F.  
Phone: (525) 395.9190 / 557.1888  
Fax: (525) 395.8303

**Venezuela:**

Torre Diamen. Piso 1  
Oficinas 17-18. Chuao  
Centro Comercial Tamanaco  
Caracas, 1060 Venezuela  
Phone: (582) 91.3729 or 91.5732  
Telex: (395) 21585 PURIN VC  
Fax: (582) 91.6587

**Brasil:**

Rua Lopes  
Amaral 72  
04544-040  
Sao Paulo-Brasil  
Phone: 829.3666  
Fax: 828.9229



# 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 las 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 un espacio desproporcionado.

## C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

### 1. *Título*

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

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

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

### 3. *Introducción*

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

### 4. *Material y Métodos*

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan

sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substanciales del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de uso general.

### 5. *Resultados*

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

- a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías de papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.
- b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto original. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.
- c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.
- d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.
- e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.
- f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados, incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.
- g) En cada columna se indicará claramente la medida usada por ej. mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión % sino, por ej. g/100g ó mg/100mL; Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación
- h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráfica.

### 6. *Discusión*

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

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 Referencias bibliográficas, al final del trabajo, se aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

a) De revistas:

Liendo Coll, P & JM 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, DC, The Association, 1975, p.30.

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

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

e) De citas de compendios:

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

#### 10. *Notas al pie de la página*

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

#### 11. *Abreviatura y siglas*

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de la 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 la coma (,) para indicar decimales, p. ej. 35,7; 389,9; y el punto (.) 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 SLAN ha creado un cargo de US\$12,00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud dirigida en ese sentido por el autor(es). Tan pronto como su factura sea cancelada, se les proporcionará 30 separatas libres de costo.

# Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.



La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada hace más de 25 años con el fin de integrar los esfuerzos de profesionales calificados para promover y mejorar el conocimiento de los problemas nutricionales de los países de la región y de las alternativas de prevención y tratamiento que ofrece la nutrición como ciencia.

Cualquier persona que se encuentre profesionalmente activa o que haya contribuido de manera significativa al avance de la nutrición o disciplinas afines, puede asociarse a SLAN, para lo cual debe enviar una carta de solicitud avalada por dos Socios Activos y su curriculum actualizado. Debe igualmente anexar la documentación que pruebe la publicación de por lo menos, dos trabajos en revistas de nivel internacional en los últimos cinco años.

La solicitud puede dirigirse a la Presidencia de la Sociedad, actualmente en Venezuela, a los vocales representantes de Area o a los Capítulos de SLAN en los respectivos países.

El Consejo Directivo está integrado por: Eleazar Lara Pantin (Presidente), Hernán Delgado (Presidente Electo), Yolanda Hernández de Valera (Secretaria), Maritza Landaeta de Jiménez (Tesorera), Mauro Valencia (Vocal por México y Centro América), Rebeca de Angelis (Vocal por Brasil y Paraguay), Santiago Muzzo (Vocal por Argentina, Chile y Uruguay) y Manuel Grillo (Vocal por las Islas del Caribe).

Los Socios deben pagar una cuota anual de US \$30, que incluye la suscripción de la revista.

El órgano oficial de SLAN es la conocida revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN), que comparte actualmente la sede de la Sociedad en Caracas, Venezuela. Los manuscritos para publicación deben ser enviados al Editor General, Dr. Virgilio Bosch, o al Editor Asociado, Dr. José Félix Chávez P.

La correspondencia para SLAN o ALAN debe dirigirse al apartado 62.778, Chacao, Caracas 1060, Venezuela o a sus números de fax: 58 41 571475 y 58 2 284 8543.

¿CAMBIO DE DOMICILIO?

¿CHANGING YOUR ADDRESS?

Por favor, escriba su nueva dirección abajo y envíela al Departamento de Suscripciones de ALAN, adjuntando la etiqueta de un sobre de envío. Le rogamos avisarnos con 60 días de anticipación/**Please print your new address below and return to the Journal Subscription Dept. with our label. Please advise 60 days in advance.**

Nombre/Name:

Calle/Street:

Ciudad/City:

Estado, País/State, Country:

Código Postal/Postal Code:

Por favor enviar ALAN a mi nueva dirección a partir de: / **Date new address effective:**

# Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.



## SOLICITUD DE INSCRIPCION

Nombre: \_\_\_\_\_

Título Profesional: \_\_\_\_\_

Estudios de Postgrado: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Lugar de trabajo: \_\_\_\_\_

Dirección del trabajo: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Télex: \_\_\_\_\_

Dirección Postal: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Télex: \_\_\_\_\_

Fecha de la solicitud: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Anote las referencias bibliográficas de dos de sus publicaciones más recientes:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

### Socios de SLAN que le postulan

Nombre:

Firma:

\_\_\_\_\_

Adjunte su Curriculum Vitae actualizado.

La cuota anual de SLAN es de \$30 con la revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición y de \$10 sin la revista.  
Los cheques deben ser emitidos en US \$ a nombre de: SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION.

**Artes Finales:** Tal Creatividad y Diseño, C.A., Venezuela.  
Teléfono/Fax: (02) 237.20.30

**Portada:** Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela  
Teléfono (02) 261.66.48

**Impresión:** Refolit C.A., Caracas, Venezuela  
Teléfonos (02) 93.38.31 - 93.75.08 - 93.02.64  
Fax: (02) 93.70.08

## **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. El actual Consejo Directivo de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

Presidente	Dr. Eleazar Lara Pantin
Presidente Electo	Dr. Hernán Delgado
Secretario	Dra. Yolanda H. de Valera
Tesorero	Dra. Maritza L. de Jiménez
Vocal	Dr. Mauro Valencia
Vocal	Dra. Rebeca De Angelis
Vocal	Dr. Santiago Muzzo
Vocal	Dr. Manuel Grillo
Presidente Saliente	Dr. Jaime Ariza Macía

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

Editor General	Dr. Virgilio Bosch Román
Editor Asociado	Dr. José Félix Chávez Pérez

### **MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1992 - 1994**

Dr. Juan Alvarado	Dr. Franco M. Lajolo
Dr. Héctor Araya	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dra. Julia Araya	Dr. Miguel Layrisse
Dr. Jaime Ariza M.	Dr. Reynaldo Martorell
Lic. Adriana Blanco M.	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Héctor Bourges R.	Dra. Josefina Morales
Dr. Ricardo Bressani	Dr. Alejandro O'Donnell
Dr. Odoardo Brito A.	Dra. Nelly Pak
Dr. Adolfo Chávez	Dr. Nelson de Souza
Dr. Hernán Delgado	Dr. Jorge Rísquez T.
Dr. J.E. Dutra de Oliveira	Dr. Ricardo Uauy
Dr. Werner G. Jaffé	Dr. Enrique Yáñez S.

# Archivos Latinoamericanos de Nutrición

## Contenido

	Páginas
<b>EDITORIAL</b> .....	93
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
Consideraciones sobre crecimiento, somatomedina y nutrición. Julio Tirapegui, Sandra Eri Fukushima y Gustavo Grimaldi .....	94
Procesamiento artesanal de productos agrícolas: métodos de evaluación de factibilidad. Gregory J. Scott y José E. Herrera .....	105
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>Nutrición Humana</b>	
Equilibre des oligoelements chez l'enfant phenylcetonurique traite. Consequences de la carence en selenium sur la peroxidation lipidique. Berenice Cunha Wilke, Michel Vidailhet, Marie Jeanne Richard, Veronique Ducros, Josianne Arnaud et Allain Favier .....	119
<b>Bioquímica Nutricional</b>	
Exclusión del ácido alfa-linolénico de la dieta de la rata durante varias generaciones I Efecto en la reproducción y crecimiento postnatal. Julia Araya A. y Ana Cagalj K. ....	123
Crecimiento y dimorfismo sexual de escolares según la ocupación paterna. Andrés Guillermo Bolzan, Luis Manuel Guimarey y Hector Mario Pucciarelli .....	132
<b>Vigilancia Nutricional</b>	
Crecimiento en escolares de Villa IAPI ( <i>Quilmes, Buenos Aires, Argentina</i> ). Luis M. Guimarey Francisco R. Carnese, Luisa V. Pinotti, Héctor M. Pucciarelli y Alicia S. Goicoechea .....	139
Desnutrición grave precoz y desarrollo psicomotor. Efectos de un programa de rehabilitación. Marta Colombo, Isabel López y Isidora De Andraca .....	146
Evaluación calórica nutricional del menú servido a la comunidad Universitaria de la Universidad Nacional de San Luis, República Argentina. Ascar José M., Molíns de Pedernera M., Moyano de Pringles G., Guardia Calderón C., Rodríguez de Farabelli N. y Luconi de Romero M. - Piola H. ....	151
<b>Ciencias de Alimentos</b>	
Effect of succinylation of oil palm protein concentrates on its functional properties Emperatriz Pacheco de Delahaye .....	157
Formulación y evaluación de una bebida a base de leche completa y harina de arroz precocida Belkis Guaipo, Mariela Calderón y María T. Laprea. ....	161
Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos. Riva Repo Carrasco - Nina Li Hoyos .....	168
Maíz peruano de alta calidad proteica: Digestibilidad y utilización en niños malnutridos. Enrique Morales y George G. Graham. ....	176
<b>NOTAS</b> .....	184
<b>INFORMACION PARA LOS AUTORES</b> .....	186