

**VOL. XLI**

**DICIEMBRE 1991**

**No. 4**

# **ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION**

**(Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición)**

**Organo Oficial de la  
Sociedad  
Latinoamericana  
de Nutrición**

**ISSN 004-0622**

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

*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**

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

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

**Arch. Latinoamer. Nutr.**

**ALAN-VE ISSN 0004-0622**

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

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

---

VOL. XLI

DICIEMBRE, 1991

No. 4

---

---

## CONTENIDO

	Página
EDITORIAL .....	471
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
Tecnologías apropiadas en alimentos: Marco conceptual para su generación y transferencia en Centro América y Panamá. — <i>Roberto Cuevas</i> .....	475
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>NUTRICION HUMANA</b>	
Nutrition and education. II. Educational achievements and nutrient intake of Chilean elementary and high-school graduates. — <i>Daniza Ivanovic, Magaly Vásquez, Maximiliano Marambio, Digna Ballester, Isabel Zacartas and Marcela Aguayo</i> .....	499
Evolución de la situación alimentaria nutricional del Area Metropolitana de San José, Costa Rica. — <i>Rafael Monge y Leda Milena Muñoz</i> .....	516
Sources of nutrition information of Chilean schoolers, Metropolitan Region Chile survey 1986-1987. — <i>Rodolfo Ivanovic, Manuel Olivares and Daniza Ivanovic</i> .....	527
<b>NUTRICION EXPERIMENTAL</b>	
Effect of high sucrose diets on carcass composition in conventional and germ-free mice. — <i>R.T. Gazzinelli, M.E. Silva, T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli and S. Vieira</i> .....	539
A method for steam-sterilizing semi-solid diets for germ-free mice research. — <i>T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli, M.E. Silva and S. Vieira</i> .....	546
Effects of nutritional copper deficiency on adult non-pregnant and pregnant rats and their newborns. — <i>M.O.E. Hilário, O.M.S. Amancio, B.R.M. dos Santos and C.K. Naspitz</i> .....	555

## CIENCIAS DE ALIMENTOS

Evaluación de dos métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que éstos provocan en la digestibilidad de la proteína. — <i>Ricardo Bressani, Deidania R. de Mora, Rafael Flores y Roberto Gómez-Brenes</i> .....	569
Efecto del material de empaque y temperatura de almacenamiento en la calidad de la tortilla de maíz. — <i>José Manuel Nieblas, Armida Sánchez, Luis Germán Cumplido e Inocencio Higuera-Ciapara</i> .....	584
Obtención de un concentrado proteínico de garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> ) por ultrafiltración. — <i>José Armando Ulloa, Zaferino H. García-Quintero y Mauro E. Valencia</i> .....	595
Efectos de la cocción tradicional sobre los factores antinutricionales de los frijoles negros ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) de Costa Rica. — <i>Ana Ruth Bonilla, Cecilio Calzada y Rodney Cooke</i> .....	609
Harina de frijol endurecido ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en la preparación de pan. — <i>MG. Vásquez Carrillo, M.L. Ortega Delgado y E. Estrada Lugo</i> ..	620
NUEVOS LIBROS .....	631
NOTAS .....	633
ENTIDADES PATROCINANTES .....	635
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XLI, 1991 .....	636
INDICE POR MATERIA .....	641
INDICE POR AUTORES .....	644
INFORMACION PARA LOS AUTORES .....	650

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

ORGANO OFICIAL DE LA  
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION

---

---

VOL. XLI

DECEMBER, 1991

No. 4

---

---

## CONTENTS

	Page
EDITORIAL .....	471
<b>GENERAL ARTICLES</b>	
Adequate food technologies: Conceptual framework for their generation and transference in Central America and Panama. — <i>Roberto Cuevas</i> .....	475
<b>RESEARCH PAPERS</b>	
<b>HUMAN NUTRITION</b>	
Nutrition and education. II. Educational achievements and nutrient intake of Chilean elementary and high-school graduates. — <i>Daniza Ivanovic, Magaly Vásquez, Maximiliano Marambio, Digna Ballester, Isabel Zacarías and Marcela Aguayo</i> .....	499
Evolution of the food intake and nutritional status in the Metropolitan area of San José, Costa Rica. — <i>Rafael Monge and Leda Milena Muñoz</i> .....	516
Sources of nutrition information of Chilean schoolers, Metropolitan Region Chile survey 1986-1987. — <i>Rodolfo Ivanovic, Manuel Olivares and Daniza Ivanovic</i> .....	527
<b>EXPERIMENTAL NUTRITION</b>	
Effect of high sucrose diets on carcass composition in conventional and germ-free mice. — <i>R.T. Gazzinelli, M.E. Silva, T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli and S. Vieira</i> .....	539
A method for steam-sterilizing semi-solid diets for germ-free mice research. — <i>T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli, M.E. Silva and S. Vieira</i> .....	546
Effects of nutritional copper deficiency on adult non-pregnant and pregnant rats and their newborns. — <i>M.O.E. Hilário, O.M.S. Amancio, B.R.M. dos Santos and C.K. Naspitz</i> .....	555

## FOOD SCIENCE

Evaluation of two methods to determine polyphenol content of raw and cooked beans ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) and effect of these on protein digestibility. — Ricardo Bressani, Deidania R. de Mora, Rafael Flores and Roberto Gómez-Brenes .....	569
Effect of packaging material and storage temperature on the quality of maize tortilla. — José Manuel Nieblas, Armida Sánchez, Luis Germán Cumplido and Inocencio Higuera-Ciajara .....	584
Production of a chick-pea ( <i>Cicer arietinum</i> ) protein concentrate by ultrafiltration. — José Armando Ulloa, Zaferino H. García-Quintero and Mauro E. Valencia .....	595
Effect of traditional cooking on the antinutritional factors present in black beans ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) of Costa Rica. — Ana Ruth Bonilla, Cecilio Calzada and Rodney Cooke .....	609
Hardened beans ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) flour for bread making. — M.G. Vázquez Carrillo, M.L. Ortega Delgado and E. Estrada Lugo .....	620
NEW BOOKS .....	631
NOTES .....	633
SPONSORING AGENCIES .....	635
GENERAL INDEX OF VOLUME XLI, 1991 .....	636
SUBJECT INDEX .....	641
AUTHOR INDEX .....	644
INSTRUCTIONS TO AUTHORS .....	650

## EDITORIAL

### EL PAPEL DEL REVISOR DE ARTICULOS EN LA PUBLICACION CIENTIFICA

*En sus políticas y estrategias de publicación, todas las revistas científicas requieren del análisis y crítica constructiva del contenido de los artículos sometidos a consideración para propósitos de publicación. Desde luego, cada revista establece su propio estilo de revisión, pero en general, ésta cubre todas las secciones que incluye el artículo en sí. Además, se solicita del revisor una opinión resumida en cuanto a la adecuación del artículo para la propia revista. Con esa finalidad, se proporcionan formularios de revisión, ya que no se estima ético, como es de conocimiento general, hacer correcciones directas en el trabajo en sí, pues éste tiene la calidad de propiedad privada. En general, los revisores son científicos que conducen investigación en el tema sobre el cual versa el artículo a examinar, y pueden o no estar de acuerdo con los hallazgos de la investigación, tanto en lo referente a su presentación, como a la interpretación de resultados. Este procedimiento, tan simple, tiene grandes consecuencias para la revista responsable de publicarlo. Por un lado, le da prestigio, y por el otro, crea demanda por parte de los usuarios. Asimismo, también tiene grandes consecuencias para el propio autor del artículo de que se trata, tanto en su desarrollo profesional, como posición institucional y competitiva en el logro de adjudicación de fondos para investigación.*

*En toda esta estrategia radica el gran papel que desempeña el revisor. Primero, éste debe aceptar que la revisión constituye una alta responsabilidad para él, para la revista y para el autor. Segundo, el revisor debe considerar que en realidad es un privilegio recibir artículos para propósitos de revisión, pues está más que implícito que al solicitársele el dictamen de un trabajo, se asume que el revisor tiene dominio completo sobre el tema y, por consiguiente, puede disertar sobre el mismo. Tercero, la revisión constituye un proceso de aprendizaje preferencial de los hallazgos de otro investigador, de la metodología empleada, de los diseños utilizados para responder a las interrogantes planteadas y, finalmente, el punto cuarto. Aquí, el revisor de un artículo debe considerarse como un individuo que recibe información privilegiada, confidencial hasta el momento en que sale a luz en la revista, y se convierte en información de dominio público. En cuanto a la responsabilidad que implica el revisar un trabajo, los comentarios escritos del revisor deben ser específicos, razonados, y formulados en forma adecuada. Esa revisión tiene que proporcionarse en el tiempo estipulado por la revista, que, por lo general es de 15 a 20 días, tiempo suficiente para ello, lo que es de gran importancia para programar la impresión de la revista. Asimismo, la revisión debe ser sobre el contenido experimental, resultados y discusión del informe, y no sobre gramática, aspecto este último que se cumple a través de editores, a menos que*

*la frase en su construcción actual no permita comprender el significado de lo escrito. La revisión nunca debe decir "es un trabajo interesante; publíquese en la forma en que se presentó".*

*Recibir artículos para revisión es, en nuestro criterio realmente un privilegio, y no debe verse como una carga más, pues hay que recordar que si no se considerara que el revisor conoce del tema, nunca llegaría a recibir el artículo para su examen. Por otro lado, juzgamos que es una forma de contribuir al mejoramiento de la revista de que se trate, al desarrollo de la ciencia y/o tecnología. Ajeno a ello, estimula el planteamiento de nuevos y diferentes experimentos.*

*No hay duda, pues, que el revisor juega un significativo papel en favor de la comunidad científica, en favor de la revista, y en favor de su propio desarrollo profesional.*

*En el caso de ALAN, durante 1991 ha publicado un total de 51 artículos de científicos latinoamericanos y con procedencia de otras partes del mundo. Todos los artículos atravesaron el proceso de revisión por científicos de la Región, cuyos comentarios y criterios ciertamente ayudaron a mejorar la calidad científica del documento y de esta manera, la calidad de la Revista. Esto, a su vez, será un estímulo para que otros autores nos envíen sus trabajos escritos cifiéndose a las normas establecidas. Asimismo, lo anterior también habrá de traducirse en la citación de esos artículos en otras revistas, lo que evidentemente es muy significativo.*

*Se aprovecha esta oportunidad, por lo tanto, para agradecer a todos y cada uno de ellos, en nombre de la oficina de ALAN y de su Editor General, con mucha sinceridad, aprecio y reconocimiento, el decidido apoyo que siempre tuvieron a bien brindarnos en 1991, así como en años precedentes.*

*Ricardo Bressani  
Editor General*

***ARTICULOS  
GENERALES***



# **TECNOLOGIAS APROPIADAS EN ALIMENTOS: MARCO CONCEPTUAL PARA SU GENERACION Y TRANSFERENCIA EN CENTROAMERICA Y PANAMA**

*Roberto Cuevas*<sup>1</sup>

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

## **RESUMEN**

Se presenta un marco conceptual que expresa la relación entre la disponibilidad de alimentos y la situación alimentario-nutricional de una población. Como elemento de ese modelo, se incluyó la ciencia y la tecnología, específicamente la generación y transferencia de tecnologías de alimentos, dentro del marco de tecnologías apropiadas.

A la luz del marco conceptual postulado, se realizó un análisis de tres casos exitosos de transferencia de tecnología alimentaria en el área centroamericana. Se identificaron los aspectos cruciales en cada caso, y se hizo una revisión crítica de las características y condiciones demandadas, en general, por las acciones de generación y transferencias de tecnologías apropiadas. De ese modo, se llevó a cabo un recuento de los factores esenciales para que una tecnología de alimentos sea apropiada, análisis que culminó en la postulación de un modelo de su ciclo de vida.

Sobre estas bases, se enunciaron los lineamientos que podrían constituir un marco conceptual, y servir de guía en las acciones de generación y transferencia de tecnologías apropiadas de alimentos en Centroamérica y Panamá. Como constituyentes esenciales de ese marco conceptual, están la identificación y caracterización de la problemática de un grupo "usuario" de la tecnología; la generación de la solución de esa problemática por un grupo multidisciplinario, que incluye a los "usuarios"; la prueba y evaluación de la factibilidad (técnica, económica, política y sociocultural) de la tecnología; y la transferencia controlada de esa tecnología, al grupo usuario.

---

Manuscrito modificado recibido: 19-12-89

1 Ingeniero Químico, M.Sc., M.S., Ph. D., Científico en Ingeniería y Tecnología de Alimentos, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, y Proyecto de Apoyo Técnico a los Programas de Alimentación a Grupos (PROPAG), Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.

## INTRODUCCION

En el último cuartilo del siglo XX, se ha evidenciado en la región de Centroamérica y Panamá la urgencia de resolver los problemas alimentario-nutricionales de las poblaciones (1). El desarrollo de nuevas tecnologías de alimentos o la adaptación de las ya existentes a las necesidades locales, son vías eficientes e imprescindibles para enfrentar esa problemática (2). De hecho, la creación y la transferencia de tecnologías apropiadas deben ser un punto central en los esfuerzos de desarrollo de los países.

En el área centroamericana se han realizado diversos esfuerzos de generación, adaptación y transferencia de tecnologías apropiadas de alimentos. El ejemplo clásico es la utilización del concepto de mezclas vegetales de alto valor nutritivo, desarrollado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) como respuesta al problema de deficiencias proteínico-energéticas en los países centroamericanos (3-7). Estos esfuerzos científico-tecnológicos culminaron con la introducción de la Incaparina, producida industrialmente, al mercado guatemalteco (8, 9).

La transferencia de tecnologías de alimentos a grupos de pequeños agricultores se ha llevado a cabo exitosamente en Centroamérica (10-13). En otras regiones de Latinoamérica, están vigentes importantes acciones de transferencia de tecnologías de alimentos (14, 15). Lo mismo se puede decir de otras partes del mundo (16).

El objetivo de este trabajo es caracterizar los factores que han contribuido al éxito de las acciones de generación y transferencia de tecnologías de alimentos, en países del Istmo Centroamericano. Con base en ese análisis, y a la luz de una revisión crítica de la literatura sobre transferencia de tecnología, se formula un marco conceptual, el cual puede ser un medio para lograr la maximización de la eficiencia y de la eficacia de los procesos de desarrollo tecnológico, como parte de los planes nacionales de alimentación y nutrición.

La Figura 1 sintetiza y presenta en forma simplificada los factores que afectan el estado nutricional de las personas. Los factores históricos (externos e internos) representan el escenario en el que se ubica una población de un país determinado. Sus antecedentes, así como las influencias provenientes de circunstancias ajenas al país, determinan las variables de diversa índole social (por ejemplo, la estructura familiar (17)); política (políticas gubernamentales sobre precios de productos agropecuarios, y sobre ayuda alimentaria, (17)); económica (crédito e inversión a nivel rural; ingreso familiar (17, 18)); y cultural (educación nutricional, hábitos alimentarios (17, 19)).

Asimismo, los factores históricos condicionan la existencia y naturaleza de variables sanitarias (existencia de servicios de salud, agua potable y letrinas); ambientales (ambiente físico, biológico y psicológico (17)); ecológicas (cultivos por región; zonas climáticas) y de morbilidad (infección; infestación; programas preventivos de salud pública (18)).

Tanto los factores sociales, político-económicos y culturales, como los sanitarios, ambientales, ecológicos y de morbilidad, inciden en la disponibilidad de alimentos (1, 2, 17-24). La disponibilidad de alimentos se define como la suma de la producción interna, más las importaciones, menos las exportaciones, menos las pérdidas y otros usos no alimentarios; más las reservas (21). La Figura 1 ilustra, asimismo, las relaciones entre estos factores, dentro

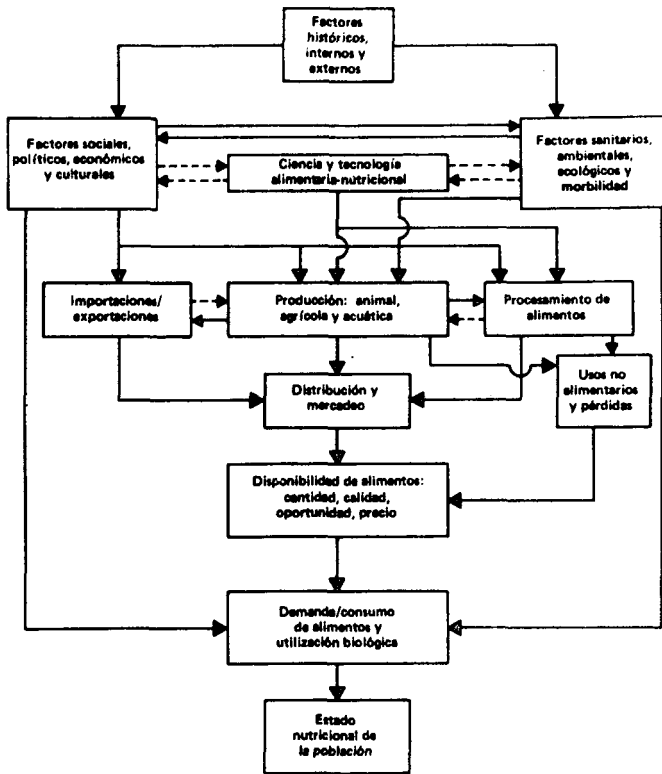


FIGURA 1

**Marco conceptual que expresa la relación entre los factores que inciden en el estado alimentario-nutricional de una población**

de un sistema de distribución y mercadeo, el cual no excluye la ayuda alimentaria nacional o internacional, y el autoabastecimiento (17).

En el contexto de la problemática alimentario-nutricional, además de la cantidad de alimentos, la disponibilidad debe incluir la calidad, la oportunidad en que están presentes (tiempo y lugar), y el precio de los mismos. Estos dos últimos factores determinan la accesibilidad de los individuos, familias y poblaciones, a los alimentos. También es conveniente tener presente que éstos llegan al consumidor como parte de una dieta, la que en condiciones ideales debe ser nutricionalmente balanceada (1, 22). La calidad de los alimentos engloba su valor nutricional; su funcionalidad; sus propiedades sensoriales; su contenido microbiológico e higiene; su adecuación al "mercado" (grupo de personas que han de consumirlos); su estabilidad (manejo, transporte, almacenamiento, uso); y su inocuidad (atoxicidad). Si hay alimentos disponibles en suficiente cantidad, pero con una calidad disminuida (por contaminación; por procesamiento inadecuado; por pérdidas de valor nutricional por empaque y almacenamiento indebido, etc.), desde el punto de vista nutricional habrá menos disponibilidad de nutrientes y energía, y por lo

tanto, el individuo ingerirá un alimento "ineficiente" (17). Por otra parte, aunque un alimento tenga una buena calidad en varios de los aspectos mencionados, excepto que no está adecuado para un mercado o grupo de consumidores específico, esas personas no lo consumirán, y por consiguiente, es igual que si no estuviera disponible. Este es el caso de algunos productos donados, que aun cuando son nutricionalmente buenos, son rechazados por ser inadecuados para los gustos de los consumidores objetivo.

Un factor cuya influencia indirecta en el estado nutricional se destaca en la Figura 1, es lo que en ese modelo se llama genéricamente "Ciencia y Tecnología". En este caso específico, se hace referencia a la ciencia y tecnología alimentario-nutricional a nivel de producción (animal, agrícola, acuática); de procesamiento; y de manejo, distribución y almacenamiento de alimentos. El efecto de la ciencia y tecnología alimentario-nutricional sobre la disponibilidad de alimentos y, por lo tanto, sobre el estado nutricional de una población, será positivo en la medida en que se desarrollen y transfieran tecnologías que maximicen su disponibilidad. Es imprescindible enmarcar la ciencia y la tecnología dentro del contexto de la realidad nacional, como lo sugieren las líneas punteadas que las relacionan con los múltiples factores que caracterizan a la población y a su estado de desarrollo. A manera de ilustración, la Tabla 1 muestra la situación existente en algunos países en cuanto a dos indicadores del estado de la ciencia y tecnología en general, y varios indicadores del desarrollo nacional. Es evidente la relación directa que prevalece en los países desarrollados entre los avances científico-tecnológicos y la mayor disponibilidad de proteínas y energía, así como las mejores condiciones de salud.

Todos los factores en cuestión afectan la demanda y el consumo de alimentos. Estas dos variables comprenden factores específicos tales como el poder de compra de las familias; las modalidades de adquisición de alimentos de las familias (18, 19); la preferencia y características de los individuos; la estructura y tamaño de las familias; los conocimientos, actitudes y prácticas alimentario-nutricionales de las familias; y los factores socioculturales (17-20). Además, la utilización biológica estará directamente relacionada con la disponibilidad, la demanda y el consumo de alimentos, y con el estado de salud individual y poblacional en cuanto a infección, infestación, morbilidad y calidad de vida (18, 19). La calidad nutricional y la biodisponibilidad de los nutrientes de los alimentos, también son factores críticos en su utilización biológica por una persona determinada (1, 3, 5-7). Por último, la utilización biológica de los alimentos por los individuos, es el factor que se puede tomar como premisa o causativo del estado nutricional individual y poblacional (17-20), tal como se ilustra en la Figura 1.

## **TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS EN CENTRO AMERICA**

En prácticamente todos los países de la Región Centroamericana se están llevando a cabo diversos tipos de trabajos de transferencia de tecnología: desde formulación de estrategias (25), hasta desarrollo y transferencia de tecnologías agroindustriales (26-30).

Con el propósito de tipificar los elementos que han determinado el curso

**TABLA 1**

**INDICADORES ECONOMICOS Y DE DESARROLLO EN ALGUNOS PAISES AMERICANOS**

País	Disponibilidad por persona <sup>a</sup>		Población por cama hospitalaria <sup>b</sup>	TM carne de res (1981) por 1,000 personas <sup>b,c</sup>	TM maíz (1981) por 1,000 personas <sup>b,c</sup>	No. científicos, ingenieros y técnicos en investigación por 1,000,000 personas <sup>b,c</sup>	No. de aplicaciones de patentes tecnológicas 1975 por 1,000,000 personas <sup>b,c</sup>
	Energía (kcal/día)	Proteína (g/día)					
Costa Rica	2,653	63.8	289 (1979)	0.037	0.0407	-	65
El Salvador	2,155	56.3	567 (1978)	0.0060	0.1044	172	-
Guatemala	2,138	58.2	457 (1973)	0.0135	0.1493	140	32
Honduras	2,135	52.1	742 (1978)	0.0143	0.0107	2	-
Nicaragua	2,188	57.9	474 (1976)	0.0136	0.0944	-	84
Panamá	2,338	56.4	251 (1978)	0.0216	0.0358	266	116
Argentina	3,380	112.7	176 (1971)	0.112	0.5052	854	175
Estados Unidos	3,641	105.6	164 (1978)	0.0469	0.9457	2,858	459

<sup>a</sup> 1979-1981; fuente: FAO Production yearbook 1983, Vol. 37, FAO statistics series No. 55. Rome (Italy), FAO, 1984.

<sup>b</sup> Adaptado de: United Nations: 1981 statistical yearbook. Department of International Economic and Social Affairs. New York, United Nations, 1983.

<sup>c</sup> Aproximado a datos de población de 1986.

de los diversos esquemas de generación y transferencia de tecnologías de alimentos en Centroamérica, se resumen las principales características de tres casos concretos: Incaparina, en Guatemala; los Modelos Agroindustriales Rurales en Costa Rica; y la Cooperativa Cuatro Pinos de Santiago Sacatepéquez, en Guatemala. La exposición se limita a citar los factores que caracterizaron cada caso, y más adelante se discutirá la diferencia entre la generación de tecnologías y su transferencia, así como las cualidades de una tecnología de alimentos apropiada.

### *Incaparina, Guatemala*

El problema de la desnutrición en el área centroamericana, generó la necesidad de realizar trabajos científicos y tecnológicos, que aportaran conocimientos básicos para caracterizar y comprender esa problemática, y las alternativas tecnológicas que pudieran constituirse en soluciones viables. Uno de los principales problemas nutricionales identificados en Guatemala fue la desnutrición proteínico-calórica, especialmente a nivel de la población infantil. El INCAP se dio a la tarea de estudiar profundamente esos síndromes (31-33), a fin de identificar mecanismos de solución o atenuación. Así se estableció la necesidad de contar con alimentos para el destete, que pudieran ser recomendados para los infantes y niños desnutridos, y de ser posible, para sus madres (9).

Inicialmente, se hizo una caracterización química y nutricional de las dietas que serían suplementadas con los productos, y de los posibles ingredientes a ser utilizados. Se desarrolló una base científica sólida respecto al valor nutricional y seguridad de los productos, para fundamentar su formulación con base en el uso de mezclas de alta calidad proteínica, y de materias primas vegetales, originarias del país. También se efectuaron estudios antropológicos para definir las costumbres y gustos locales sobre el consumo de alimentos a partir de cereales (9). Luego se desarrollaron posibles formulaciones, y se evaluó la calidad de la proteína y su toxicidad. Finalmente la "Mezcla No. 9" fue recomendada para su introducción comercial (3-7, 34, 35). Se realizaron estudios sobre características sensoriales, funcionales y de estabilidad, así como pruebas de aceptabilidad y de introducción al mercado (36). El objetivo era proporcionar al sector de la población con poco o modesto poder adquisitivo, una bebida de bajo costo, con un valor nutricional equivalente al de la leche, y con características culturalmente aceptables (9).

Para su producción por compañías industriales privadas (y al mismo tiempo para asegurar el control del INCAP sobre la calidad y ética de los patrones de promoción), el nombre "Incaparina" fue registrado como Marca Registrada (9). También se requirió efectuar arreglos formales entre el INCAP, la compañía fabricante, y el Gobierno de Guatemala (36).

La producción comercial se inició en una planta piloto, y la empresa fabricante se encargó, al principio, de la publicidad y del empaçado (con apoyo de INCAP), luego del mezclado, hasta que se hizo cargo de la producción y mercadeo completo (36). Las ventas anuales evolucionaron hasta el rango de varios millones de libras (8, 37). El INCAP ha prestado asistencia técnica al fabricante en diversos aspectos a lo largo de más de 20 años. A través de todo el proceso de introducción del producto, participaron las diversas instancias del sistema de salud del Gobierno; mucho del esfuerzo de promoción del

producto y de educación a madres y promotores de salud se llevó a cabo en los centros y puestos del Ministerio de Salud (37).

### *Modelos Agroindustriales Rurales en Costa Rica*

El Gobierno de Costa Rica incentiva el desarrollo de agroindustrias, con el fin de contribuir a resolver problemas en los diversos aspectos socio-económicos y de salud. Las características de la problemática de ese país no difieren de lo que se encuentra en otros países del área: pérdidas postcosecha; migración hacia las ciudades; falta de oportunidades de trabajo; necesidad de incrementar exportaciones; clases marginadas, etc. (23). Esto lleva a la necesidad de cubrir la demanda de alimentos de la población, y a la vez promover el desarrollo. La problemática del sector agroindustrial, y específicamente del alimentario, se caracteriza porque la tecnología de países desarrollados tiene una aplicabilidad limitada; el sistema de mercado es centralizado, deficiente en su organización y dominado por intermediarios (13); existen problemas de mal manejo, altos niveles de pérdidas postcosecha, y baja calidad de los productos alimenticios; y se cuenta con poca o inadecuada información sobre disponibilidad y costo de las materias primas. Esto resulta en daños a la economía de los productores, y en un producto de mala calidad para los consumidores (13, 23, 30).

En respuesta a esa situación, en el Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA), Universidad de Costa Rica, se analizó esta problemática y se propuso el enfoque de los "Modelos Agroindustriales Rurales" ("MAIR"), en el que los ejecutores y beneficiarios son los pequeños productores organizados (11, 13, 23, 30). En ese esfuerzo, se hizo investigación para dimensionar la problemática, y se estableció que los proyectos agroindustriales tradicionales fracasan por causa de los siguientes factores: riesgo subestimado; estructura no adecuada del sector agropecuario sobredimensionamiento de los proyectos; y origen de los proyectos. Respecto a este último factor, se consideró que un proyecto tiene más probabilidades de éxito si se inicia a partir de un problema existente de producción, comercialización, o de otra índole (11). En el enfoque tradicional se inicia un proyecto a partir de una oportunidad, la que en los países menos desarrollados no siempre está bien definida. En los MAIR, se analiza el problema (producción, comercialización), y si existe la posibilidad para una agroindustria, se organiza una actividad de "riesgo compartido". En ella, los agricultores aportan materia prima, mano de obra e infraestructura. El CITA aporta tecnología, equipo y asesoría en administración, economía, mercadeo, producción y control de calidad. Después de un período establecido de producción en pequeña escala, se evalúa la factibilidad de la agroindustria, a fin de solicitar financiamiento e instalar la planta agroindustrial (11). Bajo esa modalidad, el CITA ha trabajado con dos Cooperativas: "Zarcero" en el valle central, y "El Silencio", en la costa del Pacífico. Concretamente, el CITA hizo los estudios de factibilidad; estudios de tecnología de alimentos en laboratorio y planta piloto; estudios de mercado; entrenamiento a miembros de la Cooperativa, y otros esfuerzos de transferencia de tecnología (incluyendo asesoría permanente). Las Cooperativas construyeron y/o adaptaron los edificios para las plantas procesadoras, y cargaron con los costos operativos de las plantas.

*Cooperativa de Santiago Sacatepéquez, Guatemala*

En Santiago Sacatepéquez, Guatemala, el Grupo Suizo, que es un grupo técnico auspiciado por la Iglesia Protestante Suiza, ha trabajado desde 1976 para promover el desarrollo social y agrícola de esa comunidad rural. Era evidente la existencia de graves problemas alimentario-nutricionales, así como la necesidad de elevar el estado nutricional de los habitantes de esa comunidad, y se creyó pertinente lograrlo, elevando su nivel de ingresos. Por la interacción entre el Grupo Suizo, el INCAP y los agricultores, en 1979 se decidió que por medio de la intensificación del uso de la tierra, a través del cultivo y procesamiento de vegetales, se podría enfrentar ese problema. Se pensó en una agroindustria para deshidratar aquella porción de la producción de vegetales que no pudiera ser canalizada en fresco. La agroindustria tendría el objetivo de garantizar precios adecuados de los productos, y la incorporación de la comunidad en el campo tecnológico y comercial, con los consiguientes beneficios socioeconómicos (10, 38-40).

El INCAP desarrolló un secador prototipo, y un estudio de factibilidad técnico-económica para el establecimiento de la planta de deshidratación de vegetales (38, 40). El Grupo Suizo, por su parte, apoyó la organización de los agricultores en una agroindustria tipo cooperativa ("Unión Cuatro Pinos"). El proyecto tendría el beneficio adicional de influir en una disminución de las importaciones de los vegetales producidos.

Se construyó la planta de procesamiento para una capacidad estimada en 181 TM/año de perejil. Los aspectos técnicos del proyecto se basaron en los estudios de secado a nivel de laboratorio y planta piloto, los que sirvieron de base al estudio de factibilidad (10, 38). El proyecto ha resultado en un mercado para los productos agrícolas, a precios constantes; empleo para los vecinos sin tierra; retorno de ganancias a la Cooperativa; e integración de la comunidad a las actividades agroindustriales, con acceso a la tecnología. El resultado global es una mejora en las condiciones sociales y en el ingreso económico de los miembros de la Cooperativa, lo cual ha sido tema de estudio. También se logró que los afiliados a la Cooperativa obtuvieran mayores rendimientos de granos básicos, que los no afiliados, lo que podría incidir en mayor disponibilidad para el autoconsumo (41).

*Comentarios sobre los tres Casos*

Las principales características de los tres casos son: la actividad tecnológica se originó en respuesta a la presencia de un problema y la necesidad de resolverlo; la aplicación de la tecnología resolvió el problema concreto que la originó, pero también tuvo importantes connotaciones y consecuencias económicas, sociales y culturales; la tecnología se generó (o se adaptó), se transfirió y se aplicó dentro del contexto real del grupo humano o población a quien iba dirigida; la generación de la tecnología (o la adaptación de tecnologías ya existentes), y la transferencia de la tecnología, que aún siendo actividades complementarias, son distintas, y requirieron de planificación, enfoques, conocimientos, aptitudes, recursos y actividades específicas; la tecnología transferida se respaldó en una amplia base científico-tecnológica; los usuarios de la tecnología participaron en algún modo y en alguna medida, desde el inicio y a través del proceso de generación y/o transferencia. En el caso de la

Incaparina, se atacó el problema nutricional haciendo disponible en el mercado un alimento de alto valor nutritivo, a un costo accesible a la mayoría de la población y de alta aceptabilidad. Los otros dos casos incidirían en un estado nutricional a través del mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los miembros de las poblaciones involucradas, y haciéndoles accesibles tecnologías apropiadas para generación de ingresos (véase Figura 1).

## GENERACION DE TECNOLOGIAS APROPIADAS

### *Conceptualización*

Con el objetivo de contribuir a la uniformización de terminología, se citan algunas definiciones de términos que serán mencionados más adelante en este trabajo (42-57). *Tecnología* es el conjunto de actividades científicas por medio del cual el conocimiento es aplicado al descubrimiento, comprensión, modificación o generación de un producto, proceso o servicio. Las características de una tecnología de ser apropiada o inapropiada dependen de su relación con un conjunto específico de circunstancias o factores ecológicos, sociales, culturales, económicos y políticos, en el contexto en que se aplicará dicha tecnología (50, 51). La Tabla 2 resume algunas de las principales características de las tecnologías apropiadas, con el enfoque hacia países con menos

**TABLA 2**

### **CARACTERISTICAS DE LAS TECNOLOGIAS APROPIADAS (43-55)**

Características
Enfocadas a Resolver Problemas y Necesidades Básicas, Idealmente de los Grupos de Bajos Ingresos Económicos
Producto o Servicio Util, Aceptable y Accesible al Grupo Poblacional Meta
Alta Adaptabilidad a un Ambiente Ecológico, Social, Político Económico y Cultural Particular
Uso Equilibrado y Racional de los Recursos Naturales
Baja Inversión de Capital
Baja Relación Capital/Unidad de Producto o Servicio
Bajo Costo del Producto o Servicio Final, en el Mercado Meta
Pequeña o Intermedia Escala de Operación
Simplicidad Organizacional del Grupo Humano que la Usa o Aplica

desarrollo, como los del Istmo Centroamericano. Considerada como una actividad técnico-científica, la tecnología apropiada es la aplicación de las ideas modernas de ciencia e ingeniería, para simplificar, adaptar, mejorar o desarrollar procesos, máquinas, equipos o servicios, con el fin de resolver problemas de una manera compatible con las características ecológicas y con las necesidades culturales, sociales, económicas y políticas de los países y sectores de la población menos desarrollados (42-53). La tecnología apropiada se caracteriza tanto por un proceso de establecimiento de metas económicas, sociales y ambientales, como por una evaluación de los efectos potenciales en esos aspectos, considerados antes de generar, aplicar o transferir las tecnologías propuestas (51).

Con base en los comentarios sobre los casos de generación y transferencia de tecnología en Centroamérica, expuestos anteriormente, y teniendo en cuenta las definiciones apuntadas, es posible identificar otras condiciones que deben ser cumplidas al trabajar en la generación de tecnologías apropiadas. Es esencial que las tecnologías estén basadas en el objetivo de resolver las necesidades prioritarias y demandas expresadas de los potenciales usuarios. Estas tecnologías deben ser generadas para beneficiar especialmente a los sectores más pobres, débiles y desarticulados de la sociedad, que tienen grandes necesidades y pocas oportunidades de satisfacerlas. Es necesario también que el producto o servicio resultante del uso de la tecnología, tenga alta demanda, aceptabilidad y valor de "mercabilidad"; en otras palabras, debe ser factible desde el punto de vista de los valores culturales, tradiciones y costumbres, además de responder a determinadas necesidades de la población. Idealmente, las tecnologías deben fomentar el balance ecológico y la preservación del medio ambiente, y deben incluir el posible uso de materias primas disponibles localmente, y de recursos subutilizados, desperdiciados o no utilizados (42-54). La tecnología debe encajar en el momento sociopolítico y en el proceso general de desarrollo de la población meta; debe, además, poder ser insertada fácilmente en el medio sociocultural de los utilizadores (57), por lo cual la tecnología apropiada se caracteriza por ser flexible y adaptable a las condiciones dinámicas en donde se aplica. Finalmente, es esencial que la tecnología, para ser apropiada, lleve al máximo la creatividad de los utilizadores, haciéndoles participar en todas las etapas del desarrollo tecnológico; esto, en última instancia, permitirá a los usuarios un control consciente sobre la satisfacción de sus necesidades y aspiraciones esenciales y, por consiguiente, sobre su propio desarrollo (57).

### *Generación*

Las opciones disponibles al definir las posibles soluciones tecnológicas para un problema son: adquirir tecnologías (comprar, recibir en donación); generar tecnologías; adaptar o mejorar tecnologías; y mejorar tecnologías o prácticas artesanales autóctonas y tradicionales. En el contexto de este trabajo, se entiende por generación tanto la "creación" de tecnologías como la adaptación o a la mejora de tecnologías.

En algunas ocasiones se ha tratado de adaptar el enfoque utilizado para realizar investigación básica (el que ha contribuido al avance científico alcanzado por la humanidad), a la generación de tecnologías apropiadas. La Figura 2 ilustra ese enfoque (46); en muchos casos, el destino inmediato es el

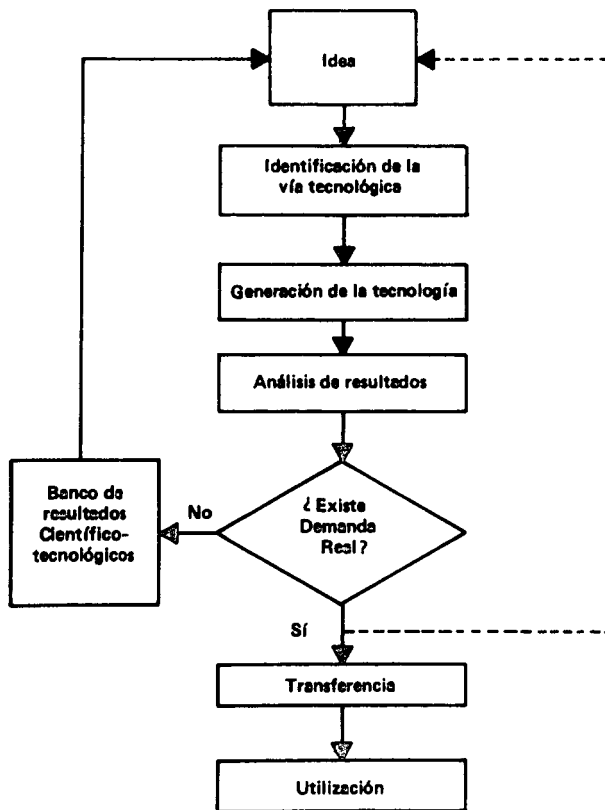


FIGURA 2

### Generación de tecnologías siguiendo un enfoque de investigación básica

banco de resultados científico-tecnológicos. Esto hace que en el contexto de los requisitos listados en la Tabla 2, esa tecnología sea inapropiada, ya que no soluciona un problema específico de un grupo poblacional. Por supuesto, esta situación no contradice que así se logren importantes adelantos desde el punto de vista científico. De hecho, ese conjunto de conocimientos científicos es el que permite el avance tecnológico.

Durante la ejecución de las actividades del proceso científico-tecnológico, hay que tener en cuenta y muy claro que, independiente del grado de dificultad o éxito inherente a la generación de tecnologías, la generación de tecnologías apropiadas es difícil y el éxito no siempre es seguro. Sin embargo, hay una forma lógica que permite aumentar las posibilidades de éxito: Un enfoque apropiado para la generación de esas tecnologías se expone en la Figura 3 (45, 52). Varios aspectos esenciales resaltan en esa Figura: es indispensable la participación activa del grupo poblacional objetivo (aquel grupo que tiene el problema que va a ser enfrentado, y que en este trabajo se llama "grupo usuario"); es necesario partir de un problema; es necesario el

enfoque multidisciplinario (50, 56); y es necesaria la prueba de la tecnología, tanto en condiciones piloto, como en condiciones reales. Es evidente que los casos descritos de transferencia de tecnología en Centroamérica, gozan de varias de esas características. Los usuarios y sus problemas deben ser el centro del proyecto de tecnologías apropiadas, por lo cual se necesita un contacto directo, constante y efectivo entre ellos y los técnicos. La estrategia es de "resolución de problemas": identificar problemas, generar y aplicar soluciones, resolver problemas. Los proyectos deben ser dinámicos, con flexibilidad para hacer adaptaciones o cambios con base en retroalimentación y control (Figura 3). Las tecnologías deben ser aptas para el Grupo Usuario, en oposición al caso en que las personas se tienen que adaptar a las tecnologías.

La generación de tecnologías apropiadas es más eficiente, y su resultado es más eficaz si se enfoca hacia la resolución de problemas; esto en oposición al enfoque que se basa en "forzar tecnología", que consiste en generar y tratar

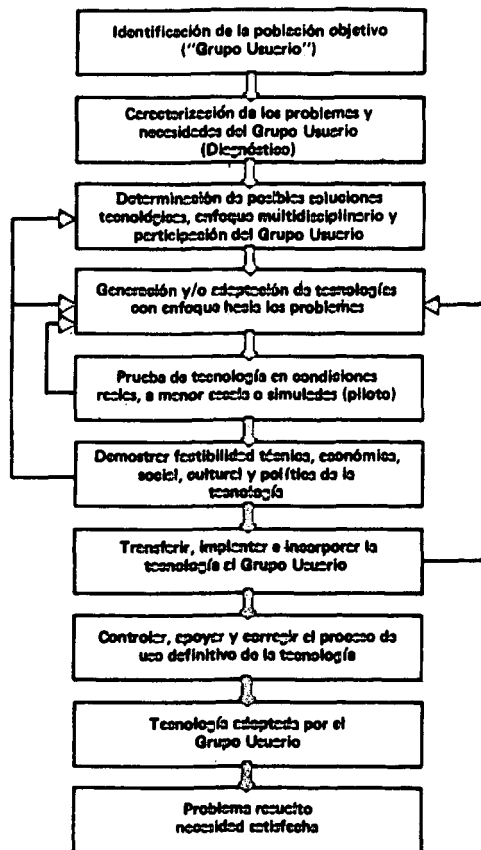


FIGURA 3

El ciclo de vida de las tecnologías alimentarias apropiadas

de “vender” tecnologías y “soluciones” a problemas que no existen o para usuarios o demandas irreales. Este es el caso del hombre con una llave buscando alguna puerta que pueda abrir, o el caso del tirador que primero dispara y después coloca el blanco u objetivo, para lograr acertar (49), como se ilustra en la Figura 4.

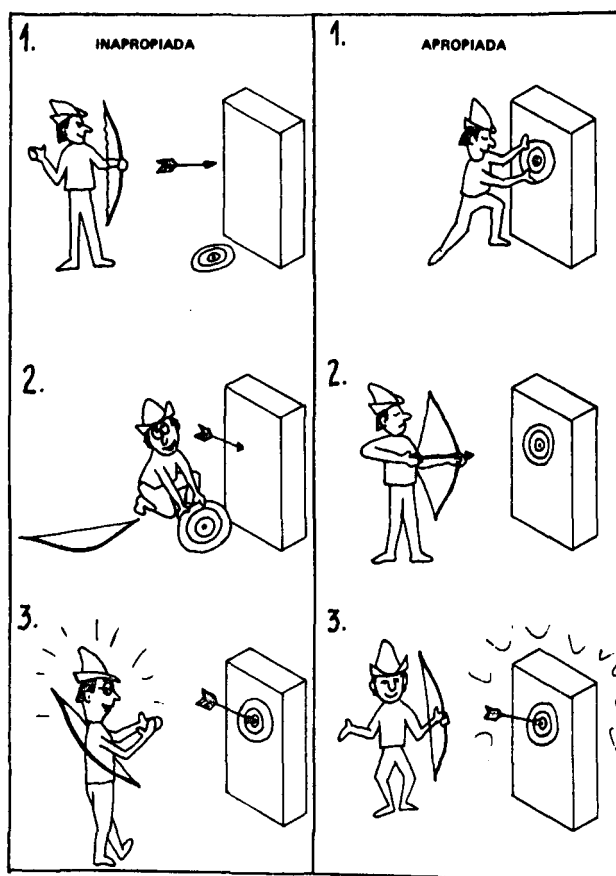


FIGURA 4

### Comparación del desarrollo de tecnología inapropiada con el desarrollo de tecnología apropiada

El modelo en la Figura 3, lleva implícito que las actividades científico-tecnológicas necesarias para la generación y/o adaptación de tecnologías, serán realizadas con el apego indispensable al método científico. Tampoco se excluye la posibilidad de tener que efectuar algunas actividades de investigación básica que sirvan de apoyo al proceso de generación y/o adaptación de las tecnologías. La diferencia entre investigación básica y generación de tecnologías estriba en que la primera comprende las actividades dedicadas a alcanzar el conocimiento o entendimiento de un fenómeno, y no una aplicación práctica de ese conocimiento. En realidad, ambas deben ser complementarias.

## TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS

### *Conceptualización*

En términos generales, por transferencia de tecnología se entiende la transferencia de tecnologías de producción, procesamiento, de gestión o de comercialización por cualquier medio, excluyéndose las transacciones que sólo consisten en venta de mercancías (56). Se deben agregar aquí las tecnologías que entrañan el ofrecimiento de servicios, y los procesos educacionales. En otros términos, transferencia de tecnología es el proceso por el cual la información, conocimientos, experiencia, instrucciones, diseños, planos, métodos, maquinarias y equipos, mecanismos, patentes y certificados de invención, modelos, guías, fórmulas, especificaciones y servicios, necesarios para poner en práctica, aplicar o conocer una tecnología, son transferidos, transmitidos, mostrados, enseñados, comunicados, por cualquier modalidad de transacción, de una persona o grupo de personas, a otra u otras.

### *Transferencia*

La transferencia de tecnología puede ser un proceso muy sencillo, como ocurre en el caso en que una información tecnológica es transmitida de un científico a otro durante un congreso o simposio. Otra forma muy frecuente de transferencia de tecnología es mediante sistemas de recolección, registro, exhibición, transmisión, etc. de información, tal como sucede en los centros de información, centros de cómputo, bibliotecas y en los procesos educativos.

En efecto, la tecnología puede ser eficientemente transferida a través de un sistema de enseñanza y formación de recursos humanos, formalmente estructurado, ya sea para proporcionar entrenamiento y/o conocimientos en temas técnicos específicos, o por medio de programas amplios, generalmente enfocados hacia la obtención de un diploma o grado académico en un área del conocimiento y/o varias sub-áreas tecnológicas (52). A manera de ejemplo, un programa de enseñanza como este último, destinado a la transferencia de tecnologías apropiadas de alimentos, podría estar constituido por los contenidos programáticos que se muestran en la Tabla 3. Un curso de postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos, con Énfasis en Nutrición, desarrollado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ha sido un medio efectivo de transferencia de tecnología alimentario-nutricional durante más de 10 años en Latinoamérica.

El éxito al transferir la tecnología es difícil de alcanzar si la tecnología no fue dirigida a resolver una necesidad o problema del usuario, y si no se desarrolló o adaptó juntamente con el usuario. Se debe tener en cuenta, valga la repetición necesaria, que las tecnologías deben ser transferidas complementando o acoplándose a las tradiciones y culturas locales, y no amenazándolas, oponiéndose a ellas, o violándolas. Si esto se cumple, y además la tecnología "funciona", es factible económicamente, resuelve el problema o necesidad objetivo, y mejora la calidad de vida, la gente la aprobará aun sin mucha promoción. Un proyecto de tecnología apropiada tiene éxito sólo si la tecnología resulta en un cambio positivo y contribuye a iniciar y sostener un proceso de desarrollo en la comunidad usuaria. Indudablemente, esto requerirá esfuerzos de demostración y entrenamiento. Hay que recordar que la

TABLA 3

**EJEMPLO DEL CONTENIDO PROGRAMATICO DE UN CURSO DE  
POSTGRADO EN TECNOLOGIAS APROPIADAS DE ALIMENTOS**

- I. Principios científicos y tecnológicos básicos (30% de dedicación)
  - Microbiología de alimentos
  - Nutrición aplicada
  - Operaciones unitarias en tecnología de alimentos
  - Análisis de alimentos
  - Principios de análisis experimental
  
- II. Tecnologías apropiadas de alimentos (20% de dedicación)
  - Alternativas tecnológicas específicas (cereales, frutas y vegetales, lácteos, grasas y aceites)
  - Aplicación práctica de principios científicos y tecnológicos, adecuada a Centroamérica y Panamá
  - Recursos, geopolítica, materias primas, producción, medio ambiente y ecología, socio-economía, etc.
  
- III. Principios socioeconómicos básicos y aplicados (15% de dedicación)
  - Análisis sociocultural de un grupo poblacional de "usuarios"
  - Diseño, implantación y gerencia de proyectos de tecnología apropiada de alimentos
  - Análisis de viabilidad técnico-económica-sociocultural y política de proyectos y alternativas tecnológicas (estudio de casos)
  
- IV. Aplicación práctica de tecnología apropiada de alimentos (35% de dedicación)
  - Proyecto seleccionado con la institución o país patrocinante del estudiante
  - Problema real de una comunidad o grupo poblacional del país de origen del estudiante
  - Seguir los lineamientos de la Figura No. 3

aceptación y adopción de la tecnología no necesariamente sucederá de un día para otro, sino que puede tomar algún tiempo (meses y aun años).

Algunas inconveniencias prácticas que se pueden encontrar son, por ejemplo:

- Falta de recursos (económicos, organizacionales, físicos, humanos, políticos, otros) para llevar a cabo la acción de transferencia.
- Falta de interés real, o imposibilidad, conflicto de intereses, etc., por parte de los usuarios, en recibir la tecnología.
- Falta de credibilidad, por parte de los usuarios, en la tecnología o en los transmisores de las tecnologías.

Con el fin de minimizar algunos de los posibles problemas en la etapa de transferencia de tecnología, una evaluación como la que se presenta en la

Tabla 4 se hace muy conveniente. En este caso se trata de establecer cuán competente es la tecnología que deseamos transferir, en comparación con otras alternativas, para así poder ejercer (*a priori*) alguna acción correctiva o preventiva (42-44).

**TABLA 4**  
**POSICION COMPETIVA DE LA TECNOLOGIA APROPIADA EN VIAS**  
**DE SER TRANSFERIDA (42-54)**

Criterio	Comparada con			
	Tecnologías tradicionales o artesanales	Tecnologías modernas	Tecnologías importadas	Pseudotecnologías o "no tecnología"
Viabilidad tecnológica				
Viabilidad económica				
Viabilidad socio-cultural				
Viabilidad política				
Capacidad de evolución, adaptación y cambio				

### *Operacionalización*

Como condiciones esenciales para que una institución tenga éxito al llevar a cabo proyectos o programas de generación y transferencia de tecnologías alimentario-nutricionales apropiadas, además de un enfoque como el presentado en la Figura 3, se vislumbran algunos requisitos de organización administrativa:

- i) Contar con el apoyo institucional y de la dirección o gerencia en cuanto a objetivos, prioridades y recursos de los proyectos o programas.
- ii) Contar con recursos humanos de una preparación y experiencia adecuadas, que permitan efectuar eficientemente todos y cada uno de los pasos del proceso (Figura 3), por ejemplo, para:
  - contactos con usuarios en la definición de problemas y en el desarrollo de las tecnologías;
  - generación de la tecnología en sus fases de laboratorio; planta piloto, estudios de mercado; factibilidad técnica, factibilidad económica; caracterización alimentario-nutricional, social, política, cultural y

económica de los usuarios y sus problemas;

- transferencias, seguimiento, control y medición del impacto de la tecnología.

iii) Contar con una estructura administrativa dentro de la institución, que permita flexibilidad, efectividad, cumplimiento de objetivos, plazos y presupuestos, y que sea eficiente, para no tener como actividades complementarias, y aun traslapadas en la práctica, pero que requieren de conocimientos, experiencia y métodos específicos. Por lo tanto, será necesario contar con el personal idóneo para cada etapa del proceso tecnológico.

— decisión entre las modalidades organizativas posibles, basada en escoger la que más encaje con los objetivos, políticas, recursos, y organización de la institución, y que asegure el logro eficiente de los objetivos trazados. Para ello sería conveniente tomar una alternativa ecléctica, en que se haga un compromiso entre una estructura que ya está operando y las necesidades de flexibilidad, eficiencia y eficacia de los programas. Por ejemplo, se debe decidir cuál modelo organizativo es más útil, práctico, fácil, barato, y eficiente de implantar al principio, para luego decidir si se continúa, se modifica o se cambia el modelo.

## CONCLUSION

La ciencia y la tecnología tienen un papel muy importante en la búsqueda y aplicación de soluciones efectivas a los problemas alimentario-nutricionales en Centroamérica y Panamá (Figura 1). Esto a su vez, implica que es imprescindible afianzar, extender y diversificar los cimientos de los conocimientos científicos en los países del Istmo Centroamericano. En consecuencia, se postula que se pueden generar y transferir tecnologías alimentario-nutricionales verdaderamente apropiadas, si en los países del Istmo se hacen serios esfuerzos de investigación básica en ciencias de alimentos, nutrición y ciencias afines, aunados a estrategias óptimas para asegurar adecuación a un grupo usuario y su transferencia.

El modelo que ilustra la Figura 3, que es un lineamiento de una metodología de transferencia de tecnologías alimentarias apropiadas, reúne las características de casos exitosos de transferencia de tecnología de alimentos en el área centroamericana. Ese modelo, así como el análisis sobre las variables que afectan el problema nutricional (Figura 1), podrían servir de marco conceptual para la planificación de estrategias, políticas y acciones de ciencia y tecnología, para atender las necesidades alimentario-nutricionales de las poblaciones de Centroamérica y Panamá. Los elementos principales del modelo propuesto son: resolución de problemas de un grupo usuario, con participación multidisciplinaria.

## SUMMARY

### ADEQUATE FOOD TECHNOLOGIES: CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR THEIR GENERATION AND TRANSFERENCE IN CENTRAL AMERICA AND PANAMA

A conceptual framework is presented, expressing the relationship between food availability and the food and nutritional status of a population. As element of the model, the generation and transfer of appropriate food technologies were included.

Based on the conceptual framework, three successful cases of food technology transfer in the Central American area were analyzed. The most important aspects of each case were identified, and a critical review of the characteristics and conditions required to generate and transfer appropriate technologies, was carried out. An inventory was made of those factors which are essential for a food technology to be appropriate; this analysis resulted in the postulation of a model describing the life cycle of appropriate food technologies.

On these bases, several guidelines are postulated, which could constitute a conceptual framework to help guide actions in the generation and transference of appropriate food technologies in Central America and Panama. Essential elements of the proposed framework are: identification and characterization of the problem of the group of "users" of the technology; problem solution by a multidisciplinary group; test of the technology and evaluation of its feasibility (technical, economical, political, social and cultural), and controlled transference to the group of "users".

## AGRADECIMIENTO

Se agradecen las valiosas sugerencias de los Dres. Luiz G. Elías, y de Mario R. Molina, y del Lic. Juan Caviedes (todos ellos miembros del INCAP), a este trabajo. También se agradece la creatividad aportada por el Sr. Salvador Ruiz, plasmado en la Figura 4. Se contó con el apoyo financiero del Proyecto de Apoyo Técnico a los Programas de Alimentación a Grupos (PROPAG), ejecutado por el INCAP con asistencia de ROCAP/AID.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., M. Flores, E. Ibáñez, & J.M. González. Necesidades de alimentos en base a dieta de las poblaciones de Centro América y Panamá para el año 2,000. En: *Necesidades Actuales y Futuras de Alimentos Básicos en Centro América y Panamá*. R. Bressani (Ed.). Simposio organizado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Guatemala, 4 al 6 de junio de 1985. Guatemala, INCAP, 1986, p. 1-16.
2. Del Canto, J., Ch. Teller, D. Salcedo & J. Aranda-Pastor. Componentes de los problemas socioeconómicos y nutricionales, y crecimiento demográfico centroamericano. En: *Interacción entre Producción Agrícola, Tecnología de Alimentos y Nutrición*. R. Bressani (Ed.). Memorias de la Conferencia, Guatemala, 6 al 9 de noviembre de 1978. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1984, p. 58-72.
3. Bressani, R., L.G. Elías, A. Aguirre & N.S. Scrimshaw. All-vegetable protein mixtures

- for human feeding. III. The development of INCAP vegetable mixture nine. *J. Nutrition*, **74**: 201-208, 1961.
4. Bressani, R. & L.G. Elías. Mezclas de proteínas vegetales para consumo humano. IX. Aminoácidos limitantes en la mezcla vegetal INCAP 9 y efecto de la adición de pequeñas cantidades de concentrados proteínicos de origen vegetal y animal. *Arch. Venezol. Nutr.*, **2**: 245-257, 1962.
  5. Bressani, R. & L.G. Elías. Processed vegetable protein mixtures for human consumption in developing countries. In: *Advances in Food Research*. C.D. Chichester, E.M. Mrak & G.F. Stewart (Eds.). Vol. 16. New York, N.Y., Academic Press, 1968, p. 1-103.
  6. Bressani, R. & L.G. Elías. Development of new highly nutritious food products. In: *Man, Food and Nutrition*. M. Rechcigl, Jr. (Ed.) Cleveland, Ohio, CRC Press, 1973, p. 252-274.
  7. Bressani, R. Valor nutritivo de mezclas vegetales. *Interciencia*, **1** (1): 26-31, 1976.
  8. Wise, R.P. The case of Incaparina in Guatemala. *Food Nutr. Bull.*, **2** (2): 3-8, 1980.
  9. Scrimshaw, N.S. A look at the Incaparina experience in Guatemala. *Food Nutr. Bull.*, **2** (2): 1-2, 1980.
  10. Axtell, B.L., A.A. Sweman & M.R. Molina. Development of a vegetable dehydration model for a rural co-operative in Guatemala. *Trop. Sci.*, **24** (1): 53-60, 1982.
  11. Aguilar, V.F., L.F. Arias, & W. Bustamante. Promoción del desarrollo agroindustrial en Costa Rica: Análisis de la eficacia del enfoque tradicional utilizado por el sector público. *Ing. Cienc. Quím. (Costa Rica)*, **9** (2): 60-61, 64-66, 69-80, 73, 1985.
  12. Fumagalli, A. El Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas —ICTA— en Guatemala. En: *Necesidades Actuales y Futuras de Alimentos Básicos en Centro América y Panamá*. Simposio organizado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Guatemala, 4 al 6 de junio de 1985. Guatemala, 1986, p. 481-493.
  13. Fernández, R., R.D. Cooke, R. Quiroa, L. Madrigal, A. Samuels, F. Aguilar & A. Ortiz. Fruit and vegetable processing and appropriate technology in Costa Rica: A case study. *Trop. Sci.*, **22** (2): 175-178, 1986.
  14. Cotton, R.H. & S.S. Flaschen. Foundation Chile: An experiment in food technology transfer and marketing. *Cereal Foods World* **31** (2): 175-178, 1986.
  15. Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Alimentos. *Proyecto III. Tecnología, Producción y Comercialización de Alimentos Infantiles y Dietéticos Formulados en la Subregión*. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigaciones Tecnológicas, 1982.
  16. United Nations Industrial Development Organization. *Appropriate Industrial Technology for Food Storage and Processing*. Monographs on Appropriate Industrial Technology No. 7. New York, N.Y., United Nations, 1979.
  17. Taylor, L. The determinants of nutrition status. What economic planners need to know. In: *Nutrition Planning: The State of the Art*. IPC Guildford (RU) DC, 1978.
  18. Pellet, P. L. Commentary: Changing concepts on world malnutrition. *Ecol. Food Nutr.*, (FAO), **13**: 115-125, 1983.
  19. Pellet, P.L. Factores que determinan el estado nutricional. *Food and Nutrition (FAO)*, **13**: (1): 2-15, 55, 1987.
  20. Pinstrup-Andersen, P. Estimating the nutritional impact of food policies: A note on the analytical approach. *Food Nutr. Bull.*, **5** (4): 16-21, 1983.
  21. Del Canto Labarca, J. *La Planificación de la Alimentación y la Nutrición. Presentado al: Seminario sobre Alimentación y Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social. San Salvador, 19-30 de abril, 1982*. Guatemala, Instituto de

- Nutrición de Centro América y Panamá. (A máquina, sin fecha).
22. Elías, L.G. Estándares nutricionales para integrar la producción de alimentos básicos y las necesidades nutricionales. En: **Interacción entre Producción Agrícola, Tecnología de Alimentos y Nutrición**. R. Bressani (Ed.). Memorias de la Conferencia, Guatemala, 6 al 9 de noviembre de 1978. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1984, p. 209-227.
  23. Arias, L.F. Aplicación de tecnología intermedia para el procesamiento y la preservación de alimentos. En: **Interacción entre Producción Agrícola. Tecnología de Alimentos y Nutrición**. R. Bressani (Ed.). Memorias de la Conferencia, Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1984, p. 380-393.
  24. Beaton, G.H. Perspectives and priorities in food and nutrition planning. In: **Nutrition and Agricultural Development**. N.S. Scrimshaw & M. Béhar (Eds.). Proceedings of the Fourteenth International Biological Symposium held in Guatemala City, Guatemala, December 2-6, 1974. New York, N.Y., Plenum Press, 1976.
  25. Secretaría de Recursos Naturales. **Estrategia para la Generación y Transferencia de Tecnología**. Dirección General de Agricultura, Departamento de Extensión e Investigación Agrícola, República de Honduras. Tegucigalpa, D.C., 1987. A máquina.
  26. Fuentes A. Desarrollo de la variedad de maíz "Nutricia" de alta calidad nutritiva. Guatemala. En: **Necesidades Actuales y Futuras de Alimentos Básicos en Centro América y Panamá**. R. Bressani (Ed.). Simposio organizado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Guatemala, 4 al 6 de junio de 1985. Guatemala, (INCAP), 1986, p. 431-442.
  27. Waugh, R.K. Transferencia de tecnología agrícola. En: **Interacción entre Producción Agrícola, Tecnología de Alimentos y Nutrición**. R. Bressani (Ed.). Memorias de la Conferencia, Guatemala, 6 al 9 de noviembre de 1978. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1984, p. 355-366.
  28. Triminio, R. & C. Estrada. Nicaragua: Investigación y transferencia de tecnología agrícola. En: **Necesidades Actuales y Futuras de Alimentos Básicos en Centro América y Panamá**. R. Bressani (Ed.). Simposio organizado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Guatemala, 4 al 6 de junio de 1985. Guatemala, INCAP, 1986, p. 495-604.
  29. Jarquín, R. El cerdo criollo: Un recurso centroamericano aún no explotado. En: **Necesidades Actuales y Futuras de Alimentos Básicos en Centro América y Panamá**. R. Bressani (Ed.). Simposio organizado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Guatemala, 4 al 6 de junio de 1985. Guatemala, INCAP, 1986, p. 363-379.
  30. Aguilar, F. El papel de las agroindustrias en el desarrollo agrícola. En: **Necesidades Actuales y Futuras de Alimentos Básicos en Centro América y Panamá**. R. Bressani (Ed.). Simposio organizado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Guatemala, 4 al 6 de junio de 1985. Guatemala, INCAP, 1986, p. 399-410.
  31. Béhar, M., F. Viteri, R. Bressani, G. Arroyave, R.L. Squibb & N.S. Scrimshaw. Principles of treatment and prevention of severe protein malnutrition in children (kwashiorkor). *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 69: 954-968, 1957/58.
  32. Scrimshaw, N.S. & M. Béhar. Protein malnutrition in young children. *Science*, 133: 2,039-2,047, 1961.

33. Béhar, M., R. Bressani & N.S. Scrimshaw. Treatment and prevention of kwashiorkor. **World Review of Nutrition and Dietetics**. v/ London, Pitman Medical Publishing Co. Ltd., 1959, p. 75-101.
34. Braham, J.E., R. Bressani, S. de Zaghi & M. Flores. Supplementary value of INCAIP Vegetable Mixture 9 for the diets of average school children in rural Guatemala. **J. Agric. Food Chem.**, 13 (6): 594-597, 1965.
35. Bressani, R. Formulation and testing of weaning and supplementary foods containing oilseed proteins. In: **Protein-Enriched Cereal Foods for World Needs**. M. Milner (Ed.). St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists, 1969, p. 49-66.
36. Shaw, R.L. Incáparina in Central America. In: **Protein-Enriched Cereal Foods for the World Foods Needs**. M. Milner (Ed.). St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists, 1969, p. 320-333.
37. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Información de Archivo, División de Administración. Guatemala, 1987.
38. Aguilar, F., C.M. Valverde, L.F. Arias, G. Masis & F. Boucher. **Agroindustria Rural Apuntes Teórico-Metodológicos para su Promoción**.
39. Unit of Transference of Food Technology. **Feasibility Study Vegetable Dehydrating Plant**. Guatemala, Institute of Nutrition of Central America and Panama, 1980.
40. Jaar, E., B. Axtell, M.R. Molina, C. Talavera & R. Bressani. Vegetable dehydration in Guatemala. In: **Annual Report, January 1st. - December 31st., 1980**. Guatemala, Institute of Nutrition of Central America and Panama, 1981. p. 54.
41. División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos. Deshidratación de Vegetales. Actividades de la agroindustria Unión Cuatro Pinos, Santiago Sacatepéquez, Guatemala. En: **Informe Anual, 1o. de enero -31 de diciembre de 1982**. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1983, p. 88-91.
42. Palmieri, M., V. Valverde, R. Flores, H. Delgado, M.R. Molina & R. Bressani. Impactos económicos, sociales y nutricionales de la cooperativa "Cuatro Pinos" en Guatemala. En: **Informe Anual, 1o. de enero - 31 de diciembre de 1983**. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1984, p. 173.
43. Bourne, M.C. What is appropriate/intermediate food technology? **Food Technol.**, 32 (4): 77-78, 80, 1978.
44. Caurie, M. Appropriate/intermediate food technology-how not to do it: A view from the third world. **Food Technol.**, 32 (4): 87-88, 1978.
45. Polinac, R.B. Sociocultural factors influencing success of intermediate food technology programs. **Food Technol.**, 32 (4): 89-92, 1978.
46. Whitcombe, R. AT institutions: The missing piece. **Appropriate Technol.**, 9 (4): 1-4, 1983.
47. Dunn, P.D. Appropriate technology: Priorities, past, present and future. **Appropriate Technol.**, 10 (3): 18-19, 1983.
48. Case, C.W. Technology transfer in the Pacific. **Appropriate Technol.**, 10 (3): 20-22, 1983.
49. Roy, R. User needs and appropriate energy technologies. **Appropriate Technol.**, 11: 7-8, 1985.
50. Biggs, S. The multidisciplinary approach to development. **Appropriate Technol.**, 11: 7-8, 1985.
51. Jéquier, N. **Appropriate Technology Directory**. Paris, France, Development Centre of the Organization for Economic Co-Operation and Development, 1979.
52. Bundick, P.L. (Ed.). **Appropriate Technology Information for Developing Countries**. 3rd. ed. Washington, D.C., USDC-NTIS-USAID, 1981.
53. McPhun, M.K. Teaching appropriate technology in the engineering degree. **Appro-**

- priate Technol.**, 8 (3): 22-24, 1981.
54. Rhoades, R., R. Booth, R. Shaw & R. Werge. The role of anthropologists in developing improved technologies. **Appropriate Technol.**, 11 (4): 11-13, 1985.
  55. Bachmann, M.R. How to approach food technological problems in developing countries. **Lebensm.-wiss.u.-Technol.**, 14: 348-350, 1981.
  56. Aguilar, E. & L.F. Arias. Enfoque interdisciplinario en el desarrollo de productos para el programa de alimentación y nutrición en Costa Rica. **Rev. Med. Hosp. Nal. Niños Costa Rica**, 17 (1 y 2): 141-152, 1982.
  57. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. **Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre un Código Internacional de Conducta para la Transferencia de Tecnología Acerca de su Cuarto Período de Sesiones.** Conferencia celebrada en el Palacio de las Naciones, Ginebra, 31 de octubre - 11 de noviembre, 1977. Ginebra, Naciones Unidas, 1977.
  58. Baquedano, M. ¿Qué son las tecnologías apropiadas? **Serie Reproducción de Documentos No. 1 "Proyecto Tecnología Campesina y Organización"**. Santiago, Chile, Grupo de Investigaciones Agrarias, Academia de Humanismo Cristiano, 1981.
  59. Martínez, E. **Glosario: Planificación Científica y Tecnológica.** Montevideo, Uruguay, UNESCO-ORCYT, 1986.

# ***TRABAJOS DE INVESTIGACION***



**NUTRITION AND EDUCATION**  
**II. EDUCATIONAL ACHIEVEMENT AND NUTRIENT**  
**INTAKE OF CHILEAN ELEMENTARY AND**  
**HIGH SCHOOL GRADUATES<sup>1,2</sup>**

*Daniza Ivanovic<sup>3</sup>, Magaly Vásquez<sup>4</sup>, Maximiliano Marambio<sup>5</sup>,  
Digna Ballester<sup>6</sup>, Isabel Zacarías<sup>7</sup> and Marcela Aguayo<sup>8</sup>*

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

**SUMMARY**

The interrelationships between educational achievement (EA) and nutrient intake were investigated in 550 Chilean adolescent schoolers graduating from elementary and high school. The random sample included schoolers from both educational levels (1:1), from public and private schools (1:1), and from high, medium, and low socioeconomic status (SES) (1:1:1). Standard procedures for 24-hour dietary recall interviews were used to collect data, and adequacy of intake was assessed by the FAO/WHO Pattern. EA was measured by means of the Achievement Evaluation Program (AEP) and Academic Aptitude Test (AAT) in elementary and high school, respectively. In elementary school graduates, results showed a significant and positive correlation

---

Manuscrito modificado recibido: 12-7-90.

- 1 Supported by Grant S 1505-853 F del Departamento Técnico de Investigación (DTI) de la Universidad de Chile, P.O. Box 15138, Santiago 11, Chile.
- 2 Presented at the VIII Latin American Congress of Nutrition, held in Viña del Mar, Chile, 7-10 November, 1988.
- 3 Assistant Professor, and Chief, Nutrition and Educational Achievement Unit, University of Chile, INTA, P.O. Box 15138, Santiago 11, Chile.
- 4 Professor, University of Chile, School of Agrarian and Forest Sciences.
- 5 Taken in part from a thesis in partial fulfillment of the requirements for the Biology Teacher degree.
- 6 Professor, Science and Food Technology Unit, University of Chile (INTA).
- 7 Assistant Professor of the above-mentioned Unit.
- 8 Assistant Professor of the same unit.

between EA (AEP) and energy, protein, riboflavin, ascorbic acid, calcium and vitamin A intake (Multiple  $r = 0.456$   $p < 0.01$ ;  $r^2 = 0.208$ ). The School Feeding Program beneficiaries who belonged to the low SES presented the lowest EA (AEP) together with a deficient nutrient intake, especially for energy, riboflavin, niacin, vitamin A and calcium, at the same time that they registered the lowest values for those anthropometric parameters, indicators of past nutrition, that is to say height-for-age, weight-for-age, head circumference-for-age and a higher upper-to-lower segment ratio, as compared with non-beneficiaries from the same SES and with those from the higher strata. In high-school graduates, EA (AAT) was found to be significantly and positively correlated with protein, calcium, riboflavin and iron intake (Multiple  $r = 0.438$   $p < 0.001$ ;  $r^2 = 0.192$ ). Nevertheless, these interrelationships are strongly related to SES and sex.

Results showed that educational achievement (EA) is significantly and positively associated with nutrient intake, this fact being important for educational planning related to the School Feeding Program.

## INTRODUCTION

It is well known that children need a balanced diet to express all their genetic potential, since a deficient nutrient intake might be responsible for a delay in the growth and maturation process, both physical and psychological. Therefore, the effects of malnutrition particularly upon behaviour, are related to functional alterations in the attention, response, motivation and sensibility degrees, rather than with structural alterations in the central nervous system (1). On the other hand, malnourished schoolers whose diet is unable to satisfy their basic physiological needs, probably will have a low educational performance (2).

In this context, nutrition appears as an educational achievement determinant factor, since it affects the development aptitudes and attitudes that schooling requires (2). That is how several authors have determined the effect of fasting on speed and accuracy of problem solving tasks. While some of them found a positive effect of breakfast on school performance, others did not confirm such interrelation (3, 4). On the other side, a significant inverse association between anemia and educational achievement has been described (5, 6). In Chilean infants, the adverse effects that mild iron deficiency has on their mental development have also been reported (7, 8).

Thus literature regarding the possible consequences of malnutrition on educational achievement reveals that children suffering from nutritional problems will probably have serious learning difficulties, whereby food and nutritional variables would have a significant impact on school performance. Furthermore, some authors have emphasized the importance of the modality of feeding in early infancy on school performance; breast-fed infants presented statistically higher scores than bottle-fed infants in later tests of intelligence, and in reading and mathematical tests (9, 10).

In Chile, as in other countries, the interrelationship between nutrient intake and educational achievement has been insufficiently investigated. For this reason, the purpose of the present study was to correlate nutrient intake with educational achievement of Chilean elementary and high school graduates from different socioeconomic status.

## MATERIAL AND METHODS

### *Sample*

A random sample of 550 Chilean adolescent schoolers graduating from elementary and high school (1:1) was selected in the Metropolitan Area of Santiago, Chile. The sample included schoolers from public and private schools (1:1), of both sexes (1:1), and from high, medium and low socioeconomic status (SES) (1:1:1). Only elementary school graduates pertaining to the lowest poverty grades were beneficiaries from the School Feeding Program. Schoolers aged between 13 and 19 years (13 and 16 years and 16 and 19 years in elementary and high school, respectively), and from the low SES, were significantly older in relation to other strata. The field study was carried out in the second semester of 1982.

### *Socioeconomic Study*

SES was determined through a socioeconomic scale which includes schooling, occupation of the household head and housing conditions (property, water supply, sanitation and goods) (11).

### *Dietary Intake*

Standard procedures for the 24-hour dietary recall interviews were used to collect data. The Chemical Composition Table of Chilean Foods was used to calculate nutrient intake (12), while adequacy of intake was assessed through the FAO/WHO pattern (13-16).

### *Anthropometric Measurements*

The nutritional status was assessed through anthropometric measurements. Percentages of adequacy of weight for age (W/A), height for age (H/A) and weight for height (W/H) were established according to the National Center for Health Statistics (NCHS) Tables adopted by WHO (17); head circumference for age (HC/A) was determined in relation to Tanner tables (18); arm circumference for age (AC/A), triceps skinfold for age (TS/A), arm muscle area for age (AMA/A) and arm fat area for age (AFA/A) were calculated using Frisancho's norms (19). Upper segment (US) was measured to determine the upper to lower segment ratio (US/LS).

### *Educational Achievement*

Educational achievement (EA) was measured by means of the Achievement Evaluation Program (AEP) in schoolers graduating from elementary school, national achievement test of language and mathematics, administered by the Ministry of Education at the end of grade 8. In the present study, results are expressed as percentages of achievement of both language and mathematics test in three categories: high (> 40%), medium (30-40%) and low ( $\leq$  30%). On the other hand, in high-school graduates, EA was measured through the Academic Aptitude Test (AAT), a national verbal and mathemat-

ics test administered by the University system at the entrance of prospective students. Results are expressed as the mean between both scores, verbal and mathematics part. Scores range from 0 to 900, and in this study three categories were established: high ( $\geq 600$ ), medium (450-600) and low ( $< 450$ ). Scores  $< 450$  prevent schoolers to postulate for university entrance. Both instruments, AEP and AAT are of wide national scoring and have been submitted to adequate processes of validity and reliability.

### *Statistical Analysis*

Statistical methods included analysis of variance, Student's "t" test, Pearson's correlation coefficients and step-wise multiple regression (20).

## RESULTS AND DISCUSSION

In the sample of the present study, approximately 49.0% and 62.0% showed a low and excessive intake of energy and protein, respectively, at the same time that deficiencies in vitamin A, riboflavin, niacin, calcium and iron intake were detected, this last one specially in females. On the other hand, nutrients were found to be significantly and positively associated with SES (21, 22).

Food consumption of Chilean elementary school graduates by the percentage of achievement in EA (AEP) is shown in Table 1. Milk consumption was significantly higher in schoolers that obtained a high percentage of achievement compared with the lower categories of EA. This same fact was observed for carbonated beverages and juices. On the other hand, yogurt, meat, vegetables and fruits, miscellaneous, and fats and oils consumption was higher in the upper categories of EA, but differences were not significant. In the same way, consumption of fish and shellfish, legumes and cereals was higher in the lower categories of EA. Sugar intake was significantly higher in the low to medium EA groups than for the higher EA groups. Likewise, potatoes and bread consumption was significantly higher in schoolers who obtained a medium percentage of achievement as compared with the upper category of EA.

Table 2 presents the nutrient intake values expressed as percentages of adequacy of the FAO/WHO Pattern by percentage of achievement in AEP. Schoolers who registered the lowest percentages of achievement in AEP had a significantly lower nutrient intake, especially for energy, protein, riboflavin, vitamin C and calcium, in comparison to those belonging to the medium and high categories of EA. On the other hand, it is necessary to underline the high percentage of adequacy observed for protein, thiamine, vitamin C and iron intake in all categories of EA. A multiple regression analysis between EA (AEP, dependent variable) and nutrient intake, expressed as percentage of adequacy of the FAO/WHO Pattern (independent variables) is shown in Table 3. EA (AEP) was found significantly and positively correlated with energy, protein, riboflavin, vitamin C, calcium and vitamin A intake (Multiple  $r = 0.456$ ;  $p < 0.01$ ;  $r^2 = 0.208$ ). The independent variables with the greatest explanatory power in EA variance were in decreasing order, calcium, vitamin C, energy, protein, riboflavin and vitamin A, explaining 7.22%, 3.21%, 2.19%,

TABLE 1

EDUCATIONAL ACHIEVEMENT (ACHIEVEMENT EVALUATION PROGRAM, AEP) AND FOOD CONSUMPTION OF CHILEAN ELEMENTARY SCHOOL GRADUATES

Food	AEP			F	Student's "t" test		
	% of achievement				L/M	M/H	L/H
	Low (L) ≤ 30 (75) <sup>a</sup>	Medium (M) 30-40 (75)	High (H) > 40 (101)				
Milk (cc)	194.27 ± 216.80 <sup>b</sup>	295.13 ± 252.92	417.92 ± 450.78	9.43**	**	*	***
Cheese (g)	6.77 ± 17.73	16.20 ± 34.71	13.08 ± 28.37	2.21NS			
Fresh cheese (g)	0.00 ± 0.00	1.60 ± 13.86	1.88 ± 8.57	0.95NS			
Yogurt (g)	9.87 ± 51.73	18.11 ± 60.86	33.21 ± 75.32	2.93NS			
Meat (g)	68.80 ± 71.14	95.79 ± 136.02	107.16 ± 105.80	2.77NS			
Fish and shellfish (g)	22.88 ± 131.31	24.53 ± 102.22	7.86 ± 29.83	0.87NS			
Eggs (g)	19.05 ± 31.74	28.93 ± 41.04	22.45 ± 34.77	1.46NS			
Legumes (g)	23.61 ± 55.32	15.27 ± 40.71	15.99 ± 45.59	0.73NS			
Cereals (g)	77.07 ± 92.19	69.39 ± 67.20	65.49 ± 65.48	0.51NS			
Potatoes (g)	118.43 ± 178.55	172.12 ± 196.30	100.52 ± 154.53	3.69*	NS	**	NS
Bread (g)	265.80 ± 150.97	296.36 ± 142.01	226.25 ± 140.92	5.14**	NS	**	NS
Vegetables & fruits (g)	255.07 ± 221.96	298.53 ± 246.02	306.11 ± 239.44	1.09NS			
Almonds, nuts & peanuts (g)	1.39 ± 7.40	3.53 ± 17.04	4.62 ± 18.33	0.92 NS			
Sugar (g)	28.89 ± 19.40	23.23 ± 19.26	19.75 ± 17.87	5.06**	NS	NS	**
Miscellaneous (g)	100.49 ± 142.08	92.85 ± 126.15	128.25 ± 140.50	1.65NS			
Beverage & juices (cc)	7.07 ± 35.10	6.07 ± 32.63	35.30 ± 106.65	4.68*	NS	**	*
Fats and oils (g)	24.88 ± 20.88	32.35 ± 28.47	32.55 ± 27.33	2.22NS			

a Number of cases in each group      \* p < 0.05;    \*\* p < 0.01;    \*\*\* p < 0.001    NS = Not significant.

b Mean ± Standard deviation.

TABLE 2

**EDUCATIONAL ACHIEVEMENT (ACHIEVEMENT EVALUATION PROGRAM, AEP) AND NUTRIENT INTAKE OF CHILEAN ELEMENTARY SCHOOL GRADUATES**

Nutrient	AEP			F	Student's "t" test		
	% of achievement				L/M	M/H	L/H
	Low (L) ≤ 30 (75) <sup>a</sup>	Medium (M) 30-40 (75)	High (H) > 40 (101)				
	----- % FAO/OMS Pattern -----						
Energy	82.65 ± 32.32 <sup>b</sup>	96.63 ± 39.56	94.39 ± 35.17	3.36*	*	NS	*
Protein	127.18 ± 72.94	166.08 ± 115.14	175.82 ± 96.22	5.76**	*	NS	***
Thiamine	153.45 ± 63.63	177.08 ± 72.41	155.82 ± 63.92	2.94NS			
Riboflavin	84.00 ± 39.94	97.29 ± 42.10	99.75 ± 36.27	3.74*	*	NS	NS
Niacin	67.09 ± 34.84	79.66 ± 43.30	76.73 ± 42.78	1.97NS			
Vitamin A	54.42 ± 47.53	79.16 ± 68.68	81.10 ± 121.73	2.17NS			
Vitamin C	267.95 ± 266.09	437.39 ± 473.95	416.72 ± 332.16	4.93**	**	NS	**
Calcium	87.25 ± 54.24	130.72 ± 80.58	142.26 ± 64.19	15.20**	***	NS	***
Iron	148.74 ± 115.28	153.25 ± 111.12	131.18 ± 74.38	1.22NS			

a Number of cases in each group. \* p < 0.05; \*\* p < 0.01; \*\*\* p < 0.001 NS = Not significant.

b Mean ± Standard deviation.

**TABLE 3**

**MULTIPLE REGRESSION TABLE OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENT (ACHIEVEMENT EVALUATION PROGRAM, AEP) (DEPENDENT VARIABLE) AND NUTRIENT INTAKE (INDEPENDENT VARIABLE) OF CHILEAN ELEMENTARY SCHOOL GRADUATES**

Nutrient <sup>a</sup>	Multiple r	r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> change	simple r	B	Beta
Energy	.14813	.02194	.02194	.14813*	.2103523D-01	.07503
Protein	.19017	.03616	.01422	.19014***	.3072078D-02	.02332
Thiamine	.29412	.08651	.05035	-.02285	-.5292075D-01	-.36003
Riboflavin	.31378	.09846	.01195	.17642***	-.4233440D-01	-.22898
Niacin	.31383	.09849	.00003	.08144	.4232477D-01	.16929
Vitamin C	.36138	.13059	.03210	.17660***	.2920073D-02	.11031
Calcium	.45038	.20285	.07225	.32838***	.5955603D-01	.54467
Iron	.45091	.20332	.00048	.08133	-.3318421D-02	-.04144
Vitamin A	.45578***	.20773***	.00441	.20728***	.7768895D-02	.07525
Constant					34.58983	

a Percentage of adequacy to 1973 FAO/WHO Pattern. \* p < 0.05; \*\*\* p < 0.01.

TABLE 4

NUTRIENT INTAKE, ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS AND EDUCATIONAL ACHIEVEMENT (ACHIEVEMENT EVALUATION PROGRAM, AEP) OF ELEMENTARY SCHOOL GRADUATES. BENEFICIARIES AND NON BENEFICIARIES OF THE SCHOOL FEEDING PROGRAM

	Beneficiaries low SES	Non-Beneficiaries		F
		Low SES	High and medium SES	
Nutrient intake	% FAO/OMS Pattern			
n	(24)	(56)	(163)	
Energy	80.26 <sup>a</sup> ± 34.42	79.93 <sup>a</sup> ± 27.74	97.03 <sup>b</sup> ± 36.84	6.355**
Protein	111.46 <sup>a</sup> ± 70.30	113.09 <sup>a</sup> ± 62.26	179.14 <sup>b</sup> ± 100.03	14.496**
Thiamine	141.12 ± 56.52	155.41 ± 55.76	166.88 ± 70.68	1.885 NS
Riboflavin	70.78 <sup>a</sup> ± 23.18	78.13 <sup>a</sup> ± 34.84	102.70 <sup>b</sup> ± 39.38	14.167**
Niacin	55.03 <sup>a</sup> ± 33.22	66.18 <sup>a</sup> ± 36.28	80.24 <sup>b</sup> ± 40.59	5.968**
Vitamin A	42.67 <sup>a</sup> ± 47.76	49.48 <sup>a</sup> ± 33.62	80.84 <sup>b</sup> ± 80.38	6.216**
Vitamin C	166.12 <sup>a</sup> ± 166.77	283.36 <sup>b</sup> ± 256.93	444.68 <sup>c</sup> ± 404.72	8.896**
Calcium	66.04 <sup>a</sup> ± 35.54	83.11 <sup>a</sup> ± 51.16	143.48 <sup>b</sup> ± 70.59	28.518**
Iron	133.16 ± 83.08	135.42 ± 99.91	142.62 ± 82.85	.222 NS
Energy source	% of total energy			
Protein	10.92 <sup>a</sup> ± 2.20	11.98 <sup>a</sup> ± 3.77	13.44 <sup>b</sup> ± 3.27	8.474**
Fat	21.94 <sup>a</sup> ± 9.38	22.12 <sup>a</sup> ± 6.46	29.39 <sup>b</sup> ± 8.86	20.001**
Carbohydrate	67.13 <sup>a</sup> ± 8.79	65.90 <sup>a</sup> ± 6.90	57.17 <sup>b</sup> ± 9.52	27.775**

Protein source

% animal protein	27.69 <sup>a</sup> ± 17.92	36.71 <sup>b</sup> ± 17.37	51.27 <sup>c</sup> ± 16.54	30.136**
------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------

Iron source

% animal iron	8.56 <sup>a</sup> ± 8.74	14.82 <sup>b</sup> ± 16.40	22.02 <sup>c</sup> ± 14.24	12.193**
---------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	----------

Anthropometric measurements

% of standard

Weight/age	89.42 <sup>a</sup> ± 16.63	93.82 <sup>a</sup> ± 16.91	102.82 <sup>b</sup> ± 16.72	10.154**
Height/age	93.05 <sup>a</sup> ± 4.44	95.60 <sup>b</sup> ± 4.19	97.99 <sup>c</sup> ± 4.30	16.273**
Weight/height	111.98 ± 20.97	108.60 ± 15.12	108.98 ± 14.68	.407 NS
Upper to lower segment ratio	1.15 <sup>a</sup> ± 0.09	1.12 <sup>a</sup> ± 0.06	1.09 <sup>b</sup> ± 0.08	6.186**
Head circumference/age	99.30 <sup>a</sup> ± 2.06	100.70 <sup>b</sup> ± 2.86	101.44 <sup>b</sup> ± 2.92	6.071**
Arm circumference/age	92.98 <sup>a</sup> ± 12.47	94.76 <sup>a</sup> ± 11.59	99.82 <sup>b</sup> ± 11.62	5.991**
Triceps skin-fold/age	118.31 <sup>a</sup> ± 40.42	132.89 <sup>ab</sup> ± 57.83	149.09 <sup>b</sup> ± 54.02	4.232*
Arm muscle area/age	79.44 <sup>ab</sup> ± 16.08	77.74 <sup>a</sup> ± 12.68	84.30 <sup>b</sup> ± 15.18	4.507*
Arm fat area/age	103.77 <sup>a</sup> ± 46.11	118.36 <sup>a</sup> ± 60.47	138.17 <sup>b</sup> ± 58.17	4.917**

Educational achievement (AEP)

% of achievement

	23.92 <sup>a</sup> ± 6.66	29.28 <sup>b</sup> ± 8.20	40.38 <sup>c</sup> ± 8.06	70.889**
--	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------

Note: Results are expressed as the mean ± standard deviation. Means with the same superscript are not significantly different at the 0.05 level of probability, based on Student's "t" test.

\*p < 0.05    \*\*p < 0.01

1.42%, 1.20% and 0.4%, respectively, and all of them 75.3% of the explained variance. Controlling for SES, the interrelationships found between EA (AEP) and nutrient intake are affected by this variable, by which SES appears as an important determinant of EA (AEP) as well as nutrient intake. In this respect, in this sample of elementary school graduates under study, a significant association between nutrient intake and SES and differences according to sex, were described previously (21).

The School Feeding Program in Chile focuses on elementary school students belonging to the lowest poverty grades, and covers 33% of the FAO/WHO Recommended Dietary Allowances for energy and protein; in other words, 800 kcal and 15 g of protein, the last one being at least 7.5 g of animal source (300 kcal and 500 kcal in breakfast and lunch, respectively). Table 4 shows the nutrient intake, anthropometric measurements and EA (AEP) of elementary school graduates, beneficiaries and non beneficiaries of the School Feeding Program. All beneficiaries had breakfast during the first recess, this meaning that they engaged in the first lesson period under fasting conditions; 50% of them had lunch at 13:00. Although in general no significant difference was found between nutrient intake of beneficiaries and non beneficiaries from low SES, beneficiaries showed a lower nutrient intake, particularly for riboflavin, niacin, vitamin A and calcium. The same fact was observed for energy sources. Likewise, beneficiaries registered a significantly lower percentage of protein and iron from animal source, compared with the other groups. Even more, in this sample it can be concluded that the School Feeding Program benefits were well focused because the target group presented a significantly lower percentage of height for age and head circumference for age, compared with non beneficiaries from the same and higher SES, at the same time that they registered lower and higher values for the percentage of weight for age and upper to lower segment ratio, respectively. All the anthropometric parameters mentioned are indicators of past nutrition whose low values are characterizing these beneficiaries really as a deprived group, in which a significantly lower percentage of achievement in AEP was found, compared with non beneficiaries whether from low or higher SES.

It is necessary to underline that EA problems are multicausal; therefore, it cannot be concluded that the low percentage of achievement observed in low SES schoolers, especially in School Feeding Program beneficiaries, is due only to a deficient nutrient intake or to malnutrition conditions in the past and present life. In other words, nutrient intake-EA relation is not one of cause and effect, since a strong interaction between SES and nutritional status has been described, making SES an important determinant of educational achievement as well as nutritional status measured through direct or indirect indicators. Even more, in this sample of elementary school graduates the percentage of height for age was the most important nutritional parameter in explaining approximately 6% of EA variance, but SES was the variable with the greatest explanatory power, 31.4% of EA variance (approximately 77% of the explained variance) (23, 24). Consequently, in Table 3, it is verified that calcium intake was the variable with the greatest explanatory power in EA variance (7.2%), but it is significantly and positively correlated with the percentage of height for age ( $r = 0.164$ ,  $p < 0.02$ ) and SES ( $r = -0.332$ ,  $p < 0.01$ ); the negative sign is due to the fact that more lower grades in the SES scale belong to higher levels in SES).

Table 5 shows the food consumption of Chilean high school graduates by EA (AAT) categories. Schoolers that scored  $\geq 600$  presented a significantly higher consumption of milk, cheese and meat compared with the other categories of EA and of yogurt, compared with schoolers of the lowest category of EA. Likewise, this last one registered a significantly higher bread consumption in comparison to the upper categories of EA. Nutrient intake, expressed as percentage of adequacy to FAO/WHO Pattern by EA (AAT) categories, is indicated in Table 6. Schoolers obtaining the highest scores presented a riboflavin and calcium intake, significantly higher as compared with the other categories. Furthermore, they registered a protein, niacin, vitamin A, vitamin C and iron intake higher than schoolers in the lower categories of EA, but differences were not significant. Table 7 illustrates a multiple regression analysis between EA (AAT, dependent variable) and nutrient intake expressed as percentage of adequacy to FAO/WHO Pattern (independent variables). A significant and positive correlation was found between EA and protein, riboflavin, calcium and iron intake (Multiple  $r = 0.438$ ,  $p < 0.01$ ;  $r^2 = 0.192$ ), being protein, calcium, iron and riboflavin intake the independent variables with the greatest explanatory power in EA variance (8.22%, 2.04%, 0.51% and 0.31%, respectively), explaining 57.7% of the explained variance. Controlling for SES such as observed in elementary school graduates, these interrelationships are affected by SES and sex. Therefore, in high-school graduates a significant and positive association between nutrient intake and SES was observed at the same time that differences according to sex were informed in a previous report (22). Thus females presented a more deficient nutrient intake, a specially outstanding fact for iron intake, since adolescent females are, in Chile, a vulnerable group with respect to nutritional anemia, although of low prevalence. In this context, sample behavior related to the significant and positive correlation found between EA and iron intake occurred at the expense of females. On the other hand, in this sample of high-school graduates, the percentage of height for age was the nutritional parameter of main impact in EA (AAT), variance explaining 3.2%, but SES was the variable with the greatest explanatory power, 30.2%, that is 88% of the explained variance (23, 24). In this respect, a similar situation in elementary and high school was observed. In high-school graduates as Table 7 depicts, protein intake was the variable with the greatest explanatory power in EA (AAT) variance (8.2), but it is significantly and positively correlated with the percentage of height for age ( $r = 0.261$ ,  $p < 0.01$ ) and SES ( $r = -0.270$ ,  $p < 0.01$ ).

The greatest impact of calcium and protein intake in EA variance of elementary and high-school graduates could be explained because at the onset of adolescence, calcium is very important for the growth processes and at the end, when final stature is almost attained, the biological structure support would appear to be a great priority, in spite of the fact that calcium intake is also important. Nevertheless, as informed previously, when a multiple regression between EA (dependent variable) and the most significant parameters (independent variables) in elementary and high school graduates was carried out, the explanatory power of calcium and protein intake in EA variance was very low because SES is a codeterminant of both EA and nutrient intake (24).

In relation to these results, however, we suggest caution, because al-

**TABLE 5**  
**EDUCATIONAL ACHIEVEMENT (ACADEMIC APTITUDE TEST, AAT) AND FOOD CONSUMPTION**  
**OF HIGH-SCHOOL CHILEAN GRADUATES**

Food	AAT			F	Student's "t" test		
	score				L/M	M/H	L/H
	Low (L) < 450 (105) <sup>a</sup>	Medium (M) 450-600 (93)	High (H) ≥ 600 (69)				
Milk (cc)	173.95 ± 219.35 <sup>b</sup>	195.48 ± 264.64	389.17 ± 399.48	12.72**	NS	***	***
Cheese (g)	12.09 ± 29.97	9.62 ± 23.90	24.20 ± 32.57	5.57**	NS	**	*
Fresh cheese (g)	2.74 ± 21.15	1.94 ± 11.91	3.77 ± 15.45	0.23NS			
Yogurt (g)	14.19 ± 66.99	33.65 ± 87.22	47.12 ± 96.12	3.46*	NS	NS	*
Meat (g)	95.15 ± 86.23	99.91 ± 85.47	153.84 ± 97.31	10.25**	NS	***	***
Fish and shellfish (g)	17.62 ± 68.17	12.26 ± 41.28	7.19 ± 32.23	0.85NS			
Eggs (g)	27.73 ± 45.81	25.07 ± 42.94	23.73 ± 36.50	0.20NS			
Legumes (g)	21.54 ± 51.80	29.77 ± 55.28	16.52 ± 42.94	1.41NS			
Cereals (g)	73.27 ± 99.48	80.20 ± 87.92	76.44 ± 71.44	0.16NS			
Potatoes (g)	132.52 ± 160.14	102.51 ± 127.76	124.74 ± 209.64	0.85NS			
Bread (g)	329.91 ± 208.19	266.80 ± 210.85	247.26 ± 186.65	4.05*	*	NS	**
Vegetables & fruits (g)	360.14 ± 368.00	304.46 ± 233.72	362.46 ± 282.93	1.03NS			
Almonds, nuts & peanuts (g)	2.05 ± 11.13	2.25 ± 9.76	4.45 ± 19.14	0.77NS			
Sugar (g)	29.15 ± 21.81	27.08 ± 20.06	21.90 ± 20.67	2.52NS			
Miscellaneous (g)	86.80 ± 96.72	89.29 ± 105.42	117.13 ± 106.82	2.06NS			
Beverage & juices (cc)	18.91 ± 63.59	18.28 ± 72.27	39.42 ± 98.08	1.86NS			
Fats and oils (g)	31.78 ± 23.64	27.30 ± 20.58	27.55 ± 25.54	1.13NS			

a Number of cases.

\* p < 0.05; \*\* p < 0.01; \*\*\* p < 0.001 NS = Not significant.

b Mean ± Standard deviation.

**TABLE 6**

**EDUCATIONAL ACHIEVEMENT (ACADEMIC APTITUDE TEST, AAT) AND NUTRIENT INTAKE OF HIGH-SCHOOL CHILEAN GRADUATES**

Nutrient	AAT			F	Student's "t" test		
	score				L/M	M/H	L/H
	Low (L) < 450 (105) <sup>a</sup>	Medium (M) 450-600 (93)	High (H) ≥ 600 (69)				
	% FAO/WHO Pattern						
Energy	100.74 ± 41.85 <sup>b</sup>	95.48 ± 35.27	99.47 ± 39.83	0.47NS			
Protein	160.95 ± 94.70	158.98 ± 88.12	178.35 ± 88.42	1.04NS			
Thiamine	192.61 ± 85.53	170.72 ± 75.76	173.90 ± 84.40	2.01NS			
Riboflavin	96.35 ± 47.29	95.50 ± 40.76	112.94 ± 42.39	3.81*	NS	**	*
Niacin	80.09 ± 39.63	79.19 ± 42.31	86.59 ± 41.98	0.73NS			
Vitamin A	76.35 ± 69.57	77.00 ± 178.47	90.31 ± 98.82	0.31NS			
Vitamin C	404.67 ± 470.73	367.42 ± 375.62	537.32 ± 537.01	2.87NS			
Calcium	131.34 ± 81.72	123.27 ± 77.97	192.03 ± 107.36	13.83**	NS	***	***
Iron	244.60 ± 204.53	205.23 ± 170.03	278.85 ± 198.07	2.95NS			

a Number of cases in each group

b Mean ± Standard deviation.

\* p < 0.05; \*\* p < 0.01; \*\*\* p < 0.001 NS = Not significant.

TABLE 7

**MULTIPLE REGRESSION TABLE OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENT (ACADEMIC APTITUDE TEST, AAT)  
(DEPENDENT VARIABLE) AND NUTRIENT INTAKE (INDEPENDENT VARIABLE)  
OF HIGH-SCHOOL CHILEAN GRADUATES**

Nutrient <sup>a</sup>	Multiple r	r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> change	simple r	B	Beta
Energy	.01818	.00033	.00033	.01818	-.1326097	-.04107
Protein	.28731	.08255	.08222	.19121***	.6196224	.37812
Thiamine	.38670	.14954	.06699	-.10754	-.6731923	-.44778
Riboflavin	.39063	.15259	.00305	.15658**	-.1377992	-.06124
Niacin	.39806	.15845	.00586	.02434	-.9556675D-01	-.03110
Vitamin C	.40650	.16529	.00684	.11914	.1612149D-01	.06091
Calcium	.43091	.18569	.02039	.26920***	.2385700	.21931
Iron	.43684	.19083	.00514	.12815*	.5137162D-01	.09824
Vitamin A	.43800***	.19185***	.00102	.11047	.2705744D-01	.03259
Constant					492.2797	

a Percentage of adequacy to the 1973 FAO/WHO Pattern.

\* p < 0.05; \*\* p < 0.02 \*\*\* p < 0.01.

though the 24-hour dietary recall method is widely used, additional work is needed to determine their sensitivity in diverse children population groups, the extent of variability in children and the factors that affect the accuracy of a person's self-reported dietary intake (25-27).

Results of the present study confirm the fact that EA is significantly and positively correlated with nutrient intake, but these interrelationships are strongly related to socioeconomic-sociocultural conditions, making it very difficult to establish, in a conclusive way, the explanatory power of these variables in EA because they are interdependent. As a final thought, it is necessary to allude to the fact that EA problems are multicausal, determined by the schooler, the family and educational system factors. Among the schooler's factors, their food and nutritional situation—measured through anthropometric parameters and nutrient intake—is significant in school performance. Likewise, schoolers's food habits play an important role in EA, the results of which study will be communicated in a forthcoming article.

## RESUMEN

### NUTRICION Y EDUCACION. II. RENDIMIENTO ESCOLAR E INGESTA DE NUTRIENTES DE ESCOLARES CHILENOS QUE EGRESAN DE EDUCACION BASICA Y MEDIA

El propósito de este estudio fue investigar las interrelaciones existentes entre rendimiento escolar (RE) e ingesta dietaria de escolares chilenos que egresan de educación básica y media. Se seleccionó una muestra aleatoria de 550 escolares de ambos niveles educacionales (1:1) y de ambos sexos (1:1), de colegios fiscales y particulares (1:1) y de nivel socioeconómico (NSE) alto, medio y bajo (1:1:1). La ingesta dietaria se determinó mediante la encuesta de recordatorio de 24 horas, del día anterior, y la adecuación de la ingesta se evaluó en relación al Patrón FAO/OMS. El RE se midió mediante el Programa de Evaluación del Rendimiento (PER) y por la Prueba de Aptitud Académica (PAA), en los egresados de educación básica y media, respectivamente. En los egresados de educación básica, el RE (PER) correlacionó positiva y significativamente con la ingesta de energía, proteínas, riboflavina, ácido ascórbico, calcio y vitamina A ( $r$  múltiple = 0.456  $P < 0.01$ ;  $r^2 = 0.208$ ). Los beneficiarios del Programa de Alimentación Escolar presentaron los niveles más bajos de RE (PER) unido a una deficiente ingesta de energía, riboflavina, niacina, vitamina A y calcio, así como los más bajos valores para aquellos parámetros antropométricos que son indicadores de la historia nutricional, o sea porcentaje de talla para la edad, circunferencia craneana para la edad y una mayor relación de segmentos, comparado con los no-beneficiarios del mismo NSE (bajo) y de NSE alto y medio. En los egresados de educación media, el RE (PAA) correlacionó positiva y significativamente con la ingesta de proteínas, calcio, riboflavina y hierro ( $r$  múltiple = 0.438  $P < 0.01$ ;  $r^2 = 0.192$ ). Sin embargo, estas interrelaciones están estrechamente ligadas al NSE y al sexo.

Los resultados muestran que el rendimiento escolar (RE) está asociado positiva y significativamente con la ingesta de nutrientes, siendo importantes para la planificación educacional en relación al Programa de Alimentación Escolar en Chile.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Authors are most grateful to Mrs. Viola Lyon for her excellent secretarial assistance.

## BIBLIOGRAPHY

1. OPS/OMS. **Ambiente, Nutrición y Desarrollo Mental**. OPS/OMS (Ed). Washington, D.C., Organización Panamericana de la Salud, 1983, p. 76 (Publicación Científica No. 450).
2. Pollit, E. Nutrición y logros escolares. UNESCO. *Perspectivas*, **14**: 461-479, 1984.
3. Dickie, N.H. & A.E. Bender. Breakfast and performance in school children. *Br. J. Nutr.*, **48**: 483-496, 1982.
4. Pollit E., R. Leibel & D. Greenfield. Brief fasting, stress and cognition in children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**: 1,526-1,533, 1981.
5. Pollit, E., C. Saco-Pollitt, R.L. Leibel & F.E. Viteri. Iron deficiency and behavioral development in infants and preschool children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**: 555-565, 1986.
6. Lozoff, B., G.M. Brittenham, A.W. Wolf, D.K. McClish, P.M. Kuhnert, E. Jiménez, R. Jiménez, L.A. Mora, I. Gómez & D. Krauskoph. Iron deficiency anemia and iron therapy effects on infant development test performance. *Pediatrics*, **79**: 981-995, 1987.
7. Walter, T., J. Kovalskys & A. Stekel. Effect of mild iron deficiency on infant mental development scores. *J. Pediatr.*, **102**: 519-522, 1983.
8. Walter, T., I. De Andraca, P. Chadud & C.G. Perales. Adverse effect of iron deficiency anemia on infant psychomotor development. *Pediatrics*, 1988 (In press).
9. Rodger, B. Feeding in infancy and later ability and attainment: A longitudinal study. *Develop. Med. Child. Neurol.*, **20**: 421-426, 1978.
10. Edwards, L.N. & M. Grossman. The relationship between children's health and intellectual development. S. Muskin, (Ed.). **Health: What is it worth?** Measure of Health Benefits. Pergamon Policy Studies. Pergamon Press, New York and Oxford, 1980.
11. Alvarez, M.L., S. Muzzo, & D. Ivanovic. Escala para medición del nivel socio-económico en el área de la salud. *Rev. Méd. Chile*, **113**: 243-249, 1985.
12. Schmidt-Hebbel, H., I. Pennacciotti, L. Masson, M.A. Mella, M.T. Zucarelli, C. Carrasco, W. Jaña & H. Oliver. **Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos**. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. 6a. ed., Santiago, Chile. 1979.
13. FAO/OMS. **Necesidades de Energía y de Proteínas**. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1973. (Serie de Informes Técnicos de la OMS No. 522, Serie de Reuniones sobre Nutrición de la FAO No. 52).
14. FAO/WHO. **Requirements of Vitamin A, Thiamine, Riboflavin and Niacin**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group. Rome, FAO, 1967 (FAO Nutrition Meetings Report Series No. 41, WHO Technical Report Series No. 362).
15. FAO/WHO. **Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B<sub>12</sub>, Folate and Iron**. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1970. (FAO Nutrition Meetings Report Series No. 47, WHO Technical Report Series 472).
16. OMS. **Anemias Nutricionales**. Informe de un Grupo de Expertos de la OMS. Ginebra, OMS, 1972. (Serie de Informes Técnicos No. 503).

17. OMS. Medición del efecto nutricional de programas de suplementación alimentaria a grupos vulnerables. Ginebra, OMS, 1980.
18. Tanner, J.M. Physical growth and development. In: **Textbook of Pediatrics**. J.C. Forfar and G.C. Arneil. New York, N.Y., Churchill Livingstone, 1973
19. Frisancho, A.R. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. **Am. J. Clin. Nutr.**, **34**: 2,540-2,545, 1981.
20. Guilford, J.P. & B. Fruschter. **Fundamental Statistics in Psychology and Education**. 6th. ed. New York, N.Y., McGraw-Hill Book Co., 1978.
21. Ivanovic, D., M. Aguayo, M. Vásquez, I. Truffello, D. Ballester & I. Zacarías. Ingesta alimentaria de escolares que egresan de Educación Básica en el Area Metropolitana de Santiago, Chile. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **36**: 379-400, 1986.
22. Ivanovic, D., I. Zacarías & M. Vásquez. Ingesta dietaria de escolares adolescentes que egresan de Educación Media en el Area Metropolitana de Santiago. Chile. **Rev. Méd. Chile**, **115**: 1,029-1,038, 1987.
23. Ivanovic, D. & M. Marambio. Nutrition and education. I. Educational achievement and anthropometric parameters of Chilean elementary and high school graduates. **Nutr. Repts. Internat.**, **39**: 983-993, 1989.
24. Ivanovic, D., I. Zacarías, M.T. Saitúa & M. Marambio. Educational achievement and nutritional status of elementary and high school graduates. In: **Dietetics in the 90s. Role of the Dietitian/Nutritionist**. M.F. Moyal (Ed.). John Libbey Eurotext Ltd., 1988, p. 331-334.
25. Emmons, L. & M. Hayes. Accuracy of 24-hr recalls of young children. **J. Am. Diet. Assoc.**, **62**: 409-416, 1973.
26. Baranowski, T., R. Dworkin, J. Henske, D. Clearman, J. Dunn, P. Nader & P. Hooks. The accuracy of children's self-reports of diet: Family Health Project. **J. Am. Diet. Assoc.**, **86**: 1,381-1,385, 1986.
27. Klesges, R., L. Klesges, G. Brown & G. Frank. Validation of the 24-hour dietary recall in preschool children. **J. Am. Diet. Assoc.**, **87**: 1,383-1,385, 1987.

# **EVOLUCION DE LA SITUACION ALIMENTARIA NUTRICIONAL DEL AREA METROPOLITANA DE SÁN JOSE, COSTA RICA**

*Rafael Monge<sup>1</sup>, y Leda Milena Muñoz<sup>2</sup>*

**Ministerio de Salud  
San José, Costa Rica**

## **RESUMEN**

El consumo de alimentos, la composición de la dieta y su adecuación nutricional, fue evaluada durante la última década en San José, Costa Rica, comparando datos de las encuestas dietéticas nacionales de 1978 y 1982, con datos recolectados en 1987, en 51 familias previamente incluidas en el último estudio nacional.

Los patrones de consumo se mantuvieron relativamente constantes, excepto por una notoria disminución en el consumo de productos lácteos. El consumo de energía también se mantuvo constante (1,866 versus 1,776 kcal/día). Pero, la adecuación nutricional de la dieta disminuyó considerablemente: de 100 a 78% para energía, de 83 a 69% para retinol, de 94 a 63% para riboflavina, de 106 a 69% para hierro, y de 103 a 81% para niacina. Esto ocurrió como resultado del cambio en la estructura etaria de la población, aparentemente incapaz de satisfacer el aumento en las demandas nutricionales.

Los resultados sugieren que los efectos de la crisis económica en la disponibilidad de alimentos se suscitan en forma "tardía".

## **INTRODUCCION**

El consumo de alimentos es uno de los factores más importantes que inciden sobre el estado nutricional de un individuo o de una población, y aun cuando como indicador presenta limitaciones considerables, sigue siendo ampliamente utilizado, a falta de alternativas más viables.

La información obtenida a través de los estudios dietéticos, permite la orientación de estrategias en materia de planificación alimentaria y nutri-

---

Manuscrito modificado recibido: 6-3-91.

1 Nutricionista del Departamento de Nutrición y Atención Integral, Ministerio de Salud, San José, Costa Rica

2 Nutricionista de la Carrera de Nutrición Humana, Universidad de Costa Rica.

cional, identificando aquellos grupos biológicos y socioeconómicos que están catalogados como a riesgo de sufrir problemas nutricionales.

En Costa Rica se han llevado a cabo tres estudios dietéticos nacionales (1-3), los cuales han sido de gran utilidad para la planificación y evaluación de intervenciones nutricionales.

El último estudio coincidió con el año de máxima expresión de la crisis económica que ha enfrentado el país desde 1980, por lo que merece especial atención el efecto de ese fenómeno económico en el patrón alimentario nacional.

El presente trabajo se plantea como principal objetivo, analizar la evolución de la situación alimentaria y nutricional durante la década de 1978 a 1987, con énfasis en el Area Metropolitana de San José, espacio geográfico donde se encuentra la mayor concentración de habitantes del país.

Este análisis se logró a través de la comparación de los datos obtenidos en las encuestas dietéticas nacionales disponibles (1978 y 1982) y de los resultados de un estudio realizado en el primer semestre de 1987, en una submuestra de las familias del Area Metropolitana, evaluadas en 1982.

## MATERIAL Y METODOS

En la Encuesta Dietética Nacional de 1982 se utilizó como marco muestral para representar el Area Metropolitana de San José, un total de 30 segmentos geográficos que incluían 203 familias (2). De éstos, 17 segmentos y 51 familias fueron seleccionadas como submuestra para la evaluación de 1987.

La selección se efectuó mediante una combinación de métodos de muestreo sistemático y proporcional al tamaño (4). La fracción de muestra utilizada ( $f$ ) resultó ser de 0.30 para todos los segmentos, en relación a la muestra de 1982.

Los formularios que se usaron son los mismos que fueron utilizados por el Ministerio de Salud en la encuesta de 1982 (2), en los que se recolecta información sobre los miembros de cada hogar presentes en el momento de la entrevista domiciliaria (sexo, estado fisiológico, edad, asistencia a comidas) y una evaluación dietética de cada miembro, mediante un registro de 24 horas del consumo de alimentos. Se anotaron las recetas de las preparaciones, el peso en gramos de los alimentos empleados, el tamaño de las porciones servidas, y la cantidad de alimentos no consumidos por tiempo de comida. Además, se calcularon porcentajes de desgaste y factores de conversión de peso cocido a crudo, con el fin de expresar el consumo de cada alimento en gramos de peso neto crudo.

Se midió el consumo total de alimentos para toda la unidad familiar, durante un día de la semana, de lunes a viernes. En cada vivienda se hicieron en total tres entrevistas a la persona encargada de preparar y distribuir alimentos. La primera visita se llevó a cabo por la mañana, en horas comprendidas entre el desayuno y el almuerzo, para recolectar información sobre estos dos tiempos de comida. La segunda se efectuó por la tarde el mismo día, verificando y completando la información ya recopilada, y recabando información nueva sobre el consumo de alimentos de la tarde. Al día siguiente se hizo la tercera visita, para completar los datos del día anterior, especialmente referentes al consumo durante la noche.

El análisis de datos incluyó la estimación del consumo total de alimentos

por hogar y *per capita*. Mediante el uso del Programa Nutricional (Camde Co.) para microcomputadoras, se evaluó el consumo de nutrientes y energía, usando la Tabla de Composición de Alimentos disponible como referencia (5), la cual es muy similar a la *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina*, utilizada para el análisis de los datos de las encuestas de 1978, 1982.

Para analizar la adecuación nutricional de las dietas, se construyeron las tablas de requerimientos nutricionales por edad, sexo y estado fisiológico, siguiendo los lineamientos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (6).

Este estudio tiene la limitante de no poder presentar pruebas de significancia estadística debido a la inexistencia de la información necesaria para tal efecto, dado que para las encuestas nacionales de 1978 y 1982, no se hizo ningún análisis estadístico.

## RESULTADOS

Al examinar los niveles de consumo de alimentos durante el período de estudio (Tabla 1), se observa que en el área urbana de San José, el consumo de lácteos ha venido deteriorándose, disminuyendo en 256 gramos en el período 1978 a 1987. El consumo de carne fue similar en 1982 y 1987, pero inferior al nivel de consumo de 1978 en por lo menos 22 gramos.

En lo que respecta al consumo de frutas, tubérculos y raíces, el promedio en 1987 fue menos de la mitad del consumo de 1978, a pesar de una satisfactoria disponibilidad de estos alimentos en el mercado nacional. El aumento en el consumo de leguminosas, arroz, pastas y cereales en general, detectado en 1982, se mantuvo en el año 1987.

El análisis global del consumo promedio de alimentos por día, muestra que de 1978 a 1987, ocho de los 17 grupos de alimentos registrados, experimentaron un descenso.

Es necesario recordar que al expresar estos valores en términos de promedio aritmético (como es lo usual), se puede estar ocultando comportamientos muy distintos en diferentes grupos de la población que acusan un promedio similar.

La estructura calórica de la dieta permaneció en términos generales, inalterada durante esta década, ya que para 1978 los cereales aportaban el 33.0% de las calorías; las grasas el 16.0% y los azúcares el 11.0%, brindando en total el 60% del valor calórico total de la dieta. En 1987, estos tres grupos de alimentos, aportaban algo más del 65% de las calorías, contribuyendo los cereales con el 37.0% de las mismas; las grasas con el 17.2%, y los azúcares con el 11.3% (Tabla 2).

A pesar de lo expuesto, la tendencia es que los cereales y grasas aporten cada vez más energía a la dieta básica, mientras que la contribución de los productos lácteos al total de energía y proteína disminuya considerablemente, siendo su contribución energética en 1987 inferior a la aportada por las leguminosas.

En la Tabla 3 se incluye el consumo *per capita* de energía y nutrientes. Según se observa, ocurrió una reducción en la ingesta de todos los nutrientes, a excepción de carbohidratos, hierro y tiamina. Ello fue más notorio en el

TABLA 1

**CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTOS POR PERSONA, POR DIA  
COSTA RICA 1978, 1982, 1987  
AREA URBANA**

Alimentos	Gramos peso neto		
	1978 <sup>a</sup>	1982 <sup>b</sup>	1987 <sup>c</sup>
<b>Productos lácteos<sup>c</sup></b>	<b>381</b>	<b>236</b>	<b>125</b>
Huevos	26	19	26
Carnes	98	69	76
Leguminosas	25	41	39
Vegetales	126	120	131
Frutas	85	33	35
Bananos y plátanos	41	54	29
Tubérculos y raíces	68	43	32
<i>Cereales</i>			
Arroz	82	122	114
Tortilla de maíz	11	6	4
Pan y harina de trigo	56	69	66
Pastas	8	10	15
Otros	5	2	4
Total cereales	162	209	203
Azúcares	43	56	53
Grasas	32	38	35
Café (grano)	10	14	16
Bebidas gaseosas	20	14	9

a Fuente: (1, 2).

b Area Metropolitana de San José.

c Expresados en equivalentes de leche fluida.

calcio, el retinol y la riboflavina ya que su ingesta disminuyó en más de un 35% en el período 78-87.

Al examinar los porcentajes de adecuación de energía y de nutrientes de 1987 (Tabla 4), se aprecia que el consumo calórico promedio se encuentra 22% por debajo del requerimiento, alcanzando el nivel más bajo de la década. Comparado con 1978, todos los nutrientes estudiados, salvo el hierro, presentaron una adecuación más baja en 1987.

Esta situación es más drástica aún si comparamos los datos de 1982 con los de 1987. Los cambios observados tienen implicaciones nutricionales importantes para varios nutrientes, especialmente energía, retinol y riboflavina.

Es interesante también observar, en la Tabla 5, el cambio en la distribución de adecuación del consumo energético ocurrido en ese período, ya

TABLA 2

**CONTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS GRUPOS DE ALIMENTOS  
AL CONSUMO ENERGETICO Y PROTEINICO TOTAL POR PERSONA,  
POR DIA  
COSTA RICA 1978, 1982, 1987  
AREA URBANA**

Alimentos	Energía			Proteína		
	1978 <sup>a</sup>	1982 <sup>b</sup>	1987	1978 <sup>a</sup>	1982 <sup>b</sup>	1987
Total	100.0	100	100	100	100	100
<b>Productos</b>						
lácteos	12.0	8.2	7.0	19.0	13.8	10.2
Huevos	2.0	1.6	2.2	4.0	4.2	5.7
Carnes	10.0	8.0	8.2	28.0	25.4	27.5
Leguminosas	7.0	6.9	7.7	16.0	16.7	16.7
Vegetales	1.0	2.7	2.1	2.0	2.9	3.0
Frutas	1.0	2.7	2.1	2.0	2.9	3.0
<b>Bananos y</b>						
plátanos	2.0	2.3	2.0	1.0	0.8	0.6
<b>Tubérculos y</b>						
raíces	3.0	2.4	1.5	1.0	1.3	1.1
Cereales	33.0	36.1	37.2	26.0	30.3	29.8
Azúcares	11.0	11.8	11.3	0.0	0.0	0.0
Grasas	16.0	17.4	17.2	0.0	0.2	0.2
Café (grano)	-	1.4	2.1	-	2.7	3.9
<b>Bebidas</b>						
gaseosas	-	0.2	0.2	-	0.0	0.0
Misceláneos	2.0	0.6	0.4	3.0	0.6	0.6

a Fuente: (1, 2).

b Area Metropolitana de San José.

**TABLA 3**  
**CONSUMO PROMEDIO DE ENERGIA Y NUTRIENTES POR PERSONA,**  
**POR DIA**  
**COSTA RICA 1978, 1982, 1987**  
**AREA URBANA**

Energía y nutriente	Consumo promedio		
	1978 <sup>a</sup>	1982 <sup>a</sup>	1987 <sup>b</sup>
Energía, kcal	1,787	1,866	1,766
Proteínas, g	58.4	53.1	52.60
Grasas, g	67.7	63.1	61.50
Carbohidratos, g	245	281	271
Calcio, mg	742	531	463
Fósforo, mg	977	801	751
Hierro, mg	12.4	12.7	12.40
Retinol, mg	822	439	419
Tiamina, mg	0.80	0.80	0.84
Riboflavina, mg	1.43	0.90	0.79
Niacina, mg	12.2	10.9	11.30
Vitamina C, mg	89	64	64

a Fuente: (1, 2).

b Area Metropolitana de San José.

**TABLA 4**  
**PORCENTAJE DE ADECUACION DE ENERGIA Y**  
**NUTRIENTES, POR PERSONA POR DIA**  
**COSTA RICA 1978, 1982, 1987**  
**AREA URBANA**

Energía y nutrientes	Porcentaje de adecuación		
	1978 <sup>a</sup>	1982 <sup>a</sup>	1987 <sup>b</sup>
Energía	86	100	78
Proteínas (total)	131	125	108
Calcio	153	111	97
Hierro	75	106	79
Retinol	146	83	69
Tiamina	96	109	91
Riboflavina	115	94	63
Niacina	107	103	81
Vitamina C	356	269	243

a Fuente: (1, 2).

b Area Metropolitana de San José.

**TABLA 5**  
**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS FAMILIAS SEGUN**  
**ADECUACION DEL CONSUMO ENERGETICO**  
**COSTA RICA 1978, 1982, 1987**  
**AREA URBANA**

Consumo energético % de adecuación	1978 <sup>a</sup>	1982 <sup>b</sup>	1987
< 25	0.5	0.0	2.0
25-49	4.5	0.0	15.6
50-74	23.0	21.4	23.5
75-99	29.5	40.8	47.0
> 100	42.5	37.8	11.7

a Fuente: (1, 2).

b Area Metropolitana de San José.

que es un indicador del poder adquisitivo de la familia y del estado nutricional en general. Mientras que de 1978 a 1982 hubo una mejoría notable —donde la proporción de familias con adecuaciones entre 78 y 99% aumentó de 29.5% a 40.8%—, entre 1982 y 1987 se observa un cambio drástico en este patrón, con 17% de las familias consumiendo menos del 50% de la energía recomendada, una cifra tres veces más alta que la encontrada en los años precedentes. Por otro lado, es en 1987 cuando hubo la menor concentración de familias con una adecuación mayor o igual al 100%, disminuyendo de 37.8% (1982) a 11.7% (1987).

Si se estudia la estructura proteínica de la dieta (Tabla 2), se puede observar que a diferencia de 1978, en 1982 y 1987 la principal fuente de proteína la constituían los cereales, ocupando las carnes un segundo lugar y las leguminosas un tercer lugar, o sea una estructura más típica de los países en desarrollo, mientras que en 1978 las carnes y los lácteos ocupaban el primer y tercer lugar, respectivamente.

En el año 1978 en el área urbana, el 51% del consumo proteínico era de origen animal, ocurriendo una reducción importante en 1982, cuando llegó a 43%, porcentaje que se mantuvo en 1987.

A pesar de la variación en el ordenamiento de los alimentos en la contribución al total de proteínas de la dieta y de una reducción notable respecto a la adecuación nutricional, los porcentajes de adecuación para 1987 seguían siendo satisfactorios, alrededor del 100% (Tabla 4).

## DISCUSION

Los resultados muestran que el patrón de consumo en 1987, presentaba cambios interesantes, particularmente una notoria disminución en el aporte de productos lácteos a la dieta, y en una pequeña pero constante merma en el consumo de más de la mitad de los alimentos registrados.

El total del consumo de nutrientes, por persona, por día, fue similar a datos anteriores, aun cuando se registró una pequeña disminución en el consumo de energía y de calcio. La adecuación nutricional de la dieta, sin embargo, fue considerablemente más baja en cuanto a energía, vitamina A, riboflavina, hierro y niacina, acusando porcentajes de adecuación muy inferiores a las recomendaciones vigentes (6). Por ejemplo, la adecuación de retinol en 1987 era un 50% más baja que la notificada en 1978; esto es importante, pues con base en los datos del año 78, se decidió suspender en el país la fortificación del azúcar con vitamina A (7). Para 1987, de nueve nutrientes analizados, siete presentaron una adecuación inferior a las recomendaciones, comparado con sólo cuatro elementos que mostraron esta situación en 1978.

El análisis de la situación alimentaria del área urbana de San José, en esta década, indica que la disminución en las adecuaciones de varios nutrientes observados, coinciden con una disminución en el consumo de productos lácteos por un lado, y de frutas y vegetales por el otro.

Aun cuando los datos de consumo y de adecuación nutricional parecen contradecirse, ello se explica si se toma en cuenta la estructura etaria de la población sometida a estudio. Mientras que el 24% de ésta fluctuaba entre los 0 y 9 años de edad en 1982, en 1987 el mismo grupo etario representaba el 18%, con el consecuente incremento en el porcentaje de población con edades comprendidas entre los 10 y 18 años (de 20 a 27%). Este proceso representa un aumento en la demanda de energía y nutrientes para la población, demanda que aparentemente no pudo satisfacer —mediante el correspondiente aumento en el consumo de alimentos—, el cual como ya se observó, se mantuvo estático.

Lo anterior también podría explicarse, si se considera la marcada influencia de la crisis económica sobre el precio de los alimentos y sobre el poder adquisitivo del salario mínimo (SM).

El 1980, los costarricenses tenían que destinar el 92% del SM para cubrir el costo de la Canasta Básica Alimentaria (CBA), situación que empeoró en el período comprendido entre 1981 y 1984, en el que se debía destinar más del 100% del SM para cubrir el valor de la CBA (Figura 1).

La situación aludida logró atenuarse levemente en los años posteriores a 1984; no obstante, para 1987 el porcentaje del SM (20%) que teóricamente les quedaba disponible a las familias de ingresos medios y bajos, resultaba insuficiente para satisfacer las necesidades del pago de vivienda, vestuario, educación, transporte, diversiones y otras necesidades básicas, cuyos costos también experimentaron un incremento.

Dado lo anterior, podría pensarse que los resultados constatados en este estudio, obedecen al comportamiento de las familias costarricenses, que recurrieron a disminuir el monto destinado para la compra de alimentos, sacrificando el consumo de aquéllos de mayor costo como los productos lácteos, carnes, frutas y vegetales (9) para poder así asumir los otros gastos, dado que —como se dijo— la alimentación consume un porcentaje muy alto del presupuesto familiar que aumenta a medida que el ingreso real de la familia disminuye.

La década de los 70's representó para Costa Rica una época de apogeo económico, viéndose en 1982 aún reflejos de esto para algunos indicadores, pero iniciándose el deterioro de otros, como lo señala la disminución obser-

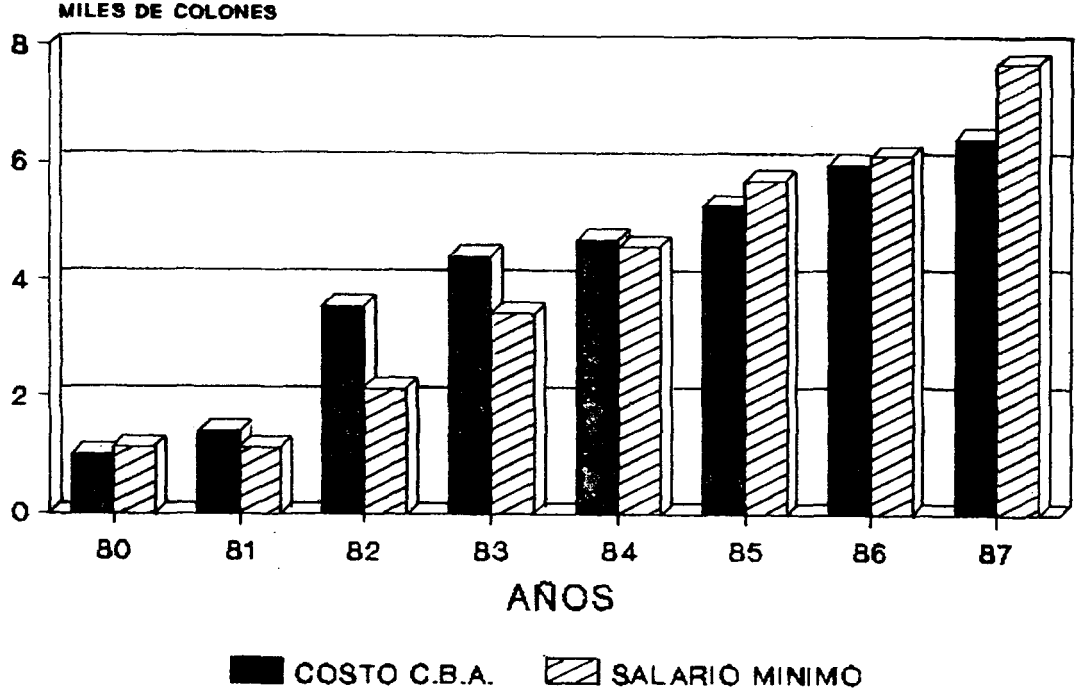


FIGURA 1

Evolución del costo de la canasta básica alimentaria (CBA) y el salario mínimo  
Costa Rica 1980-1987

(Esta Figura fue elaborada por MIDEPLAN con base en datos del Ministerio de Seguridad Social y Dirección de Estadística y Censos)

- (Letter). **Food and Nutr. Bull.**, 4 (4): 77, 1980.
8. Flores, M & J. Aranda-Pastor. Evaluación dietética a nivel nacional en Costa Rica: Cambios en una década. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 30 (3) 432-450, 1980.
  9. Laure, J. **Costa Rica: Medio Siglo de Políticas a Favor del Incremento de Salarios Mínimos más Bajos.** Guatemala, INCAIP, Colección Documentos Técnicos No. 19, 1990.
  10. Pinstrup-Andersen, P. Macroeconomic adjustment policies and human nutrition: Available evidence and research needs. **Food and Nutr. Bull.**, 9: 69. 1987.
  11. Jolly, R. Recession, adjustment and nutrition: An overview. **Food and Nutr. Bull.**, 9: 24, 1987.

# **SOURCES OF NUTRITION INFORMATION OF CHILEAN SCHOOLERS, METROPOLITAN REGION, CHILE, SURVEY 1986-1987**

*Rodolfo Ivanovic<sup>2</sup>, Manuel Olivares<sup>3</sup> and Daniza Ivanovic<sup>4</sup>*

**Institute of Nutrition and Food Technology (INTA),  
University of Chile  
(Nutrition and Educational Achievement Unit)  
P.O. Box 138, Santiago 11, Chile**

## **SUMMARY**

The purpose of the present study was to determine the relative importance of different sources of nutrition information used by Chilean schoolers to learn the basics of nutrition. In this respect, a representative sample of 4,509 elementary and high-school children was randomly selected and stratified according to grade, sex, type of school and geographic area. Schoolers were individually interviewed in order to collect data related with socioeconomic status (SES) and sociocultural conditions, as well as to learn as to what they considered to be the most important sources of nutrition information influencing their nutritional learning, gathering the necessary data through a questionnaire especially designed for this purpose.

Results indicated that 87.8% schoolers mentioned their family (mainly the mother), as the most important source of nutrition information; 10.7% said the school teacher, and 1.5%, mass media (0.8% television, 0.5% books, 0.1% magazines and 0.1% radio) without significant differences by sex, age and geographic area. The role attributed to the family (mother) was important in all SES categories, but proved to be significantly higher in the high SES group (91.9%) than in the low SES group (84.6%). The role attributed to the school teacher, in contrast, was lower (6.7%) in the high SES

---

Manuscrito modificado recibido: 30-4-90.

- 1 This investigation was financed by Grant 818/1988 of Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) and S 2169-8945 of Departamento Técnico de Investigación (DTI) de la Universidad de Chile.
- 2 Sociologist, Associate Investigator of the Nutrition and Educational Achievement Unit of INTA, University of Chile, P.O. Box 138, Santiago 11, Chile.
- 3 Medical Doctor, Associate Professor of the Hematology Unit of INTA, University of Chile.
- 4 Assistant Professor and Chief of the Nutrition and Educational Achievement Unit of the above-mentioned University.

group than in the low SES group (13.8%) ( $p < 0.001$ ). In relation to mass media, the influence attributed to books and magazines was high in the high SES group, but television and radio were more important in the low SES group. On the other hand, significant differences found by type of school were related to SES.

These findings could be useful in the establishment of food and nutrition policies, as well as in educational planning focused on the Chilean school population, considering that few studies have been carried out along these lines.

## INTRODUCTION

Recent findings have underlined that family (particularly the mother), school teacher and television are the most important sources of nutrition education influencing the nutritional learning of students enrolled in elementary first grade; the impact of socioeconomic conditions and sex was outstanding (1).

The mother's role, as educational agent in the nutrition education area, is important in all socioeconomic strata (SES), being significantly higher in the high SES children, probably because of their upper schooling level. On the other hand, in the low socioeconomic status, although their role is high, this decreases, teacher and mass media occupying now an important place (1).

Of all mass media, television, books and radio were pointed out as the most important sources of nutrition information for children, but television was the most outstanding (1). These findings are similar to those reported by other investigators in studies which involve the elderly population sector. Television and radio have been identified as the main educational factors for this age group (2).

In Chile, during the last years, important advances in the coverage of the educational system, have been made, since 95.4% of children in school age enroll in elementary first grade. In elementary and high school, approximately 70% and 40% of the schoolers enrolled in both educational levels, respectively, graduate (3). From this perspective, and as mentioned previously, the school teacher's role acquires more and more importance throughout the formal educational process, as source of nutrition education and information.

The purpose of the present study was to determine the relative importance of different sources of nutrition information, used by Chilean elementary and high school students and to learn the status of the subject nutrition by socioeconomic status, sex, age, type of school and geographic area.

## MATERIAL AND METHODS

### *Sample Selection*

The population, 523,158, comprised all schoolers who were enrolled in grades I, II, IV, VI and VIII of elementary school, and grades I and IV of high school from the Metropolitan Region of Chile in 1986-1987. Children belonged to public, private subsidized and private non-subsidized schools, and to urban and rural areas. The sampling plan was designed so as to yield approximately 1% of the student population. The representative and proportional sample

vada en el consumo de la mayoría de los alimentos. Ya en 1987 la situación era más definida, encontrándose los primeros cambios en el patrón alimentario, y un deterioro importante en la adecuación nutricional de la dieta del costarricense.

Pareciera ser, en todo caso, que los efectos de la crisis económica en la disponibilidad de alimentos, se dan con una respuesta "tardía", como algunos autores proponen (10, 11), ya que la encuesta de 1982 no llegó a detectar los importantes cambios encontrados en este estudio. Queda por ver si los hallazgos observados en 1987 son representativos de la situación actual de población, o si son las últimas consecuencias de la crisis económica que ha vivido el país a partir de 1980. Esto sólo podrá aclararse mediante una vigilancia estricta y constante de la situación alimentaria y nutricional, diseñada adecuada y eficientemente para identificar los grupos o sectores a riesgo, y para evaluar los programas ya existentes.

## SUMMARY

### EVOLUTION OF THE FOOD INTAKE AND NUTRITIONAL STATUS IN THE METROPOLITAN AREA OF SAN JOSE, COSTA RICA

Evolution of food and nutrient intake patterns in urban San José, Costa Rica, during the last decade, was studied comparing data from the last two national surveys (1978, 1982) and 1987 data obtained from 51 families previously included in the 1982 survey.

Total food and nutrient intake was found to be similar to the 1982 results, although the pattern was altered, with a substantial decreased contribution of milk products to both energy and protein intakes. A small but constant decrease in the intake of more than half of the foods registered was also observed. Nevertheless, the nutritional adequacy of energy (from 100 to 78%), retinol (from 83 to 69%), riboflavin (from 94 to 63%), iron (from 106 to 69%) and niacin (from 103 to 81%), were found to be significantly lower than in previous years.

The findings herein reported suggest that the effects of the economic crisis initiated in 1980 on food availability, could well be showing a time lag.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ministerio de Salud. *Encuesta Nacional de Nutrición, 1966*. Departamento de Nutrición, San José, Costa Rica, 1967.
2. Ministerio de Salud. *Encuesta Nacional de Nutrición, 1978*. Departamento de Nutrición, San José, Costa Rica, 1980.
3. Ministerio de Salud. *Encuesta Nacional de Nutrición, 1982*. Departamento de Nutrición, San José, Costa Rica, 1985.
4. Kisk, L. *Muestreo de Encuestas*. México, Editorial Trillar, 1972.
5. Murillo, S. & E. Ulate. *Tabla de Composición de Alimentos y Pesos para Costa Rica*. San José, Universidad de Costa Rica, 1984.
6. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. *Recomendaciones Dietéticas Diarias para Centroamérica y Panamá*. Guatemala, INCAP, 1973.
7. Céspedes, C. Vitamin A nutrition status en Costa Rica: Was fortification necessary?

consisted of 4,509 schoolers, and was randomly chosen, and stratified according to grade, sex, type of school and geographic area. Schoolers were selected from grades II, IV, VI and VIII of elementary school, and grade IV of high school. This selection was done because they represent the end of each subcycle and the objectives pursued by the elementary and high school curriculum program from the Ministry of Education of Chile which have been formulated for each subcycle. Therefore, at the end of each subcycle those objectives could be evaluated. On the other hand, grade I of elementary and high school were chosen because the present investigation is part of a major study underway, the finality of which is to quantify the impact of food and nutritional status of Chilean schoolers on educational achievement and school desertion, according to which, a 12-year follow-up study will be carried out. The sample was calculated with 95% of reliability and with 5% of error. Schoolers aged 6-22 years were included. The survey was carried out during the period 1986-1987 in 13 schools belonging to eight communes from the Metropolitan Region of Chile. As a final comment, the sample is representative of the 38.0% of the Chilean school population.

### *Socioeconomic Study*

Socioeconomic status (SES) was determined through a socioeconomic scale which includes schooling, occupation of the household head and housing (conditions, property, water supply, sanitation and goods), information that was requested from the family members (4).

### *Sources of Nutrition Information*

Information sources on nutritional matters were identified through a questionnaire especially designed, where schoolers named and ranked them according to the importance attributed in relation to their learning of nutritional topics (nutritional contents from the curriculum programs of the Ministry of Education of Chile and nutrition knowledge and food habits acquired at home, through mass media exposure and from other sources). The questionnaire —based on 15 items (opened and closed)— was developed, evaluated, revised and applied by the researchers. The questionnaire was pilot tested on 310 schoolers for validity and reliability. Children were individually interviewed at school by the researchers in a room judged to be adequate for this purpose. In spite of the fact that field work was tiresome, data collection did not present any obstacles.

### *Statistical Analysis*

Data were analyzed through the chi-square test (5).

## RESULTS AND DISCUSSION

The order of importance assigned to the nutrition information sources is indicated in Table 1. As the data reveal, 99.0% of the schoolers mentioned family as the most important source, through which they learn about nutrition; the second place was assigned to the school teacher (66.3%). In relation to mass media, television (54.0%), books (43.9%), magazines (40.6%), newspapers (36.7%), radio (36.5%) and cinema (28.0%) were mentioned in descending order of importance. In the first place, 87.8% of the schoolers indicated family as the most important source of nutrition information, 10.7% stated school teacher, and 1.5%, mass media (0.8% television, 0.5% books, 0.1% magazines and 0.1% radio). It is worthwhile underlining the fact that a very low percentage of schoolers named guardian (0.02%), physician (0.07%), peers (0.04%) and housekeeper (0.04%) as source. Moreover, 2.1% were not influenced by any person.

**TABLE 1**  
**ORDER OF IMPORTANCE OF THE MAIN SOURCES OF NUTRITION**  
**INFORMATION OF CHILEAN SCHOOLERS**

Order of Importance	Family	Teacher	TV	Books	Maga- zines	News papers	Radio	Cine- Ma
Percentage of schoolers								
1	87.8	10.7	0.8	0.5	0.1	-	0.1	-
2	9.9	45.8	8.0	3.6	2.5	1.0	0.8	0.1
3	0.7	5.0	23.3	14.0	7.1	3.5	3.1	0.4
4	0.2	1.6	9.8	8.6	8.5	8.2	8.3	1.2
5	0.1	1.0	4.8	6.0	9.4	9.2	5.7	2.4
6	0.1	0.8	4.2	5.2	7.1	8.2	6.0	2.3
7	0.1	0.5	1.9	3.9	4.7	5.1	10.0	4.2
8.	0.1	0.9	1.2	2.1	1.2	1.5	2.5	17.4
Total	99.0	66.3	54.0	43.9	40.6	36.7	36.5	28.0

n = 4,132.

Note: More than one source could be chosen by the schooler.

The above-mentioned results are in agreement with our own previous findings and with those reported by other investigators (1, 6, 7). Nevertheless, and in contrast with other studies (6), in the present case, peers as source of nutrition information were named by a very low percentage of schoolers.

Figure 1 shows the most important family members named by schoolers as sources of nutrition information; 86.9% of the children indicated their mother as the most outstanding family member contributing to their nutri-

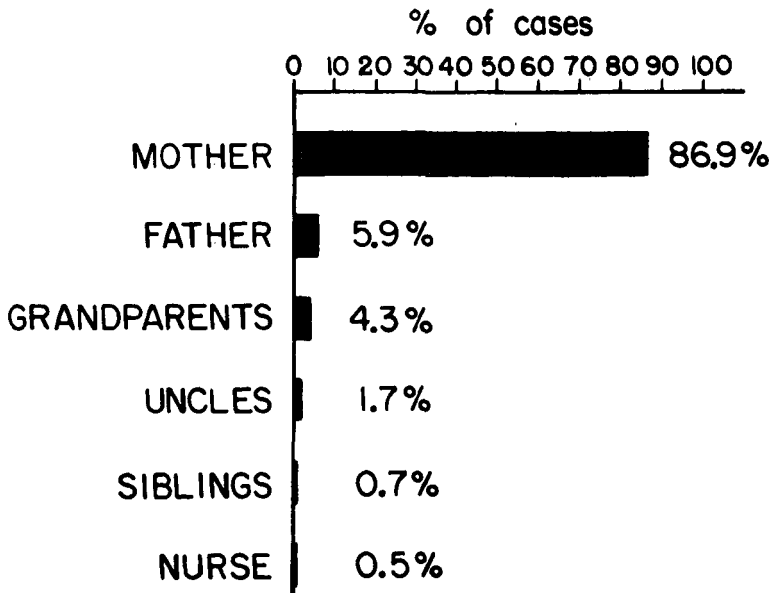


FIGURE 1

**Most important family members as sources of nutrition information of Chilean schoolers**

tional learning, followed by father (5.9%), grandparents (4.3%), uncles (1.7%), siblings (0.7%) and nurse (0.5%). Table 2 presents the distribution of family members mentioned as sources of nutrition information by categories of SES. As observed, 24.5%, 36.4% and 39.1% of the study sample pertained to high, medium and low SES, respectively. It can be appreciated that the mother's role is very high in all categories of SES, being significantly higher in the high SES children. This fact can be explained because of the high educational level of high SES schooler's mothers. In the low SES, besides the lower educational level of the mothers, we must consider a major family instability due to which, in some cases the mother (or other person) is the household head. In these cases, the mother's role as source of nutrition information is replaced by other relatives. Therefore, as Table 2 shows, the role of grandparents, uncles, and siblings significantly increased in low SES schoolers. The nurse as educational agent, and as was to be expected, by socioeconomic reasons had a significantly higher role in the high SES children.

The most important family members influencing the nutritional learning by type of school, are detailed in Table 3. Mother's role is significantly higher in schoolers from private non-subsidized schools, as compared to the other educational establishments. The other family members, except nurse, are more important in public and private subsidized schools, in spite of the fact that mother is the most important source of nutrition information. This fact

TABLE 2

**MOST IMPORTANT FAMILY MEMBERS AS SOURCES  
OF NUTRITION INFORMATION OF CHILEAN SCHOOLERS,  
BY SOCIOECONOMIC STATUS (SES)**

Family members	Percentage of Schoolers			
	High SES	Medium SES	Low SES	Total
Mother	89.5	88.4	83.8	86.9
Father	6.8	4.9	6.3	5.9
Others:				
Grandparents	1.5	4.5	5.9	4.3
Uncles	0.1	1.3	3.1	1.7
Siblings	0.5	0.8	0.9	0.7
Nurse	1.6	0.1	-	0.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Number of cases	985	1,459	1,568	4,012

$$X^2_0(4) = 41,535 > X^2_t(4) 0.001=18.460.$$

TABLE 3

**MOST IMPORTANT FAMILY MEMBERS AS SOURCES OF NUTRITION  
INFORMATION OF CHILEAN SCHOOLERS, BY TYPE OF SCHOOL**

Family members	Type of school			Total
	Public	Private subsidized	Private non-subsidized	
Mother	84.4	88.5	91.2	86.9
Father	7.1	4.2	5.2	5.9
Others:				
Grandparents	5.1	4.7	1.5	4.3
Uncles	2.1	2.0	0.1	1.7
Siblings	1.0	0.6	0.3	0.7
Nurse	0.3	-	1.7	0.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Number of cases	2,039	1,247	726	4,012

$$X^2_0(4) = 32.648 > X^2_t(4) 0.001=18.460.$$

is strongly related to socioeconomic factors, since in private non-subsidized schools 77.9% and 22.1% of the schoolers belonged to high and medium SES, respectively. In this manner, medium and low SES schoolers attended mainly public and private subsidized schools. Thus, in public schools, 34.2% and 48.0% of the schoolers belonged to medium and low SES, respectively, these values being of 47.0% and 48.7%, in public and private subsidized schools, respectively. In conclusion the samples behavior, according to type of school, is more adequately explained by socioeconomic factors.

The main family members influencing the nutritional learning of Chilean schoolers, by sex, are depicted in Table 4. The mother and father's role was significantly higher in females and males, respectively, a fact which we think is due to some socialization patterns.

TABLE 4

**MOST IMPORTANT FAMILY MEMBERS AS SOURCES OF NUTRITION INFORMATION OF CHILEAN SCHOOLERS, BY SEX.**

Family members	Males	Females	Total
Mother	85.2	88.7	86.9
Father	7.0	4.7	5.9
Others:			
Grandparents	5.0	3.7	4.3
Uncles	1.6	1.8	1.7
Siblings	0.8	0.6	0.7
Nurse	0.4	0.5	0.8
Total	100.0	100.0	100.0
Number of cases	2,053	1,959	4,012

$$X^2_0(2) = 11,771 > X^2_t(2) 0.001 = 9.21.$$

Table 5 indicates the most important family members as sources of nutrition information for Chilean schoolers, by age. Mother's role positively and significantly increased with age, at the same time that the importance of other family members' role decreased. This finding is explainable, since the majority of mothers (72.5%) were housekeepers, and thus were fully dedicated to children's needs, in all age groups. Due to the fathers' working duties, they spent less amount of time dedicated to their children. Importance of the other family members decreases with age, probably on account that adolescents tend to be more independent, and besides, some of these members died.

TABLE 5

**MOST IMPORTANT FAMILY MEMBERS AS SOURCES OF NUTRITION  
INFORMATION OF CHILEAN SCHOOLERS, BY AGE**

Family members	Age (yr)				Total
	6-9	10-13	14-17	> 18	
	Percentage of Schoolers				
Mother	81.1	87.3	92.5	95.8	86.9
Father	9.3	4.9	3.1	3.2	5.9
Others:					
Grandparents	5.5	5.1	2.4	0.7	4.3
Uncles	2.2	1.7	1.5	0.3	1.7
Siblings	1.0	0.8	0.4	-	0.7
Nurse	0.9	0.2	0.1	-	0.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Number of cases	1,392	1,442	893	285	4,012

$$X^2_0(6) = 93.05 > X^2_t(6) 0.001 = 22.46.$$

On the contrary of what was to be expected, no difference was found in the main family members as sources of nutrition information by geographic area, by which, family member's behaviour was the same, whether in the urban or rural areas.

Such as shown in Table 1, the most important sources of nutrition information (mentioned in first place) were family (87.8%), followed by school teacher (10.7%), television (0.8%), books (0.5%), magazines (0.1%) and radio (0.1%). Table 6 details these sources by categories of SES. The family's role is significantly higher in high SES schoolers, compared with medium and low SES children. On the other hand, the school teacher's role is significantly higher in the low SES schoolers compared to those belonging to the high SES group (6.7%). In relation to mass media, these were mentioned by very few schoolers (1.5%), although TV and radio were important in the low SES, and books and magazines in the high SES, and without important changes by socioeconomic strata. In the high SES, family schooling levels were significantly higher, while in the low SES, deficiencies in family nutrition knowledge (especially the mother) are compensated by the school teacher and mass media. These results are similar to those informed in a previous report (1). Furthermore, these data confirm the importance of the school teacher as source of nutrition information, since as mentioned earlier, it ranks in the second place of importance (Table 1), their role being particularly outstanding in the low SES. In other words, these findings would suggest the need of teacher further training, because of the deficiencies found in the school teacher's nutrition knowledge (8).

TABLE 6

**MOST IMPORTANT SOURCES OF NUTRITION INFORMATION  
(MENTIONED IN FIRST PLACE) OF CHILEAN SCHOOLERS  
BY SOCIOECONOMIC STATUS (SES)**

Sources of nutrition information	High SES	Medium SES	Low SES	Total
	Percentage of Schoolers			
Family	91.9	88.5	84.6	87.8
Teacher	6.7	10.0	13.8	10.7
Mass media				
Television	0.4	0.8	0.9	0.8
Books	0.7	0.6	0.3	0.5
Magazines	0.3	0.1	0.1	0.1
Radio	-	-	0.3	0.1
Newspapers	-	-	-	-
Cinema	-	-	-	-
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Number of cases	1,000	1,495	1,637	4,132

$$X_0^2(4) = 34.111 > X_1^2(4) 0.001 = 18.46.$$

Table 7 presents the most important sources of nutrition information (mentioned in first place) used by schoolers to learn nutrition by type of school. As said previously, sample behavior —according to type of school— is more properly explained by socioeconomic factors. In relation to sex, age and geographic area, no significant differences were found.

In summary, findings of the present study underline the importance of mother's role in the nutritional learning of the Chilean school population. This fact suggests the need of carrying out a diagnosis of mother's nutrition knowledge with the finality of implementing further training programs especially focused on them. In this context, our results are outstanding, considering that some investigators have confirmed that nutritional behavior of schoolers improves as a result of a parent nutrition education program (9). Additionally, research has shown that many parents possess limited nutrition knowledge and even parents who are knowledgeable about nutrition often fail to encourage their children to eat nutritious food and to develop adequate food habits (10, 11).

On the other hand, of no less importance is the school teacher's role, since it was pointed out, ranks in the second place of importance. Nevertheless, as stated previously, some authors emphasize that school teacher's nutrition knowledge is insufficient, thus emphasizing the need to evaluate this problem through a diagnostic study.

Results of the present investigation also reveal that in Chilean schoolers,

TABLE 7

**MOST IMPORTANT SOURCES OF NUTRITION INFORMATION  
(MENTIONED IN FIRST PLACE) OF CHILEAN SCHOOLERS,  
BY TYPE OF SCHOOL**

Sources of nutri- tion information	Type of school			Total
	Public	Private subsidized	Private non-subsidized	
Percentage of Schoolers				
Family	86.5	87.3	92.2	87.8
Teacher	11.9	11.0	6.6	10.7
Mass media				
Television	0.7	1.0	0.5	0.8
Books	0.5	0.5	0.5	0.5
Magazines	0.3	-	0.2	0.1
Radio	0.1	0.2	-	0.1
Newspapers	-	-	-	-
Cinema	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
<b>Number of cases</b>	<b>2,083</b>	<b>1,305</b>	<b>744</b>	<b>4,132</b>

$$X^2_0(4) = 17.577 > X^2_1(4) 0.01 = 13.280.$$

television is an important source of learning about nutrition. In this respect, television has been recognized as a powerful instrument for solving nutrition education problems (12-20).

Considering that, in Chile, 98% of the population has access to television, an important fact to consider is the insufficient use made of this mass media, classified in the third place of importance, as a vehicle of nutrition education for the Chilean population; thus, it should be taken in consideration in any food and nutrition education planning program.

### RESUMEN

#### FUENTES DE INFORMACION NUTRICIONAL DE ESCOLARES CHILENOS. REGION METROPOLITANA, CHILE, 1986-1987

El objetivo del presente trabajo fue determinar la importancia relativa de diferentes fuentes de información nutricional utilizadas por los escolares chilenos para aprender nutrición. Con tal propósito se seleccionó una muestra representativa de 4,509 alumnos de enseñanza básica y media de la Región Metropolitana de Chile, en

forma aleatoria y estratificada de acuerdo al curso, sexo, tipo de colegio y área geográfica. Los escolares fueron entrevistados individualmente utilizándose un cuestionario especialmente diseñado con el fin de obtener la información relativa al nivel socioeconómico (NSE), a las condiciones socioculturales y a las fuentes de información que afectan su aprendizaje de contenidos nutricionales.

Los resultados revelaron que 87.8% de los escolares mencionó a la familia (principalmente a la madre) como la fuente de información más importante en relación al aprendizaje de contenidos nutricionales; 10.7% señaló al maestro y 1.5% a los medios de comunicación de masas (0.8% televisión, 0.5% libros, 0.1% revistas y 0.1% radio), no constatándose diferencias significativas por sexo, edad y área geográfica. A pesar de que el rol de la familia fue muy importante en todos los niveles socioeconómicos, su importancia decreció significativamente de 91.9% en el NSE alto a 84.6% en el NSE bajo, observándose una relación inversa respecto al profesor (6.7% NSE alto y 13.8% NSE bajo). En cuanto a los medios de comunicación de masas, el impacto de los libros y revistas fue mayor en el NSE alto, pero la televisión y la radio fueron más importantes en el NSE bajo. Por otra parte, las diferencias significativas encontradas por tipo de colegio se debieron al nivel socioeconómico.

Estos resultados pueden ser relevantes para una política alimentaria y nutricional, así como en la planificación educacional dirigida a la población escolar chilena, considerando que son pocas las investigaciones referentes a esta materia.

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank Mrs. Viola Lyon for her excellent technical and secretarial help; Mrs. Eugenia Orrego for her collaboration in the field study; Mr. Juan Ganin and Mr. Manuel Soto for their typing work; to Mr. Ignacio Aguilera and Mr. Leopoldo Salgado, for their photographic task, and to Mrs. Rosa Hernández and Elizabeth Oliva for their bibliographic assistance.

### BIBLIOGRAPHY

1. Ivanovic R., I. Truffello, C. Buitrón & D. Ivanovic. Educational factors influencing the nutritional learning of elementary first grade Chilean schoolers. *Nutr. Reps. Internat.*, 39: 1,161-1,166, 1989.
2. Kivela S. & A. Nissinen. Nutrition education and changes in nutrition behavior among the 65-74 year old population of eastern Finland. *J. Nutr. Educ.*, 19: 77-82, 1987.
3. Ivanovic D. & R. Ivanovic. Rendimiento y deserción escolar: Un enfoque multicausal. En: *Rendimiento Escolar y Estado Nutricional*. D. Ivanovic, R. Ivanovic y S. Middleton, (Eds.). Universidad de Chile, INTA, Santiago, Chile, 1988, 3 p.
4. Alvarez M.L., S. Muzzo & D. Ivanovic. Escala para medición del nivel socioeconómico en el área de la salud. *Rev. Méd. Chile*, 113: 243-249, 1985.
5. Guilford J.P. & B. Fruchter. *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. 6th ed. New York, N.Y., McGraw Hill, Inc., 1978.
6. Skinner J. & M. Woodburn. Nutrition knowledge of teen-agers. *J. Sch. Health*, 54: 71-74, 1984.
7. Singleton N. & D. Rhoads. An assessment of the nutrition education of students in grades 3 to 12. *J. Am. Diet. Assoc.*, 84: 59-63, 1984.
8. Olivares, S. & S. Valiente. Antecedentes para la enseñanza de nutrición en el sistema

- escolar. *Educ. Méd. Salud*, 17: 163-171, 1983.
9. Kirks B, D. Hendricks & B. Wycs. Parent involvement in nutrition education for primary grade students. *J. Nutr. Educ.*, 14: 137-140, 1982.
  10. White P. Why all the fuss over nutrition education? *J. Nutr. Educ.*, 8: 54-57, 1976.
  11. Pearson J. What homemakers know and do about feeding their families. *Family Educ. Rev. USDA Consumer and Food Economics Institute, ARS 62-65.* (Fall, 1973).
  12. Fitzgibbons J.J. & P.A. García. TV, PSA's, nutrition and the elderly. *J. Nutr. Educ.*, 9: 114-118, 1977.
  13. Shannon B, G. Thurman & W. Schiff. Food sense: A pilot TV show on nutrition issues. *J. Nutr. Educ.*, 11: 15-18, 1979.
  14. Axelson J.M. & D.S. Del Campo. Improving teenagers' nutrition knowledge through the mass media. *J. Nutr. Educ.*, 10: 30-33, 1978.
  15. Cerqueira M.T., E. Casanueva, A.M. Ferer, G. Fontanot, A. Chávez & R. Flores. A comparison of mass media techniques and a direct method for nutrition education in rural México. *J. Nutr. Educ.*, 11: 133-137, 1979.
  16. Stern M.P., J.W. Farquhar, N. Maccoby & S.H. Russell. Results of a two-year health education campaign on dietary behavior: The Stanford three community. *Circulation*, 54: 826-833, 1976.
  17. Jenkins S., M. Stumo & J. Voichick. Evaluation of the nutrition series. *Mulligan Stew. J. Nutr. Educ.*, 7: 17-19, 1975.
  18. Brent C. TV commercials can teach nutrition. *J. Home Econ.*, 66: 21-23, 1974.
  19. Farthing M.A. Graduate students develop PSAs: A media experience provided by commercial television. *J. Am. Diet Assoc.*, 82: 407-409, 1983.
  20. Moya de Sifontes M. & P. Dehollain. Efecto de los medios de comunicación social en la adquisición de alimentos a nivel familiar. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 36: 166-186, 1986.

# **EFFECT OF HIGH SUCROSE DIETS ON CARCASS COMPOSITION IN CONVENTIONAL AND GERM-FREE MICE**

*R.T. Gazzinelli<sup>1</sup>, M.E. Silva<sup>2</sup>, T. Moraes-Santos<sup>1</sup>, J.R. Nicoli<sup>1</sup>  
and E.C. Vieira<sup>1</sup>*

**Instituto de Ciências Biológicas  
Universidade Federal de Minas Gerais, e  
Faculdade de Farmácia  
Universidade Federal de Ouro Preto,  
Minas Gerais, Brazil**

## **SUMMARY**

1. The effect of dietary sucrose on carcass composition was determined in conventional (CV) and germ-free (GF) mice fed on a control diet and on diets containing 20 and 40% sucrose.

2. Germ-free mice fed the control diet were heavier than their conventional counterparts. CV mice fed on sucrose diets were, however, heavier than their GF counterparts.

3. GF mice fed on high-sucrose diets showed a lower lipid content on carcass than the GF controls and their CV counterparts.

4. CV mice fed the high-sucrose diets were heavier than the conventional animals fed on the control diet.

5. The water content in the carcass of GF mice fed on high sucrose diets was higher than that of controls, as well as their CV counterparts.

6. The present results suggest different lipidogenic effect of dietary sucrose in germ-free and conventional mice.

---

1 Departamento de Bioquímica-Imunologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, C.P. 2486, 30181 Belo Horizonte, MG, Brazil.

2 Departamento de Nutrição, Escola de Farmácia, Universidade Federal de Ouro Preto, 35400, Ouro Preto, MG, Brazil.

## INTRODUCTION

Germ-free (GF) animals are being widely used in studies of specific biomedical problems. Under GF conditions there are important qualitative and quantitative differences regarding animal anatomy, physiology, and metabolism. Utilization of certain nutrients is enhanced in GF animals, decreasing their requirements when compared with those of the conventional (CV) ones. In theory, the GF animals possess a whole set of physiological characteristics which could allow a better digestive utilization of the diet. Even though GF animals have a lower total absorptive gut epithelium than the CV ones (1), the absorption efficiency of the GF epithelium is usually greater than that of CV animals for xylose (2), glucose (3), vitamins (3), minerals (4), fatty acids (5), and amino acids (6). Nevertheless, carefully conducted experiments with rats revealed that the fecal dry matter in GF animals is about double that of their CV counterparts, even though the intake of the former was only 18% higher. As a result, both GF and CV adult rats retained approximately the same energy from ingested food, amounting to 71% of the intake for the CV animal (7). On the other hand, the smaller cardiac output and the lower resting oxygen consumption in GF rats (7) suggest a lower metabolic rate in GF animals.

This work deals with the influence of high sucrose diets on energy metabolism in GF mice as far as lipid production from sucrose is concerned.

## MATERIAL AND METHODS

### *Animals*

The germ-free CFW (LOB) mice used in this experiment were the progeny of a breeding nucleus kindly supplied by Dr. Morris Pollard, LOBUND Laboratory, University of Notre Dame, USA. The animals were shipped in a special sterile container provided with a wet diet in order to minimize hunger and thirst during transportation. The GF animals were maintained in flexible plastic Trexler-type isolators (Standard Safety Co, Palatine, USA) and handled according to established procedures (8). The conventional CFW (LOB) mice were derived from the germ-free mice that had been removed from the isolators and maintained in an open room for several generations. Control of the GF status was performed by collecting samples of feces from GF animals which were inoculated in fluid thioglycollate medium (Difco) and brain heart infusion (Difco) at 37°C and 25°C, as described by Wagner (9). Conventional animals were maintained in the animal room. A photoperiod of 12 hrs d<sup>-1</sup> was used for CV and GF animals.

### *Diets*

Three types of diets were used for both CV and GF animals: control, 20% of sucrose, and 40% of sucrose (Table 1). The powdered mixture was made to a paste by the addition of water and sterilized in "square pak" flasks (American Sterilizer Co, Erie, USA) using a hospital-type autoclave as

**TABLE 1**  
**COMPOSITION OF THE DIETS**

Ingredients (%)	Control diet	Sucrose diets	
		20%	40%
Casein <sup>a</sup>	15.0	16.5	18.5
Sucrose	-	20.0	40.0
Corn meal <sup>b</sup>	69.4	47.6	25.0
Soy bean oil	7.0	7.2	7.9
Lysine	0.2	0.2	0.2
Choline chloride	0.4	0.4	0.4
Vitamin mixture <sup>c</sup>	3.0	3.0	3.0
Mineral mixture <sup>c</sup>	5.0	5.0	5.0
<b>Protein content</b>	<b>16.96</b>	<b>16.78</b>	<b>16.98</b>
<b>Lipid content</b>	<b>9.26</b>	<b>8.97</b>	<b>9.17</b>
<b>Carbohydrate content</b>	<b>54.96</b>	<b>58.59</b>	<b>61.66</b>
<b>Kcal/100 g</b>	<b>371</b>	<b>382</b>	<b>397</b>

a Commercial product containing: protein, 83% and fat, 3.5%.

b Commercial product containing: protein, 6.5%; oil, 2.5%; carbohydrate, 75%; fiber, 0.5% and water, 12.5.

c According to AOAC (1980).

described previously (10). All diets were equally processed and kept sterilized in the "square pak" flask until used to feed CV and GF mice.

### *Experimental Design*

Three groups of CV mice and three groups of GF mice were used in the experiment and fed on the diets described above. In each group, seven to eight 21-day old mice were used with an approximately equal number of males and females. The initial weights varied from 8.0 to 12.5 g. The mice were housed in individual cages. After 19 weeks, each animal was sacrificed under chloroform anesthesia, the whole right hind leg was amputated, and the viscera were removed. Each carcass was weighed and dried for 24 hr at 105°C to constant weight, to obtain water content, and extracted with petroleum ether in a Soxhlet apparatus to determine the fat content (11). The right hind leg was used for nitrogen determination by the Kjeldahl method as recommended by Lachance and Miller (12) as an index of body protein content. Crude protein was expressed as total nitrogen multiplied by 6.25 (11). The differences between the means were analyzed by the Student's "t" test.

TABLE 2

INFLUENCE OF SUCROSE LEVELS IN THE DIET ON FINAL BODY WEIGHT (FBW), BODY WEIGHT GAIN (BWG) AND CARCASS COMPOSITION OF CONVENTIONAL (CV) AND GERM-FREE (GF) MICE (NUMBER OF ANIMALS IN PARENTHESIS)

Group	FBW g ± SEM	BWG g ± SEM	Carcass			
			Weight g ± SEM	Moisture % ± SEM	Lipid % ± SEM	Protein % ± SEM
<i>Control</i>						
CV (7)	22.8 ± 1.1	13.1 ± 1.0	18.5 ± 0.9	57.1 ± 0.9	16.2 ± 1.4	22.1 ± 0.8
GF (8)	28.2 ± 1.3 <sup>a</sup>	18.1 ± 1.3 <sup>a</sup>	23.2 ± 1.2 <sup>a</sup>	57.4 ± 2.3	20.7 ± 2.2	21.8 ± 0.2
<i>20% sucrose</i>						
CV (8)	31.0 ± 1.8 <sup>b</sup>	19.8 ± 1.6 <sup>b</sup>	26.1 ± 1.7 <sup>b</sup>	48.0 ± 1.5 <sup>b</sup>	30.0 ± 2.2 <sup>b</sup>	22.0 ± 0.7
GF (7)	25.5 ± 1.5 <sup>a</sup>	14.4 ± 1.1 <sup>a</sup>	21.0 ± 1.3 <sup>a</sup>	64.5 ± 1.5 <sup>ab</sup>	13.1 ± 1.6 <sup>ab</sup>	25.1 ± 1.9
<i>40% sucrose</i>						
CV (7)	32.9 ± 2.3 <sup>b</sup>	20.6 ± 2.4 <sup>b</sup>	28.0 ± 1.6 <sup>b</sup>	50.1 ± 2.3 <sup>b</sup>	28.8 ± 2.4 <sup>b</sup>	19.8 ± 0.2
GF (7)	27.6 ± 2.1 <sup>a</sup>	17.1 ± 1.7	22.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	65.2 ± 2.0 <sup>ab</sup>	12.7 ± 2.8 <sup>ab</sup>	24.2 ± 1.1

a Statistical difference ( $p < 0.05$ ) between CV and GF in the same group.

a Statistical difference ( $p < 0.05$ ) between CV and GF in the same group.

## RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 shows that, in GF mice fed the control diet, final body weight, body weight gain, and carcass weight were significantly higher than in the CV mice. These results are conflictant with those of Levenson and Tennant (13) who reported that carcass fat content was higher in CV than in GF rats. The results in Table 2 suggest that GF mice utilized better the control diet which made them heavier than CV mice, although no alteration in the proportion of the carcass constituents was observed. The CV mice fed on sucrose diets were, however, heavier than their GF counterparts and the CV mice fed on the control diet. Final body weight, body weight gain, and carcass weight were statistically similar in GF mice fed either on the control diet or on the sucrose diets.

Table 2 also indicates that sucrose content of diet had a greater lipogenic effect for CV mice than for their GF counterparts. Fat content was significantly lower in the carcass of the GF animals fed on the high sucrose diets. It should be pointed out that there was a significant negative correlation between moisture content and fat content in the carcass of both CV and GF mice fed on the high sucrose diets. In GF animals the apparently, but not statistically different, higher protein content or perhaps carbohydrate content (not measured) in the carcass, could be responsible for the higher water content. Previous studies showed that in GF rats, the activities of liver glucose-6-phosphate dehydrogenase and 6-phosphogluconate dehydrogenase were 60% and 80%, respectively, of those of their CV counterparts (14). In addition to this reduction in the activity of rate-controlling enzymes of the hexosemonophosphate shunt, the activity of *alpha*-glycerophosphate deshydrogenase was also reduced in GF animals (15). These data suggested that production of NADPH might be decreased in GF rodents and that this might be reflected in a reduced potential of the liver to synthetize fatty acids from carbohydrate catabolism. In the absence of an outlet for acetyl CoA via fatty acid synthesis, an increase in the amount of citrate transferred to the cytoplasm can be expected. This excess citrate could fall in the circulation and then into the urine. In fact, Gustafsson and Norman (16) found five times more citrate in urine of GF rats than in their CV controls.

The present investigation designed to study the effect of high-sucrose diets on body weight, body weight gain, and carcass composition in CV and GF mice, indicated a greater lipogenic effect of the high-sucrose diets only in the CV animals. This discrepancy between CV and GF mice shows that GF animals offer an excellent tool in the studies of the influence of the intestinal microflora on carbohydrate metabolism.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported by Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## RESUMO

1. O efeito da sacarose na dieta sobre a composição da carcassa foi determinado em camundongos convencionais (CV) e isentos de germes (GF) alimentados com ração controle e com rações contendo 20 e 40% de sacarose.

2. Os camundongos GF na ração controle foram mais pesados do que os CV. Contudo, os camundongos CV alimentados com dieta com sacarose foram mais pesados que os GF.

3. Camundongos isentos de germes (GF) alimentados com dieta rica em sacarose mostraram um conteúdo lipídico menor na carcassa em relação aos GF alimentados na ração controle e os outros CV.

4. Camundongos convencionais (CV) na dieta rica em sacarose foram mais pesados do que os animais CV na dieta controle.

5. O conteúdo aquoso na carcassa dos camundongos GF na dieta rica em sacarose foi maior do que nos controles GF e nos CV.

6. Esses resultados sugerem um efeito lipídico diferente da sacarose alimentar nos camundongos GF e CV.

## BIBLIOGRAPHY

1. Meslin, J.C., E. Sacquet & J.L. Guenet. Action de la flore bactérienne sur la morphologie et la surface de la muqueuse de l'intestin grêle du rat. *Annales de Biologie Animale Biochimie et Biophysique*, 13: 203-214, 1973.
2. Heneghan, J.B. Influence of microbial flora on xylose absorption in rats and mice. *Am. J. Physiol.*, 205: 417-420, 1963.
3. Ford, D.J. & M.E. Coates. Absorption of glucose and vitamins of the B-complex by germ-free and conventional chicks. *Proc. Soc.*, 30: 10A, 1971.
4. Reddy, B.S., J.R. Pleasants & B.S. Wostmann. Effect of intestinal microflora on calcium, phosphorus, and magnesium metabolism in rats. *J. Nutr.*, 99: 353-362, 1969.
5. Cole, J.R. & F.M. Boyd. Fat absorption from the small intestines of gnotobiotic chicks. *Appl. Microbiol.*, 15: 1,229-1,234, 1967.
6. Herskovic, T., J. Katz, M.H. Floch, R.P. Spencer & H.M. Spiro. Small intestinal absorption and morphology in germ-free monocontaminated, and conventional mice. *Gastroenterol*, 52: 1,136 (abstract), 1967.
7. Wostmann, B.S., C. Larkin, A. Moriarty & E. Bruckner-Kardoss. Dietary intake, energy metabolism, and excretory losses of adult male germ-free Wistar rats. *Laboratory Animal Science*, 33: 46-50, 1983.
8. Pleasants, J.R. Gnotobiotics. In: *Handbook of Laboratory Animal Sciences*. J.R. Melby and N.H. Altman (Eds.), Cleveland, Ohio, CRC Press, 1974, p. 119-174.
9. Wagner, M. Determination of germ-free status. *Ann. New York Acad. Sci.*, 78: 89-100, 1959.
10. Moraes-Santos, T., J.R. Nicoli, M.E. Silva & E.C. Vieira. A method for steam-sterilizing semi-solid diets for germ-free mice research. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 41 (4): 546-554, 1991.
11. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th ed., Washington, D.C., The Association, 1980, p. 127.
12. Lachance, P.A. & G.A. Miller. Protein quality assessment in the rat: Correlation between whole carcass and hind limb nitrogen concentration. *Nutr. Reps. Internat.*, 7: 25-32, 1973.

13. Levenson, S. & B. Tennant. Some metabolic and nutritional studies with germ-free animals. *Fed. Proc.* **22**: 109-119, 1963.
14. Reddy, B.S., J.R. Pleasants & B.S. Wostmann. Metabolic enzyme in liver and kidney of germ-free rats. *Bioch. Biophys. Acta*, **320**: 1-8, 1973.
15. Swell, D.L. & B.S. Wostmann. Thyroid function and related hepatic enzymes in the germ-free rats. *Metabolism*, **24**: 695-701, 1975.
16. Gustafsson, B.E. & A. Norman. Metabolic enzyme in urinary calculi in germ-free rats. *J. Exper. Med.*, **116**: 272-284, 1963.

# A METHOD FOR STEAM-STERILIZING SEMI-SOLID DIETS FOR GERM-FREE MICE RESEARCH

*T. Moraes-Santos<sup>1</sup>, J.R. Nicoli<sup>1</sup>, M.E. Silva<sup>2</sup> and E.C. Vieira<sup>1</sup>*

**Instituto de Ciências Biológicas  
Universidade Federal de Minas Gerais, e  
Faculdade de Farmácia  
Universidade Federal de Ouro Preto,  
Minas Gerais, Brazil**

## SUMMARY

A semi-solid corn-meal diet sterilized in glass flasks in a hospital-type autoclave is described. The values of weight gain, feed efficiency, apparent digestibility, and cecal diameters were the same for germ-free mice fed either on this diet or on a soybean meal and alfalfa diet (L-485), widely used in germ-free research. The corn-meal diet has been successfully used for eight years.

## INTRODUCTION

Germ-free (GF) and gnotobiotic animals are being used in increasing numbers to clarify specific biomedical problems related to the influence of the microbial flora on the metabolism of these animals. Supplies for GF animals are obviously sterilized, usually by heat or irradiation. Diet sterilization by heat requires a high vacuum autoclave that is not available in many places. In GF research, a supply cylinder has been extensively used as an accessory to sterilize diet, bedding, etc. Vieira *et al.* (1) reported on an adaptation of the supply cylinder to a hospital-type autoclave. For an expanding animal colony, however, this process of diet sterilization became inadequate.

The present paper informs on a convenient method for sterilization of a semi-solid corn-meal diet in a glass flask, using a hospital-type autoclave.

---

Manuscrito modificado recebido: 15-10-90.

- 1 Laboratório de Gnotobiologia, Departamento de Bioquímica-Imunologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, C.P. 2486, 30161 Belo Horizonte, MG, Brazil.
- 2 Departamento de Nutrição, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Ouro Preto, 35400, Ouro Preto, MG, Brazil.

## MATERIAL AND METHODS

### *Animals*

GF CFW mice were the progeny of a breeding nucleus supplied by Dr. Morris Pollard, LOBUND Laboratory, University of Notre Dame, USA. They were housed in plastic isolators (Standard Safety Co., Palatine, USA), according to established procedures (2). The conventional (CV) mice had been derived from the GF colony. They were maintained under otherwise similar conditions in the open animal room. The GF status of the isolators was maintained throughout the experiment, as determined by the method of Wagner (3).

### *Diets*

Two diets were used (Table 1). The first was the soybean meal and alfalfa diet L-485 (4), except that the soy meal had 70% protein. The second diet (T-81) contained casein, corn meal, and corn oil as protein and energy sources. The diet ingredients were mixed, and the powder treated in three different ways: a) the powdered diets were mixed with two volumes of water. After thorough homogenization, the resulting cake was spread over a tray, cut in 3 x 3 cm pieces, and dried in a ventilated oven at 60°C. Sterilization of the dried pieces, packed in plastic bags, was carried out by *gamma*-irradiation at 35 KGray. A <sup>60</sup>Co source was used. b) Another batch of the dried pieces was sterilized at 120°C for 60 minutes in a properly adapted supply cylinder, as described before (1). c) Powdered diets were put in "square pak" flasks (American Sterilizer Co., Erie, USA) and two volumes of water were added. Then mixture was thoroughly homogenized with a wooden stick. Sterilization was carried out at 120°C for 45 minutes. The "square pak" flask is shown diagrammatically in Figure 1. A proper rubber closure allows the flow of steam during the process of sterilization, and is self-sealing on cooling. In many laboratories, these have been used for water sterilization.

### *Bedding*

Bedding was prepared as follows. White toilet paper was thoroughly wetted and scrubbed in a metallic screen sieve, and the clumped paper dried in a ventilated oven at 60°C. Sterilization was carried out in a cloth bag using the supply cylinder.

### *Experimental Procedure*

GF and CV 21-day-old male mice were used, the initial body weights ranging from 8.50 to 10.20 g. The animals were divided into two groups: six GF, and six CV. (The number of animals used in each group is indicated in the Tables). GF animals were housed in individual cages, inside plastic isolators, and these were cleaned weekly. Diets and water were supplied *ad libitum*. CV animals were maintained in the animal room and fed the same diet as their GF counterparts. The experiment lasted three weeks. The animals were weighed weekly.

**TABLE 1**  
**COMPOSITION OF THE DIETS (g/kg)**

Ingredients	T-81	L-485 <sup>a</sup>
70% soybean protein meal <sup>b</sup>	-	300
17% alfalfa meal	-	35
Corn meal	604	590
Casein	200	-
Corn oil	90	30
Sodium chloride	-	10
Dicalcium phosphate	-	10
Calcium carbonate	-	5
Mineral mixture <sup>c</sup>	50	-
Lysine	2	5
Methionine	-	5
Choline chloride	4	-
Cellulose	10	-
Butylated hidroxytoluene	-	0.125
Vitamin mixture	40 <sup>d</sup>	10 <sup>e</sup>
Trace mineral mixture <sup>f</sup>	-	0.25
<hr/>		
% of protein (N x 6.25)	24.12	26.33
Energy content (kcal/kg)	4,034	4,010

a Kellog and Wostmann (1969) (4).

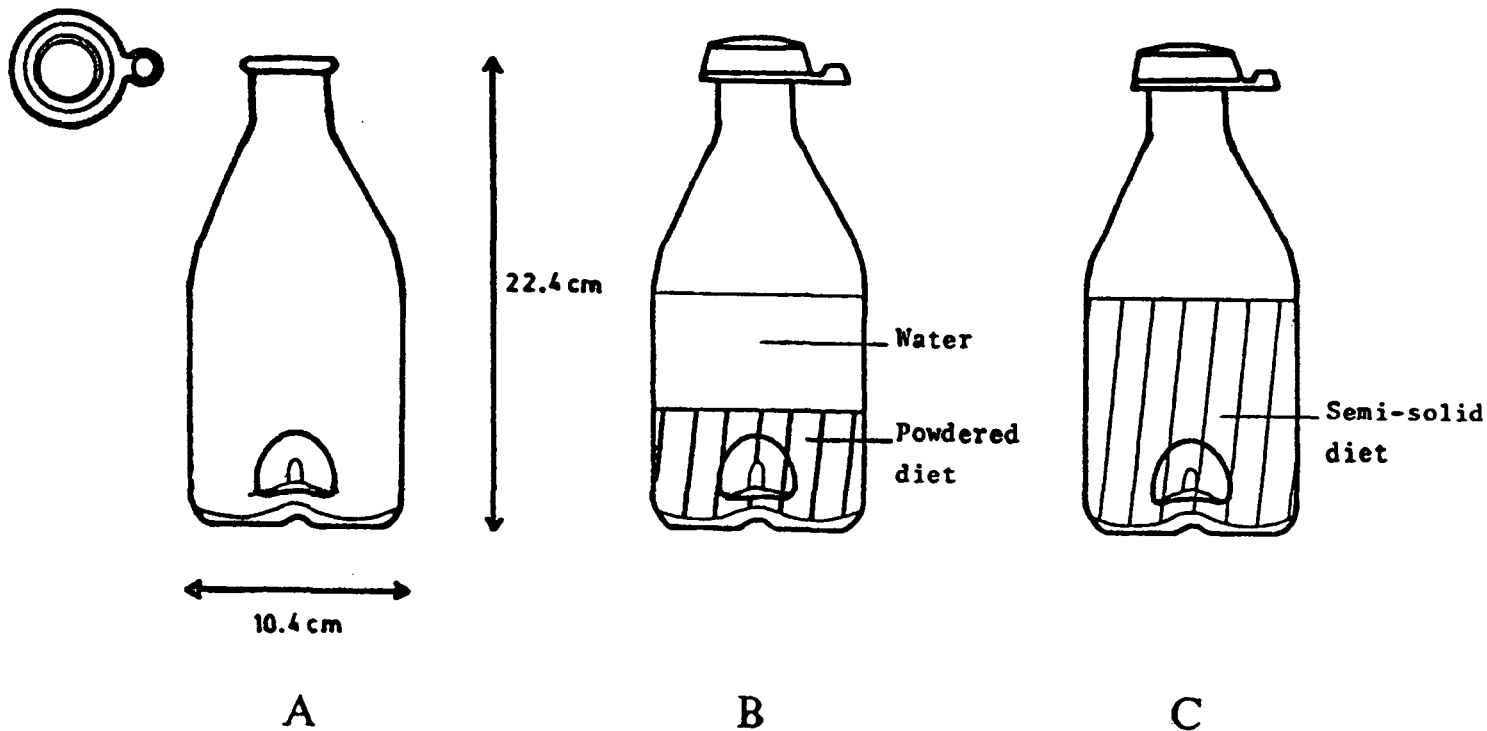
b Proteimax 70, kindly supplied by Sanbra S.A. (São Paulo, Brazil).

c AOAC (1965). Composition in mg/kg of diet: NaCl, 6965; KI, 39.5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1945; MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 2865; CaCO<sub>3</sub>, 1970; FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 1350; MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, 200; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 27.4; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, 23.9; CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, 1.15.

d Composition in mg/kg of diet: retinol acetate, 160; cholecalciferol, 1; vitamin E, 400; menadione, 20; riboflavin, 32; pantothenic acid, 160; niacin, 160; vitamin B<sub>12</sub>, 012; thiamine chloride, 20; pyridoxine chloride, 20; folic acid, 8; p-aminobenzoic acid, 400; biotin, 16; *myo*-inositol, 400; sucrose to make 40,000.

e Composition in mg/kg of diet: retinol acetate, 27; cholecalciferol, 0.2; vitamin E, 789; menadione, 315; riboflavin, 105; pantothenic acid, 1,000; niacin, 193; choline chloride, 7,020; vitamin B<sub>12</sub>, 14; thiamin chloride, 228; pyridoxine chloride, 70; folic acid, 35; p-aminobenzoic acid, 275; biotin, 28.

f Composition in mg/kg of diet: MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, 132.3; FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 66.1; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, 5.4; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 43.6; KI, 1.3; COCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, 1.3.



**FIGURE 1**

**"Square pak" flasks used for semi-solid diet sterilization: empty (A);  
 loaded with powdered diet and water before mixing (B);  
 loaded with semi-solid diet after mixing and sterilization (C)**

After three weeks, all animals were killed under ether anesthesia. The cecum was removed, washed with saline, and then spread out over a graph paper in order to measure its length and width. Feces, bedding, and food residues of each animal were pooled, and feces and food residues were separated from bedding, dried at 105°C, and weighed. The nitrogen content of food, feces, and spoiled food was determined by the Kjeldahl method. Since the moisture content was not constant, the amount of food eaten or wasted was calculated from the nitrogen determination, and was expressed as dry weight. Feed efficiency (FE) and apparent digestibility of nitrogen (Dapp) were calculated as follows:

$$FE = \frac{\text{Weight gain (g)}}{\text{Food intake (g)}}$$

$$DAPP = \frac{\text{Nitrogen intake (g)} - \text{Fecal nitrogen (g)}}{\text{Nitrogen intake (g)}}$$

Analysis of variance was performed using an ANOVA program. Data were compared and tested by the least significant difference.

## RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 shows weight gain, feed efficiency, and apparent digestibility of CV and GF mice fed the two diets, sterilized by three different ways. The values of these parameters were the same for diets T-81 and L-485 when sterilization was carried out by heat in the cylinder. When sterilization was carried out by *gamma*-irradiation, a lower weight gain and a lower feed efficiency were found in GF mice fed on diet T-81. This effect could be explained by the possible presence of any radiolytic products (6) available in the diets, which is more active in GF animals because of the lacking of a metabolizing microflora. The weight gain of CV mice fed on T-81 was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that obtained with L-485, when the diets were sterilized by heat, while the weight gain and the feed efficiency of GF mice fed on T-81 were significantly higher when sterilization in "square pak" flasks was used.

When pelleted diet was used (sterilization by *gamma*-irradiation or heat in supply cylinder) diet T-81 presented a higher apparent protein digestibility than diet L-485. This was probably due to the higher digestibility of casein proteins as compared to those of soy or alfalfa. Nevertheless, when T-81 was sterilized in "square pak" flasks, the apparent protein digestibility values revealed no difference. This may be attributed to the heat effect on proteins, more pronounced when purified ingredients have a higher water content. The overall results, as depicted in Table 2, led to the conclusion that T-81 diet is, as recommended, as the widely used L-485 diet which is sterilized in a high vacuum autoclave.

Table 3 indicates that the cecal dimensions were not affected by the kind of diet in all sterilization procedures.

In most gnotobiology laboratories, diet and bedding are sterilized either

TABLE 2

WEIGHT GAIN , FEED EFFICIENCY (FE), AND APPARENT DIGESTIBILITY (DAPP) OF GERM-FREE (GF) AND CONVENTIONAL (CV) MICE FED EITHER ON L-485 OR T-81 (TABLE 1) DIETS STERILIZED BY THREE DIFFERENT PROCEDURES

Procedure used in sterilization	Group	Diet (No. of animals)	Weight gain (g ± SE)	FE (g ± SE)	Dapp (% ± SE)
<i>gamma</i> -irradiation	GF	T-81 (5)	8.34 ± 0.99 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.009 <sup>a</sup>	97.52 ± 0.20 <sup>a</sup>
		L-485 (5)	9.40 ± 0.59 <sup>b</sup>	0.11 ± 0.004 <sup>b</sup>	71.23 ± 6.42 <sup>b</sup>
	CV	T-81 (9)	11.16 ± 0.99	0.13 ± 0.007 <sup>b</sup>	96.35 ± 0.67 <sup>ab</sup>
		L-485 (10)	11.68 ± 0.54 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.006 <sup>bc</sup>	89.97 ± 0.63 <sup>b</sup>
Heat in a supply cylinder	GF	T-81 (7)	11.23 ± 0.72 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.004 <sup>b</sup>	94.88 ± 1.18 <sup>a</sup>
		L-485 (6)	11.95 ± 0.74	0.14 ± 0.004	86.68 ± 1.64
	CV	T-81 (6)	12.90 ± 0.58 <sup>a</sup>	0.14 ± 0.004 <sup>abc</sup>	90.92 ± 0.77 <sup>abc</sup>
		L-485 (6)	9.62 ± 0.41 <sup>c</sup>	0.11 ± 0.004 <sup>b</sup>	82.10 ± 1.99 <sup>c</sup>
Heat in "square pak" flasks	GF	T-81 (7)	13.57 ± 0.48 <sup>c</sup>	0.16 ± 0.004 <sup>c</sup>	87.24 ± 2.19 <sup>b</sup>
		L-485 (8)	12.18 ± 0.53	0.16 ± 0.007	86.87 ± 1.57
	CV	T-81 (6)	12.68 ± 0.45 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.004 <sup>c</sup>	89.21 ± 0.82 <sup>c</sup>
		L-485 (7)	10.77 ± 0.34 <sup>bc</sup>	0.14 ± 0.004 <sup>c</sup>	85.50 ± 1.70 <sup>bc</sup>

a Significant differences (p < 0.05) between T-81 and L-485 diets in the same group.

b,c Significant differences (p < 0.05) between sterilization procedures in group with the same microbiological status (GF or CV) and fed the same diet (T-81 or L-485).

**TABLE 3**  
**WET WEIGHT, LENGTH AND WIDTH OF THE CECUM FROM GERM-FREE (GF)**  
**AND CONVENTIONAL (CV) MICE FED EITHER ON L-485 OR ON T-81 DIETS (TABLE 1)**  
**STERILIZED BY THREE DIFFERENT PROCEDURES**

Procedure used in sterilization	Group	Diet (No. of animals)	Wet weight (mg $\pm$ SE)	Length (cm $\pm$ SE)	Width (cm $\pm$ SE)
<i>gamma</i> -irradiation	GF	T-81 (5)	100.00 $\pm$ 18.71	2.18 $\pm$ 0.098	1.10 $\pm$ 0.054
		L-485 (5)	94.00 $\pm$ 5.48	2.12 $\pm$ 0.067	1.10 $\pm$ 0.063
	CV	T-81 (9)	68.33 $\pm$ 13.29	1.18 $\pm$ 0.030	0.77 $\pm$ 0.040
		L-485 (10)	60.00 $\pm$ 8.94	1.42 $\pm$ 0.047	0.77 $\pm$ 0.035
Heat in a supply cylinder	GF	T-81 (7)	98.57 $\pm$ 19.52	2.16 $\pm$ 0.075	1.11 $\pm$ 0.041
		L-485 (7)	101.67 $\pm$ 7.53	2.15 $\pm$ 0.030	1.10 $\pm$ 0.072
	CV	T-81 (6)	50.00 $\pm$ 6.32	1.22 $\pm$ 0.028	0.73 $\pm$ 0.020
		L-485 (6)	66.67 $\pm$ 8.16	1.33 $\pm$ 0.049	0.68 $\pm$ 0.069
Heat in "square pak" flasks	GF	T-81 (7)	91.67 $\pm$ 7.53	1.93 $\pm$ 0.053	0.95 $\pm$ 0.072
		L-485 (8)	94.00 $\pm$ 5.48	2.18 $\pm$ 0.053	1.10 $\pm$ 0.049
	CV	T-81 (6)	75.00 $\pm$ 8.37	1.30 $\pm$ 0.024	0.70 $\pm$ 0.037
		L-485 (7)	70.00 $\pm$ 8.16	1.26 $\pm$ 0.060	0.68 $\pm$ 0.034

by steam in a high vacuum autoclave or by *gamma*-irradiation. High vacuum autoclave or *gamma*-irradiation facilities are not available in many places.

In this research work, the diet was sterilized in a semi-solid state in glass flasks. Removal of the diet from the flasks was easily done with a spatula. T-81 diet had a better consistency than L-485 processed this way. It has been shown that damage to vitamins (7) and protein quality (8) by autoclaving become less severe with increasing moisture content. Growth and survival rates were higher for animals fed on a semi-solid diet than on dry diets (9).

Diet sterilization, as described in this work makes possible the maintenance of research with GF and specific pathogen-free (SPF) animals in places where high vacuum autoclave, autoclavable diets, or *gamma*-irradiation facilities are not available. This semi-solid, heat sterilized diet has been successfully used for eight years and many generations of GF rats, and mice were raised without any noticeable sign.

## RESUMEN

### UN METODO DE ESTERILIZACION POR VAPOR DE DIETAS SEMISOLIDAS PARA INVESTIGACION EN RATONES LIBRES DE GERMESES

Se describe una ración de maíz semisólida, esterilizada en frascos de vidrio, utilizando un autoclave de tipo hospitalario. Los valores de ganancia de peso, eficacia alimentaria, digestibilidad aparente y diámetro del intestino ciego fueron los mismos para ratones libres de gérmenes, alimentados con esta ración, o con la ración de soya e alfalfa (L-485), ampliamente usada en gnotobiología. La ración de maíz ha sido utilizada con éxito durante un período de ocho años.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors are indebted to Francisco Abílio do Nascimento, Ronilda Maria de Paula and Marcio Eustaquio Silva for their valuable technical help.

This work was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), and Fundação de Amparo á Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## BIBLIOGRAPHY

1. Vieira, E.C., T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli, L.Q. Vieira & J.R. Pleasants. Diet sterilization for germ-free animals in a hospital-type autoclave. In: *Recent Advances in Germ-free Research*. S. Sasaki, A. Osawa and K. Hashimoto (Eds.). Tokyo, Tokai University Press, 1981, p. 83-87.
2. Pleasants, J.R. Gnotobiotics. In: *Handbook of Laboratory Animal Science*. Vol. 1. E.C. Melby and N.H. Altman (Eds.). Cleveland, Ohio, CRC Press, 1974.
3. Wagner, M. Determination of germ-free status. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 78: 89-101, 1959.
4. Kellogg, T.F. & B.S. Wostmann. Stock diet for colony production of germ-free rats and mice. *Laboratory Animal Care*, 19: 812-814, 1969.

5. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th. ed. Washington, D.C. The Association, 1980, p. 127.
6. Saint-Lebe, L., G. Berger, A. Mucchielli & B. Coquet. Evaluation toxicologique de l'amidon de maïs irradié. In: **Radiation Preservation of Food. International Atomic Energy Agency**. Vienna, 1973, p. 727-740.
7. Zimmerman, D.R. & B.S. Wostmann. Vitamin stability in diets sterilized for germ-free animals. *J. Nutr.*, **79**: 318-322, 1963.
8. Eggum, B.O. Die Einfluss der Sterilisation auf die Protein-qualität von Futtermittelkunde. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tiernahrung und Futtermittelkunde*, **25**: 204-210, 1969.
9. Phillips, B.P., P.A. Wolfe & H.A. Gordon. Studies on rearing the guinea pig germ-free. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **78**: 183-207, 1959.

# EFFECTS OF NUTRITIONAL COPPER DEFICIENCY ON ADULT NON-PREGNANT AND PREGNANT RATS AND THEIR NEWBORNS

*M.O.E. Hilário<sup>1</sup>, O.M.S. Amancio<sup>1</sup>, B.R.M. dos Santos<sup>2</sup>  
and C.K. Naspitz<sup>3</sup>*

**Department of Pediatrics  
Escola Paulista de Medicina,  
São Paulo, Brazil**

## SUMMARY

The effects of nutritional copper deficiency on weight gain, food intake and fertility of pregnant and non-pregnant adult Wistar rats, and weight of newborns, were studied. The adult animals were subjected to diets with different copper content (control-5 ppm; moderate deficiency -1.2 ppm; severe deficiency -0.3 ppm) for six weeks (non-pregnant) and nine weeks (pregnant). No effect on weight gain or appetite was seen in the groups of animals subjected to copper deficiency. Fertility, as evaluated by the number of conceptuses and liverborns of the pregnant animals, and weight of newborns also, were not impaired.

These data show that not only the extent of deficiency, but also the period during which it is imposed, as well as its duration, condition the appearance of alterations of this deficiency.

## INTRODUCTION

Biological studies on copper date from 1818, when Bucholz discovered that it was one of the vegetal and animal tissue components (1). Work on its essentiality, however, started only in 1990 with the observation of non-responsive to iron anemia in animals receiving a milk diet (2).

---

Manuscrito modificado recibido: 07-09-90.

- 1 Associate Professor, Department of Pediatrics, Escola Paulista de Medicina.
- 2 Post-graduate Student.
- 3 Full Professor and Head of the Division of Allergy, Rheumatology and Clinical Immunology, Department of Pediatrics, Escola Paulista de Medicina.

Copper was recognized as an important component of human and animal diets in the second decade of this century, when the works of Hart *et al.* (3) and Waddell *et al.* (4) confirmed Abderhalden's observations in 1900 (2). These authors demonstrated that weanling female rats fed exclusively a milk diet became anemic, non-responsive to therapeutic iron administration, unless they received added copper.

Although there were speculations about a possible copper deficiency in humans, only in the 1960s was its clinical importance demonstrated in studies on marasmic Peruvian infants, described by Cordano, Baertl and Graham (5).

Organic copper function is connected to its role as a cofactor and also as a component of multiple enzymatic systems (6).

Experimental studies with different animals subjected to nutritional copper deficiency in adulthood and during pregnancy, have shown divergent results (7, 8). High incidence of fetal resorption and stillborns (9, 10), as well as congenital abnormality and post-natal mortality (11) have been described. Masters *et al.* (8)—studying copper deficiency in rats during pregnancy— did not observe differences regarding number of newborns and weight of mothers and newborns, when compared to a control group.

Due to the importance of this ion for growth and development of the organism, we proposed to study the effects caused by diets containing different copper concentrations on adult non-pregnant and pregnant rats and their newborns.

## MATERIAL AND METHODS

### 1. *Animals*

Female 90-day old Wistar rats, weighing between 180 and 220 g, were used. These animals after remaining in collective cages and receiving a copper adequate diet for seven days, were placed in individual cages and divided at random to be fed one of the following three types of diets during six weeks:

Diet (S) - Severe copper deficiency = 0.3 ppm.

Diet (M) - Moderate copper deficiency = 1.2 ppm.

Diet (C) - No copper deficiency (control) = 5.0 ppm.

The control diet composition was based on the Fox and Briggs (12) and Lajolo, Franca and Zucas (13) models. The protein content was 21%, and copper, 5.0 parts per million (ppm).

The deficient diet composition was basically the same as that of the control, differing only in its copper content.

The animals received diets *ad libitum*, with deionized water, in drinking bottles with glass tips.

#### 1.1 *Groups*

As of the 97th day, different groups of animals were established, as shown in Figure 1. Animals of the non-pregnant groups (NP), named according to the diet received (severe (NPS), moderate (NPM) or control (NPC)), were

sacrificed after completing six weeks of study. The pregnant groups (P) were constituted by animals that, after said period (6 weeks), were caged with adult animals daily, for 12 hours during the night, without food, receiving only deionized water *ad libitum*. After evidence of mating (presence of spermatozoa in vaginal smears), the animals were divided into seven groups according to the different diet combinations (Figure 1) and sacrificed on the 21st day of pregnancy.

Newborn animals (NB) were obtained by caesarian section on the 21st day or pregnancy, constituting different groups according to those of their mothers (Figure 1).

### 1.2 *Animal observation*

From the 97th day on, there were daily cage changes and the animals were observed for four variables: 1) food intake; 2) alterations of behavior; 3) alterations of hair, ulcers on tail and feet, and 4) mortality. Animals were weighed ever five days. Pregnant animals were weighed on the day of mating evidence (day zero) and on the 4th, 7th, 11th, 14th, 18th and 21st day of pregnancy. The unconsumed food for each animal was weighed and replaced by a new known amount (30g daily), and the difference recorded to obtain daily intake for each animal.

As the treatment for non-pregnant rats and those that became pregnant was the same during the first six weeks, these animals were considered to be a single group concerning weight and amount of diet intake, differing only as to the kind of diet received.

## 2. *Cages*

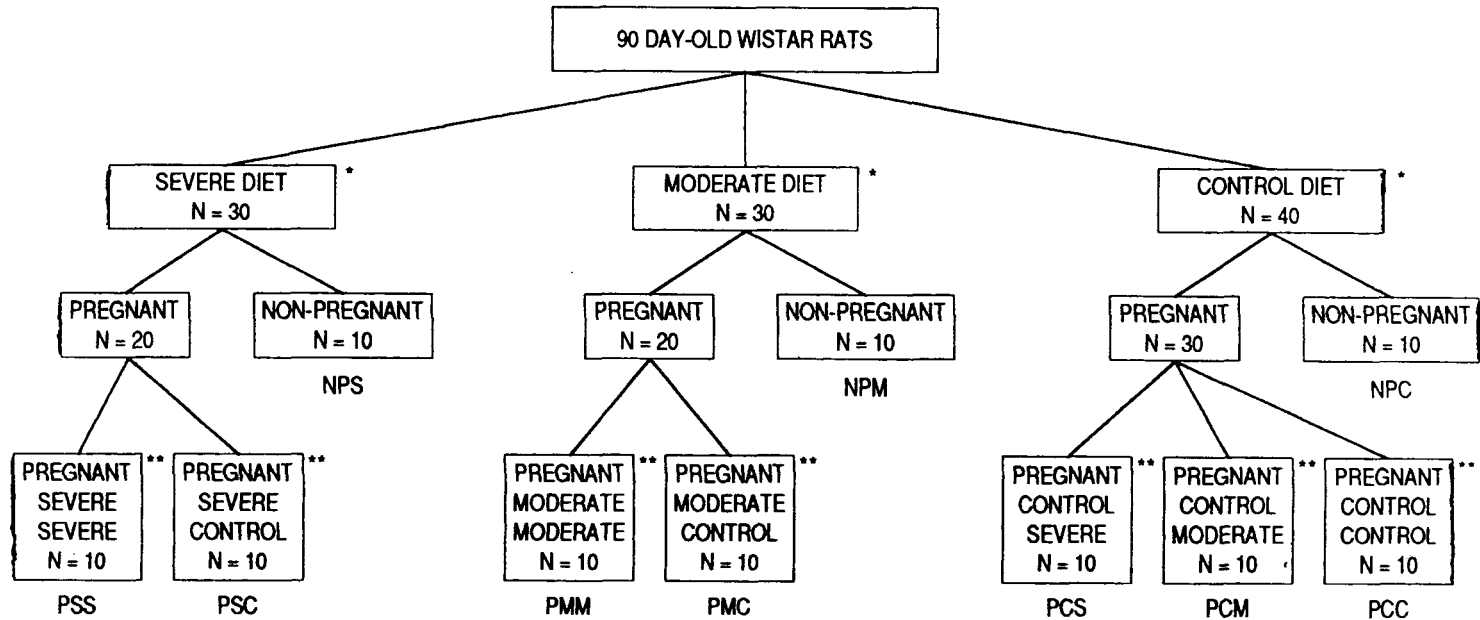
The cages used at the beginning of the experiment up to the 97th day of life, were made of polypropylene and allowed the housing of up to six animals with space for moving around. From the 97th day until the end of the experiment, the rats were lodged in individual polypropylene cages with glass bottoms and steel covers to avoid contamination with environmental copper. The containers for food and water, both made of glass, were fastened to the cover.

## 3. *Statistical Methods*

The following statistical analyses were applied:

- Variance analysis for independent groups (14). When there was a significant difference, it was complemented by Scheffe's test (14).
- Variance analysis for non-independent groups (14). In the presence of a significant difference, this analysis was complemented by the Tukey's test (14).
- Chi-square partition test (15).
- Variance analysis by Kruskal-Wallis test (16).

Significance level of results was considered to be  $p \leq 0.05$ .



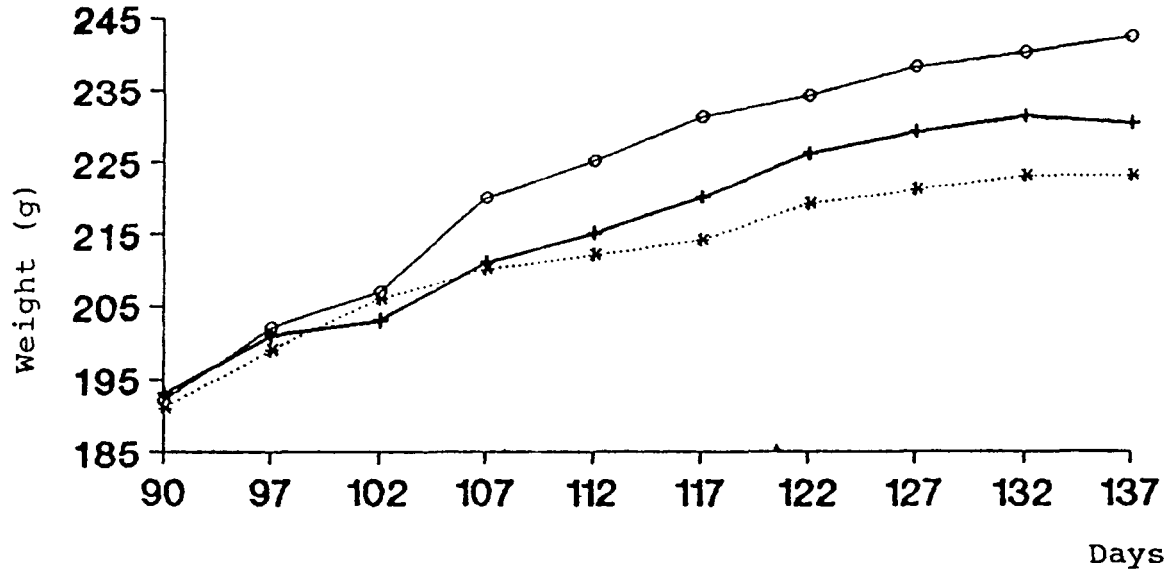
\* Animals of these groups received the diet for 6 weeks.

\*\* Animals of these groups received the diet for additional 3 weeks.

**FIGURE 1**

**Distribution of non-pregnant (NP), pregnant (P) and newborn (NB) animals in the different groups according to the copper deficient diet received: (S - severe; M - moderate; C - control).**

**For details see text**



**FIGURE 2**

**Weight gain of animals subjected to severe copper deficiency (...\*) moderate copper deficiency (—°—) and control (— + —) during the first six weeks of the study. Significant difference ( $p < 0.05$ ) was observed for the 107th up to the 137th day, Scheffe's test showing  $S < M$**

## RESULTS

The weight gain of the animals during the first six weeks is presented in Figure 2. We observed weight gain from the 90th day on, which was significant up to the 10th day for female rats fed the S diet, and up to the 112th day for those fed M and C diets. Weight gain of rats receiving M diet was significantly greater than that of those receiving S diet from the 107th day on.

Weekly mean food intakes during the first six weeks are shown in Table 1. Food consumption decreased with time mainly from the 3rd week on. Food intake by the animals that were fed the C diet was greater than that of those receiving S diet during the 1st, 3rd, and 5th weeks.

TABLE 1

MEAN WEEKLY DIET INTAKE IN GRAMS, ACCORDING TO THE GROUP STUDIED-MEAN  $\bar{x} \pm$  STANDARD ERROR (SE)

Weeks \ Diet	S (N = 30)	M (N = 30)	C (N = 40)
	$\bar{x} \pm$ SE	$\bar{x} \pm$ SE	$\bar{x} \pm$ SE
1	12.76 $\pm$ 1.80	13.97 $\pm$ 1.62	14.13 $\pm$ 2.55
2	12.25 $\pm$ 1.45	12.30 $\pm$ 1.37	13.08 $\pm$ 2.33
3	11.17 $\pm$ 1.57	11.51 $\pm$ 1.37	12.53 $\pm$ 1.86
4	11.16 $\pm$ 1.46	11.63 $\pm$ 1.57	11.98 $\pm$ 1.73
5	10.84 $\pm$ 1.36	11.39 $\pm$ 1.70	12.10 $\pm$ 1.42
6	10.79 $\pm$ 1.35	10.78 $\pm$ 1.42	11.16 $\pm$ 1.42

Analysis of variance for non-independent groups.

S = 1 > 3, 4, 5, 6; 2 > 5, 6 ( $p > 0.01$ ).

M = 1 > 2, 3, 4, 5, 6; 2 > 6 ( $p > 0.01$ ).

C = 1 > 3, 4, 5, 6; 2 > 6 ( $p > 0.01$ ).

Analysis of variance for independent groups.

1st, 3rd, 5th weeks: C > S ( $p > 0.05$ ).

Non significant difference was found between the other groups.

During pregnancy, there was a significant weight gain for all animal groups until the 21st day of pregnancy (Table 2). Rats of group PMC presented a higher weight gain than rats of group PSS at days 0, 4, 7, 14 and 21.

Weight gain percentage, taking as reference the initial weight (day zero) of pregnant rats, was not significant between the groups, in spite of being numerically greater in group PCC (data not shown).

Mean daily food intake, evaluated weekly during pregnancy (Table 3) was significantly greater during the 2nd and 3rd weeks as compared to the 1st, for group PSC, and during the 2nd week as compared to the 1st, for animals of group PCC. Comparison between the groups showed that during the 3rd week

**TABLE 2**

**PONDERAL EVOLUTION IN GRAMS-MEAN ( $\bar{x}$ ) AND STANDARD DEVIATION (SD) OF ANIMALS OF GROUPS. PSS, PSC, PMM, PMC, PCS, PCM, PCC**

Days of pregnancy	Groups	PSS	PSC	PMM	PMC	PCS	PCM	PCC
		(N = 10)	(N = 10)	(N = 10)	(N = 10)	(N = 10)	(N = 10)	(N = 10)
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
0		209.7 ± 17.3	217.5 ± 19.6	224.6 ± 11.0	233.1 ± 17.4	231.2 ± 19.0	225.9 ± 15.9	214.8 ± 9.4
4		223.0 ± 16.7	230.6 ± 19.6	238.5 ± 9.2	253.1 ± 24.1	244.5 ± 18.3	238.5 ± 16.5	231.1 ± 6.7
7		230.1 ± 19.9	238.0 ± 21.6	244.7 ± 9.2	259.9 ± 24.4	251.9 ± 19.9	245.2 ± 18.0	239.1 ± 9.9
11		240.5 ± 19.5	248.3 ± 22.7	258.7 ± 14.4	269.2 ± 28.1	264.6 ± 21.1	255.3 ± 21.8	253.3 ± 10.4
14		249.2 ± 16.9	260.7 ± 24.6	267.7 ± 11.8	277.4 ± 26.9	276.6 ± 20.5	266.8 ± 22.9	268.5 ± 9.3
18		272.7 ± 18.5	287.6 ± 23.0	295.2 ± 13.0	293.8 ± 35.1	301.7 ± 21.7	295.2 ± 22.2	288.6 ± 9.9
21		303.5 ± 26.7	319.2 ± 23.8	323.9 ± 17.9	348.9 ± 33.4	332.4 ± 22.7	325.7 ± 25.8	310.8 ± 14.7

Analysis of variance for non-independent groups showed significant differences for all groups ( $p < 0.05$ ) and Tukey's test showed:

PSS, PSC, PMM, PCS, PCM, PCC

0 < 11, 14, 18, 21

4 < 18, 21

7 < 18, 21

11 < 18, 21

14 < 21

18 < 21

PMC

0 < 14, 18, 21

4 < 18, 21

7 < 21

11 < 21

14 < 21

18 < 21

Analysis of variance for independent groups showed significant differences ( $p < 0.05$ ) for days 0, 4, 7, 14, 21 and Scheffe's test showed PMC > PSS.

For details see text.

TABLE 3

MEAN WEEKLY INTAKE OF DIETS IN GRAMS-MEAN ( $\bar{x}$ ) AND STANDARD ERROR (SD) ACCORDING TO THE GROUP STUDIED DURING THE GESTATIONAL PERIOD

Week of pregnancy	Groups	PSS	PSC	PMM	PMC	PCS	PCM	PCC
		$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$
1		12.68 ± 1.35	12.40 ± 1.18	12.63 ± 2.46	12.93 ± 1.24	13.09 ± 1.11	12.67 ± 1.85	12.87 ± 1.49
2		12.88 ± 1.17	14.32 ± 1.42	14.52 ± 1.64	13.92 ± 1.75	13.79 ± 0.96	14.23 ± 1.31	14.66 ± 1.33
3		13.43 ± 1.32	15.40 ± 0.67	13.85 ± 1.04	13.67 ± 1.17	14.01 ± 1.23	13.00 ± 0.98	14.39 ± 1.28

Analysis of variance for non independent groups - PSC: 1 < 2, 3 ( $p < 0.01$ ); PCC: 1 < 2 ( $p < 0.05$ ).

The other group showed no significant differences.

Analysis of variance for independent groups.

3rd week PSC > PSS, PMM, PMC, PCM ( $p < 0.05$ ).

For the other weeks no significant differences were found.

food consumption by PSC animals, was significantly higher than that of those of groups PSS, PMM, PMC and PCM.

Hair loss and ulcers were observed, mainly at hind paws, independently of the type of diet ingested.

No alteration of hair color of animals which ingested the copper-deficient diet was found.

There was no difference between the groups concerning fertility. All rats were pregnant at term. The number of pregnancy products (fetal resorption, still-borns and live newborns) was not different between the groups as we can see by the mean of each group: PSS = 12.5; PSC = 11.7; PMM = 12.2; PMC = 11.8; PCS = 11.5; PCM = 12.0; PCC = 11.4. The mean of newborns (Table 4), in spite of being numerically smaller in the PMM group, was not significantly different between the groups. This observation was more evident with the lower percentage of live newborns in relation to the total conceptuses in group PMM, as compared to the other groups (Table 4).

The number of newborns with malformations was very small, without predominance in the groups subjected to copper deficiency.

Statistical analysis of the mean weight of litters by group (NBSS = 4.76; NBSC = 4.79; NBMM = 4.81; NBMC = 4.85; NBSCS = 4.67; NBCM = 4.81; NBCC = 4.92), did not show a significant difference.

## DISCUSSION

The initial average weights (90 days) of the studied animals were not different, allowing to affirm the homogeneity of the samples. Despite there being a significant weight gain from the 90th day on, in all groups, it was greater in female rats receiving a moderately copper deficient diet. In spite of controversy in the literature concerning weight gain of animals subjected to deficiency of this trace element, mainly as a consequence of different animal strains and the methodology used, most authors have not observed influence on weight in adult female rats subjected to severe or moderate copper deficiency (17-19). Lower weight gains have been informed in animals subjected to pre- or post-natal deficiency (20, 21), suggesting that copper deficiency influences animal weight when it occurs during its growth and development period.

On the other hand, greater weight gain observed in animals with moderate copper deficiency than in control animals has not been reported in the literature. The explanation for these findings becomes still more difficult with the observation that there was no difference concerning intake, except between moderate and control groups during the 3rd week.

Gradual intake decrease, which occurred in all groups, mainly from the 3rd week on, could be a consequence of a lower dietetic need due to age, or adaptation of the animals to smaller cages, hindering their movements and thus decreasing the energetic requirement. Therefore, intake decrease in groups with copper deficiency does not seem to be related to the ion deficiency, because the same was found in the control group. Other authors who used a similar methodology, also, did not observe this anorexia in animals subjected to copper deficiency. On the other hand, studies with younger animals and for a longer period, notify anorexia starting from the 36th day of the beginning

of the ion deficient diet, this seeming to be directly related to the duration of deficiency (18, 22).

We did not observe great alterations in hair loss or color of the deficient animals. Hair loss in female rats, including the control group, was considered normal for age and adaptation conditions.

Despite the glass bottom cages with openings for passage of feces and urine, decreasing contact of the animals with these materials, it could not be avoided altogether, which we believe, was one of the factors, if not the only one, responsible for the ulcers, mainly at the hind paws. We do not consider involvement of humoral or cellular immunity, described in copper-deficient animals by many authors (21, 23-26), as the cause for these ulcers, since they were also found in the rats of the control group.

Weight gain was not affected significantly during pregnancy in the studied groups, a finding which agrees with the results of other authors (8, 27, 28). The difference of weight gain between PMC and PSS which we found (Table 2), reflects in our opinion, solely a still existing difference, either at the beginning of pregnancy or in the pre-gestational period. Through the comparison of weight gains percentage in the pregnant groups, that did not show significant inter-group difference, we could demonstrate that there was no greater weight gain in PMC rats when compared to those of group PSS (data not shown).

Regarding food intake during pregnancy, our results did not show a strong influence of nutritional copper deficiency, in agreement with other authors (27, 28). Comparison of intake between groups showed that during the 3rd week, animals of group PSC consumed more food than those of groups PSS, PMM, PMC and PCM. It is possible that a larger intake occurred because of an attempt of nutritional recovery to replace copper stores. The fact that we did not observe the same with group PMC may be related to a less deficient diet, to which these animals were subjected, leading, probably, to a lower deficiency and consequently to lower requirements.

According to our results, copper deficiency does not seem to inhibit conception, as also observed by other authors (8, 10, 27, 29). The lower number of newborns observed in group PMM (Table 4) probably is due to a higher number of resorptions found in these animals. These resorptions, however, occurred in different rats, and no total resorption of all conceptuses was appreciated in any animal.

The idea that copper deficiency leads to high incidence of fetal resorptions and stillborns, was reinforced by the works of Hall and Howell (10), and Howell and Hall (29). Nevertheless, these results could not be corroborated by us nor by several other authors who performed more recent work with rats fed before and/or during pregnancy copper-deficient diets (8, 21, 30-32). We are of the opinion that other factors, such as deficiency in other trace elements, could have influenced Hall and Howell's (10) results.

Although the number of fetal resorptions in the PMM group was rather high, we do not consider it to be related to nutritional copper deficiency because the amount of ion per gram of diet received by these animals was four times higher than that of rats of group PSS, wherein the number of resorptions was not significant. Considering that the diet offered to the animals was the same, differing only as to its copper concentration, it is hardly probable that in group PMM there should have been interaction with another element

**TABLE 4**  
**NUMBER OF NEWBORNS (NB) AND RESORPTIONS IN THE DIFFERENT GROUPS STUDIED**

Group	Conceptuses		Total	% NB
	NB	Resorptions		
PSS (1)	116	9	125	92.8
PSC (2)	105	12	117	89.7
PMM (3)	98	24	122	80.3
PMC (4)	108	10	118	91.5
PCS (5)	110	5	115	95.6
PCM (6)	114	6	120	95.0
PCC (7)	107	7	114	93.8
<b>Total</b>	<b>758</b>	<b>73</b>	<b>831</b>	<b>91.22</b>

Chi-square = 24.73 ( $p < 0.01$ ).

Chi-square partition = 21.5 ( $p < 0.01$ ).

3 < 1, 2, 4, 5, 6, 7.

in the diet leading to a higher number of resorptions. Taking into account that this was the only difference between diets, we believe this result to be due to the animal's own condition, and not to the imposed copper deficiency.

Regarding fetal malformations, according to our results, copper deficiency before or during pregnancy does not lead to great fetal abnormalities. Several studies have shown that nutritional copper deficiency, imposed only during pregnancy, does not lead to malformations (8, 33, 34). According to these authors, this is due to the fact that during organogenesis, maternal copper levels are not that low to lead to fetal deficiency. However, when nutritional copper deficiency occurs in the pre-gestational period, most probably fetal malformations will occur. The fact that we did not observe significant malformations in the groups exposed to nutritional copper deficiency before and during pregnancy (PSS and PMM) probably was due to copper plasma levels, not low enough after the first weeks to interfere with fetal organogenesis.

For the analysis of weight of newborns, we used the mean weight for each litter to avoid eventual distortions of the results. Nutritional copper deficiency before or during pregnancy did not alter the weight of newborns, which is in agreement with other authors (8, 27, 34). In two studies wherein the copper-deficient diet was started four months before mating and maintained during pregnancy, the newborns presented normal size and weight at birth, but retarded post-natal growth when compared to controls (32, 35). These findings suggest that consequences of intrauterine copper deficiency are not manifest at birth, but in post-natal life.

In conclusion, not only the intensity of nutritional copper deficiency, but also the time of its occurrence are important for the development of alterations, as a consequence of the decreased ion concentration in the organism.

## RESUMEN

**EFFECTOS DE LA DEFICIENCIA NUTRICIONAL DE COBRE EN RATAS ADULTAS NO PREÑADAS, Y PREÑADAS, Y SUS RECIEN NACIDOS**

Se estudiaron los efectos de la deficiencia nutricional de cobre sobre la ganancia de peso, ingesta de alimento y fertilidad de ratas Wistar adultas, preñadas y sin preñar, y el peso de sus recién nacidos. Los animales adultos fueron sometidos a dietas con diferentes contenidos de cobre (control - 5 ppm; deficiencia moderada - 1.2 ppm; deficiencia severa - 0.3 ppm) durante seis semanas (no preñadas) y nueve semanas (preñadas). No se observó ningún efecto sobre la ganancia ponderal ni sobre el apetito del grupo de animales sujetos a deficiencia de cobre. Ni la fertilidad, evaluada por el número de *conceptus* y nacidos vivos de las ratas preñadas, ni el peso de sus recién nacidos, sufrieron ningún trastorno.

Estos datos revelan que no sólo es el grado de deficiencia, sino también el período durante el cual es impuesto, al igual que su duración, los factores que condicionan la aparición de alteraciones propias de esta deficiencia.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their appreciation to Dr. Fernando José de Nóbrega, MD. PhD in technical consultation; Ronaldo Tadeu Tucci Lippelt, for his technical assistance; Alice Sakura of the Instituto Adolfo Lutz for copper analysis; Neil F. Novo, MD. PhD, and Yara Juliano, PhD, for their statistical analysis.

This work was partially supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa (CNPq).

## BIBLIOGRAPHY

1. Bucholz, D.F. Analysis eines nerkürdigen kupfererzes von poinik in ungar. *Schweigeer*, 22: 43-48, 1918.
2. Abderhalden, E. Die beziehungen des eisens zur blutbildung. *Ztschr. Biol.*, 39: 482-523, 1900.
3. Hart, E.B., H. Steenbock, C.A. Elvehjem & J. Waddell. Iron in nutritional anemia on whole milk diets and the utilization of inorganic iron in hemoglobin building. *J. Biol. Chem.*, 65: 67-80, 1925.
4. Waddell, J., C.A. Elvehjem, H. Steenbock & E.B. Hart. Iron in nutrition. VI. Iron salts and iron containing ash extracts in the correction of anemia. *J. Biol. Chem.*, 77: 777-795, 1928.
5. Cordano, A., J.M. Baertl & G.G. Graham. Copper deficiency in infancy. *Pediatrics*, 34: 324-336, 1964.
6. Castillo Durán, C., M. Fisberg & R. Uauy. El cobre como mineral esencial para la nutrición humana. *Rev. Chil. Pediatr.*, 53: 262-268, 1982.
7. Cancilla, P.A. & R.M. Barlow. Experimental copper deficiency in miniature swine. *J. Comp. Pathol.*, 80: 315-319, 1970.
8. Masters, D.G., C.L. Keen, N.O. Lönnerdal & L.S. Hurley. Comparative aspects of dietary copper and zinc deficiencies in pregnant rats. *J. Nutr.*, 113: 1,448-1,451, 1983.

9. Dutt, B. & C.R. Mills. Reproductive failure in rats due to copper deficiency. *J. Comp. Pathol.*, **70**: 120-125, 1960.
10. Hall, G.A. & J. Howell. The effect of copper deficiency on reproduction in the female rat. *Br. J. Nutr.*, **23**: 41-45, 1969.
11. O'Dell, B.L., B.C. Hardwick, G. Reynolds & J.E. Savage. Connective tissue defect in the chick resulting from copper deficiency. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **108**: 402-405, 1961.
12. Fox, M.R.S. & G.M. Briggs. Salt mixtures for purified type diets. III. An improved salt mixture for chicks. *J. Nutr.*, **242**: 50-57, 1960.
13. Lajolo, F.M., M.H.C. Franca & S.M. Zucas. Importância da cor da ração no consumo da mesma por ratos (*Rattus norvegicus var albinus*). *Rev. Fac. Farm. Bioquim. Univ. S. Paulo*, **7**: 95-103, 1969.
14. Sokal, R.R. & J. Rohlf. *Biometry*. San Francisco, Freeman, 1969, p. 776.
15. Cochran, W.G. Some methods for strengthening the common  $\chi^2$  test. *Biometrics*, **10**: 417-451, 1954.
16. Siegel, S. *Estatística no Paramétrica Aplicada a las Ciencias de la Conducta*. México, Editorial Trillas, 1975, p. 346.
17. Kishore, V., N. Latman, D.W. Roberts, J.B. Barnett & J.R.J. Sorenson. Effect of nutritional copper deficiency on adjuvant arthritis and immunocompetence in the rat. *Agents and Actions*, **14**: 274-282, 1984.
18. Lefevre, M., C.L. Keen, N.O. Lönnerdal, L.S. Hurley & B.O. Schneeman. Copper deficiency-induced hypercholesterolemia: Effects on HDL subfractions and hepatic lipoprotein receptor activity in the rat. *J. Nutr.*, **116**: 1,735-1,746, 1986.
19. Strause, L.G., J. Hegenauer, P. Saltman, R. Cone & D. Resnick. Effects of long-term dietary manganese and copper deficiency on rat skeleton. *J. Nutr.*, **116**: 135-141, 1986.
20. Kopp, S.J., L.M. Klevay & J.M. Feliksik. Physiological and metabolic characterization of a cardiomyopathy induced by chronic copper deficiency. *Am. J. Physiol.*, **245**: 4,855-4,866, 1983.
21. Phonaska, J.R., S.W. Downing & O.A. Lukasewicz. Chronic dietary copper deficiency alters biochemical and morphological properties of mouse lymphoid tissues. *J. Nutr.*, **113**: 1,583-1,590, 1983.
22. Lefevre, M., C.L. Keen, N.O. Lönnerdal, L.S. Hurley & B.O. Schneeman. Different effects of zinc and copper deficiency on composition of plasma high density lipoproteins in rats. *J. Nutr.*, **115**: 359-368, 1985.
23. Jones, D.G. & N.F. Suttle. The effect of copper deficiency on the resistance of mice to infection with *Pasteurella haemolytica*. *J. Comp. Pathol.*, **93**: 143-149, 1983.
24. Lukasewycz, O.A., J.R. Prohaska, S.G. Meyer, S.M.H. Schmidtke & P. Marder. Alterations in lymphocyte subpopulations in copper-deficient mice. *Infect. Immun.*, **48**: 644-647, 1985.
25. Flynn, A. Control of *in vitro* lymphocyte proliferation by copper, magnesium and zinc deficiency. *J. Nutr.*, **114**: 2,034-2,042, 1984.
26. Jones, D.G. Effects of dietary copper depletion on acute and delayed inflammatory responses in mice. *Res. Vet. Sci.*, **37**: 205-210, 1984.
27. Hunsaker, H.A., M. Morita & K.G.D. Allen. Marginal copper deficiency in rats: Aortal morphology of elastin and cholesterol values in first generation adult males. *Atherosclerosis*, **51**: 1-19, 1984.
28. Cohen, N.L., C.L. Keen, L.S. Hurley & B.O. Lönnerdal. Determinants of copper deficiency anemia in rats. *J. Nutr.*, **115**: 710-725, 1985.
29. Howell, J. & G.A. Hall. Histological observations on foetal resorption in copper-deficient rats. *Br. J. Nutr.*, **23**: 47-52, 1969.
30. Newberne, P.M., R.B. Wilson & G. Williams. Effects of severe and marginal maternal

- lipotrope deficiency on response of postnatal rats to infection. *Br. J. Exp. Pathol.*, 5: 229-235, 1970.
31. Prohaska, J.R. Changes in tissues growth, concentrations of copper, iron cytochrome oxidase and superoxidase dismutase subsequent to dietary or genetic copper deficiency in mice. *J. Nutr.*, 113: 2,048-2,058, 1983.
  32. Kelly, W.A., J.W. Kesterson & W.W. Carlton. Myocardial lesions in the offspring of female rats fed a copper-deficient diet. *Exp. Mol. Pathol.*, 20: 40-56, 1974.
  33. Keen, C.L., P. Mark-Savage, B. Lönnerdal & L.S. Hurley. Teratogenic effects of D-penicillamine in rats: Relation to copper deficiency. *Drug. Nutr. Interact.*, 2: 17-34, 1983.
  34. Reinstein, N.H., N.O. Lönnerdal, C.L. Keen & L.S. Hurley. Zinc-copper interactions in the pregnant rat: Fetal outcome and maternal and fetal zinc, copper and iron. *J. Nutr.*, 114: 1,266-1,279, 1984.
  35. Kitano, S. Membrane and contractile properties of rat vascular tissue in copper-deficient conditions. *Circ. Res.*, 46: 681-687, 1980.

# **EVALUACION DE DOS METODOS PARA ESTABLECER EL CONTENIDO DE POLIFENOLES EN FRIJOL CRUDO Y COCIDO, Y EFECTO QUE ESTOS PROVOCAN EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA<sup>1</sup>**

*Ricardo Bressani<sup>2</sup>, Deidamia R. de Mora<sup>3</sup>, Rafael Flores<sup>4</sup>  
y Roberto Gómez-Brenes<sup>5</sup>*

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

## **RESUMEN**

Se cuantificaron los polifenoles de frijol común de color blanco, negro y colorado, crudos, cocidos y secados, con y sin caldo, por el método de Folin-Denis que mide polifenoles totales, y por el procedimiento de precipitación de proteína de Hagerman-Butler, que mide su actividad biológica.

La evaluación consistió en determinar polifenoles en las mismas muestras durante 20 días consecutivos, utilizando tres volúmenes de extracto de una misma muestra.

Los resultados obtenidos con el método de Folin-Denis, analizados estadísticamente, indicaron que la variabilidad fue diferente en los tres volúmenes de extracto de cada uno de los colores de frijol. Sin embargo, una prueba no paramétrica señaló que los promedios en los tres niveles de concentración para todos los frijoles, eran iguales.

---

Manuscrito modificado recibido: 17-8-90.

- 1 Este trabajo se llevó a cabo con fondos provenientes del Título XII-Bean/Cowpea Collaborative Research Support Program.
- 2 En esa época, Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y Coordinador de Investigación del INCAP. En la actualidad, el Dr. Bressani es Coordinador de Investigación en Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.
- 3 Estudiante del Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos CESNA/INCAP, Guatemala, Guatemala, C.A.
- 4 Jefe de la División de Estadística del INCAP.
- 5 Cuando esta investigación se llevó a cabo, era Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

Publicación INCAP E- 1376.

La variabilidad y los promedios en los tres niveles de extracto de frijoles negros y colorados -determinados por el método de Hagerman-Butler- fueron iguales, no siendo así con los frijoles blancos. El coeficiente de variación fue más bajo para el nivel de mayor volumen de extracto.

Se encontró una correlación significativa ( $r=0.72$ ,  $P<0.05$ ,  $n=60$ ) entre los dos métodos con el nivel de mayor concentración para todos los frijoles, y la correlación fue altamente significativa ( $r = 0.84$ ,  $P < 0.05$ ,  $n = 40$ ) al eliminar los valores de los frijoles blancos.

El contenido de polifenoles, medido por los dos métodos varió con el color de la cáscara, y el tratamiento térmico redujo su contenido. En las harinas de los tres colores de frijoles cocidos, que fueron secados con y sin caldo, las pérdidas de polifenoles totales (Folin-Denis) variaron entre 31.4 y 36.6%, y entre 39.8 y 51.1%, respectivamente. También se observó una variación entre 25.4 y 93.5% de pérdidas en los frijoles cocidos y secados con caldo, y entre 33.3 y 95.7% de reducción para los polifenoles biológicamente activos (Hagerman-Butler) en los frijoles cocidos y secados sin caldo. Las mayores pérdidas fueron para los frijoles colorados.

La digestibilidad *in vivo* de la proteína del frijol con caldo y sin caldo fue de 73.2, 69.6 y 64.5%, y de 71.9, 71.9 y 68.8% para los frijoles blancos, colorados y negros, respectivamente.

Se encontró una correlación negativa ( $r=-0.39$ ) y significativa ( $P<0.05$ ) entre el contenido de polifenoles de las dietas y el porcentaje de digestibilidad *in vivo*.

## INTRODUCCION

Entre las leguminosas, el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) ocupa un lugar predominante como alimento de mayor consumo, tanto en las zonas rurales como en las urbanas de los países latinoamericanos. Sin embargo, la eficiencia de utilización de sus proteínas está limitada por su deficiencia de aminoácidos azufrados, la presencia de factores antinutricionales, y su baja digestibilidad (1-3).

Se han formulado diversas hipótesis para explicar la baja digestibilidad de la proteína de los frijoles. Posiblemente los inhibidores enzimáticos, como los taninos o polifenoles, pueden ser parcialmente responsables de esta baja digestibilidad (4-8), pero estos compuestos, en las leguminosas, no han sido investigados a profundidad y existen pocos estudios en animales que indiquen que ellos afectan directamente la calidad nutricional (7,9). No obstante, hay evidencias que hacen pensar que los polifenoles son los que contribuyen más a la baja digestibilidad de la proteína del frijol (10-12).

La mayor dificultad que existe para estudiar a fondo estos compuestos en las leguminosas, radica en los métodos analíticos disponibles para su determinación, los cuales no son específicos (13) para polifenoles.

Dada la importancia de las leguminosas en las dietas de la población latinoamericana, y debido a la poca información con que se cuenta sobre el efecto de los polifenoles en la digestibilidad de sus proteínas, se consideró de interés realizar este trabajo. El propósito fue identificar aquella metodología analítica más apropiada para el estudio de los polifenoles, comparando al mismo tiempo, su efecto sobre la digestibilidad proteínica *in vivo*.

## MATERIAL Y METODOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron tres cultivares comerciales de frijol común (*Phaseolus vulgaris*): blanco, negro y colorado. Una alícuota de cada uno de ellos se molió en crudo a través de un molino de martillos. Una segunda alícuota fue puesta en remojo en agua durante 18 horas (1:3). Después de descartar el agua, se le agregó el mismo volumen de agua y se cocinó en autoclave a 15 psi. (121°C) por 45 minutos. Luego el material cocido se secó con su caldo por aire caliente a 60°C, y el material seco se molió con un molino de martillos. Una tercera alícuota de cada una de las tres muestras se procesó como se acaba de describir, con la diferencia que el producto del autoclave fue deshidratado sin el caldo de cocción. Por consiguiente, de cada muestra de frijol se prepararon otras tres muestras: harina cruda, harina cocida y secada con su caldo de cocción, y harina cocida y secada sin caldo de cocción.

### A. Análisis Químicos

Las muestras se analizaron para determinar su contenido de nitrógeno por el método de Kjeldhal (14), a fin de establecer su contenido de proteína cruda. El porcentaje de humedad se determinó según los métodos de la AOAC (14).

Para la determinación cuantitativa de polifenoles se utilizaron dos métodos. Estos fueron: el de Folin-Denis descrito por la AOAC (14), y el de precipitación de proteína de Hagerman-Butler (8).

Para aplicar este método (8) a las leguminosas, se hicieron ensayos preliminares hasta encontrar la relación óptima para la extracción de taninos, que fue de 8, 4 y 2 g de muestra por cada 50 ml de metanol para frijoles blancos, negros y colorados, respectivamente. El rendimiento máximo de extracción en cada muestra, se obtuvo efectuando tres extracciones sucesivas, con metanol. Cada muestra se agitó a temperatura ambiente por 25 min con la ayuda de un agitador mecánico. Luego se centrifugó a 2,500 rpm durante seis min, recolectándose el sobrenadante y repitiendo la extracción en el residuo dos veces más. El extracto metanólico obtenido se evaporó a un volumen de 45 ml en un horno de convección, a la temperatura de 50°C. Luego se aforó con metanol a 50 ml. Del extracto concentrado se tomaron alícuotas que variaron entre uno y 10 ml, según el color del frijol, las cuales se evaporaron a sequedad en un horno de convección a 50°C, redisolviéndose en seguida con 1 ml de metanol para proseguir las reacciones indicadas por el método de Hagerman-Butler (8).

La reproducibilidad de ambos métodos fue evaluada mediante el siguiente diseño experimental. Se tomaron tres alícuotas de extracto de una misma muestra para un mismo día, lo que representa tres niveles de concentración de taninos (bajo, intermedio y alto) durante 20 días consecutivos (15). Los resultados obtenidos con ambos métodos se analizaron estadísticamente para seleccionar aquella concentración más reproducible y confiable.

### B. Digestibilidad *in vivo* en ratas

Este ensayo biológico se llevó a cabo con ratas de la cepa Wistar de 28 días

de edad, provenientes de la colonia animal del INCAP. Cada grupo incluía ocho ratas (4 machos y 4 hembras), las cuales fueron alojadas en jaulas individuales de tela metálica. Para la distribución de las ratas en cada grupo se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2x3. El agua y el alimento fueron ofrecidos *ad libitum*.

El ensayo de digestibilidad tuvo una duración de 17 días. Al inicio del estudio las ratas tuvieron un período de adaptación de 7 días con una dieta a base de caseína que contenía 10% de proteína suplementada con vitaminas, 4% de minerales, 5% de aceite, 1% de aceite de bacalao y almidón de maíz para ajustar a 100%. Al final de este período se les proporcionó las dietas experimentales. El período de adaptación a la nueva dieta duró 42 horas, siguiéndole un período experimental de ocho días para recolección de heces. Las heces recolectadas se secaron en un horno con aire a 60°C, se pesaron y se molieron en mortero. Los datos sobre el cambio de peso y de la ingesta de alimento fueron recolectados al inicio y al final de este último período.

A las dietas y heces de cada rata se les determinó el contenido de nitrógeno y humedad para calcular el porcentaje de digestibilidad aparente.

Las dietas experimentales contenían harina de frijoles cocidos deshidratados, con y sin caldo para proveer 10% de proteína, y se suplementaron con 4% de mezcla mineral (16) 5% de aceite de algodón, 1% de aceite de bacalao, almidón de maíz para ajustar a 100%, y 5 ml de mezcla vitamínica completa (17). Se utilizaron como controles caseína y leche descremada al 10% de proteína. A una parte de la dieta de frijol colorado y negro se le agregó 60 mg% de carmín para que sirviera como marcador de las heces; en cambio, se usó únicamente 30 mg de carmín por cada 100 g de dieta para aquellas preparadas con harina de frijol blanco, caseína y leche descremada.

### C. *Análisis Estadístico*

Los análisis estadísticos aplicados a los resultados obtenidos en este trabajo fueron los siguientes: medidas de variabilidad: varianza, desviación estándar, coeficiente de variación (7,13, 18); prueba de Bartlett (21) y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (13,17,18) análisis de varianza para clasificación simple de uno y dos vías (7,13); y análisis de correlación y regresión (7,13,18).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### A. *Análisis Químico* *Cuantificación de Polifenoles*

#### *Método de Folin-Denis*

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de cada una de las alícuotas de los extractos de frijol de los tres colores. Según se observa, el rango del coeficiente de variación para los frijoles blancos es de 8 a 27%; para los frijoles negros, de 7 a 15% y para los colorados, de 5 a 12%. El coeficiente de variación más bajo se obtuvo con 10 ml de extracto de 0.5 g de muestra y 250 ml de agua, lo que indica que a este

TABLA 1

**EFECTO DE LA CANTIDAD DE EXTRACTO SOBRE LA  
REPRODUCIBILIDAD DEL METODO DE FOLIN-DENIS PARA  
CUANTIFICAR POLIFENOLES TOTALES (EXPRESADOS COMO  
ACIDO TANICO) EN FRIJOL**

Color del frijol	Ml de extracto <sup>a</sup>	$\bar{x}^b \pm DE^{c,1}$ mcg/ml	CV <sup>d,2</sup> %
Blanco	2.5	9.84 ± 2.68	27
	5.0	10.27 ± 1.38	13
	10.0	10.41 ± 0.86	8
Negro	2.5	23.54 ± 3.51	15
	5.0	24.04 ± 2.16	9
	10.0	22.83 ± 1.58	7
Colorado	2.5	28.90 ± 3.35	12
	5.0	28.43 ± 2.24	8
	10.0	27.67 ± 1.38	5

a 0.5 g de muestra a volumen de 250 ml.

b Promedio.

c Desviación estándar.

d Coeficiente de variación.

1 Promedios iguales (Kruskal-Wallis).

2. Variabilidades diferentes (Bartlet).

nivel el método es más reproducible.

La variabilidad que se encontró dentro de las tres alcuotas para cada uno de los frijoles, puede atribuirse a varios factores como son: aminoácidos, proteínas y xantinas, que reaccionan positivamente con el reactivo de Folin-Denis (14,19) y a la constitución genética del grano, que es intrínseco para cada organismo (20). Price, Van Scoyoc y Butler (21) encontraron gran variabilidad en el contenido de polifenoles de los granos de una misma muestra de sorgo. Estos autores señalan que la variabilidad puede también ser atribuida a las pérdidas irregulares de los componentes del grano durante la molienda, y al contenido de taninos entre granos individuales de la misma especie. Es posible que a menor volumen de extracto, con el mismo peso de muestra, la proporción de componentes inherentes en la semilla, capaces de reaccionar con el reactivo de Folin-Denis, sea mayor que los polifenoles, lo que explicaría la variabilidad encontrada. La evaluación estadística de este método sugiere que se deben tomar 10 ml de extracto obtenido de 0.5 g de muestra para obtener la mejor precisión, o sea mejor reproducibilidad de los resultados. Esta cantidad es 20 veces mayor que la cantidad de extracto recomendado por el método original de la AOAC (14).

Los resultados estadísticos obtenidos por la prueba de Bartlet indicaron

que las varianzas de las tres alícuotas de cada color de frijol no son homogéneas. Sin embargo, los resultados obtenidos por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis mostró que los centros de distribución de cada nivel en los tres colores son iguales.

*Método de Precipitación de Proteína (Hagerman-Butler)*

Los promedios, la desviación estándar y los coeficientes de variación para las tres alícuotas del frijol de los tres colores, se exponen en la Tabla 2. Los coeficientes de variación encontrados fueron de 17 a 27% para los frijoles blancos, y de 15 a 16 y 7% para los frijoles negros y colorados, respectivamente. Es importante hacer notar que el coeficiente de variación fue menor para el mayor nivel de concentración en los frijoles blancos, mientras que para los frijoles negros y rojos, fue el mismo en las tres alícuotas. No obstante, tanto los blancos como los negros presentan coeficientes bastante altos. La gran variabilidad entre los niveles de ambos frijoles, blancos y negros, puede ser atribuida a que el grado de polimerización de los compuestos fenólicos, así como la presencia de fenoles de bajo peso molecular afectan el método en diferentes maneras, lo que resulta en estas discrepancias (8). Este método es más preciso para los frijoles colorados, aun cuando debe tenerse en cuenta que dentro de la misma especie no todos los frijoles negros se comportan igual.

**TABLA 2**

**EFEECTO DE LA CANTIDAD DE EXTRACTO SOBRE LA REPRODUCIBILIDAD DEL METODO DE HAGERMAN-BUTLER PARA CUANTIFICAR POLIFENOLES (EXPRESADOS COMO ACIDO TANICO) EN FRIJOL**

Color del frijol	Ml de extracto	$\bar{x}^a \pm DE^{b,1}$ mcg/ml	CV <sup>c,2</sup> %
Blanco	2.5	5.81 ± 1.55	27
	5.0	5.08 ± 0.93	18
	10.0	4.56 ± 0.77	17
Negro	2.5	28.18 ± 4.65	16
	5.0	29.12 ± 4.39	15
	10.0	28.35 ± 4.40	16
Colorado	0.25	574.70 ± 40.44	
	0.50	566.41 ± 37.30	
	1.00	565.41 ± 40.36	

a Promedio.

b Desviación estándar.

c Coeficiente de variación.

1 Promedios iguales (ANOVA) excepto frijol blanco (Kruskal-Wallis).

2. Variabilidades iguales, excepto frijol blanco (Bartlet).

Los resultados estadísticos del método por la prueba de Bartlett revelaron que la variabilidad en las tres alícuotas de frijoles negros y rojos es igual, no siendo así en el caso de los frijoles blancos. A las alícuotas que se usaron en frijol negro y rojo se les hizo un análisis de varianza, el cual señaló que los centros de distribución de cada alícuota son iguales ( $F=0.24$  y  $0.59$ ,  $P>0.05$  para frijoles negros y colorados, respectivamente), mientras que a los frijoles blancos se les hizo una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En este último caso se obtuvo diferentes promedios en las tres alícuotas.

Esto puede atribuirse a que el cloruro férrico usado en este método forma un complejo con los compuestos fenólicos biológicamente activos, cuya coloración violeta depende de la naturaleza del fenol contenido en la muestra y del solvente usado (8). Es posible que las cantidades de polifenoles capaces de precipitar la proteína son tan mínimas que no son detectables por este método, o simplemente existe la posibilidad de que la muestra contenga otros tipos de compuestos fenólicos que no reaccionan con el cloruro férrico pero que sí pueden precipitar la proteína. Con base en estos resultados se concluye que al usar este método se debe emplear 10, 8 y 1 ml de extracto de 8, 4 y 2 g de frijol en 50 ml de metanol para frijoles blancos, negros y rojos, respectivamente.

### *Relación entre Métodos*

Con miras a establecer la relación entre los métodos de Folin-Denis y Hagerman-Butler se efectuó una correlación con los valores obtenidos con la alícuota más alta de concentración de polifenoles.

La Tabla 3 expone las ecuaciones de dichas regresiones, y se puede notar que a pesar de que los métodos están basados en principios diferentes, la correlación con todos los valores de los tres frijoles fue significativa ( $r=0.72$ ,  $P < 0.05$ ,  $n=60$ ), pero ésta aumentó al excluir los frijoles blancos ( $r=0.84$ ,  $P < 0.05$ ,  $n=40$ ). Sin embargo, al separar por color de frijol no hubo diferencia significativa, lo que posiblemente se debió al número de muestras.

Los valores para el frijol colorado usado en este estudio fueron mayores por los dos métodos, que los valores obtenidos en otro estudio (1), en el que se analizaron sólo frijoles colorados.

### *Cambios en el Contenido de Polifenoles por Almacenamiento*

Los polifenoles se encuentran en las plantas como metabolitos secundarios, raramente activos (20). Su habilidad de formar compuestos complejos y de precipitar las proteínas hace que sean importantes desde el punto de vista nutricional.

Price, Van Scoyoc y Butler (21), encontraron que en el sorgo almacenado a temperatura ambiente se produce una disminución en el contenido de polifenoles (determinado por el método de vainillina - HCl), de este grano, debido a que ocurre una oxidación de estos compuestos.

Los resultados obtenidos con harina de frijol crudo se aprecian en la Tabla 4. Tal como se observa, el contenido de polifenoles totales determinado por el método de Folin-Denis, es de 0.52, 1.42 y 1.38 g% para frijoles blancos, negros y colorados, respectivamente. El contenido de polifenoles con actividad biológica (Hagerman-Butler), es de 0.003, 0.035 y 1.41 g%, en el mismo orden,

TABLA 3

**ECUACION DE REGRESION ENTRE EL METODO DE FOLIN-DENIS Y  
HAGERMAN-BUTLER**

Ecuación de regresión	r	Significancia	n
(X = método de Folin-Denis; Y = método de Hagerman-Butler)			
<i>Frijoles blancos</i> Y = 6.843 + (-0.219) x	-0.24	NS	20
<i>Frijoles negros</i> Y = 45.551 + (-0.754) x	-0.27	NS	20
<i>Frijoles colorados</i> Y = 391.095 + (-11.768) x	-0.40	NS	20
<i>Todos los frijoles</i> Y = -318.341 + (25.496) x	0.72	S	60
<i>Frijoles negros y colorados</i> Y = -1733.759 + (80.427) x	0.84	S	40

NS = No significativo (P > 0.05).

S = Significativo (P > 0.05).

siendo los frijoles blancos los de menor contenido, seguidos por los negros y rojos. En la misma Tabla los datos revelan los valores obtenidos tres meses más tarde, notándose que hubo un incremento en el contenido de polifenoles determinado por el método de Hagerman-Butler. Esta variación puede que se deba a las condiciones de almacenamiento, a la forma física del grano, o bien a otros factores. Esto es un aspecto que debe ser estudiado con más detalle en el futuro. Los granos utilizados en el estudio que se comenta, estuvieron almacenados a 5°C hasta practicar los análisis químicos y el ensayo biológico.

*Efecto del Procesamiento*

El procesamiento térmico afecta los niveles relativos de polifenoles en el grano de leguminosas. En la Tabla 5 se detallan los resultados obtenidos con los frijoles cocidos y secados, con caldo y sin caldo. Según se aprecia, con la cocción se redujo el contenido de polifenoles en los tres colores, siendo esta reducción de 35.2, 31.4 y 36.6% para los frijoles colorados, negros y blancos, respectivamente. Al eliminar el caldo de cocción estas pérdidas aumentan a 51.1, 39.8 y 49.9%. En esta misma Tabla también puede observarse que la reducción de los polifenoles biológicamente activos, por los tratamientos térmicos, fue mayor en los frijoles colorados (93.5 y 95.7%), siguiéndole los negros (56.8 y 66.2%) y los blancos (25.0 y 33.3%), en las harinas deshidratadas con y sin caldo, respectivamente.

Cabe destacar que en las tres harinas el contenido de polifenoles totales

**TABLA 4**  
**CAMBIOS DE POLIFENOLES EN FRIJOL CRUDO DURANTE**  
**EL ALMACENAMIENTO A 5°C, EXPRESADOS COMO**  
**ACIDO TANICO (g %)**

<i>Método Folin-Denis</i>		
Frijol	1° marzo $\bar{x} \pm DE^{**}$	2 junio $\bar{x} \pm DE^{**}$
Colorado	1.38 ± 0.07	1.42 ± 0.05
Negro	1.42 ± 0.08	1.26 ± 0.02
Blanco	0.52 ± 0.04	0.53 ± 0.02

<i>Método Hagerman-Butler*</i>		
	3 marzo $\bar{x} \pm DE^{**}$	4 junio $\bar{x} \pm DE^{**}$
Colorado	1.413 ± 0.104	1.771 ± 0.038
Negro	0.035 ± 0.006	0.074 ± 0.003
Blanco	0.003 ± 0.001	0.012 ± 0.001

\* Promedio.

\*\* Desviación estándar.

y la actividad biológica de los mismos, varía con la coloración de la cáscara del grano. Elías, Fernández y Bressani (22) encontraron que la coloración de la testa del grano es la principal fuente de compuestos polifenólicos. Los datos de la Tabla 5 indican que parte de los polifenoles se solubilizan en el caldo de cocción, lo cual está documentado (23-26). También es posible que parte de las reducciones observadas pueda deberse a que estos compuestos orgánicos formen compuestos secundarios al reaccionar con proteínas, carbohidratos y otras sustancias (29), dando origen a lo que según, Bressani y Elías (25) se podría considerar como taninos ligados.

Es factible decir que de los métodos evaluados, el de Folin-Denis presentó la mayor reproducibilidad para todos los frijoles, aunque este método tiene la desventaja de que el reactivo de Folin-Denis puede reaccionar con cualquier sustancia que tenga un grupo fenólico. Por otro lado, el método de precipitación de proteína de Hagerman-Butler es un ensayo conveniente y reproducible, que puede suplir información de la actividad biológica de los taninos que contienen los alimentos, información que no puede obtenerse a través de ensayos químicos. Sin embargo, el grado de polimerización de los compuestos polifenólicos y los de bajo peso molecular probablemente afecten el método de diferentes maneras. La determinación de polifenoles en los materiales utilizados en este trabajo con el método de precipitación de la proteína de Hagerman-Butler tuvo una mejor reproducibilidad para los frijoles colorados, no siendo así en el caso de los blancos.

TABLA 5

**CAMBIOS DE COMPUESTOS POLIFENOLICOS EN FRIJOLES CRUDOS Y COCIDOS Y SECADOS CON CALDO Y SIN CALDO**  
(Gramos de ácido tánico por 100 g)

Frijol	Color de frijol		
	Colorado	Negro	Blanco
	(Folin-Denis)*		
Crudo	1.42	1.26	0.53
Cocido con caldo	0.92	0.87	0.33
% de reducción	35.2	31.4	36.6
Cocido sin caldo	0.69	0.76	0.26
% de reducción	51.1	39.8	49.9
	(Hagerman-Butler)*		
Crudo	1.18	0.074	0.012
Cocido con caldo	0.076	0.032	0.009
% de reducción	93.5	56.8	25.0
Cocido sin caldo	0.051	0.025	0.008
% de reducción	95.7	66.2	33.3

\* Gramos de ácido tánico por 100 g.

## B. Digestibilidad de la Proteína del Frijol

### 1. Digestibilidad en ratas

El contenido de proteína cruda de las harinas del frijol cocido varió desde 24.21% para el frijol negro cocido y secado con caldo, hasta 27.26% para frijoles blancos cocidos y secados sin caldo.

Los datos de ingesta de proteína y excreción fecal de nitrógeno, así como los porcentajes de digestibilidad aparente de los frijoles cocidos y secados con caldo y sin caldo, se presentan en la Tabla 6. Como lo revelan los datos, en los frijoles cocidos y secados con caldo, la ingesta de nitrógeno fue de 1.53 para los frijoles blancos y de 1.34, tanto para los frijoles negros como para los colorados. En cambio, con los frijoles cocidos y secados sin caldo, la ingesta de nitrógeno fue mayor (1.54) para los frijoles rojos, siguiéndoles los blancos (1.26) y los negros (1.12). En general, la ingesta promedio de nitrógeno fue mayor en el caso de los frijoles con caldo que en los sin caldo, hecho que se reflejó también en la excreción de nitrógeno que fue de 0.44 y 0.38 g/7 días para los frijoles con caldo y sin caldo, respectivamente.

El porcentaje de digestibilidad aparente (D.A.) para los frijoles con caldo fue de  $73.2 \pm 3.63$ ,  $69.6 \pm 4.96$  y  $64.5 \pm 9.05$  para los frijoles blancos, colorados y negros, respectivamente. Para los frijoles, la digestibilidad fue de  $71.9 \pm$

TABLA 6

**INGESTA Y EXCRECION DE NITROGENO, Y PORCENTAJE  
DE DIGESTIBILIDAD APARENTE**

Material	Ingesta de N g/7 días $\bar{x} \pm DE^*$	Excreción de N g/7 días $\bar{x} \pm DE^*$	DA** % $\bar{x} \pm DE^*$
Caseína	2.08 ± 0.32	0.16 ± 0.03	92.4 ± 1.95
Leche descremada	2.00 ± 0.26	0.27 ± 0.05	86.3 ± 1.47
Frijol con caldo:			
blanco	1.53 ± 0.56	0.41 ± 0.15	73.2 ± 3.63
colorado	1.34 ± 0.30	0.41 ± 0.10	69.6 ± 4.96
negro	1.34 ± 0.49	0.49 ± 0.23	64.5 ± 9.05
Frijol sin caldo:			
blanco	1.26 ± 0.56	0.36 ± 0.18	71.9 ± 3.28
colorado	1.54 ± 0.55	0.43 ± 0.16	71.9 ± 2.78
negro	1.12 ± 0.37	0.34 ± 0.10	68.8 ± 4.81

\* Promedio ± desviación estándar.

\*\* Digestibilidad aparente.

3.28, 71.9 ± 2.78 y 68.8 ± 4.81, en el mismo orden, siendo los frijoles blancos de mayor digestibilidad que los colorados, y éstos de mejor digestibilidad que los negros. A la caseína le correspondió una digestibilidad de 92.43 ± 1.95 y a la leche descremada, de 86.34 ± 1.47, datos éstos que confirman resultados previos (1,5,22). El análisis de varianza de dos vías señaló que el promedio de digestibilidad de los frijoles blancos con caldo es diferente al de los negros y colorados, y el promedio de los frijoles negros sin caldo es diferente al de los blancos y colorados. Este análisis indicó también que no hay diferencia significativa entre los frijoles con caldo y sin caldo.

Con el fin de establecer el efecto del color del frijol y el efecto del caldo de cocción sobre la digestibilidad de su proteína *in vivo*, se hizo un análisis de varianza de dos vías (7,13). El análisis señaló una interacción estadísticamente significativa ( $F = 10.55$ ,  $P < 0.05$ ) entre tratamiento (con caldo y sin caldo y color de frijol), lo que significa que el efecto del tratamiento depende del color del frijol. Para investigar el tipo de dependencia se hicieron comparaciones de contraste utilizando el método de Scheffé (13). Los resultados de estas comparaciones revelaron que no había diferencias estadísticamente significativas en digestibilidad *in vivo* entre los frijoles con caldo y sin caldo. No obstante, el frijol blanco con caldo acusó una digestibilidad superior ( $P < 0.05$ ) al frijol negro con caldo. Todas las otras comparaciones no fueron estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ). El hallazgo de no haber diferencias en la digestibilidad *in vivo* entre los frijoles con caldo y sin caldo es controversial a lo encontrado en la literatura (2, 4, 5, 22, 25). Este hecho podría explicarse en función del

tamaño de la muestra ( $n = 8$  ratas por celda) utilizada en el presente estudio, ya que con este tamaño de muestra y la variabilidad encontrada ( $x_2 = 18.92$ ), el procedimiento de Scheffé sólo podría detectar diferencias de  $-14.93\%$  al comparar simultáneamente los tres colores, y diferencias de  $-8.59\%$  comparados con cualesquiera dos colores.

Bressani y Elías (28) han concluido que la digestibilidad de las leguminosas depende por lo menos de cuatro factores: factores antifisiológicos, tratamiento térmico, compuestos inherentes en las semillas, y cambios físico-químicos durante el almacenamiento.

En las leguminosas crudas, la baja digestibilidad de algunas especies es causada por factores antinutricionales como los inhibidores de tripsina de amilosa y las hemaglutininas. Se ha señalado que el tratamiento térmico a que se someten las leguminosas tiene un doble efecto: por una parte disminuye y elimina la actividad de algunos factores antifisiológicos, mientras que por la otra, aumenta la disponibilidad de aminoácidos azufrados presentes en altas concentraciones en los inhibidores de tripsina. No obstante, debe tenerse en cuenta que el tratamiento excesivo puede disminuir la disponibilidad de ciertos aminoácidos, en particular la lisina (6, 25). La destrucción de la estructura terciaria de ciertas proteínas resistentes a la proteólisis enzimática, así como la ruptura de paredes celulares, pueden originar un aumento en la digestibilidad. El minimizar, controlar o destruir el efecto de ciertas sustancias, capaces de formar complejos, particularmente con las proteínas, tendrá como efecto un incremento adicional en la digestibilidad (6, 25).

En la cocción del frijol, parte de los compuestos polifenólicos del grano se solubilizan en el caldo de cocción. Los compuestos polifenólicos en el frijol común han sido considerados como uno de los factores antifisiológicos termorresistentes (28) que disminuyen la digestibilidad de su proteína. En la

**TABLA 7**

**CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD APARENTE EN DIETAS UTILIZADAS EN EL ENSAYO CON RATAS**

Frijol	Color	Polifenoles totales	DA**
		(Folin-Denis) g%* $\bar{x} \pm DE$	% $\bar{x} \pm DE$
Con caldo	Negro	$0.357 \pm 0.02$	$64.51 \pm 3.05$
	Colorado	$0.348 \pm 0.01$	$69.56 \pm 4.58$
	Blanco	$0.125 \pm 0.01$	$73.21 \pm 3.83$
Sin caldo	Negro	$0.304 \pm 0.01$	$68.83 \pm 4.81$
	Colorado	$0.257 \pm 0.01$	$71.96 \pm 3.78$
	Blanco	$0.098 \pm 0.01$	$71.97 \pm 3.26$

\* Promedio  $\pm$  desviación estándar.

\*\* Digestibilidad aparente.

Tabla 7 se dan a conocer el contenido de polifenoles totales, determinados por el método de Folin-Denis, y la digestibilidad aparente de las dietas utilizadas en el ensayo con ratas. Según se observa, tanto en los frijoles con caldo como en los frijoles sin caldo, el porcentaje de D.A. es inversamente proporcional al contenido de los polifenoles totales.

Con el fin de establecer la relación entre el contenido de polifenoles totales (Folin-Denis) y la digestibilidad en ratas, se efectuó una correlación entre este indicador químico y la digestibilidad aparente de las dietas de frijol con caldo y sin caldo, y se encontró una correlación negativa significativa ( $r = -0.39$ ,  $P < 0.05$ ,  $n = 48$ ) ( $y = 75.30 + (-21.29x)$ ), lo que confirma datos de otros investigadores (4, 5, 10, 25, 27-29). La variabilidad de la línea de regresión, sin embargo, es de 15%, lo que indica que a pesar de que hay una correlación significativa, no son los polifenoles los únicos que afectan la digestibilidad, sino que posiblemente existen otros factores que influyen en ella.

## SUMMARY

### EVALUATION OF TWO METHODS TO DETERMINE POLYPHENOL CONTENT OF RAW AND COOKED BEANS (*PHASEOLUS VULGARIS*) AND EFFECT OF THESE ON PROTEIN DIGESTIBILITY

The polyphenolic compounds present in raw and cooked, and dried, with and without the cooking broth of common white, black and red beans (*Phaseolus vulgaris*) were measured by the Folin-Denis method for total polyphenols, and by the protein precipitation method of Hagerman-Butler, which measures their biological activity.

The polyphenol content was measured during 20 consecutive days on the same sample, using three different extracts of volume from each sample.

Statistical analysis of the results by the Folin-Denis method indicated that variability among the three aliquots was different for each bean color. A non-parametric analysis, however, indicated that the average in the three levels of concentration for beans of all colors, was the same. A similar analysis of the results by the Hagerman-Butler method demonstrated that variability and average values for the three aliquots were equal for black and red beans but not for white beans. The coefficient of variation was lower for the higher aliquot of the extract.

A significant correlation ( $r = 0.72$ ,  $P < 0.05$ ,  $n = 60$ ) was found between the two methods for all beans using the larger aliquot of the extract. The correlation was highly significant ( $r = 0.84$ ,  $P < 0.05$ ) when white bean values were eliminated.

The polyphenolic content varied with seed color and the thermic process reduced their content, as measured by the two methods. The losses in polyphenolics as measured by the Folin-Denis in the cooked beans dried with broth, varied from 31.4 to 36.3%, and from 39.8 to 51.1% for the cooked bean flour dried without broth. The losses by the Hagerman-Butler method were from 25.0 to 93.5% in the cooked bean flours dried with cooking broth, and from 33.3 to 95.7% when dried without the broth. The higher losses were recorded for red beans.

*In vivo* digestibility for cooked bean flours, dried and without broth, were 73.2, 69.6 and 64.5%, and 71.9, 71.9 and 68.8% for white, red and black beans, respectively.

A negative correlation ( $r = -0.39$ ) and significant ( $p < 0.05$ ) was found between polyphenolic content in the diet and *in vivo* protein digestibility.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bressani, R., L.G. Elías, A. Wolzak, A.E. Hagerman & L.G. Butler. Tannin in common beans: Methods of analysis and effects on protein quality. *J. Food Sci.*, **48** (3): 1000-1001, 1003, 1983.
2. Jaffe, W.G. Protein digestibility and trypsin inhibitor activity of legume seed. *Proc. Soc. Expert. Biol. Med.*, **75**: 219-220, 1950.
3. Kakade, M.L. Biochemical basis for the differences in plant protein utilization. *J. Agric. Food Chem.*, **22** (4): 550-555, 1974.
4. Aw, T.L. & B.G. Swanson. Influence of tannin on *Phaseolus vulgaris*. Protein digestibility and quality. *J. Food Sci.*, **50** (1): 67-71, 1985.
5. Bressani, R., L.G. Elías & J.E. Braham. Reduction of digestibility of legume proteins by tannins. *J. Plant Food*, **4**: 43-55, 1982.
6. Bressani, R. Research needs to up-grade the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*). *Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, **32**: 101-110, 1983.
7. Dharam, H. **Total Quality Control in the Clinical Laboratory**. St. Louis, Mo., The C.V. Mosby Company, 1977, 23 p.
8. Hagerman, A.E. & L.G. Butler. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. *J. Agric. Food Chem.*, **26** (4): 809-812, 1978.
9. Griffiths, D.W. The polyphenolic content and enzyme inhibitory activity of testas from bean (*Vicia faba*) and Pea (*Pisum spp*) varieties. *J. Sci. Food Agric.*, **32**: 797-804, 1981.
10. Singh, V. The inhibition of digestive enzymes by polyphenols of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Mill, sp.) *Nutr. Rep. Internat.*, **24** (3): 745-753, 1984.
11. Steel, R.G. & J.H. Torrie. **Principles and Procedures of Statistics**. A Biometric Approach. 2nd ed. New York, N.Y., McGraw Hill, Inc., 1960, p. 471-472.
12. Wolzak, A., R. Bressani & R. Gómez-Brenes. A comparison of *in vivo* and *in vitro* estimates of protein digestibility of native and thermally processed vegetable protein. *Qual. Plant. Plant Food Hum. Nutr.*, **31**: 31-43, 1981.
13. Ott, L. **An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis**. North Scituate, Massachusetts, Duxbury Press, 1977, 730 p.
14. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12 th ed. Washington, D.C., The Association, 1975.
15. Barnett, R.N. & W.J. Youden. A revised scheme for the comparison of quantitative methods. *Am. J. Clin. Pathol.*, **54**: 454-462, 1970.
16. Hegsted, D.M., R.C. Mills, C.A. Elvehjem & E.B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, **138**: 459-466, 1941.
17. Manna, L. & S.M. Hauge. A possible relationship of vitamin B<sub>13</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, **202**: 91-96, 1953.
18. Downie, N.M. & R.W. Heath. **Métodos Estadísticos Aplicados**. México, Haria, S.A., 1971, p. 293-294.
19. Haslam, E. Polyphenol-protein interactions. *Biochem. J.*, **139**: 285-288, 1974.
20. McLeod, M.M. Plant tannins. Their role in forage quality. *Nutr. Abstr. Revs.*, **44** (11): 804-815, 1974.
21. Price, M.L., S. Van Scoyoc & L.G. Butler. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.*, **26** (5): 1214-1218, 1978.
22. Elías, L.G., D.G. de Fernández & R. Bressani. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of bean protein. *J. Food Sci.*, **44** (2): 524-527, 1979.
23. Undayasekhara Rao, P. & Y.G. Deosthale. Tannin content of pulses: Varietal differ-

- ences and effects of germination and cooking *J. Sci. Food Agric.*, **33**: 1013-1016, 1982.
24. Bressani, R., L.G. Elías & M. Molina. Estudios sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies leguminosas. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **27** (2): 215-231, 1977.
  25. Bressani, R. & L.G. Elías. The nutritional role of polyphenols in beans. In: **Polyphenols in Cereals and Legumes**. Proceedings of a Symposium held during the 36 Annual Meeting of the I.F.T., St. Louis, Mo. June 10-13, 1979. J.H. Hulse. (Ed.) Ottawa, Canada, IDRC, 1980, p. 61-68.
  26. Reddy, N.R., M.D. Pierson, S.K. Sathe & D.K. Salunkhe. Dry bean tannins: A review of nutritional implications *JAACS*, **62** (3): 541-549, 1985.

# **EFFECTO DEL MATERIAL DE EMPAQUE Y TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD DE LA TORTILLA DE MAIZ<sup>1</sup>**

*José Manuel Nieblas<sup>2</sup>, Armida Sánchez<sup>2</sup>, Luis Germán Cumplido<sup>2</sup>  
e Inocencio Higuera-Ciapara<sup>3</sup>*

**Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo,  
A.C. (CIAD, A.C.)  
Hermosillo, Sonora, México**

## **RESUMEN**

Se seleccionaron tres materiales (papel, polietileno de baja densidad y polietileno de alta densidad) para empaçar tortilla de maíz comercial y conservarla a temperaturas de refrigeración (5°C) y congelación (-10°C). La calidad de la tortilla durante su almacenamiento se evaluó por medio de pH, húmeda, textura (resistencia al corte, resistencia a la punción en centros y extremos), y por pruebas sensoriales.

Los resultados se analizaron valiéndose de análisis de covarianza y contraste de pendientes entre tratamientos, y adoptando un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

A -10°C, la calidad de la tortilla se mantuvo sin cambios significativos durante los 11 días de almacenamiento, sin que se presentaran diferencias objetivas entre empaques. En cambios, a los 5°C, la tortilla empaçada en papel perdió 6.8% de su húmedad original. Debido a esto, a los 11 días el panel sensorial encontró el producto inaceptable por razones de textura y aroma. A esta temperatura, los polietilenos de baja y alta densidad fueron igualmente efectivos para conservar una calidad superior a la empaçada en el papel tradicional de despacho.

Las pruebas de textura mostraron que la punción en los extremos fue el mejor indicador del deterioro por dureza, encontrándose que a 5°C la tortilla empaçada en papel presentaba incrementos mayores ( $P < 0.05$ ) de dureza que la empaçada en los polietilenos.

---

Manuscrito modificado recibido: 13-6-91.

- 1 Este trabajo fue patrocinado por la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- 2 Jefe del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos del CIAD, Apartado Postal 1735, Hermosillo, Sonora, México.
- 3 Investigador Titular del citado Departamento.

La calidad microbiológica de la tortilla en congelación mejoró, no advirtiéndose diferencias significativas en recuento total, hongos o levaduras por efecto del empaque. A 5°C la tortilla se mantuvo en un nivel microbiológico estable hasta por siete días, para después incrementarse de una manera exponencial.

## INTRODUCCION

En la actualidad, las prácticas de manejo y empaque de la tortilla de maíz en México, son inadecuadas para atender el mercado. El material comúnmente utilizado como empaque es el papel conocido como "de despacho". Este material a menudo contiene residuos de tinta tóxica, y no proporciona una protección adecuada a la tortilla cuando ésta es almacenada en el hogar o en centros de distribución. También se ha utilizado la bolsa de polietileno comercial para empacar la tortilla y abastecer zonas marginadas. Sin embargo, la tortilla así empacada y mantenida a temperatura ambiente se deteriora en menos de 12 horas.

Entre los pocos estudios realizados sobre conservación de la tortilla de maíz se cuenta el de Peláez y Karel (1), quienes desarrollaron una tortilla de humedad intermedia, estable en el almacenamiento a temperatura ambiente. Esta formulación, sin embargo, es compleja y de muy alto costo. También se ha otorgado varias patentes (2-7), relativas al uso de diversos agentes químicos para prolongar su vida de anaquel. No obstante, en lo que se refiere a conservación de la calidad de la tortilla bajo refrigeración o congelación, no se encontró ningún informe en la literatura, así como tampoco en lo relacionado con alternativas de empaque.

Basados en el recuento anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el deterioro de la tortilla de maíz tradicional almacenada en bolsas de dos polietilenos de bajo costo y papel de despacho. Los cambios de calidad se evaluaron tanto objetiva como subjetivamente para determinar el tiempo en el que el producto alcanzaba su calidad mínima aceptable.

## MATERIAL Y METODOS

### *Selección y Evaluación de los Materiales de Empaque*

Se seleccionaron tres materiales de empaque, papel, polietileno de baja densidad (PEBD) y polietileno de alta densidad (PEAD), cuyas características más importantes se determinaron experimentalmente para fundamentar su aplicación al caso particular de la tortilla de maíz. Se evaluó la permeabilidad al valor de agua, el grosor y la resistencia a la ruptura, utilizando la metodología descrita por la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (8,9).

### *Fabricación y Almacenamiento de Tortilla*

La masa se preparó mezclando 20 kg de harina de maíz comercial (MINSA, Los Mochis, Sinaloa, México) y 27 lt de agua hasta lograr una masa homogénea, libre de grumos. La masa se transfirió manualmente a la tolva de

una máquina tortilladora comercial (Celorio sencilla, México), manteniendo la temperatura de la tortilla a la salida de la máquina a 90°C, diámetro 14.5 cm y grosor del producto a 2.5 mm constantes. Una vez elaboradas, las tortillas se transportaron al laboratorio y se extendieron sobre una mesa para enfriarse a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  y 45% de humedad relativa en el ambiente, durante cerca de 20 minutos. Posteriormente, se empacó aproximadamente 1 kg (25 piezas) de tortilla en los diferentes materiales de empaque a estudiar. Los paquetes de polietileno se cerraron con un sellador térmico y los de papel con una serie de dobleces, para ser almacenados a -10 y 5°C por 11 días, sacando muestras a los 0, 1, 3, 5, 7, 9 y 11 días. Se usaron cámaras isotérmicas a temperatura controlada, haciendo adaptaciones para mantener cada paquete suspendido de forma tal, que la humedad relativa y la temperatura fuesen constantes a su alrededor.

### *Indices de Calidad durante el Almacenamiento*

Para evaluar los cambios de calidad en la tortilla, se utilizaron los índices siguientes:

Humedad, utilizando la metodología de AOAC (10). Para el pH, la muestra se preparó pesando 10 g de tortilla molida y adicionando 50 ml de agua destilada previamente hervida. La mezcla se agitó durante 10 minutos y se filtró antes de hacer la medición en el sobrenadante.

La textura de la tortilla fue evaluada con un texturómetro marca Instron Modelo 1132 (Instron Corporation, Massachusetts, USA). La tortilla proveniente del tratamiento a -10°C se almacenó en un refrigerador 15 horas antes de la prueba. Las mediciones se hicieron tanto en la tortilla fría como en la calentada, y el calentamiento se realizó en placa, 250°C por 10 segundos de cada lado. Para punción, la muestra se cortó en cuatro partes iguales semejando triángulos que se apilaron, y sobre éste arreglo se hizo bajar un punzón de 1/2 cm de diámetro. Para determinar la resistencia al corte la tortilla se seccionó longitudinalmente en cuatro porciones que se apilaron, y sobre ella se efectuó un corte perpendicular a este arreglo con una cuchilla plana. En el caso de ambas pruebas, se utilizó una velocidad de cabezal de 20 cm/min y una celda de 50 kg, registrándose el esfuerzo máximo en kgf.

Para cuantificar el deterioro por microorganismos en la tortilla, se hizo un recuento total de mesófilos aeróbicos, de hongos y levaduras, siguiendo metodología descrita en FDA (11).

La evaluación sensorial se llevó a cabo adoptando la metodología propuesta por Stone *et al*, (12). Las muestras se calentaron igual que para textura, y fueron evaluadas por un panel semientrenado de 10 miembros, en un cuarto aislado con iluminación y temperatura controlada. Se utilizó una escala de 15.24 cm para cada atributo evaluado, fijando dos puntos extremos a 1.27 cm a partir del inicio y del final de la escala, y un tercero a la mitad. Las calificaciones se midieron a partir del extremo izquierdo de cada línea, y se registraron en cm para el análisis estadístico subsecuente. Se adoptó un nivel de 20% de disminución en la calificación original como calidad mínima aceptable del producto.

*Diseño y Análisis Estadístico*

La unidad muestral experimental lo constituyó un paquete de tortillas de 1 kg de peso (25 piezas) al empacar. Para cada uno de los análisis realizados se tomaron muestras de tortilla, tanto del centro como de los extremos del paquete, de tal manera que la muestra fuera representativa del mismo.

Los resultados se analizaron por medio del análisis de covarianza y contraste de pendientes entre tratamientos, adoptando un nivel de significancia de  $P < 0.05$  (13,14).

**RESULTADOS Y DISCUSION***Evaluación de los Materiales de Empaque*

El papel de despacho fue seleccionado, por ser el empaque más utilizado actualmente en las tortillerías del país. El polietileno de baja densidad (PEBD), por ser un material de empaque barato y ampliamente disponible en el mercado nacional, mientras que el polietileno de alta densidad (PEAD) se escogió por ser un material de empaque con características fisicoquímicas favorables para la conservación de la tortilla, como son su baja permeabilidad al vapor de agua y su relativa inocuidad.

La caracterización física de los materiales se presenta en la Tabla 1. De conformidad con los datos, es factible apreciar la variabilidad de las características de los materiales seleccionados. El papel de despacho tuvo una permeabilidad muy alta al vapor de agua, mientras que los polietilenos de fabricación nacional mostraron un rango considerablemente más reducido. El PEBD, aunque es dos veces más permeable al vapor de agua que el PEAD,

**TABLA 1****CARACTERSTICAS DE LOS MATERIALES SELECCIONADOS PARA EL EMPACADO DE LA TORTILLA<sup>a</sup>**

	Grosor (Mils)	Transmisión de vapor de agua (g/día-m <sup>2</sup> )	Resistencia roptura (Elmendorff) <sup>b</sup>	Costo aproximado (por kg de tortilla) <sup>c</sup>
Papel	4.480	576.8	9.1	\$ 6.0
PEBD	1.130	2.2	176.0	\$ 8.5
PEAD	1.105	0.9	89.0	\$ 9.0

a Promedio de tres repeticiones a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . De acuerdo con Metodología Oficial ASTM(8,9).

b Fuerza promedio en gramos, requerida para romper el material. (Promedio de 10 repeticiones).

c Septiembre de 1987.

ofrece la ventaja de ser muy resistente a la ruptura, lo que para el manejo de alimentos lo hace muy útil.

El costo de los materiales es muy similar, y como puede advertirse, la diferencia por kg de producto empacado sería mínima (0.8%) si esto se implementara a nivel comercial.

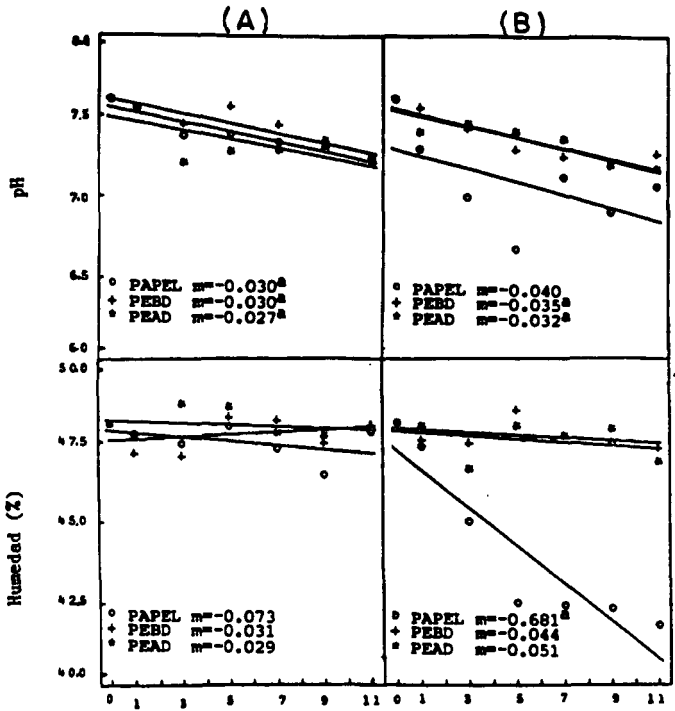
### *Indices de Calidad durante el Almacenamiento*

Se utilizó el análisis de covarianza para comparar el comportamiento de cada variable dependiente en cada uno de los tres empaques (papel, PEBD, PEAD) a las dos temperaturas estudiadas, y en forma independiente del tiempo. Las pendientes representan la velocidad de cambio en cada variable a lo largo del experimento, indicando si existían diferencias significativas entre tratamientos.

Los coeficientes de regresión en el análisis de covarianza para cada tratamiento indicaron significancia ( $P < 0.05$ ) en la reducción de pH respecto al tiempo en la tortilla contenida en los tres empaques a  $-10^{\circ}\text{C}$  y solamente para PEBD y PEAD a  $5^{\circ}\text{C}$  (Figura 1), no detectándose diferencia significativa por efecto del tipo de empaque o de la temperatura durante el almacenamiento por 11 días. La estabilidad del pH se debe, en gran medida, al alto potencial regulador de la tortilla, dado el incremento en las sales de calcio que tiene el producto como consecuencia de la nixtamalización del grano para la producción de masa y/o harina (15).

En lo referente al contenido de humedad (Figura 1), el análisis de los datos reveló que no hubo diferencias entre los tres empaques cuando la tortilla se almacenó a  $-10^{\circ}\text{C}$ . La congelación tuvo un efecto más determinante sobre los niveles originales de humedad que el empaque. No obstante, a  $5^{\circ}\text{C}$  la tortilla empacada en papel mostró una relación inversa altamente significativa en el contenido de humedad respecto al tiempo ( $r = -0.92$ ), no detectándose diferencias significativas entre polietilenos. Esto puede explicarse en función de la influencia de la temperatura sobre la presión de vapor del agua en los materiales de empaque. Evidentemente, la diferencia de permeabilidad al vapor de agua entre las bolsas de polietilenos, fue lo suficientemente pequeña como para permitir cambios significativos en el contenido de humedad del producto empacado, no así para el papel cuya transmisión al vapor de agua es de 250-600 veces superior (Tabla 1). La tortilla empacada en este material perdió 6.8% de su peso original durante el almacenamiento, y alcanzó un nivel inaceptable desde el punto de vista organoléptico.

Los resultados de la evaluación microbiológica se exponen en la Tabla 2. Se observó una reducción significativa ( $P < 0.05$ ) en el conteo total de mesófilos en placa, por efecto de la temperatura a  $-10^{\circ}\text{C}$ . En otros términos, como se esperaba, la congelación tuvo un efecto positivo sobre la calidad microbiológica del producto, ya que redujo aproximadamente 60% la cuenta de mesófilo aeróbico, no encontrándose diferencias significativas por tipo de empaque. El recuento total se estabilizó después de seis días en todos los tratamientos. Cabe mencionar que este comportamiento ha sido notificado por Bohbe y Pay, así como por Rodríguez y Bello (16,17) para diferentes alimentos congelados. Por otro lado, a  $5^{\circ}\text{C}$  el recuento permaneció estable hasta por siete días, para después incrementarse de manera exponencial. Al igual que a  $-10^{\circ}\text{C}$ , no se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre



Días de almacenamiento

PEBD Polietileno de Baja Densidad.

PEAD Polietileno de Alta Densidad.

m Pendiente de la recta

a Tratamientos con letras iguales no son diferentes a  $P < 0.05$ .

FIGURA 1

pH y humedad de tortilla durante su almacenamiento  
(A) -10°C y (B) 5°C

TABLA 2

**CUENTA TOTAL DE BACTERIAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO  
DE TORTILLA EN DIVERSOS MATERIALES DE EMPAQUE  
Y ALMACENADA A -10 Y 5°C**

D.A.b	Recuento total <sup>a</sup> (10 <sup>3</sup> Microorganismo/g de tortilla)					
	Papel		PEBD <sup>c</sup>		PEAD <sup>c</sup>	
	-10°C	5°C	-10°C	5°C	-10°C	5°C
0	93	93	93	03	93	93
1	35	98	34	101	29	105
3	41	120	54	150	34	148
5	25	165	45	210	47	260
7	31	250	37	325	30	525
9	28	2,630	3	5,000	28	1,560
11	30	12,300	31	14,900	32	11,000

a Promedio de triplicados.

b D.A. = Días de almacenamiento.

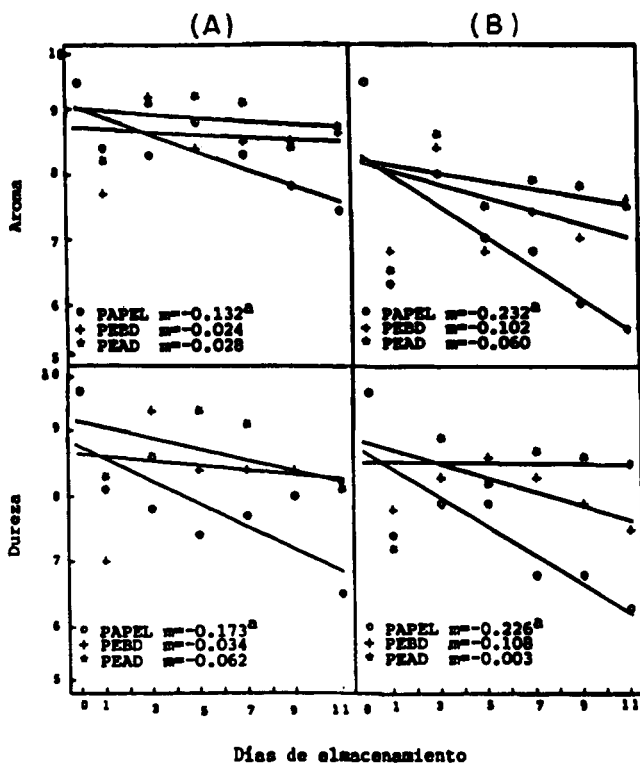
c PEBD Polietileno de baja densidad, y (PEAD) = Polietileno de alta densidad.

empaques, aun y cuando los materiales son de distinta naturaleza y difieren en la cantidad de microorganismos sobre su superficie. En el presente estudio, este aporte no fue significativo.

Además, la cuenta de hongos y levaduras en congelación permaneció sin variación significativa durante los 11 días de almacenamiento (menor de 100 colonias/g de tortilla). A 5°C, a pesar de acusar un conteo de hongos y levaduras dentro de límites confiables (menor de 10,000 colonias/g de tortilla), se apreciaron signos esporádicos de crecimiento de hongos en algunas tortillas del paquete, lo que marcó el término de vida de anaquel de la tortilla en este estudio.

Las calificaciones promedio de la evaluación sensorial se resumen en la Figura 2. El aroma de la tortilla empacada en papel mostró una reducción significativa ( $P < 0.05$ ) en su calificación en relación al tiempo, pero no se detectó efecto de la temperatura sobre este atributo. Los datos relativos a dureza señalan incrementos significativos en relación al tiempo para la tortilla empacada en papel, almacenada a 5°C, mientras que la empacada en polietilenos no presentó diferencias. Al considerar que la calidad mínima aceptable se alcanza al reducirse la calificación original un 20%, el tiempo máximo de vida de anaquel fue de 11 días para la tortilla almacenada en papel a 5°C, ya que alcanzó un nivel inaceptable por razones de aroma y dureza, mientras que en los polietilenos llegó a los 11 días sin deterioro significativo.

El análisis de los cambios de textura en la tortilla respecto al tiempo (Tabla 3) demostró que al utilizar la punción en extremos de la tortilla fría, éstos no fueron significativamente ( $P < 0.05$ ) diferentes a -10°C entre ningún empaque. En cambio, a 5°C la tortilla, empacada en papel, sí mostró un



Días de almacenamiento

PEBD Polietileno de Baja Densidad.

PEAD Polietileno de Alta Densidad.

m Pendiente de la recta

a ~ Tratamientos con letras iguales no son diferentes a  $P < 0.05$ .

FIGURA 2

Aroma y dureza de tortilla durante su almacenamiento  
(A) -10°C y (B) 5°C

TABLA 3

**EVALUACION DE TEXTURA (INSTRON) DE TORTILLA DE MAIZ  
EMPAcada EN DIVERSOS MATERIALES DE EMPAQUE  
Y ALMACENADA A -10°C Y 5°C.**

D.A. <sup>b</sup>	Punción en los extremos de tortilla de maíz (kgF) <sup>a</sup>					
	Papel		PEBD		PEAD <sup>c</sup>	
	-10°C	5°C	-10°C	5°C	-10°C	5°C
0	0.41 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.41 ± 0.03
1	1.38 ± 0.20	1.58 ± 0.23	1.91 ± 0.13	1.39 ± 0.15	1.61 ± 0.14	1.66 ± 0.15
3	1.85 ± 0.15	2.22 ± 0.20	1.73 ± 0.21	2.07 ± 0.22	1.87 ± 0.20	2.12 ± 0.13
5	1.51 ± 0.17	1.76 ± 0.13	1.55 ± 0.21	1.72 ± 0.21	1.70 ± 0.14	1.51 ± 0.16
7	1.73 ± 0.07	2.43 ± 0.39	1.91 ± 0.17	1.90 ± 0.21	1.71 ± 0.24	1.86 ± 0.21
9	1.72 ± 0.11	2.43 ± 0.31	1.88 ± 0.23	2.09 ± 0.24	1.44 ± 0.14	1.86 ± 0.21
11	1.89 ± 0.29	3.46 ± 0.50	1.63 ± 0.20	2.15 ± 0.16	1.22 ± 0.22	2.39 ± 0.21

a Promedio de diez repeticiones.

b D.A. = Días de almacenamiento.

c PEBD = Polietileno de baja densidad, y (PEAD) = Polietileno de alta densidad.

incremento mayor ( $P < 0.05$ ) en la resistencia a la punción que la empaçada en los polietilenos. Finalmente, el análisis de los datos de resistencia al corte y punción en tortilla que sufrió un calentamiento —el cual enmascaró los cambios presentados durante el almacenamiento— no mostraron cambios significativos para ningún tratamiento por lo que no se incluyen los datos obtenidos.

La información precedente pone de manifiesto la importancia del empaque sobre la calidad de la tortilla de maíz cuando ésta es almacenada a 5°C, ya que a esta temperatura y empaçada en papel, se presentaron mayores cambios en las características físicas y sensoriales de la tortilla almacenada.

En todos los tratamientos, el cambio más importante en la textura ocurre en las primeras 72 horas de almacenamiento. Los incrementos en la resistencia a la punción aumentaron significativamente ( $P < 0.05$ ) sólo durante el primer y tercer día, mostrando posteriormente una estabilización, o en algunos casos una pequeña reducción de un muestreo a otro. Los valores correspondientes a la tortilla almacenada a  $5^{\circ}\text{C}$ , fueron mayores que los que acusó el producto mantenido a  $-10^{\circ}\text{C}$  a un mismo período de almacenamiento. Estos incrementos no tuvieron correlación significativa con la reducción en el contenido de humedad, por lo que deben atribuirse a otros factores, como se observó en un estudio realizado en pan de trigo (18), donde la variación en el comportamiento se debió a cambios en el almidón.

Los resultados de esta investigación señalan que la congelación y descongelación de la tortilla tiene cierto efecto de ablandamiento sobre la misma. Este efecto fue observado por Harbers, Stone y Sabatka (19), en un producto similar a la tortilla cuando se le congeló y después recalentó en un horno de microondas.

Este estudio, en síntesis, demostró que es factible almacenar la tortilla de maíz a bajas temperaturas ( $-10^{\circ}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$ ) y conservar su calidad organoléptica, siempre y cuando su empaque sea apropiado. Los atributos organolépticos que sufren mayor cambio son el aroma y la dureza cuando la tortilla se empaqueta en papel, mientras que dichos atributos se conservan a niveles aceptables cuando se utilizan polietilenos.

## SUMMARY

### EFFECT OF PACKAGING MATERIAL AND STORAGE TEMPERATURE ON THE QUALITY MAIZE TORTILLA

Three packaging materials (tortilla-packing paper, low-density polyethylene and high density polyethylene) were used to evaluate tortilla shelf-life at two different temperatures ( $-10^{\circ}\text{C}$  and  $5^{\circ}\text{C}$ ). Tortilla quality changes upon storage were evaluated by measuring pH, total moisture, texture (puncture and cutting resistance) and sensory characteristics.

Results were analyzed by means of covariance analysis and slope contrast between treatments with a 0.05 level of significance.

At  $-10^{\circ}\text{C}$ , the quality of tortillas did not change significantly during 11 days of storage, and the influence of the packaging material was negligible. Tortilla kept at  $5^{\circ}\text{C}$  in high or low-density polyethylenes, had significantly better quality than the paper-packaged product.

Textural changes were best shown by the Instron puncture resistance test than by the cutting resistance test.

At  $5^{\circ}\text{C}$ , packaged tortillas had a microbiologically stable level for up to seven days, while that at  $-10^{\circ}\text{C}$  significantly improved over the storage period.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Pelaez, J. & M. Karel. Development and stability of intermediate moisture tortillas. *J. Food Proc. Preserv.*, 4: 51-65, 1980.
2. Rubio, M.J. Tortilla using polycarboxylic acids and their anhydrides. U.S. Patent 3,694,224, 1972a.
3. Rubio, M.J. Tortilla process using epichlorohydrin. U.S. Patent 3,690,893, 1972b.
4. Rubio, M.J. Tortilla and process using hydrophilic Inorganic gel. U.S. Patent 3,709,997, 1973.
5. Rubio, M.J. Tortilla and process using sorbic acid and its salts. U.S. Patent 3,853,997, 1974a.
6. Rubio, M.J. Tortilla and process using methyl, ethyl, butyl and propyl ester of parahydroxybenzoic acid. U.S. Patent 3,853,998, 1974b.
7. Rubio, M.J. Tortilla and process using acetic and propionic acids. U.S. Patent 3,859,449, 1975.
8. ASTM. Water vapor transmission of flexible heat-sealed packages for dry products. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia, Pa. 1979a., p. 562-563.
9. ASTM. Internal tearing resistance of paper. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia, Pa., 1979b, p. 144-149.
10. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 15th ed. Washington, D.C., The Association, 1984, p. 207.
11. Food and Drug Association. Bacteriological Analytical Manual of the FDA. 5th ed. Washington, D.C., FDA, 1980.
12. Stone, H., J. Sidel, S. Oliver, A. Wolsey, & C. Singleton. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol.*, 11: 22-32, 1974.
13. Zar. H. Biostatistical Analysis. 2nd. ed. London, Prentice-Hall International Inc., 1984.
14. Bender, F.E., L.W. Fouglass & A. Kramer. Statistical Methods for Food and Agriculture. Westport, CT, AVI Publishing Co., 1982, p. 103-106, 169-179.
15. Reinhold, J.G., L.P. Garcia & P. Garzon, Solubility of ferods had feric iron as affected by constituents of the maize tortilla. *Nutr. Repts. Internat.*, 30 (3): 603, 1984.
16. Bohbe, A. B., & J.S. Pay. Study of the properties of frozen shrimps. *J. Food Sci.*, 23: 143-147, 1986.
17. Rodríguez, G.L. & S.R.A. Bello. Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y su evaluación durante el almacenamiento. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 38 (2): 352-361, 1987.
18. Kim, S.K. & B.L. D'Appolonia. The role of wheat flour constituents in bread staling. *Bakers Digest. J. Food Sci. Technol.*, 16 (3): 118-119, 1985.
19. Harbers. C. A. Z., M. Stone & T. Sabatka. Quality of arepas made from comercial flours or home-made masa. *J. Food Quality*, 7: 191-200. 1985.

# OBTENCION DE UN CONCENTRADO PROTEINICO DE GARBANZO (*Cicer arietinum*) POR ULTRAFILTRACION

José Armando Ulloa<sup>1</sup>, Zaferino H. García-Quintero<sup>2</sup>  
y Mauro E. Valencia<sup>3</sup>

Centro de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma de Nayarit  
y  
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.,  
Hermosillo, Sonora, México

## RESUMEN

Se obtuvo un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*) a partir de sus extractos acuosos. Los parámetros de extracción de proteínas objeto de estudio fueron la relación harina : agua y el pH. Los sólidos de los extractos acuosos se concentraron en una unidad de ultrafiltración tamaño piloto Romicon HF1/2SSS, equipada con cartuchos de fibra hueca, con membranas de peso molecular nominal de 50,000 daltones. Los sólidos concentrados por ultrafiltración se secaron por aspersion, y el producto obtenido presentó la siguiente composición expresada en g/100 g: proteína, 67.8 con 4.9 g/16 g N de lisina reactiva; lípidos ,17.3; carbohidratos, 10.0;. y cenizas, 4.9 (en base seca). El índice de solubilidad de nitrógeno fue de 93 y el color por Hunter de L=86.8.

## INTRODUCCION

Hoy día en muchas partes del mundo las leguminosas son alimentos nutritivos importantes por su aporte de energía y proteínas que complementan a los cereales, elevando con ello el valor nutritivo de las proteínas en las dietas. En México, una de las leguminosas que se cultiva es el garbanzo (*Cicer*

---

Manuscrito modificado recibido: 19-1-90.

- 1 Jefe del Centro de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma de Nayarit, Apdo. Postal 243, Tepic, Nayarit, México.
- 2 Investigador Asociado del Departamento de Tecnología de Alimentos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Apdo. Postal 1725, Hermosillo, Sonora, México.
- 3 Jefe del Departamento de Nutrición de la Universidad Autónoma de Nayarit.

*arietinum*); sin embargo, hasta el 69% de la producción se ha llegado a destinar al consumo animal (1).

Generalmente, la apariencia del garbanzo que se destina para alimentación animal incide en su bajo valor económico, comparado con el grano para consumo humano, aunque en ambos casos la composición química es muy semejante. En consideración a lo expuesto, se está desaprovechando una fuente potencialmente importante de proteína que podría ser utilizada incorporándola en forma de concentrados, o aislados proteínicos a alimentos para consumo humano.

Por otra parte, los métodos tradicionales para la obtención de concentrados o aislados proteínicos, todavía presentan desventajas que limitan el valor nutritivo de la proteína y su funcionalidad.

Se ha demostrado que el uso de las técnicas de extracción acuosa y aislamiento por ultrafiltración, producen concentrados y aislados proteínicos con buenos resultados (2-7), de donde cabe destacar las siguientes ventajas: a) tiempos cortos de procesamiento; b) aumentos en la recuperación de proteínas; c) concentrados y aislados proteínicos con mejor solubilidad de nitrógeno, y d) productos con propiedades nutricionales altamente deseables (8).

En base a lo que antecede, el presente trabajo se llevó a cabo con el fin de producir un concentrado proteínico de garbanzo, mediante la utilización de técnicas de extracción acuosa y aislamiento por ultrafiltración.

## MATERIAL Y METODOS

Se utilizó garbanzo de la variedad Surutato, producido en la Costa de Hermosillo, Sonora, México, el cual fue proporcionado por la Sociedad Agrícola Hermosillense, S.A. de C.V. de la ciudad de Hermosillo, Sonora. A partir del grano entero se obtuvo una harina con un tamaño de partícula que pasaba la malla #80, en un molino de martillos.

Las condiciones de extracción de la proteína de la harina de garbanzo estuvieron dadas en función del pH y la relación harina: agua (p/v). Estas pruebas se realizaron a nivel de laboratorio. Por dispersión de 2.0 g de la harina en 30 ml de agua destilada a 25°C, con agitación por 30 minutos, variando el pH de 2 hasta 12 y separando por centrifugación a 1,000xg el material insoluble del extracto acuoso, se determinó el efecto del pH en la extracción de la proteína. De manera similar, se determinó el efecto de la relación harina: agua en la extracción de la proteína, variando los volúmenes de agua utilizada desde 16 ml hasta 40 ml, permaneciendo constantes el pH a 7, la temperatura de extracción a 25°C, y el tiempo de agitación, de 30 minutos. Para ajustar el pH se usó ácido clorhídrico o hidróxido de sodio 0.1 N.

Una vez determinadas las mejores condiciones de extracción a nivel de laboratorio, se obtuvo el extracto a nivel piloto en lotes de 60 litros. En este caso, para separar el material insoluble de los extractos acuosos, se utilizó una centrifuga continua (deslodadora) a 7,500 rpm.

Para concentrar los sólidos totales del extracto de garbanzo, se utilizó una unidad de ultrafiltración tamaño piloto, Romicon HF1/2SSS (Romicon, Inc., Woodburn, MA, EUA). Los experimentos se realizaron con cartuchos de fibra

hueca HF26.5-43-PM50, de 109.2 cm de longitud, con un tamaño de poro de 50,000 daltones y provistos con 680 fibras con un área total de 2.5 m<sup>2</sup>. Para establecer las condiciones adecuadas de operación del proceso de ultrafiltración, se efectuó un estudio para determinar el flujo máximo de ultrafiltrado o permeado por unidad de área (1/m<sup>2</sup>-h) por efecto de la presión transmembrana (promedio de la presión de entrada y salida al sistema). El flujo del ultrafiltrado se midió en un recipiente calibrado en un tiempo de 60 s; la toma del ultrafiltrado se llevo a cabo inmediatamente después de la salida del fluido en los cartuchos. En este estudio, tanto el ultrafiltrado como el concentrado se regresaron al tanque de alimentación, para lograr con ello un estado de equilibrio (9). La temperatura del sistema se mantuvo a 20°C.

Los datos de ultrafiltración se presentan en términos de la relación de concentración de volumen (RCV), donde:

$$RCV = V_o/V_c = V_o/(V_o - V_u) \quad \text{Ec.(1)}$$

y  $V_o$ =volumen inicial del extracto,  $V_u$ =volumen del ultrafiltrado y  $V_c$ =volumen del concentrado. El coeficiente de retención (CR) de un componente  $i$  (2) se calculó por la ecuación:

$$CR=[1-(C_{ci}/C_{ui})] \times 100 \quad \text{Ec.(2)}$$

donde  $C_{ci}$  = concentración de  $i$  en el concentrado y  $C_{ui}$  = concentración de  $i$  en el ultrafiltrado.

Finalmente, el extracto acuoso concentrado por ultrafiltración, se secó en secador de aspersión Niro Modelo 6331 (Copenhagen, Denmark); las condiciones utilizadas fueron: temperatura de alimentación, 20°C, temperatura del aire de entrada y salida al secador, de 210°C y 90°C, respectivamente. En la Figura 1 se muestra el diagrama de proceso completo para la obtención del concentrado proteínico de garbanzo.

Los sólidos totales, cenizas, fibra cruda, grasa y nitrógeno por Kjeldahl se determinaron mediante los métodos de la AOAC (10). El contenido de proteína se obtuvo al multiplicar el nitrógeno total por 6.25, y la grasa de los extractos acuosos se cuantificó por el método de Gerber (11). El contenido de sodio y calcio en el concentrado proteínico se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica (10); la lisina reactiva se midió de acuerdo a Hurrell, Lerner y Carpenter (12); el perfil de solubilidad de nitrógeno se estableció según Lawhon *et al.* (13), y el índice de solubilidad de nitrógeno, de acuerdo al método de la AOCS (14). El color en términos de L se evaluó usando un medidor de Diferencia de Color Digital Hunter, Modelo D25 P-2, donde L es luminosidad, el negro equivale a 0 y el blanco a 100. La medición del color se hizo en el producto seco (concentrado proteínico).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 2 se muestra el efecto del pH en la extracción de la proteína de la harina de garbanzo. Los valores de pH de la extracción mínima y máxima de la proteína total fueron de 4 y 12 respectivamente. El valor del pH de un extracto acuoso, con una relación harina:agua de 2:30 a condiciones de

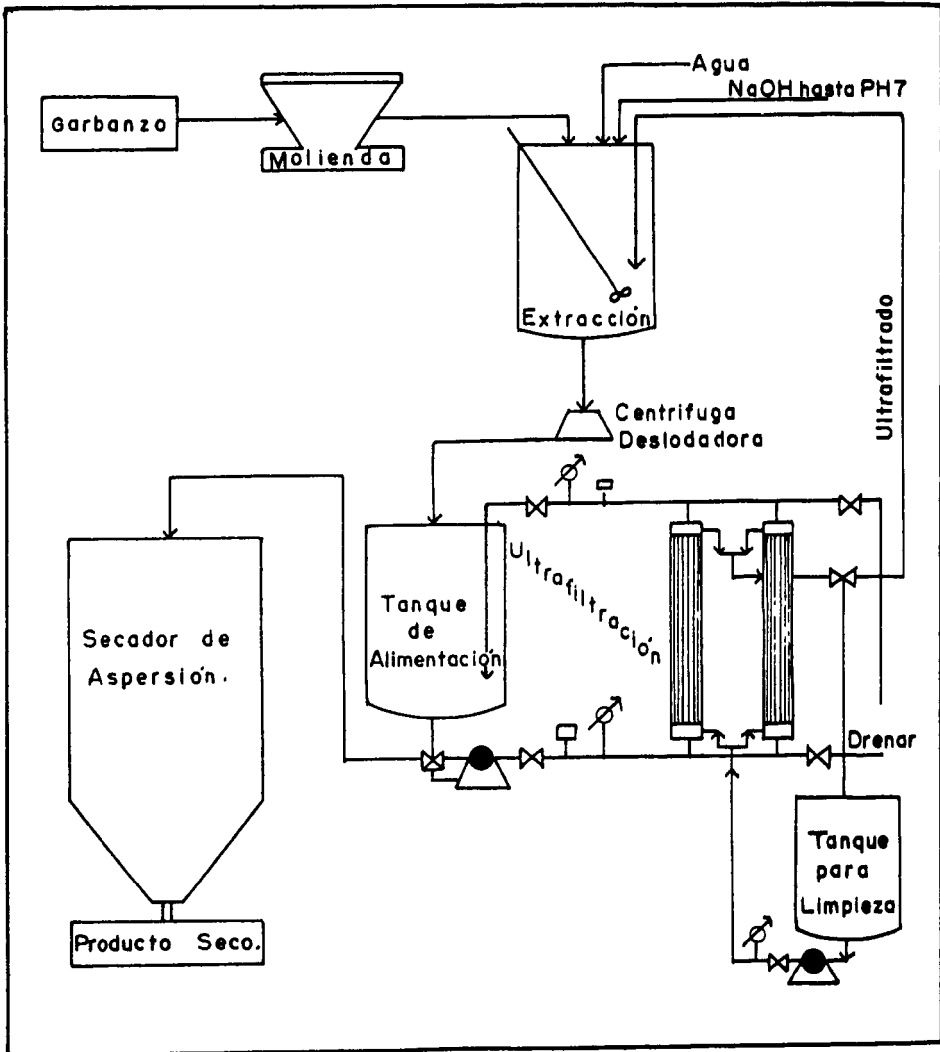


FIGURA 1

Diagrama de proceso para la obtención del concentrado proteínico de garbanzo

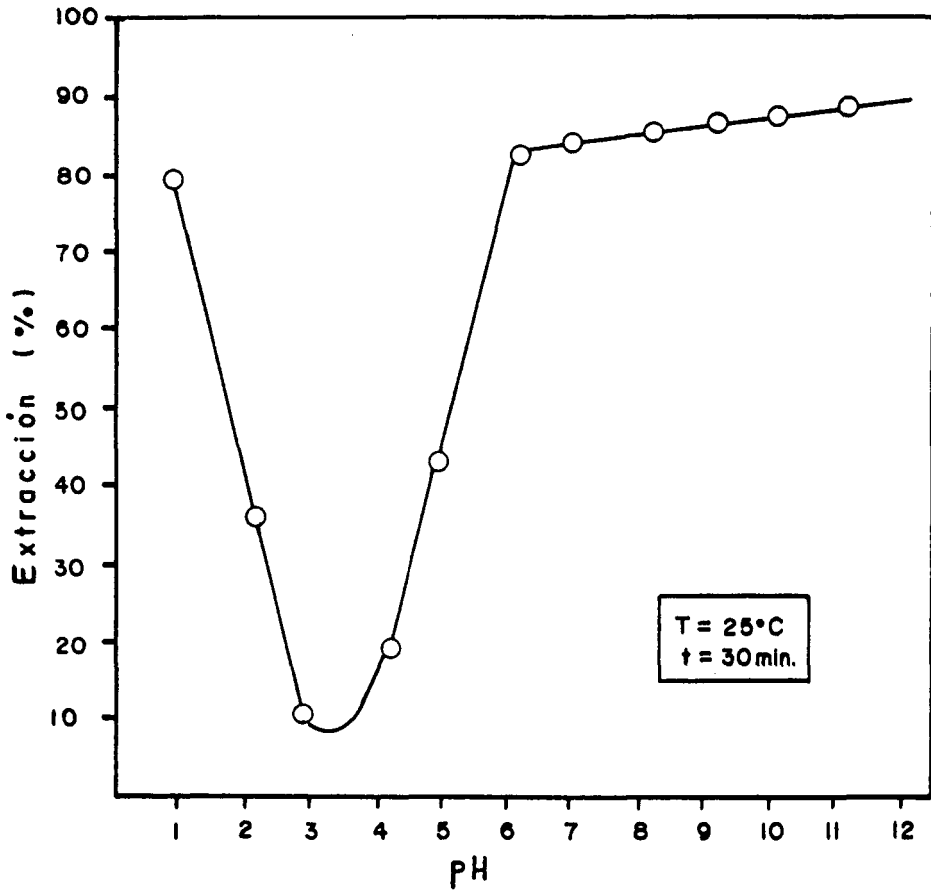


FIGURA 2

Efecto del pH en la extracción de la proteína

temperatura y tiempo de extracción de 25°C y 30 minutos, respectivamente, fue de 6.65, con lo que se logra obtener una extracción del 65% de proteína. Realizando extracciones a un pH de 7 y de 12, se tuvo una recuperación de proteína del 85 y 90%, respectivamente. Se considera, por lo tanto, que la extracción de proteína para obtener el concentrado proteínico se debe efectuar a un pH de 7, ya que la recuperación adicional del 5% no justifica el gasto excesivo de hidróxido de sodio necesario para ajustar el valor del pH de 7 hasta 12.

En la Figura 3 se aprecia que, al inicio, la extracción de proteína se incrementa linealmente con el incremento del volumen de agua utilizada, hasta alcanzar un comportamiento asintótico a partir de la relación harina:agua de 1:12, lográndose con ello una recuperación del 85% de la proteínas total. Esta relación se tomó como adecuada para llevar a cabo las extracciones.

El efecto de presión transmembrana en el flujo del ultrafiltrado se presenta en la Figura 4. El comportamiento, según se aprecia, fue semejante al de otros sistemas biológicos que contienen macromoléculas que son retenidas por las membranas, sólo para la primera zona de la presión transmembrana en donde el flujo se incrementa linealmente con el aumento de la presión transmembrana. En contraste con los resultados de otros trabajos (2,7), el flujo comienza a decrecer drásticamente a partir del punto máximo observado a medida que la presión transmembrana aumenta. Por lo tanto, se consideró una presión transmembrana de operación de 1.20 kgf/cm<sup>2</sup>, como la adecuada para concentrar el extracto acuoso por ultrafiltración.

El comportamiento de concentración de sólidos totales y proteínas, lípidos y cenizas por ultrafiltración, se muestra en las Figuras 5, 6 y 7. Los componentes que se retuvieron en mayor cantidad fueron proteínas y lípidos, y sus concentraciones ascendieron linealmente con la relación de concentración de volumen (RCV), mismo fenómeno que se ha observado en extractos acuosos de soya (15).

Las cenizas se comportaron de manera diferente respecto a los demás componentes de los extractos acuosos, ya que inicialmente su perfil de concentración fue lineal, para luego tomar un curso asintótico. En vista de que las cenizas son solutos de peso molecular pequeño, era de esperar que pasaran libremente a través de membranas; sin embargo, los resultados indican que posiblemente algunos de los minerales se unieron a las proteínas (2, 15).

El coeficiente de retención (CR) para un componente *i* se calculó por la ecuación No.1. Las grasas no se detectaron en ninguna muestra del ultrafiltrado, mientras que las proteínas se encontraron en 0.19% a la relación de concentración de volumen (RCV) de 5, lo que implica un coeficiente de retención (CR) de 96.3. No obstante, es muy probable que la materia nitrogenada detectada en el ultrafiltrado, haya sido de origen no proteínico, con lo cual se tendría un CR muy cercano a 100, tal como se propone en otros trabajos. (2,15).

En la Tabla 1 se detalla la composición química y otras características del concentrado proteínico de garbanzo, obtenido mediante el proceso descrito. El porcentaje del proteína del concentrado, en base seca, fue de 67.8, con 4.9 g/16 g N de lisina reactiva, y, en base libre de grasa, aumentaría a 81.9. El producto es luminoso o claro y tiene un índice de solubilidad de nitrógeno de 93. Su perfil de solubilidad de nitrógeno muestra valores bajos a un pH entre 4 y 5, pero altos a los demás valores de pH (Tabla 2).

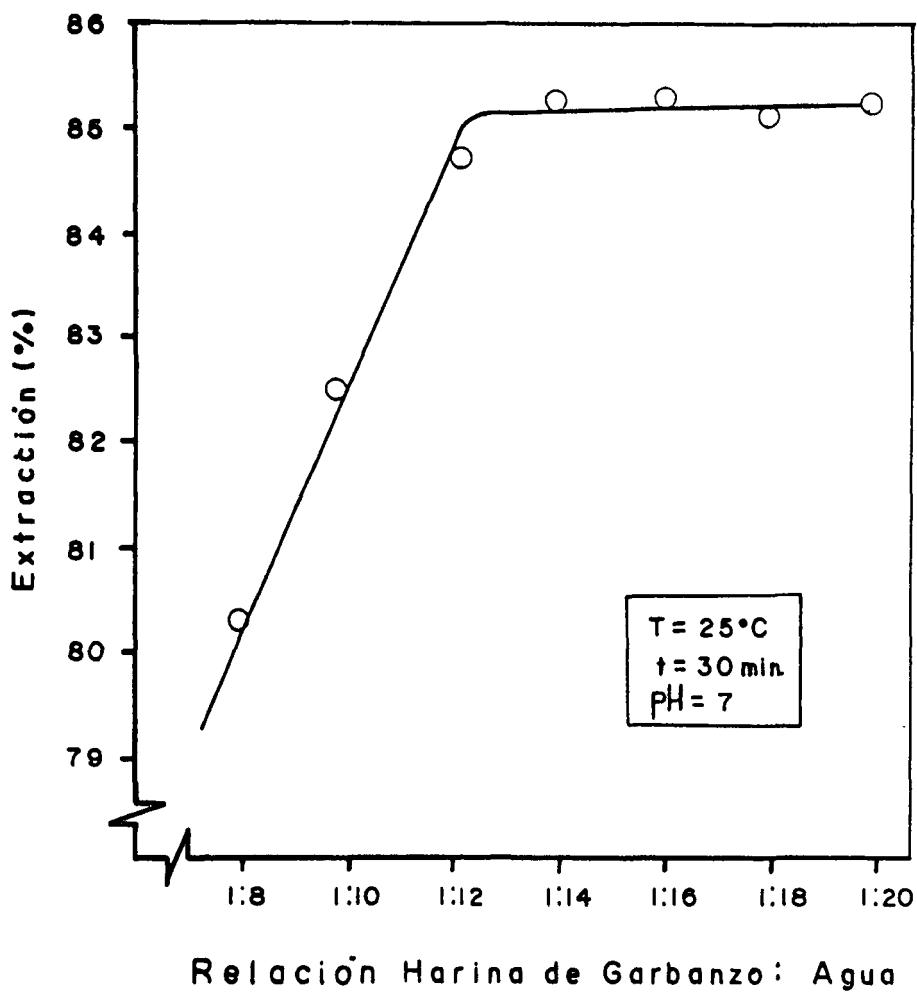


FIGURA 3

Efecto de la relación harina de garbanzo:agua en la extracción de la proteína

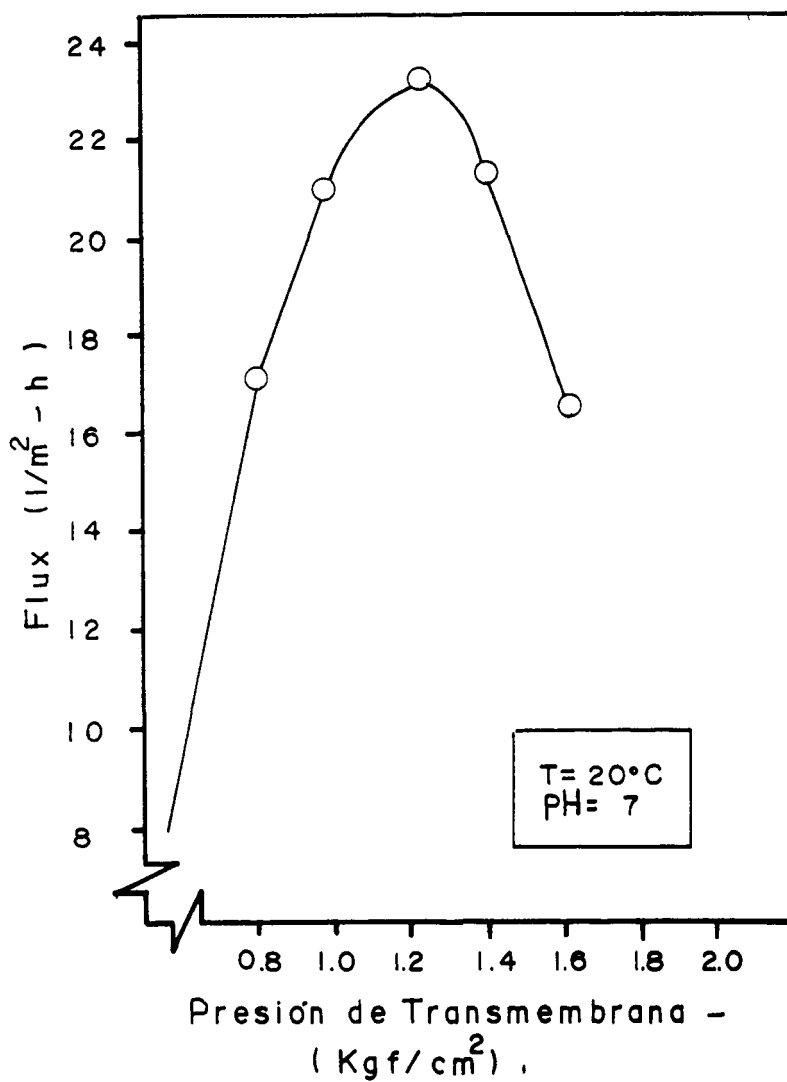


FIGURA 4

Efecto de la presión transmembrana en el flujo del ultrafiltrado

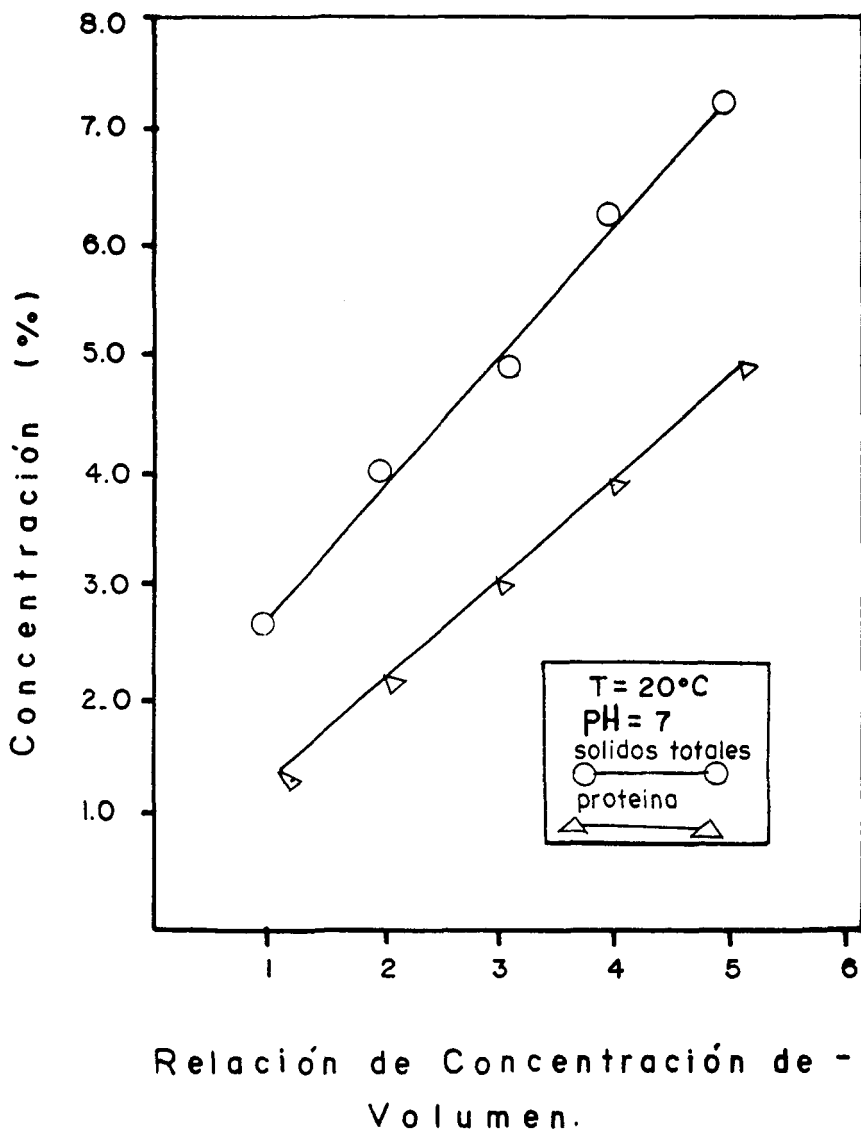


FIGURA 5

Perfil de concentración de los sólidos totales y proteínas por efecto de ultrafiltración

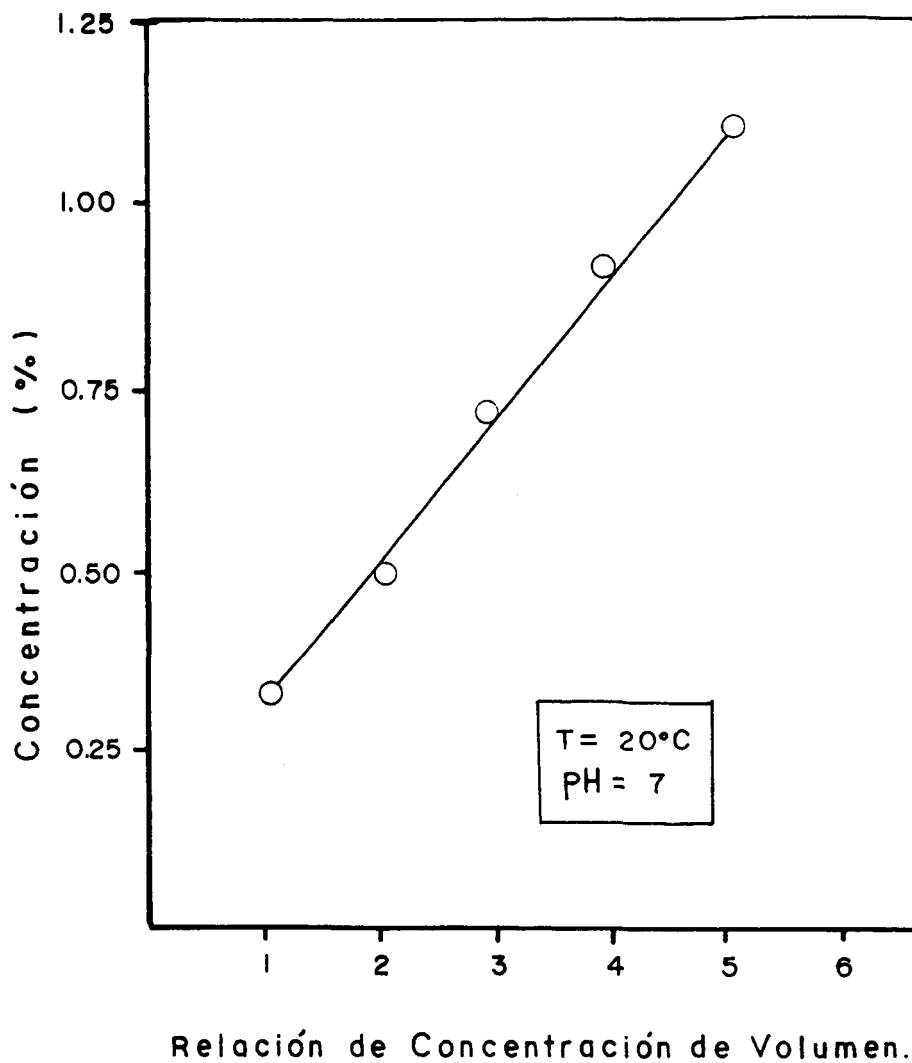


FIGURA 6

Perfil de concentración de grasa por efecto de ultrafiltración

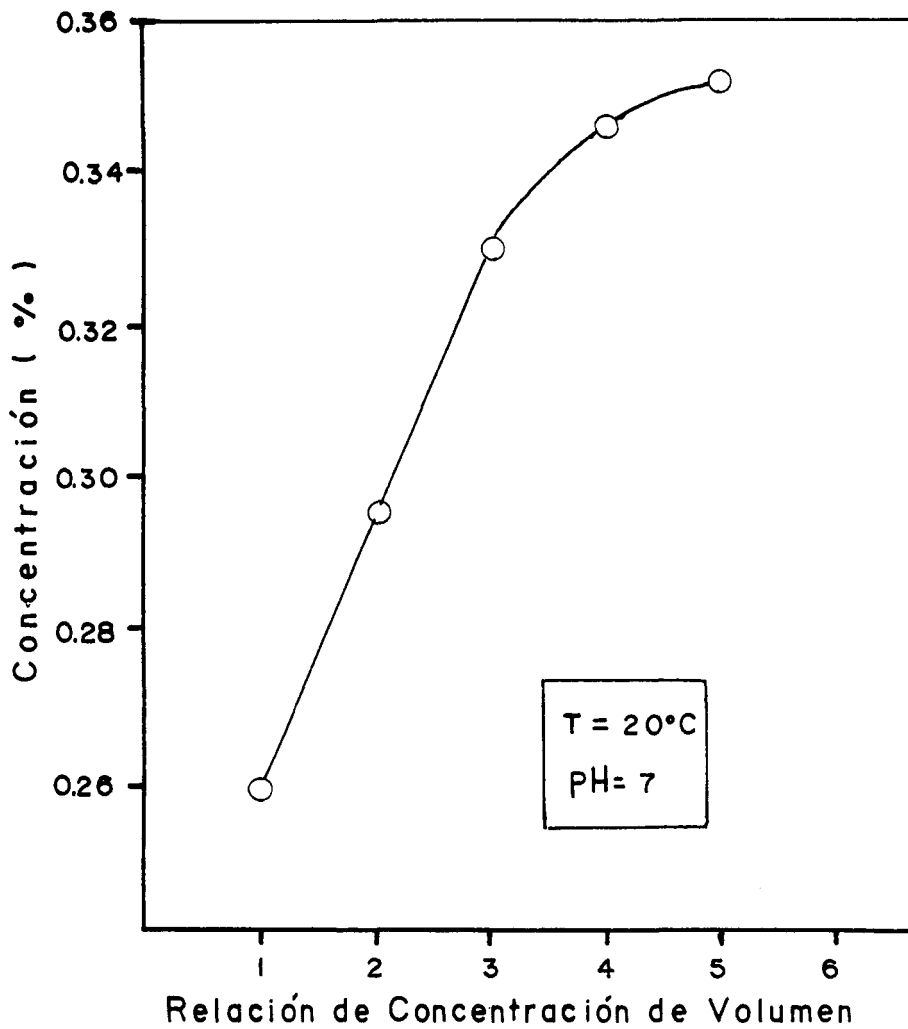


FIGURA 7

Perfil de concentración de cenizas por efecto de ultrafiltración

TABLA 1

**COMPOSICION QUIMICA Y OTRAS CARACTERISTICAS DEL  
CONCENTRADO PROTEINICO DE GARBANZO, OBTENIDO  
POR ULTRAFILTRACION<sup>a</sup>**

Fuente	Garbanzo	Extracto acuoso RCV <sup>b</sup> = 1	Concentrado proteínico
Proteína (g/100 g)	26.2	55.6	67.8
Lisina reactiva (g/100 g)			4.9
Carbohidratos (g/100 g) <sup>c</sup>	59.5	24.5	10.8
Grasa (g/100 g)	6.0	11.4	17.3
Fibra cruda (g/100 g)	5.0	0.0	0.0
Cenizas (g/100 g)	2.8	8.5	4.9
Calcio (mg/100 g)			96.8
Sodio (mg/100 g)			306.8
Indice de solubilidad de nitrógeno			93.0
Color (L)			86.8

a Resultados expresados en base seca.

b Relación de concentración de volumen.

c Valor por diferencia.

TABLA 2

**PERFIL DE SOLUBILIDAD DE NITROGENO DEL CONCENTRADO  
PROTEINICO DE GARBANZO**

pH	Nitrógeno soluble (g/100 g)
2	89.2
3	85.1
4	28.7
5	22.3
6	69.8
7	75.6
8	82.9
9	96.5

Finalmente, el presente estudio demuestra que es posible producir un concentrado proteínico de 'garbanzo aplicando las técnicas de extracción acuosa y aislamiento por ultrafiltración, con un contenido de proteína y grasa adecuado, y con propiedades funcionales potencialmente buenas. El concentrado proteínico obtenido representa una alternativa de aprovechamiento de la proteína de garbanzo, que se destina a la alimentación animal, y que podría ser utilizado como fuente de proteína de buena calidad y grasa, en la elaboración de alimentos infantiles tales como fórmulas médicas, papillas, etc., o en la elaboración de otros productos para consumo humano. Sin embargo, cabe señalar que la metodología y procedimientos empleados para la obtención de este concentrado proteínico pueden hacerse extensivos a otros tipos de materias primas. Pero su importancia radicará en el rescate de la proteína de subproductos agroindustriales que la contienen y que podría ser empleada para alimentación humana.

## SUMMARY

### PRODUCTION OF A CHICK-PEA (*Cicer arietinum*) PROTEIN CONCENTRATE BY ULTRAFILTRATION

A protein concentrate was obtained from chick-pea (*Cicer arietinum*) flour aqueous extract. The factor involved in the recovery of protein were the flour: water ratio, and the pH. The best aqueous extract was subjected to infiltration in a Romicon HF1/2SSS unit equipped with hollow fiber membranes cartridges with a nominal molecular-weight cut-off point of 50,000 daltons. The concentrate was spray-dried and the product obtained had the following composition, expressed in g/100 g: 67.8 protein with 4.9 g/16 g N of reactive lysine; 17.3 fat, 10.0 carbohydrates, and 4.9 ash (dry basis). The nitrogen solubility index was 93 and the color, by Hunter, was L=86.8.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. **Estadística Agrícola de los Distritos y Unidades de Riego Año Agrícola 1981. Informe Estadístico No. 113.** Dirección General de Economía Agrícola de la Sub-Secretaría de Agricultura y Operación de la SARH, 1981.
2. Cheryan, M. & J.E. Sheleesser. Performance of a hollow fiber system for ultrafiltration of aqueous extracts of soybean. *Lebens,- Wiss.U.- Technol.*, **11**: 65-69, 1978.
3. Lawhon, J.T., D.W.Hensley, D. Mulsow & K.F.Mattil. Optimization of protein isolated production from soy flour using industrial membranes systems. *J. Food Sci.*, **43**: 361-365, 1978.
4. Lawhon, J. T., D.W.Hensy, M Muzukosh & D. Mulsow. Alternate processes or use in soy protein isolation by industrial ultrafiltration membranes. *J. Food Sci.*, **44**: 213-216, 1979.
5. Lawhon, J.T., L.J. Manak & E.W.Lusas. Ann improved process for isolation of glandless cottonseed protein using industrial membranes systems. *J. Food Sci.*, **45**: 197-180, 1980.
6. Lawhon, J. T , L. J. Manak, K. C. Rhee & E. W. Lusas. Combining aqueous extraction and membrane isolation techniques to recover protein and oil from soybeans. *J. Food*

- Sci., 46: 912-916,1981.
7. Omosaiye, O.M., M. Cheryan & M. E. Mathews. Removal of oligosaccharides from soybean water extracts by ultrafiltration. *J. Food Sci.*, 43: 354-360,1978.
  8. Manak, L.J., J.T. Lawhon & E. W. Lusas. Functionating potential of soy, cottonseed and peanut protein isolates produced by industrial membranes systems. *J. Food Sci.*, 45: 236-238,1979.
  9. Cheryan, M. Mass transfer characteristics of hollow fiber ultrafiltration of soy protein systems. *J. Food Process Eng.*, 1: 269-287, 1977.
  10. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th. ed. Washington, D. C. , The association, 1884.
  11. Lather. A. B. **Standard Methods for Examination of Dairy Products**. New York, American Public Health Association, 1960, p.294.
  12. Hurrell, R. F. , P. Learman & J. Carpenter. Reactive lysine in foodstuff measured by rapid dye-binding procedure. *J. Food Sci.*, 44: 1,121-1,231, 1979.
  13. Lawhon, J. T., L. W. Rooney, C.M. Cater & K. F. Mattil. Evaluation of a protein concentrate produced from glandless cottonseed flour by a wet- extraction process. *J. Food Sci.* , 37: 778-782,1972.
  14. American Oil Chemists' Society. **Official and Tentative Methods of the AOCS**. 3rd. ed. Chicago, Il., The Society, 1971.
  15. Omosaiye, O. & M. Cheryan. Ultrafiltration of soybean water extracts: Processing characteristics and yield. *J. Food Sci.*, 44: 1027-1031,1979.

# **EFFECTOS DE LA COCCION TRADICIONAL SOBRE LOS FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LOS FRIJOLES NEGROS (*Phaseolus vulgaris*) DE COSTA RICA**

*Ana Ruth Bonilla*<sup>1</sup>, *Cecilia Calzada*<sup>2</sup> y *Rodney Cooke*<sup>3</sup>

**Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos  
(CITA),  
Universidad de Costa Rica,  
San José, Costa Rica**

## **RESUMEN**

En esta investigación se determinó la presencia de los inhibidores de tripsina, inhibidores de alfa amilasa y hemaglutininas en los frijoles negros (*P. vulgaris*) producidos en Costa Rica. Además, se estudió su comportamiento ante la cocción tradicional.

Los factores antinutricionales se determinaron por espectrofotometría en los frijoles crudos, y después de diferentes tiempos de cocción. Se observó que los inhibidores de alfa amilasa son los más termorresistentes, ya que a los 30 min de cocción existe un 33% de la actividad inicial presente en el frijol crudo. Alrededor del 80% de la actividad antitripsina ha desaparecido a los 9 min de cocción. En cuanto a las hemaglutininas, a los 10 min la actividad es aproximadamente sólo de 1%.

## **INTRODUCCION**

Para los habitantes de América Central, tanto en las zonas rurales como en el medio urbano, el frijol negro, al igual que otras leguminosas, aporta cantidades significativas de proteínas y calorías. Además del alto porcentaje de proteínas, las leguminosas poseen la cualidad de tener aminoácidos esenciales que completan el maíz, arroz y otros cereales, obteniéndose, como resultado, una mezcla de mejor calidad proteínica que la de los ingredientes

---

Manuscrito modificado recibido: 28-8-90.

- 1 CITA, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- 2 Laboratorio de Aduanas, Ministerio de Hacienda, Lorente de Tibás, San José, Costa Rica. Anteriormente asignada al CITA.
- 3 Overseas Development Natural Resources Institute (GIR), 52-62 Gray's Inn Road London WC1X 8LU, Gran Bretaña. En la época en que se llevó a cabo este trabajo, en el CITA.

individuales (1-3).

Pero, a pesar de que a través de la historia se ha conocido el alto valor nutritivo de las leguminosas, también se ha sabido que contienen ciertas sustancias que pueden ser consideradas "tóxicas" (4,5), ya que tienen efectos antinutricionales. Entre estos factores bioquímicamente activos, se encuentran los inhibidores de enzimas proteolíticas, inhibidores de alfa amilasa y hemaglutininas (4,6-8).

Ahora bien, el hecho de que tales factores antinutricionales pueden ser destruidos por el calor, ha hecho posible que las leguminosas se usen universalmente como un importante componente dietético (9-12).

Existen numerosos estudios sobre estos factores en relación a los frijoles de soya, y a diversas variedades de *P. vulgaris* (12-19). Ahora bien no existe información acerca de los diferentes factores antinutricionales en los frijoles negros (*P. vulgaris*) consumidos en Costa Rica.

En esta investigación se determinó, por lo tanto, la presencia de los inhibidores de tripsina, inhibidores de alfa amilasa y hemaglutininas en los frijoles negros (*P. vulgaris*) producidos en Costa Rica. Asimismo, se estudió su comportamiento ante la cocción tradicional concluyéndose que los inhibidores de alfa amilasa son los más termorresistentes.

## MATERIAL Y METODOS

Se usaron semillas de frijoles negros, *P. vulgaris* de cosecha reciente, recogidos en finca de la zona de La Cruz, en el cantón de Acosta, provincia de San José, Costa Rica.

Como punto de partida se determinó la presencia de los tres factores antinutricionales citados en los frijoles crudos.

De acuerdo a la actividad observada, la cantidad de muestra utilizada en cada método se ajustó para reducir al mínimo el error del análisis. Todas las determinaciones se efectuaron por duplicado y se expresan en base seca.

Los inhibidores de tripsina fueron analizados por el método propuesto por Kakade *et al.* (15) para frijoles de soya. Con el fin de obtener una óptima extracción de la actividad del inhibidor de la tripsina se sometieron a ensayo varias condiciones, y se adoptó la siguiente modificación en la preparación de la muestra. Se pesaron 4 g de muestra y se extrajeron con 200 ml de NaOH 0.01M en una licuadora, durante cuatro minutos, a intervalos de dos minutos con un minuto de descanso. El pH se mantuvo entre 8.4 y 10.0 (9.5 promedio). Se preparó una dilución de 1:25 en solución de NaOH 0.001M.

La actividad de los inhibidores de alfa-amilasa se midió a través del ensayo espectrofotométrico descrito por Marshall y Lauda (20), que utiliza alfa amilasa porcina.

La actividad de las hemaglutininas se determinó por medio de sistema propuesto por Liener (21). En él se mide la reflectancia de una suspensión de glóbulos rojos de conejo tripsinados a través de una absorbancia aparente a 620nm.

Los frijoles, sin hidratación previa, se sometieron al siguiente tratamiento térmico. En una olla de acero de fondo plano se llevó a ebullición 144 ml de agua, y se agregaron 40 g de frijol (tiempo cero), el cual se cocinó sin tapar por los minutos prefijados. Al tiempo final se vació todo el contenido de

la olla en tres tamices para separar los frijoles completamente del líquido de cocción. Se pasaron los mismos a sendos beakers enfriados en el congelador y sumergidos en agua de hielo. Se agitó continuamente hasta enfriamiento total. Las muestras se almacenaron congeladas hasta el momento del análisis.

Durante la cocción y el enfriamiento se determinó la temperatura mediante la colocación de tres termopares de punta fina, situados en sendos frijoles y conectados a un teletermómetro de EDALE previamente calibrado. Se perforaron previamente los frijoles. Se hicieron anotaciones de tiempo y temperatura desde el inicio del tratamiento hasta el enfriamiento cercano a los 0°C.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Presencia de los Factores Antinutricionales en los Frijoles Crudos*

#### *Inhibidores de tripsina*

Se puede observar, en la Figura 1, que hay una respuesta lineal entre la cantidad de frijol crudo y el porcentaje de inhibición de la tripsina, hasta un 50% de inhibición. Por consiguiente, hay que diluir los extractos de frijol hasta la obtención de actividades en ese ámbito, lo que se logró con una concentración de 800 ppm de frijoles en la disolución para analizar. En el caso de la soya, Kakade (15) afirma que la respuesta es lineal hasta 40-60% de inhibición de tripsina.

#### *Inhibidores de alfa amilasa*

La relación del % de inhibición con la cantidad de frijol es lineal hasta aproximadamente 50% de inhibición de alfa-amilasa (Figura 2). Esto concuerda con la recomendación de Marshall y Lauda, (20), que establece para los parámetros del ensayo que la cantidad de inhibidor debe ser tal que inhiba como máximo el 50% de la actividad de la enzima.

#### *Hemaglutininas*

La relación que existe entre la absorbancia de la suspensión de eritrocitos a los 150 min de ensayo con la concentración (inverso de la dilución) del extracto de frijoles crudos, se muestra en la Figura 3. Esta forma sigmoidal es característica de este tipo de sistema (Liener) (21). Se seleccionó una concentración de frijol crudo de 1/64 en la porción recta de la curva, que corresponde a un relación directa entre absorbancia-concentración.

### *Efecto del Tratamiento Térmico sobre los Factores Antinutricionales*

Las temperaturas de cocción y enfriamiento se pueden observar en la Figura 4.

La Figura 5 es una interpretación de tendencias observadas tratando de dar igual validez a todas las mediciones hechas. El 100% de actividad en cada

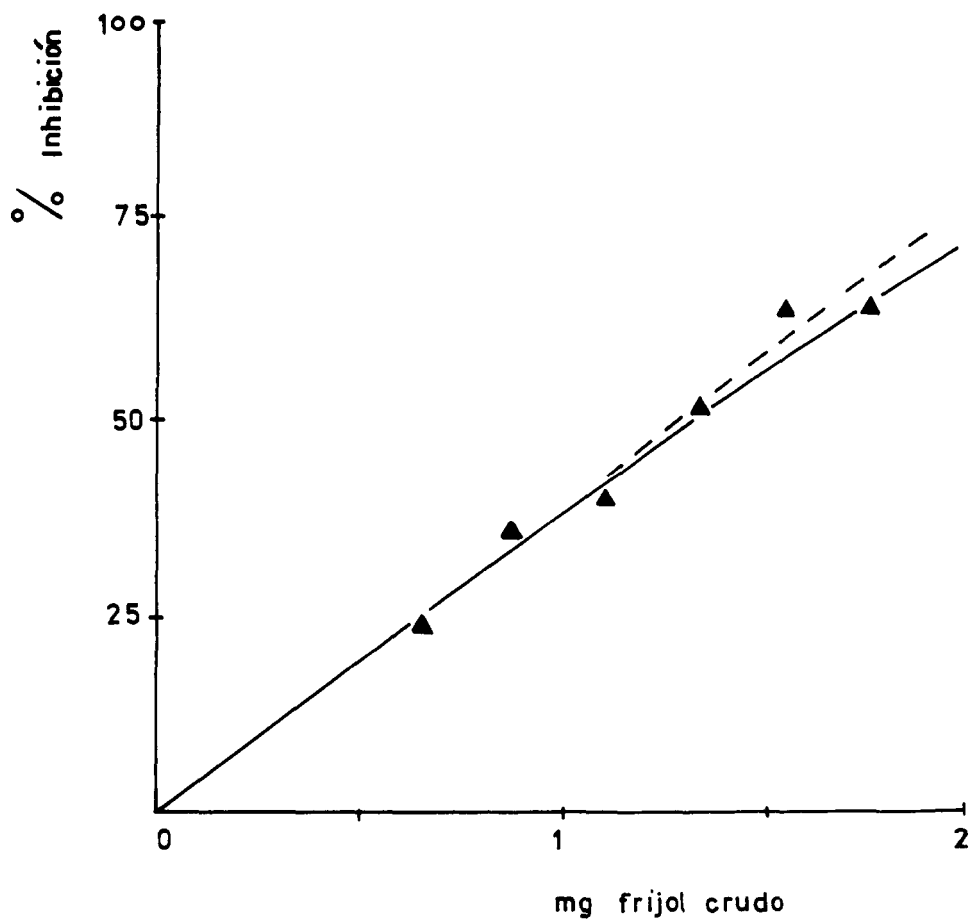
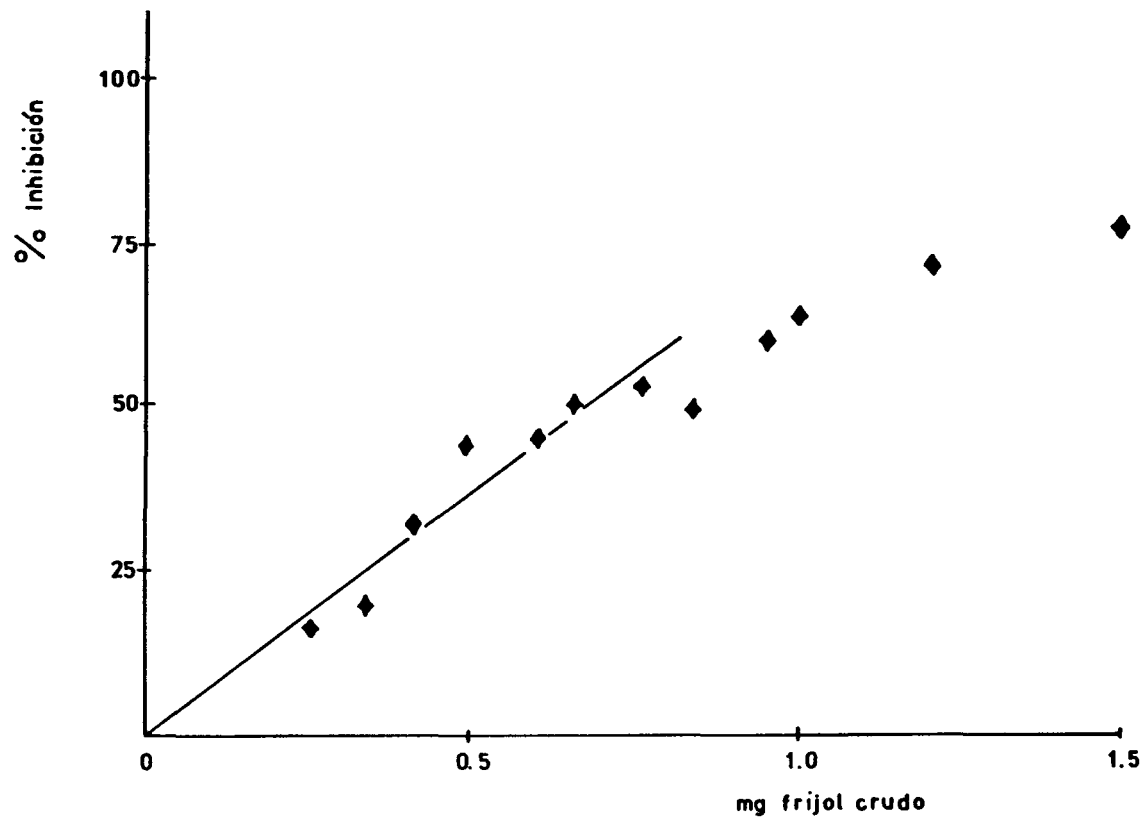


FIGURA 1

Relación entre la inhibición de tripsina y la cantidad de frijol crudo



**FIGURA 2**

**Relación entre la inhibición de alfa-amilasa y la cantidad de frijol crudo**

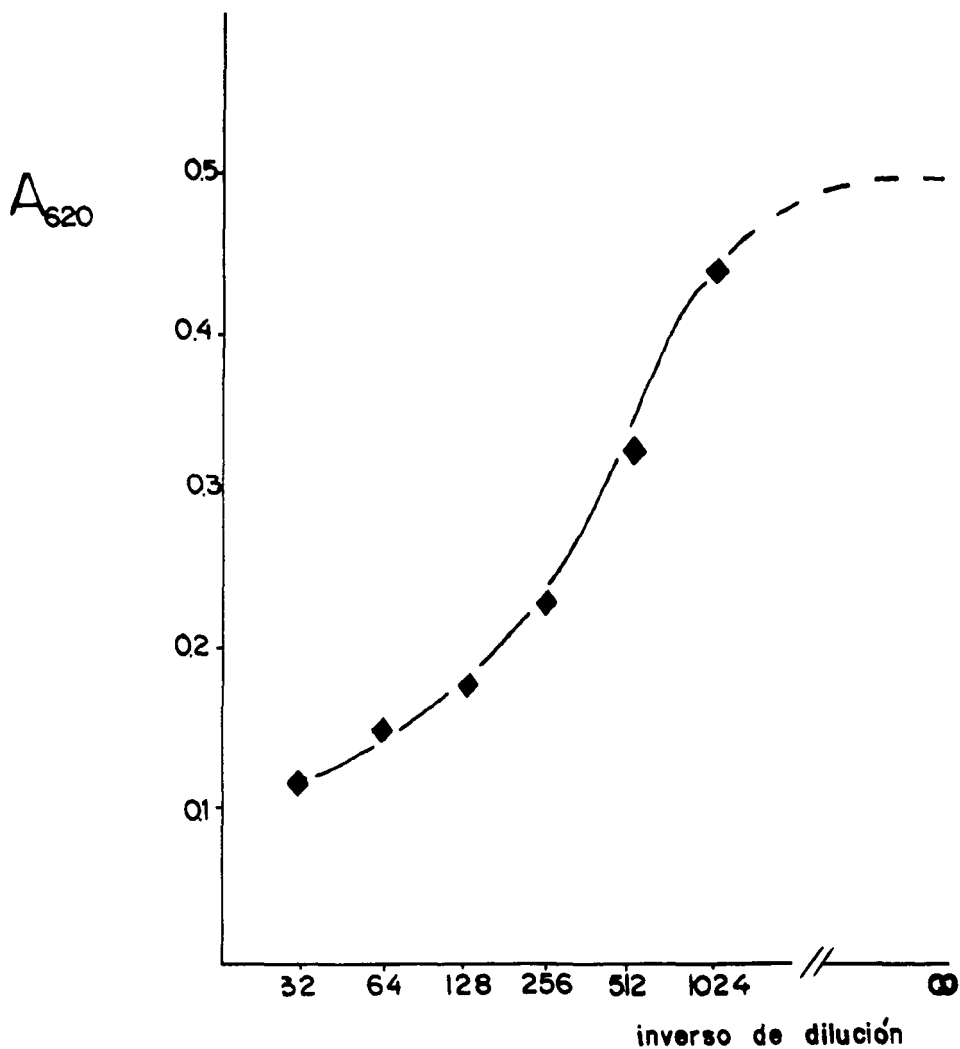


FIGURA 3

Relación entre la absorbancia de una suspensión de eritrocitos a los 150 minutos de ensayo y la cantidad de frijol crudo

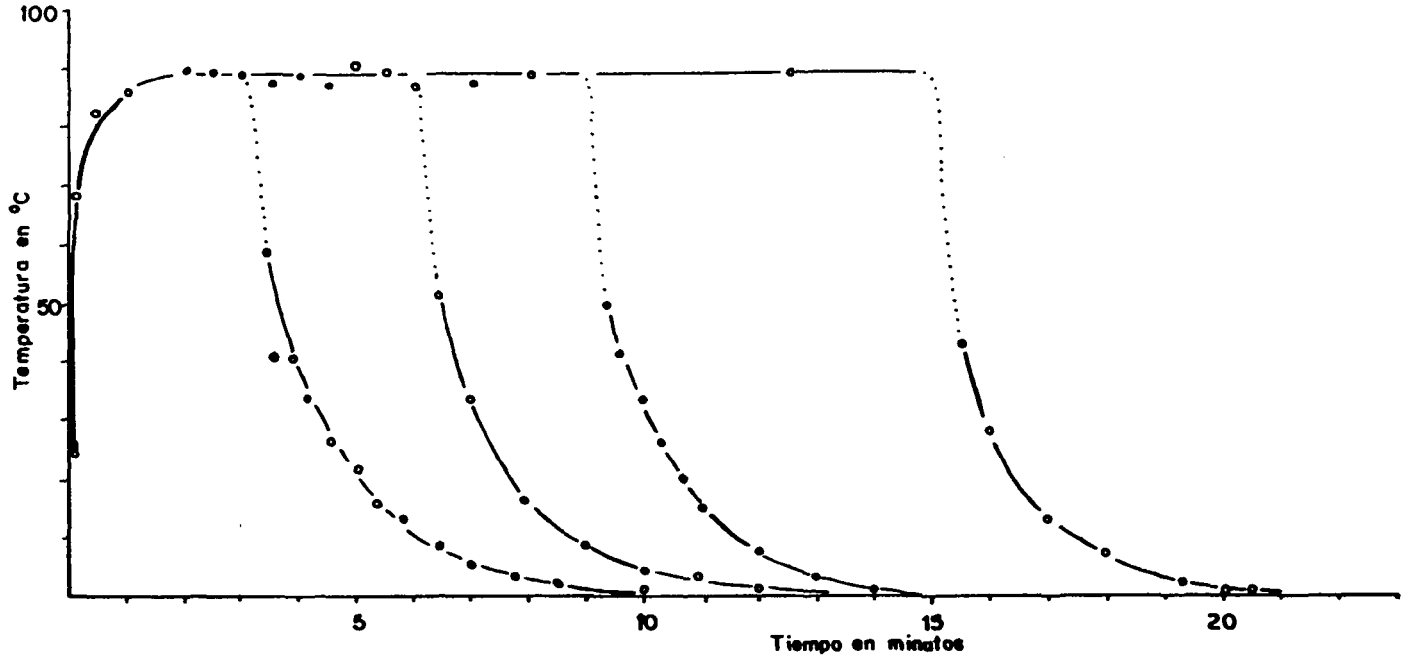


FIGURA 4

Cocción de frijoles negros en agua hirviendo  
Curvas de calentamiento y enfriamiento

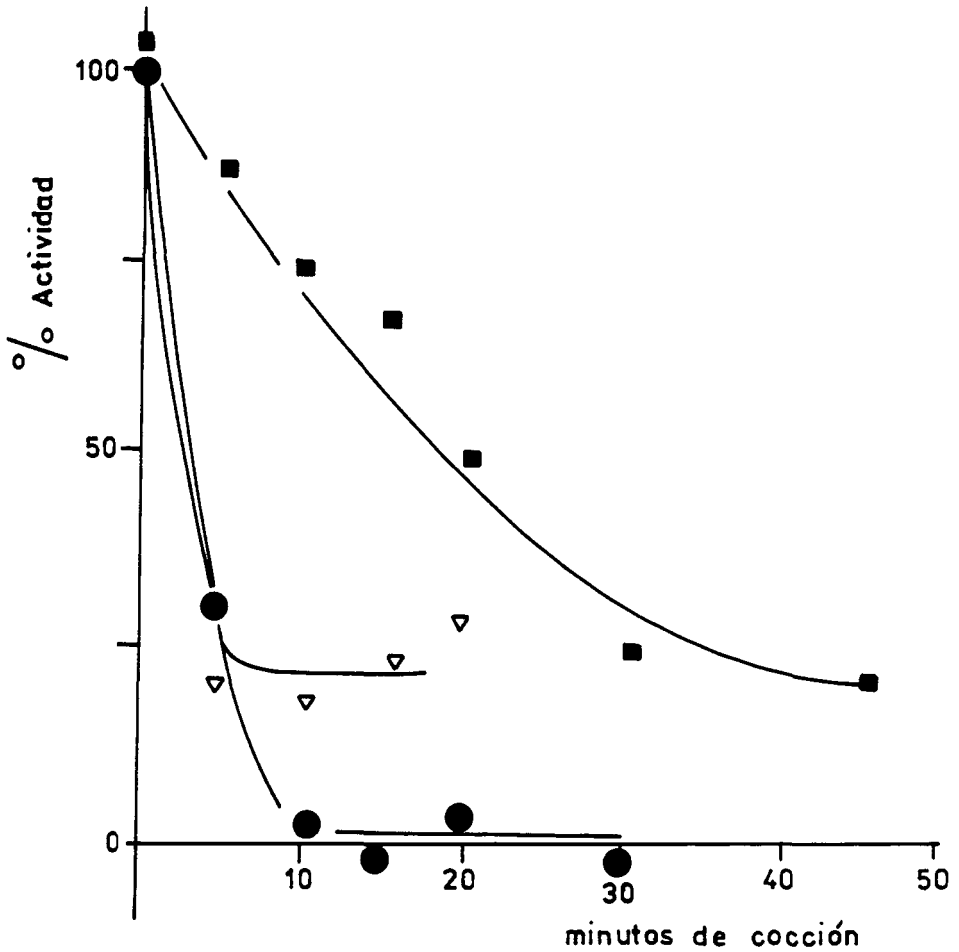


FIGURA 5

Inhibidores nutricionales:  
 ■ de alfa-amilasa    ▽ de tripsina y  
 ● hemagglutininas durante la cocción tradicional de  
 frijoles negros

caso, corresponde a la actividad encontrada en un patrón de frijol crudo analizado simultáneamente, que se toma como punto de referencia para el cálculo de la actividad correspondiente. Todos los resultados fueron calculados en base seca.

Según se puede apreciar, alrededor del 80% de la actividad antitripsina ha desaparecido a los nueve minutos de cocción. Después de este tiempo la actividad es más constante. Es muy probable que la actividad residual que se observa se relacione con la presencia de inhibidores de naturaleza no proteínica, probablemente taninos y compuestos polifenólicos, que no tienen una acción antienzimática específica, y son capaces de inhibir varias enzimas diferentes (22). Elías, Fernández y Bressani (23), en un estudio de frijoles de varios colores, han informado resultados semejantes, indicando que estas sustancias tienen actividad antitripsina termorresistente.

Los inhibidores de alfa amilasa son mucho más estables al efecto que la cocción ejerce sobre ellos que los inhibidores de tripsina. Como lo indica la misma Figura 5, a los cinco minutos de cocción los inhibidores de alfa amilasa solo se reducen 10%, y a los 30 minutos de cocción existe alrededor de 1/3 de la actividad inicial del frijol crudo.

En cuanto a la actividad residual de las hemagglutininas frente al tiempo de cocción, se aprecia que a los cinco minutos hay una actividad de aproximadamente 30%, en tanto que a los 10 minutos la actividad es aproximadamente sólo del 1%.

## CONCLUSION

El inhibidor de alfa amilasa es mucho más estable que los inhibidores de tripsina y hemagglutininas en el sistema de cocción tradicional sin hidratación previa. En cuanto a los otros dos inhibidores, la cinética de destrucción es muy parecida.

## SUMMARY

### EFFECT OF TRADITIONAL COOKING OF THE ANTINUTRITIONAL FACTORS PRESENT IN BLACK BEANS (*Phaseolus vulgaris*) OF COSTA RICA

Trypsin inhibitors, alfa amylase inhibitors and hemagglutinins were determined in black beans (*P. vulgaris*) produced in Costa Rica. The effect of the traditional cooking on such antinutritional factors was also studied.

The antinutritional factors were analyzed spectrophotometrically in the raw beans, as well as after several cooking periods of time.

The results showed that alfa-amylase inhibitors were the most thermorresistant. After 30 min of cooking time there was a 33% of activity left from the initial activity of the raw beans. Approximately 80% of the antitryptic activity was destroyed at 9 min of cooking time. After 10 min of cooking time, only 1% of hemagglutinin activity was present.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bressani R., L.G. Elías & D.A. Navarrete Nutritive value of Central American beans. *J. Food Sci.*, **26**: 525-528, 1961.
2. Molina M. R., G. de la Fuente & R. Bressani. Interrelaciones entre tiempo de remojo, tiempo de cocción, valor nutritivo y otras características del frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **24** (4): 469-483, 1974.
3. Kás, J., L. Fukal, E. Kasfirek, M. Cap & J. Solc. Assay of trypsin inhibitor and its application to the evaluation of thermally treated horse bean/vicia faba. *Scientific Papers. Prague Inst. Chem Technol. E.*, **56**: 176-193, 1983.
4. Liener, I.E. Toxic factors in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutr.*, **11**: 281-290, 1962.
5. Liener, I.E. Protease inhibitors and hemagglutinins of legumes. In: *Evaluation of Proteins for Humans*. Bodwell (Ed.) Westport Co., The AVI Publishing Co., 1977, p. 284-303.
6. Bowman, D. Amylase inhibitor of navy beans. *Science*, **102**: 358-359, 1945.
7. Vinh, L.T. & Dworschak. Trypsin and chymotrypsin inhibitor activities in plant foods from Vietnam and Hungary. *Die Nahrung* **30**: 53-58, 1986.
8. Jaffé, W., R. Moreno & V. Wallis. Amylase inhibitors in legume seeds. *Nutr. Reps. Internat.*, **7**: 169-174, 1973.
9. Jaffé, W. & C.I. Vega Letle. Heat-labile growth-inhibiting factors in beans. (*Phaseolus vulgaris*) *J. Nutr.*, **94**: 203-210, 1968.
10. Liener, I.E! Legume toxins in relation to protein digestibility. A review *J. Food. Sci.*, **41**: 1076-1081, 1976.
11. Turner, R. H. & I.E. Liener. The effect of the selective removal of hemagglutinins on the nutritive value of soybeans. *J. Agric. Food Chem.*, **23**: 484-487, 1975.
12. Di Pietro, C.M. & I.E. Liener. Soybean protease inhibitors in foods. *J. Food Sci.* **54**: 606-609, 1989.
13. Stein, M. Natural toxicants in selected leguminous seeds with special reference to their metabolism and behavior on cooking and processing. *Qual. Plant. Plant Fds. Hum. Nutr.*, **26**: 227-237, 1976.
14. Cheftel, J.C. Proteins and amino acids. In: *Nutritional and Safety Aspects of Food Processing*. Tannenbaum (Ed.) New York, N.Y., Marcel Dekker, Inc., 1979, p. 153-215.
15. Kakade, M.L., J.J. Rackis, J.E. Mc Ghee & G. Puski. Determination of trypsin inhibitor activity of Soy products: A. collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem.*, **51**: 376-382, 1974.
16. Jaffé, W. & K. Hannins. Fractionation of proteins from kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Bioch. Biophys.*; **109**: 80-91, 1965.
17. Liener, I.E. Phytohemagglutins: Their nutritional significance. *J. Agr. Food Chem.*, **22**: 17-20, 1974.
18. Lowgren, M. & I. Liener. The effect of slow cooking on the trypsin inhibitor and hemagglutinating activities and in vitro digestibility of brown beans (*Phaseolus vulgaris*) var. Stella and kidney beans. (*Phaseolus vulgaris*) var. Montcalm. *Qual. Plant. Plant Foods Human Nutr.*, **36**: 147-154, 1986.
19. Hamza, M.A., A.M. Shenata & H. Stegemann. Studies on L-amylase and trypsin inhibitors in legume seeds using agar diffusion and isoelectric focusing techniques. *Qual. Plant. Plant. Foods Nutr.*, **36**: 139-146, 1986.
20. Marshall, J.J. & C.M. Lauda. Purification and properties of phaseolamin, an inhibitor of L-amylase from the kidney bean, *Phaseolus vulgaris*. *J. Biol. Chem.*, **250**: 8030-8037, 1975.

21. Liener, I. E. The photometric determination of the hemagglutinating activity of soyin and crude soybean extracts. **Arch. Biochem. Biophys.**, 54: 223-230, 1955.
22. Marshall, J.J. Alfa- amylase inhibitors from plants. **Am. Chem. Soc Symposium Series**, 15: 244-266. 1965.
23. Elías, L. G., D.G. Fernández & R. Bressani. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of bean protein. **J. Food Sol.**, 44: 524-528. 1979.

# **HARINA DE FRIJOL ENDURECIDO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA PREPARACION DE PAN<sup>1</sup>**

*M.G. Vásquez Carrillo<sup>2</sup>, M.L. Ortega Delgado<sup>3</sup> y E. Estrada Lugo<sup>4</sup>*

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y  
Agropecuarias, Centro de Investigaciones Agrícolas  
de la Mesa Central (INIFAP-CIFAP)**

**y**

**Universidad Autónoma de Chapingo,  
Chapingo, México**

## **RESUMEN**

Con el propósito de utilizar el frijol endurecido, se propuso la búsqueda del método indicado para obtener harinas de frijol, determinar su valor nutritivo y elaborar panes con mezclas de harina de frijol y trigo de buena calidad industrial, nutricional, y sensorial. Se elaboraron dos tipos de harina, ensayándose cuatro temperaturas de remojo (22, 30, 40 y 50°C) y dos métodos de separación de testa (húmedo y seco). A nivel de laboratorio, la separación de testa en seco proporcionó los mejores rendimientos harineros ( $\bar{x} = 85.8\%$ ) y el más alto contenido proteínico ( $\bar{x} = 23.7\%$ ). La comparación entre las temperaturas de remojo de 30 y 50°C. respecto al rendimiento de harina no fueron significativas ( $\alpha = 0.05$ ). A nivel de planta piloto, con el remojo a 50°C los rendimientos harineros fueron de 58.0% para la separación de testa en húmedo ( $H_1$ ) y 74.0% para la separación en seco ( $H_2$ ), con porcentajes de proteína de 22.6% y 23.0% para  $H_2$ . Para elaborar el pan de caja se adicionaron 5, 10 y 15% de harinas  $H_1$  y  $H_2$  a la de trigo, encontrando que la mezcla con 5.0% de  $H_1$  presentaba una buena calidad panadera, proteínica y sensorial, semejante al pan control, de trigo. Las dietas a base de pan elaboradas con harina de frijol rindieron mayores ganancias de peso del

---

Manuscrito modificado recibido: 30-4-90.

- 1 El presente trabajo fue parcialmente financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CONACYT), Proyecto PVT/AG/NAL 84/2613, y forma parte de la investigación que como requisito parcial para obtener el Título de Maestro en Ciencias, realizó en 1985-87, la primera autora, Licda. Vásquez Carrillo.
- 2 Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Sorgo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (INIFAP-CIFAP), Edo. de México, Apartado Postal 10, Chapingo, México.
- 3 Director de Investigación, Centro de Botánica del Colegio de Postgraduados.
- 4 Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma de Chapingo.

hámster dorado, que la caseína misma. Se evidenció la importancia del tratamiento térmico, ya que, al adicionar a las dietas harina sin tratamiento previo, los animales perdieron peso y murieron, desenlace que se evita con un calentamiento de las harinas, durante cuatro horas a 140°C.

## INTRODUCCION

Se ha comprobado que el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se endurece cuando su almacenamiento se prolonga, lo que en función del consumo, se traduce en tiempos prolongados de cocción, sabores indeseables, y detrimento del valor nutricional y comercial. Elías (1), indicó que los factores que más influyen en el rendimiento son: la humedad relativa del ambiente y el tiempo de almacenamiento. Molina, de la Fuente y Bressani (2), informaron que el almacenamiento afecta la calidad proteínica del frijol por cambios estructurales de la misma, encontrándose una alta correlación entre las proteínas lignificadas y la dureza del grano cocido ( $r = 0.91$ ). Plantearon la posibilidad de que durante el almacenamiento, parte de la proteína del grano forme grandes complejos con los fenoles, afectando negativamente el tiempo de cocción.

Jackson y Varriano-Marston (3), encontraron asimismo, que el frijol endurecido por almacenamiento y remojado previamente, presenta curvas de cocimiento semejantes a las del frijol fresco. Por otra parte, Aykroyd y Doughty (4), señalaron que la eliminación de la testa aumenta la digestibilidad, acorta el tiempo de cocción, y mejora el sabor del frijol.

Ante la constante existencia de considerables volúmenes de frijol endurecido (Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial) (5), surgió este trabajo con la finalidad de proponer alternativas de uso para el frijol subutilizado. Los objetivos fueron: encontrar un método para obtener harinas de frijol endurecido; determinar su valor nutritivo y el de los panes elaborados con ella; y encontrar la mezcla óptima entre las harinas de frijol y trigo para la elaboración de pan de caja, de buena calidad industrial, nutricional, y sensorial. Finalmente las hipótesis del trabajo postulan que en el aprovechamiento de la proteína del frijol endurecido, desempeñan un papel importante: el método de separación de testa, y la temperatura de remojo.

## MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con frijol endurecido, denominado "fuera de norma" de apariencia y olor normales, procedentes de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).

Para caracterizar esta materia prima, se hicieron determinaciones de:

*Germinación* — Bajo condiciones de invernadero, se sembraron 100 semillas de frijol, depositándose cuatro por maceta, con lo que se evaluó el porcentaje de germinación del frijol duro. Las semillas de estas plantas (frijol fresco) se emplearon como testigo de comparación.

*Tiempo de cocción* — Se evaluó sensorialmente (6). En una parrilla de fibra cruda, se colocaron vasos de precipitados con 400 ml de agua y al llegar a ebullición, se les agregaron 200 g de frijol. Una vez que empezaron a hervir, se sacaron 10 granos cada 20 minutos, oprimiendo cada uno de ellos entre los

dedos índice y pulgar. Conforme la ebullición continúa, la textura del cotiledón cambia de una sensación granular áspera a una granular suave. Cuando los 10 granos muestreados están completamente suaves, se tiene el tiempo de cocción.

**Dureza** — Esta se determinó en 10 g de frijol crudo en una perladora Strong Scott, con cepillo de filamento de alambre, durante un minuto. Luego el total de la muestra se pasa por una malla de alambre de 64 hilos/cm<sup>2</sup> pesándose lo que no pasa (P) y sustituyendo en:

$$\% \text{ Dureza} = 5P$$

**Obtención de harina** — Se remojaron cuatro lotes de frijol endurecido y limpio a temperatura ambiente ( $\pm 22^\circ\text{C}$ ), a 30, 40 y 50°C, respectivamente, durante 24 horas. Cada una de estas partidas se subdividió para eliminar en una de ellas la testa por vía húmeda (realizándose en un pelador de papa) sin marca, y la otra por vía seca, usándose un descascarador de arroz McGill. El agua se eliminó en deshidratador a 50°C, 24 hr; los dos tipos de cotiledón secos y sin testa se molieron en un molino Stein Mill de laboratorio para obtener las harinas, evaluándose rendimientos a nivel laboratorio y calidad proteínica con un diseño experimental de parcelas subdivididas con seis repeticiones.

En la planta piloto se empleó el remojo a 50°C para elaborar dos tipos de harina: con separación de testa en húmedo (H<sub>1</sub>) y con separación en seco (H<sub>2</sub>), que se usaron en proporciones de 5, 10 y 15% en la prueba de panificación, la cual se efectuó siguiendo la metodología de la American Association of Cereal Chemists (AACC) (7). Se usó un diseño estadístico completamente al azar, y contrastes. Los resultados de las pruebas sensoriales se procesaron estadísticamente con un análisis factorial de correspondencias, el cual se describe como una generalización del enfoque original de Pearson (1901), en el que se propone encontrar líneas y planos con ajuste más cercano a una nube de puntos en el espacio euclidiano (8-10). Se evaluaron olor, color y sabor con las modalidades: malo, regular, bueno y excelente.

**Análisis de harinas** — Las determinaciones de proteína se llevaron a cabo por el método de Technicon Np. 321-74 descrito por Larry y Charles (11), y para las de triptofano y lisina se usaron los procedimientos enzimáticos descritos por Villegas (12). Los aminogramas de las harinas H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub> se realizaron en un aparato Beckman Modelo 120 C, por cromatografía de intercambio iónico, después de una hidrólisis ácida con HCl, 6N por 24 hr a 110°C (13). En el caso de los aminoácidos azufrados, se hizo una oxidación previa (14).

En las pruebas de ganancia de peso con hámster dorado (*Mesocricetus auratus*), el componente básico fue la purina, que es un preparado comercial a base de cereales, pasta de oleaginosas, harina de origen animal, alfalfa deshidratada, y melaza de caña de azúcar. Su composición es como sigue: proteína 23.0%, grasa 2.5%, fibra 6.0%, cenizas 8.0%, calcio 1.0%, fósforo 0.6%, humedad 12.00% y extracto libre de nitrógeno, 48.5%. Seguidamente, se diseñaron las siguientes dietas isoproteínicas (10.0%).

Se utilizó pan de caja elaborado con las dos harinas H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub> adicionados en 5, 10 y 15%, y el pan testigo de trigo (siete dietas). Las harinas de frijol H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub> tal como se adicionaron al pan y la H<sub>2</sub>, pero sometida a un calentamiento durante cuatro horas a 140°C en un horno giratorio (tres dietas), así como los controles de purina, caseína y almidón.

Se emplearon hámsteres macho de 21 días de nacidos, cuyos pesos variaron de 90 a 100 g. Se alojaron en jaulas metálicas bajo condiciones ambientales adecuadas, evaluándose cada dieta con seis animales, los que se pesaban cada tercer día, de manera individual. A los 28 días de prueba se sacrificaron por fractura en la nuca, y se hizo la necropsia. El análisis estadístico de los pesos se efectuó con un modelo de factorial anidado (15).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El frijol endurecido tuvo un 60.0% de germinación, con plantas poco vigorosas, y rendimiento de semilla de 5.8 g por planta. El frijol endurecido requirió cinco horas para su cocimiento correcto mientras que el recién cosechado sólo necesitó 55 minutos. La dureza del frijol investigado fue de 69.9% con un color más oscuro que el fresco.

La cantidad de impurezas del frijol endurecido fue de 8.2%. Las semillas limpias y tratadas a las cuatro temperaturas de remojo (22, 30, 40 y 50°C) dieron rendimientos harineros de 73.7 a 76.1%, y de 85.5 a 86.0% para la separación de testa por métodos húmedo y seco, respectivamente. Del análisis estadístico se deduce que la eliminación de la testa, en seco, es más ventajosa, y que las temperaturas de remojo analizadas no producen diferencias significativas. En la Tabla 1 se observa que las cantidades de testa eliminadas son

TABLA 1

### RENDIMIENTOS HARINEROS Y SUBPRODUCTOS DE LA MOLIENDA DEL FRIJOL ENDURECIDO, ASI COMO CONTENIDO DE PROTEINA, TRIPTOFANO Y LISINA EN HARINA

Separación de testa	Temp. de remojo C°	Rendimientos <sup>1</sup> %			Proteína <sup>2</sup> %	Trip <sup>3</sup> %	Lis <sup>3</sup> %
		Harinero	Testa	Mermas			
Húmedo	22	75.7 <sup>b</sup>	7.9 <sup>b</sup>	16.4 <sup>b</sup>	20.84 <sup>b</sup>	1.80	7.32
	30	76.1 <sup>b</sup>	7.5 <sup>b</sup>	16.4 <sup>b</sup>	21.30 <sup>e</sup>	1.82	7.17
	40	75.2 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>	17.2 <sup>a</sup>	21.70 <sup>d</sup>	1.84	6.68
	50	73.9 <sup>b</sup>	7.8 <sup>b</sup>	18.2 <sup>a</sup>	22.33 <sup>c</sup>	1.71	6.14
	$\bar{x}$	75.0	7.7	17.1	21.54	1.79	6.81
Seco	22	85.5 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	3.0 <sup>c</sup>	23.43 <sup>b</sup>	1.76	6.15
	30	85.9 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	2.7 <sup>c</sup>	23.99 <sup>a</sup>	1.73	6.64
	40	86.0 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	2.2 <sup>c</sup>	23.38 <sup>b</sup>	1.64	5.80
	50	85.7 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>	2.4 <sup>c</sup>	23.96 <sup>a</sup>	1.78	6.95
	$\bar{x}$	85.8	11.6	2.6	23.69	1.72	6.27

1 Molino Stein Mill.

2 BS. N X 6.25 (base seca).

3 g de aa/100 g de proteína.

Los valores con la misma letra no fueron significativos ( $\alpha = 0.05$ ).

mayores en el caso del método de separación en seco; sin embargo, las mermas fueron mínimas, lo cual es deseable y se atribuye al uso del descascarador de arroz, el que resultó muy eficiente para este propósito.

El remojo a 50°C en el método por vía húmeda, conduce a un mejor contenido de proteína ( $\bar{x} = 22.33\%$ ) que cambia al aplicar el método seco ( $\bar{x} = 23.96\%$ ). En este último, no es tan clara la influencia de la temperatura en el contenido proteínico. Estos resultados son muy semejantes a los informados para harina de frijol fresco por Márquez y Lajolo (16). En cuanto a los porcentajes de triptofano y lisina, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Por la facilidad en su obtención, rendimientos harineros y contenido proteínico, es recomendable la manufactura de harina con la separación de testa, en seco y remojado el frijol a 50°C. No obstante, con este método los polifenoles de la testa podrían emigrar a los cotiledones y formar grandes complejos con la proteína, dificultando el aprovechamiento de ésta. Por este motivo se decidió experimentar en la planta piloto con los dos métodos de separación de testa, obteniéndose rendimientos harineros de 58.0% para la separación de testa en húmedo ( $H_1$ ) y 74.0% para la separación en seco ( $H_2$ ). Se obtuvieron contenidos proteínicos de 22.6% para  $H_1$  y 23.0% para  $H_2$ , observándose en sus aminogramas una magnífica calidad proteínica. Al comparar el contenido de sus aminoácidos esenciales, con los de otras harinas, resultan mejores los de frijoles endurecidos, y libre de testa, remojado a 50°C durante 24 hr con excepción de la lisina, que fue ligeramente menor que en el frijol fresco, pero mayor que en la soya (Tabla 2).

En la prueba de panificación se encontraron diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ) entre los panes elaborados con  $H_1$  y  $H_2$  en contraste con el pan testigo de trigo.

Al incrementar el porcentaje de los dos tipos de harina de frijol, se observó que el volumen de las hogazas disminuía y la textura y estructura de la miga del pan era más compacta y dura; sin embargo, el pan con 5.0% de  $H_1$  fue superior en volumen y textura de la miga que el pan control de trigo (Tabla 3).

La adición de harina de frijol mejora significativamente ( $\alpha = 0.05$ ) los contenidos proteínicos y de lisina del pan (Tabla 3). El análisis sensorial indicó que el pan con 5.0%  $H_1$  y el testigo fueron los de mejor color y sabor, quedando ubicados en el cuadrante que contiene la asignación de excelente, siendo los de mejor color, olor y sabor (Figura 1). Las mezclas con 10.0 y 15.0% de  $H_1$  resultaron ser aceptables.

Los resultados de ganancia ponderal (con hámster dorado) indicaron que es mejor la harina con separación de testa en húmedo. Cualquiera de las hogazas de pan con harina de frijol permite ganancias de peso mayores a los controles de trigo, purina y caseína.

En la evaluación de las harinas, la dieta con  $H_1$ , sin calentamiento, provocó la muerte del 50.0% de los animales; el resto perdió 30.0% de su peso original y gran cantidad de pelo, además de comprobarse la presencia de un exceso de gases en el intestino. Con  $H_2$  sin calentar, los seis roedores sobrevivieron, mostrando menos problemas fisiológicos que los anteriores. No obstante, la ganancia de peso fue baja (Tabla 4) en ambos casos; ello podría atribuirse a la presencia de factores antinutricionales por tratamiento térmico insuficiente. Por este motivo, se evaluó la harina  $H_2$ , pero sometida a 140°C

TABLA 2

COMPARACION DE AMINOGRAMAS DE LAS HARINAS DE FRIJOL ENDURECIDO Y LAS DEL FRIJOL FRESCO Y SOYA<sup>1</sup>

Aminoácidos	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	Navy <sup>2</sup>	Pinto <sup>2</sup>	Desengra- sada de soya <sup>3</sup>	Canario 34 Chiapas <sup>4</sup>
Lisina	7.5	6.9	7.9	8.04	6.01	6.94
Histidina	3.3	3.3	3.02	3.14	2.25	2.25
Amoníaco	1.8	2.1	1.88	1.88	1.93	
Arginina	5.9	5.5	7.49	8.11	7.55	6.86
Acido aspártico	13.1	13.0	14.96	14.42	10.38	13.26
Treonina	5.0	4.9	5.38	4.73	3.66	4.23
Serina	7.1	7.3	6.50	6.12	4.61	4.97
Acido glutámico	16.9	16.5	16.49	17.35	18.42	17.85
Prolina	9.5	8.5	4.67	4.39	5.30	5.14
Glicina	4.5	4.5	4.58	4.40	3.44	3.73
Alanina	5.1	4.9	4.70	4.22	3.60	3.93
Alfa-cisteína	1.4	1.4	2.37	2.39	1.34	
Metionina	1.6	1.6	1.32	2.03	1.37	1.41
Valina	5.9	5.9	4.80	4.74	4.55	5.23
Isoleucina	5.0	4.9	4.24	3.25	4.4	4.64
Leucina	9.8	9.6	8.83	8.74	6.66	7.94
Tirosina	2.9	2.5	3.56	3.50	3.51	3.58
Fenilalanina	7.7	7.3	6.35	6.71	4.46	5.98
Triptofano	1.62	1.78	1.03	0.85	1.17	1.33
% proteína						
(% Nx6.25)	22.6	23.0				

1 g aa/100 g de proteína.

2 Seyam, Banasik y Breen (17).

3 Smith y Circle (18)

4 Ortega Delgado, comunicación personal.

**TABLA 3**  
**PAN DE CAJA, ELABORADO CON HARINAS H<sub>1</sub> Y H<sub>2</sub> DE FRIJOL ENDURECIDO Y TRIGO**

	% Harina		Peso pan g	Volumen cm	Color ΔE <sup>1</sup>	Textura <sup>2</sup>	Proteína <sup>3</sup> %	Tryptofano <sup>4</sup> %	Lisina <sup>4</sup> %
	Frijol	Trigo							
Húmedo H <sub>1</sub>	0	100	157.0 <sup>a</sup>	728.3 <sup>b</sup>	79.6 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	11.6 <sup>d</sup>	1.32 <sup>a</sup>	4.54 <sup>c</sup>
	5	95	152.7 <sup>a</sup>	733.3 <sup>a</sup>	79.6 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	11.9 <sup>c</sup>	1.41 <sup>a</sup>	5.04 <sup>b</sup>
	10	90	155.0 <sup>a</sup>	686.7 <sup>c</sup>	79.0 <sup>a</sup>	8.7 <sup>b</sup>	12.4 <sup>b</sup>	1.45 <sup>a</sup>	4.95 <sup>b</sup>
	15	85	156.7 <sup>a</sup>	626.7 <sup>d</sup>	77.8 <sup>b</sup>	7.3 <sup>c</sup>	13.0 <sup>a</sup>	1.52 <sup>a</sup>	5.06 <sup>b</sup>
Seco H <sub>2</sub>	5	95	155.7 <sup>a</sup>	706.7 <sup>b</sup>	77.5 <sup>b</sup>	9.2 <sup>a</sup>	12.1 <sup>c</sup>	1.40 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>
	10	90	159.3 <sup>a</sup>	698.3 <sup>c</sup>	75.2 <sup>c</sup>	8.3 <sup>b</sup>	12.5 <sup>b</sup>	1.38 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>
	15	85	162.0 <sup>b</sup>	646.7 <sup>c</sup>	71.7 <sup>d</sup>	7.3 <sup>c</sup>	13.1 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	4.97 <sup>b</sup>

1  $\Delta E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$ .

2 El óptimo es 10.

3 BS. para trigo N x 5.65; para frijol N x 6.25.

4 g aa/100 g de proteína.

Medias con igual letra = no hay diferencia significativa, con  $\alpha = 0.05$ .

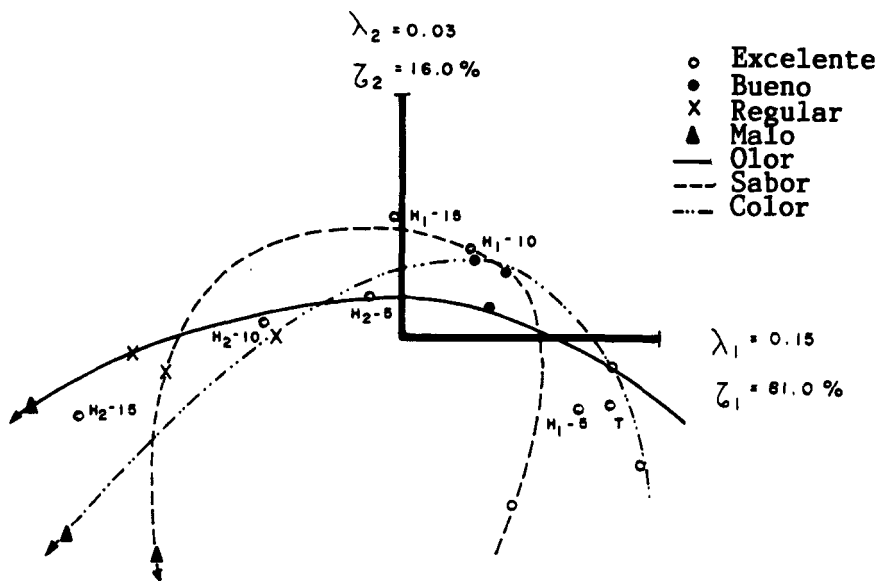


FIGURA 1

**Representación bidimensional mediante el análisis de correspondencia en la prueba sensorial de pan de caja elaborado con mezclas de harina de frijol endurecido y trigo**

durante cuatro horas, observándose el efecto benéfico del calor, ya que con esta dieta se logró una ganancia de peso de 39.8 g. De lo expuesto se deduce que el método de separación de testa influye en la calidad nutricional de la harina, y que las temperaturas de remojo y secado estudiadas no modifican a los componentes antinutricionales (esto es objeto de otra investigación). Lo anterior está acorde con lo informado por varios autores: Aguilera *et al.* (19), Elías, González y Bressani (6), Fukuda, Elías y Bressani (20), y Molina de la Fuente y Bressani (2). En el caso de alimentos procesados no es necesario el tratamiento térmico, como se demostró con las dietas a base de pan de caja en las que la temperatura del horneado y el tiempo de cocción son suficientes para desnaturalizar los factores antinutricionales y permitir el aprovechamiento de la proteína del frijol. Las ganancias de peso fueron mayores para las seis dietas a base de pan, superando los controles (Tabla 4). Esto puede atribuirse a que al adicionar harina de frijol endurecido se complementa la proteína del trigo de manera óptima, ya que con solo 5.0% de H, el incremento de peso fue de 20.0%.

TABLA 4

**GANANCIA DE PESO EN HAMSTER DORADO (*Mesocricetus auratus*)  
ALIMENTADOS DURANTE 28 DIAS CON DIETAS A BASE DE PAN CON  
HARINA DE FRIJOL ENDURECIDO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dietas	Duncan <sup>1</sup>	Grupo <sup>2</sup>	Ganancia <sup>3</sup> de peso g
1. 50% purina + 50% Harina <sub>1</sub>	-1.55	a	-14.4
2. 50% purina + 50% Harina <sub>2</sub>	0.35	b	3.3
3. 50% Purina + 50% H <sub>2</sub> tostado	3.61	c	39.8
4. 100% Purina	3.96	cd	43.4
5. 79.3% Purina + 10.7% almidón	4.09	cde	46.6
6. 50% Purina + 50% pan (trigo)	4.53	cde	50.1
7. 50% Purina + 13.5% Cas. 36.5% alm.	4.73	cdef	51.9
8. 50% Purina + 50% pan (15% H <sub>2</sub> )	4.99	cdef	58.7
9. 50% Purina + 50% pan (5% H <sub>2</sub> )	5.00	cdef	56.0
10. 50% Purina + 50% pan (10% H <sub>2</sub> )	5.15	def	56.7
11. 50% Purina + 50% pan (15% H <sub>1</sub> )	5.37	ef	59.1
12. 50% Purina + 50% pan (10% H <sub>1</sub> )	5.53	ef	61.1
13. 50% Purina + 50% pan (5% H <sub>1</sub> )	5.66	f	62.0

1Realizada con las diferencias de peso de una medición a otra.

2Medias con igual letra = no hay diferencia significativa con  $\alpha = 0.05$ .

3Peso final menos peso inicial.

## CONCLUSIONES

El remojo a 50°C y la separación de testa en seco es el mejor método para obtener altos rendimientos harineros y elevado contenido de proteína. Sin embargo, la harina con separación de testa en húmedo proporciona panes más nutritivos y con mejor aceptación por parte del consumidor. Claro está que para hacerla redituable, deberán someterse a ensayo otros métodos de separación de testa en húmedo que proporcionen mayores rendimientos harineros.

La mezcla con 10.0% o menos de harina de frijol, proporciona hogazas de buena calidad panadera, sensorial y nutricional. Estos beneficios se atribuyen al remojo de la semilla y la eliminación de la testa, los cuales mejoran considerablemente las características citadas. En efecto, cuando el frijol se muele sin ningún tratamiento previo, esta operación resulta difícil, pues se obstruyen los ciclones del molino, formándose una pasta compacta que impide la molienda continua; además, las harinas tienen olor y sabor desagradables,

atributos que no se presentan con los tratamientos realizados en esta investigación. Los incrementos de lisina en el pan, muestran una vez más lo benéfico de la combinación cereal-leguminosa, la que también se manifestó en las mayores ganancias de peso de los hámsteres alimentados con esta mezcla.

El deterioro del frijol endurecido se concentra básicamente en tiempos prolongados de cocción. La proteína no es afectada, ya que el valor nutritivo permanece.

## SUMMARY

### HARDENED BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) FLOUR FOR BREAD MAKING

In order to utilize hardened beans, we proposed to find the method most indicated for the preparation of bean flour to determine their nutritional value, and to make bread of high industrial, nutritional quality, and good sensory characteristics, using blends of bean and wheat flours. Two types of flour were prepared, testing four soaking temperatures (22, 30, 40 and 50°C) and two methods to remove the testa (under moist and dry conditions). At laboratory level, the dry testa removal method gave the best flour yields ( $\bar{x} = 85.8\%$ ) and the highest protein content ( $\bar{x} = 23.7\%$ ). Comparison between soaking temperature at 30 and 50°C was not significant ( $\alpha = 0.05$ ). At pilot plant level, with soaking at 50°C the flour yields were 58.0% for moist testa removal ( $H_1$ ) and 74.0% for dry removal ( $H_2$ ), with a protein content of 22.6% for  $H_1$  and 23.0% for  $H_2$ . The  $H_1$  and  $H_2$  flours were added to wheat flour at 5, 10 and 15% for bread making. The addition of 5.0% gave breads with similar protein content and sensory characteristics to those of the control, wheat. A diet based on bean-flour bread resulted in greater weight gains than that with casein for gold hamsters. The study also demonstrated the importance of heat-treating of the bean flours, because when flour without previous heat treatment was administered, the animals lost weight and died. This effect was overcome by the process of baking the flours at 140°C for four hours.

## BIBLIOGRAFIA

1. Elías, L.G. Conocimientos actuales sobre el problema de endurecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Arch. Latinoamer. Nutr., 32: 233-257, 1982.
2. Molina, M.R., G. de la Fuente & R. Bressani. Interrelationship between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). J. Food Sci., 40: 587-591, 1975.
3. Jackson, J.M. & E. Varriano Marston. Hard-to-cook phenomenon in beans: Effect of accelerated storage on water absorption and cooking time. J. Food Sci., 46: 799-803, 1981.
4. Aykroyd, W.R. & J. Doughty. Las Leguminosas en la Alimentación Humana. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. Roma, Italia, 1964, 152 p.
5. Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial. El Sistema Agroindustrial y los Sistemas Alimentarios Básicos. Frijol 3. SARH., México, D.F., 1982, 129 p.
6. Elías, L.G., D. González & R. Bressani. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of beans protein. J. Food Sci., 44: 524-527, 1979.
7. American Association of Cereal Chemists. Cereal Laboratory Methods. Approved

- Methods of AACC. St. Paul. Mn. The Association, 1974.
8. Benzecri, J.P. *L'Analyse des Données*. Tomo I: La Taxonomie. Tomo II: L'Analyse des Correspondences. París, Ed. Donod, 1973, 613 p.
  9. Benzecri, J.P. & F. Benzecri. *L'Analyse des Données*. Tomo I: L'Analyse des Correspondences, Exposé Elementaire. París, Ed. Donod, 1980, 424 p.
  10. Vargas, Ch. D. *Aplicación del Análisis de Correspondencia en el Estudio de la Interacción Medio Ambiente-Vegetación en Valle de Apatzingán*. Tesis de Esp. en Estadística Aplicada. IIMAS-UNAM, México 1986, 107 p.
  11. Larry, L.W. & W.G. Charles. Total protein nitrogen. Missouri Automated Technicon, BD/AA II method. Presented at the 88th. Annual Meeting of The Association of Official Analytical Chemists, 1974, 50 p.
  12. Villegas, E. & E.T. Mertz. Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de la proteína de maíz. *Folleto de Investigación* 20, México, 1971, 14 p.
  13. Moore, S. & W.H. Stein. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. *J. Biol. Chem.*, 192: 663-681, 1951.
  14. Moore, S. On the determination of cystine as cysteic acid. *J. Biol. Chem.*, 2: 38, 1962.
  15. Anderson, V.L. & R.A. McLean. *Design of Experiments, A Realistic Approach*. New York, N.Y. and Basel, Marcel Dekker, Inc., 1974, 418 p.
  16. Márquez, U.M. & F.M. Lajolo. Composition and digestibility of albumin, globulins and glutelins from *Phaseolus vulgaris*. *J. Agr. Food Chem.*, 29: 1,068-1,074, 1981.
  17. Seyam, A.A., O.J. Banasik & M.D. Breen. Protein isolates from Navy and Pinto beans. Their uses in macaroni products. *J. Agr. Food. Chem.*, 31: 499-502, 1983.
  18. Smith, K.A. & S.J. Circle. *Soybeans: Chemistry and Technology* Vol. 1. **Proteins**. Revised Second Printing. Westport Connecticut, AVI Publishing Company, Inc., 1978, 471 p.
  19. Aguilera, J.M., E.W. Lusas, M.A. Uebersax & M.E. Zabik. Development of food ingredients from Navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by roasting, pin milling and air-classification. *J. Food Sci.*, 47: 1,151-1,154, 1982.
  20. Fukuda, G., L. Elías & R. Bressani. Significado de algunos factores antifisiológicos y nutricionales en la evaluación biológica de diferentes cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* sp.). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 32: 945-960, 1982.

## NUEVOS LIBROS

**Safety of Irradlated Foods. (Food Science and Technology). — A series of monographs, texbooks, and reference books. By J.F. Diehl, Karlsruhe Federal Republic of Germany. New York and Basel, Marcel Dekker, Inc., 1990, 368 p. Pasta dura e ilustrado (Inglés). ISBN 0-8247-8137-6. Precio en dólares: \$125.00 (EUA y Canadá). \$150.00 (el resto de países).**

Este interesante libro titulado "Seguridad de los Alimentos Irradiados" esclarece exageraciones, malentendidos y terminología confusa, brindando a sus lectores un *equilibrado* análisis, verdadero y objetivo de tan controversial tema.

Extrayendo de un rico bagaje de información de organismos científicos y políticos a través del mundo, esta excelente fuente de consulta proporciona un cuadro panorámico de la investigación que se ha llevado a cabo en este campo durante los últimos 40 años... Explica en *términos comprensibles a los no especialistas*, puntos básicos de la tecnología, química y biología de la radiación, así como ciertos y complejos tópicos en física, microbiología y toxicología. Informa, asimismo, qué alimentos están siendo ya irradiados en diversos países, y qué acontecimientos futuros cabe esperar, facilitando así el acceso a la vasta literatura existente en cuanto a irradiación de alimentos dispersa a través de muchas disciplinas.

El primer libro dedicado a la seguridad de alimentos irradiados, esta valiosa referencia constituye una lectura obligada para científicos en alimentos, químicos, microbiólogos, y toxicólogos; nutricionistas; administradores en drogas y alimentos e inspectores de seguridad e inocuidad de la calidad de alimentos, así como profesionales de salud pública. Los cursos para graduados y los seminarios profesionales en las citadas disciplinas deberían incluir este texto en sus lecturas, ya que en síntesis, es una herramienta indispensable y de gran utilidad.

El volumen puede adquirirse directamente de Marcel Dekker, Inc., 270 Madison Avenue, New York, N.Y. 00016, al precio indicado al epígrafe.

**Bioética - Temas y Perspectivas. — Organización Panamericana de la Salud. (Publicación Científica No. 527). ISBN 92 75 31527 2. Washington, D.C., OPS, 1990, 244 p.**

Gracias a la gentileza del Señor Director de la Oficina Sanitaria Panamericana (OPS/OMS) y autor del prólogo, Dr. Carlyle Guerra de Macedo, ha llegado a nuestras manos este interesante libro, cuyas páginas engloban las presentaciones de diversos colaboradores.

La Organización Panamericana de la Salud, en sus esfuerzos por brindar la mayor y más eficiente cooperación técnica a los países miembros, mantiene —como sabemos— una Serie de Publicaciones Científicas, considerando que éstas constituyen un medio popular y eficaz de examinar a fondo cuestiones críticas de actualidad desde una perspectiva internacional. El presente volumen es una de estas publicaciones, el primero del sistema internacional de salud en abordar la teoría y práctica de la bioética profesional, que fundamenta las acciones de salud en nuestro principio máspreciado.

Esta disciplina, que ha avanzado extraordinariamente durante los últimos 30 años en los países desarrollados, ha despertado gran interés en el resto del mundo, y es en este contexto que la OPS ha tenido la acertada decisión de editarlo. En verdad, constituye el primer análisis a fondo sobre cuestiones críticas del campo de la bioética desde una perspectiva internacional, y los autores son intelectuales de alta estima y prestigio, la mayoría de ellos, expertos de renombre internacional en bioética.

La obra se divide en dos partes principales. La primera compuesta por 13 artículos, trata de la teoría y la práctica de la bioética. En ella se discuten temas tan polémicos —por los nuevos dilemas morales que plantean— como la manipulación genética, los trasplantes de órganos, la maternidad subrogada, la eutanasia y la responsabilidad de la toma de decisiones pertinentes a la salud, la vida y una muerte digna.

La segunda parte, titulada “Panorama Regional”, consta de una colección de artículos sobre la situación de la bioética de diversos países de la Región, en lo que atañe a la política o al desarrollo de instituciones y actividades relacionadas con esta disciplina.

Por último, a manera de apéndice, se incluyen muchos de los códigos de ética y otros documentos afines que han sentado las bases para el pensamiento moderno en este campo.

En síntesis, como lo reza el prólogo, el tema evidentemente “es un reto del presente que se proyecta de forma creciente hacia el futuro”.

Para mayores detalles, se sugiere dirigirse al respecto a la Oficina Editorial de la OPS: 525 - Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C., 10037, EUA.

# NOTAS

**II TALLER LATINOAMERICANO SOBRE NUTRICION  
EN AREAS URBANAS  
2-6 de Marzo de 1992  
México, D.F.  
Organizado por  
INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION  
"SALVADOR ZUBIRAN"  
Con la colaboración de  
EL COLEGIO DE MEXICO  
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PUBLICA  
y el auspicio de la  
AGENCIA ALEMANA DE COOPERACION TECNICA (GTZ)**

En las últimas dos décadas y particularmente en las de los "ochentas" las ciudades latinoamericanas han sufrido un proceso de crecimiento desmedido y desordenado que ha dado lugar a la aparición o exacerbación de problemas nutricios de la más variada índole que urge estudiar detalladamente. En buena medida este crecimiento obedece a la migración de pobladores rurales pobres que buscan mejorar sus ingresos, pero enfrentan problemas de transculturación, la influencia de la publicidad, hacinamiento, falta de servicios básicos, etc. Dado que toda esta problemática no ha sido estudiada suficientemente ni con la debida participación interdisciplinaria que su complejidad exige, se ha considerado importante fomentar el desarrollo de propuestas de investigación sobre el tema y favorecer el contacto formal de los investigadores con posibles agencias donadoras de fondos.

Este Taller, que sigue a uno que se celebró en Viña del Mar, Chile, en noviembre de 1988, tiene los siguientes objetivos:

1. Desarrollar propuestas de investigación o intervención, de carácter interdisciplinario que puedan contribuir a entender mejor los problemas de nutrición y a mejorar el estado nutricional en las áreas urbanas de Latinoamérica.
2. Promover el contacto entre los investigadores latinoamericanos que trabajan en esta área y agencias interesadas en apoyar proyectos sobre el tema.

Para cumplir estos objetivos se convoca a dichos investigadores a reunirse en la Ciudad de México del 2 al 6 de marzo de 1992.

El Taller se iniciará con una serie de conferencias por especialistas reconocidos en áreas que se interrelacionan con el problema tales como demografía, economía, planificación urbana, sociología, antropología, comunicación social y ecología.

De ser posible se presentarán algunos trabajos sobre la nutrición en áreas urbanas latinoamericanas ya terminados y que podrían servir para ubicar mejor las tareas del taller.

En la parte medular de la Reunión, los proponentes de proyectos los presentarán y discutirán en estrecha interacción con los demás proponentes, con los diferentes expertos que asistirán y con representantes de agencias de apoyo.

A manera de sugerencia, tienen particular interés los siguientes temas:

1. *Problemas nutricios en diferentes grupos de riesgo.* (El tópico se desglosa en: familias de áreas residenciales y de barrios pobres; niños en la edad escolar - escolares de escuelas públicas y privadas, niños que trabajan, niños de la calle; adultos con muy baja o muy alta actividad física; ancianos).
2. *Etiología de la mala nutrición en áreas metropolitanas* (cubre la interacción directa e indirecta entre contaminación ambiental, estado de salud y estado nutricional; el efecto de la situación económica familiar en el estado nutricional, y el efecto de la situación económica familiar en el estado nutricional).
3. *Programas, proyectos y componentes de intervenciones en áreas metropolitanas.*
4. *La participación de las siguientes estructuras formales e informales en el mejoramiento del estado nutricional de la población* (estructuras formales de salud; saneamiento y vivienda; industria y comercio alimentarios; cocinas de la calle).
5. *Sistemas de vigilancia nutricional.* La (s) persona (s) interesada (s) en participar en el Taller ya sea con una propuesta de proyecto, o bien con un trabajo de investigación en nutrición urbana ya concluido, deberán hacernos saber a la brevedad posible su intención de asistir. Asimismo, deberán enviar un resumen de su trabajo o proyecto en un máximo de 3 cuartillas (hoja tamaño carta escrita a doble espacio con márgenes de aproximadamente 2.5 cm); estos resúmenes deberán estar en nuestras manos a más tardar el 15 de agosto de 1991.

Además de los resúmenes y de la información básica sobre los autores (nombre (s), institución, dirección postal, número de teléfono y de fax) es importante que nos indiquen su grado de dominio del idioma inglés, ya que en la fase de discusión de proyectos con los expertos y con los representantes de las agencias de apoyo, muy probablemente será necesario el empleo de dicho idioma.

Dirigir la correspondencia a:

II Taller Latinoamericano sobre Nutrición en Áreas Urbanas

Atn: Dra. Claudia P. Sánchez-Castillo, Instituto Nacional de la Nutrición, Salvador Zubirán, Subdirección General de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Vasco de Quiroga No. 15, Col. Tlalpan, C.P. 14000, México, D.F., México. Tel. 5 73 12 00 Exts. 2809 y 2807, Fax No. 655 10 76.

Se agradece la valiosa ayuda que al mantenimiento de esta Revista prestan las siguientes instituciones y entidades comerciales:

**ENTIDADES PATROCINANTES**

Fundación CAVENDES (Caracas, Venezuela)

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

KELLOGG'S AMERICA LATINA

PRODUCTOS ROCHE (GUATEMALA), S. A.

## INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XLI, 1991

	Página
EDITORIAL .....	5, 135, 289, 471
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
Interaction of vitamins and minerals. — <i>Helio Vannucchi</i> .....	9
Rol Biológico y nutricional de la taurina y sus derivados en la fisiología orgánica y celular. — <i>Patricio E. Cañas y Alfonso Valenzuela</i> .....	139
Maternal nutritional status and milk volume. Is there a cause-effect relationship? — <i>Salvador Villalpando, Soledad de Santiago and Samuel Flores-Huerta</i> .....	293
Tecnologías apropiadas en alimentos: Marco conceptual para su generación y transferencia en Centro América y Panamá. — <i>Roberto Cuevas</i> .....	475
<b>CARTA AL EDITOR</b>	
Schizophrenia incidence on clinical aspects of nutritional status. — <i>J.A. Martínez, M.D. Urbistondo, M.R. Izquierdo and J.J. Velasco</i> .....	153
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>NUTRICION HUMANA</b>	
Prenatal diet, nutrient intake and pregnancy outcome in urban Ecuadorian primiparas. — <i>M. Margaret Weigel, W. Marcelo Narváez, Amparo López, Camilo Félix and Patricio López</i> .....	21
Biodisponibilidad de aminoácidos en el frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ). — <i>Adriana Blanco y Ricardo Bressani</i> .....	38
Valores recomendables de densidad energética en preparaciones de consistencia tipo sopa o crema espesa destinadas a la alimentación del preescolar. — <i>Héctor Araya, Marcela Alviña, Gloria Vera y Nelly Pak</i> .....	53
Anemias em pre-escolares: diagnostico, tratamento e avaliação, Recife-PE, Brasil. — <i>Sylvia de Azevedo Mello Romani, Pedro Israel Cabral de Lira, Malaquias Batista Filho, Leopoldina Augusta de Souza Sequeira e Clara Lucia Caiaffo de Freitas</i> .....	159
Características de la estructura familiar de escolares con antecedentes de desnutrición grave y precoz que presentan actualmente diferente nivel intelectual. — <i>Isidora de Andraca Oyarzún, Beatriz González López y María Isabel Salas Aliaga</i> .....	168

- Principales aspectos socioculturales relacionados con la lactancia en Malinalco, Edo. de México. — *Sara Elena Pérez-Gil Romo, Fabiola Rueda Arroniz, Alberto Ysunza-Ogazón y Ma. de la Paz Andrade Contreras* ..... 182
- Evolución de la talla de adultos en el área rural de Bolivia (1829-1986). — *Joseph Laure* ..... 197
- Conducta de lactancia y atención del parto en un grupo de mujeres de una comunidad rural mexicana. — *Sara Elena Pérez-Gil Romo, M.A. de la Paz Andrade Contreras, Fabiola Rueda Arroniz y Alberto Ysunza-Ogazón* .... 307
- Diferencias urbano-rurales en la ingesta de alimentos de familias pobres de Guatemala. — *Jorge A. Alarcón y Francisco J. Andrino* ..... 327
- Estado de la dentición en Bolivia según la altitud, el sexo y la edad. — *Joseph Laure* ..... 336
- La dieta como factor de riesgo de la enfermedad cardiovascular en habitantes del Area Metropolitana, San José, Costa Rica. — *Ana Gladys Aráuz, Rafael E. Monge, Leda Muñoz y Marco T. Rojas* ..... 350
- Nutrition and Education. II. Educational achievements and nutrient intake of Chilean elementary and high-school graduates. — *Daniza Ivanovic, Magaly Vásquez, Maximiliano Marambio, Digna Ballester, Isabel Zacarías and Marcela Aguayo* ..... 499
- Evolución de la situación alimentaria nutricional del Area Metropolitana de San José, Costa Rica. — *Rafael Monge y Leda Milena Muñoz* ..... 516
- Sources of nutrition information of Chilean schoolers, Metropolitan Region Chile survey 1986-1987. — *Rodolfo Ivanovic, Manuel Olivares and Daniza Ivanovic* ..... 527

#### BIOQUIMICA NUTRICIONAL

- Influencia del contenido de ácidos grasos poliinsaturados Omega 6 dietéticos en la actividad de enzimas asociadas a la función de la membrana mitocondrial del hígado y placenta de ratas. — *Julia Araya, Ana María Aguilera y Cleofina Bosco* ..... 62
- Alteraciones hematológicas en ratas tratadas con dosis elevadas de vitamina K<sub>3</sub> (menadiona). — *O.M. Alarcón, F. Vásquez R., A. Acosta, J.L. Burguera, M. Burguera y S.Y. Ortega L.* ..... 363

#### NUTRICION EXPERIMENTAL

- Effect of high sucrose diets on carcass composition in conventional and germ-free mice. — *R.T. Gazzinelli, M.E. Silva, T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli and S. Vieira* ..... 539

A method for steam-sterilizing semi-solid diets for germ-free mice research. — <i>T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli, M.E. Silva and S. Vieira</i> .....	546
Effects of nutritional copper deficiency on adult non-pregnant and pregnant rats and their newborns. — <i>M.O.E. Hilario, O.M.S. Amancio, B.R.M. dos Santos and C.K. Naspitz</i> .....	555
<b>CIENCIAS DE ALIMENTOS</b>	
Estudio del valor biológico de la proteína unicelular de <i>Kluyveromyces marxianus</i> var. <i>lactis</i> . — <i>Marta S. Carrasco de Mendoza, Juan C. Bastlico, Graciela Umansky y Hugo E. Scarinci</i> .....	72
Aplicación de tecnologías apropiadas para elevar la calidad sanitaria y los rendimientos del queso de cabra de minifundios. — <i>Lavinia Camacho, Cecilia Sierra, Jorge Jarpa y Eliana Retamal</i> .....	79
Obtenção de leite consensado a partir de uma mistura com extrato hidrossolúvel de soja em pó e leite de vaca. — <i>Sila Mary R. Ferreira e Eliane Rose Serpe</i> .....	92
Obtenção de macarrão tipo espaguete a partir de uma mistura com farinha de trigo e farinha de milho pre-gelatinizada. — <i>Sila Mary R. Ferreira, Eliane Rose Serpe, Cristina Ramírez Toro e Nina Wasczynsky</i> .....	102
Estudios agronómicos y bromatológicos en jícama ( <i>Polymnia sonchifolia</i> , Poepp et Endl.). — <i>Carlos Nieto C.</i> .....	213
Efecto del recalentamiento sobre la disponibilidad del hierro y el valor nutritivo de la proteína del frijol negro ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) cocido. — <i>Herbert Amaya, Enrique Acevedo y Ricardo Bressani</i> .....	222
Elaboración de un producto seco-salado y ahumado utilizando especies de acuacultivo. — <i>Josefina Morales de León, Ma. Lorena Cassis Nosthas y Modesta Pascual Aguirre</i> .....	375
Utilização da água potável como veículo de nutrientes: Estudos experimentais com ferro. — <i>Jacob Fernando Ferreira, Rosângela Aparecida Aranda, Maria de Lourdes Pirés Bianchi, Idrajit D. Desai e José Eduardo Dutra de Oliveira</i> .....	400
Precocción de harina de soya y maíz por microonda y su uso en la preparación de arepas. — <i>J.J. Fernández, M.J. Guerra y E. Racca</i> .....	409
Valor biológico de la proteína foliar de <i>Atriplex suberecta</i> . — <i>José Antonio Cid, Elisa Petenatti, Mirta Arellano, Jorge Muzaberg y Sara L. de Mucciarelli</i> .....	421
Chemical, microbiological, and sensory evaluation of a dried-salted product produced from sardines ( <i>Sardinops caerulea</i> ) and cereals. — <i>Josefina C. Morales de León, Michael Morrissey and Ma. Elena Vallín</i> .....	428

Evaluación de dos métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que éstos provocan en la digestibilidad de la proteína. — <i>Ricardo Bressani, Deidania R. de Mora, Rafael Flores y Roberto Gómez-Brenes</i> .....	569
Efecto del material de empaque y temperatura de almacenamiento en la calidad de la tortilla de maíz. — <i>José Manuel Nieblas, Armida Sánchez, Luis Germán Cumplido e Inocencio Higuera-Ciajara</i> .....	584
Obtención de un concentrado proteínico de garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> ) por ultrafiltración. — <i>José Armando Ulloa, Zaferino H. García-Quintero y Mauro E. Valencia</i> .....	595
Efectos de la cocción tradicional sobre los factores antinutricionales de los frijoles negros ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) de Costa Rica. — <i>Ana Ruth Bonilla, Cecilio Calzada y Rodney Cooke</i> .....	609
Harina de frijol endurecido ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en la preparación de pan. — <i>M.G. Vásquez Carrillo, M.L. Ortega Delgado y E. Estrada Lugo</i> .	620
<b>TECNOLOGIA DE ALIMENTOS</b>	
Obtención de jugos de piña en polvo por el método de secado por espuma. — <i>C.I. Beristain, R. Cortés, M.A. Casillas y R. Díaz</i> .....	238
<b>NUTRICION ANIMAL</b>	
Efecto de la extrusión sobre la aceptabilidad y digestibilidad de dietas para perros en crecimiento. — <i>Juan I. Egaña M., Alejandro López V. Y Quesner Quezada M.</i> .....	111
Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde. — <i>Y.J. Guevara, R.A. Bello y J.J. Montilla</i> .....	246
<b>SISTEMAS DE INFORMACION</b>	
Information systems design for development projects in Central America. — <i>J. Ramiro Montealegre</i> .....	257
<b>LATINFOODS — COMPOSICION DE ALIMENTOS</b>	
Elementos minerales en la yerba mate ( <i>Ilex paraguariensis</i> St. H.). — <i>María Dolores Tenorio Sanz y María Esperanza Torija Isasa</i> .....	441
NUEVOS LIBROS .....	121, 276, 455, 631
OTRAS PUBLICACIONES.....	122, 457
NOTAS .....	123, 276, 459, 633

ENTIDADES PATROCINANTES .....	125, 278, 461, 635
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XLI, 1991 .....	636
INDICE POR MATERIA .....	641
INDICE POR AUTORES .....	644
INFORMACION PARA LOS AUTORES .....	126, 279, 462, 650

## INDICE POR MATERIA

## Página

## — A —

Acidos grasos poliinsaturados Omega 6 dietéticos, influencia del contenido de, en la actividad de enzimas asociadas a la función de la membrana mitocondrial de hígado y placenta de ratas .....	62
Anemias em pre-escolares: diagnóstico, tratamento e avaliação Recife-PE, Brasil .....	159
Arepas, precocción de harina de soya y maíz por microonda, y su uso en la preparación de .....	409
<i>Atriplex suberecta</i> , valor biológico de la proteína foliar de .....	421

## — C —

Copper deficiency, effects of nutritional, on adult non-pregnant and pregnant rats and their newborns .....	555
---	-----

## — D —

Densidad energética, valores recomendables de, en preparaciones de consistencia tipo sopa o crema espesa, destinadas a la alimentación del preescolar .....	53
Dentición, estado de la, en Bolivia, según la altitud, el sexo y la edad .....	336
Desnutrición grave y precoz, características de la estructura familiar de escolares con antecedentes de, que presentan actualmente diferente nivel intelectual .....	168

## — E —

Enfermedad cardiovascular, la dieta como factor de riesgo de la, en habitantes del Area Metropolitana, San José, Costa Rica .....	350
Ensilado de pescado, evaluación del, elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde .....	246
Especies de acuacultivo, elaboración de un producto seco-salado y ahumado utilizando .....	375
Evaluation of a dried-salted product produced from sardines ( <i>Sardinops caerulea</i> ) and cereals, chemical, microbiological and sensory .....	428
Extrusión, efecto de la, sobre la aceptabilidad y digestibilidad de dietas para perros en crecimiento .....	111

## — F —

Ferro, estudos experimentais com, utilização da agua potável como veiculo de nutrientes .....	400
Frijol crudo y cocido, evaluación de dos métodos para establecer el contenido de polifenoles en, y efecto que éstos provocan en la digestibilidad de la proteína .....	569

Frijol endurecido ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) harina de, en la preparación de pan .....	620
Frijol negro ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) cocido, efecto del recalentamiento de, sobre la disponibilidad del hierro y del valor nutritivo de la proteína del .....	222
Frijoles negros ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) efectos de la cocción tradicional sobre los factores antinutricionales de los, de Costa Rica .....	609
Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ), biodisponibilidad de aminoácidos en el .....	38

## — G —

Garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> ) obtención de un concentrado proteínico de, por ultrafiltración .....	595
Germ-free mice research, a method for steam-sterilizing semi-solid diets for .....	546

## — I —

Information systems design for development projects in Central America .....	257
Ingesta de alimentos de familias pobres de Guatemala, diferencias urbano-rurales en la .....	327

## — J —

Jícama ( <i>Polymnia sonchifolia</i> , Poepp et Endl.) estudios agronómicos y bromatológicos en .....	213
---	-----

## — L —

Lactancia, conducta de, y atención del parto en un grupo de mujeres de una comunidad rural mexicana .....	307
Lactancia en Malinalco, Edo. de México, principales aspectos socioculturales relacionados con la .....	182

## — M —

Macarrão tipo espaguete, obtenção de, a partir de uma mistura con farinha de trigo e farinha de milho pre-gelatinizada .....	102
Maternal nutritional status and milk volume. Is there a cause-effect relationship? .....	293
Mistura com extrato hidrossolúvel de soja em pó e leite de vaca, obtenção de leite condensado a partir de uma .....	92

## — N —

Nutrition and education. II. Educational achievements and nutrient intake of Chilean elementary and high-school graduates .....	499
Nutrition information of Chilean schoolers, Metropolitan Region Chile Survey 1986-1987, sources of .....	527

## — P —

Prenatal diet, nutrient intake and pregnancy outcome in urban Ecuadorian primiparas .....	21
Piña en polvo, obtención de jugos de, por el método de secado por espuma ....	238
Proteína unicelular <i>Kluyveromyces marxianus</i> var. <i>lactis</i> , estudio del valor biológico de la .....	72

## — Q —

Queso de cabra de minifundios, aplicación de tecnologías apropiadas para elevar la calidad sanitaria y los rendimientos del .....	79
---	----

## — S —

Schizophrenia incidence on clinical aspects of nutritional status .....	153
Situación alimentaria nutricional del Area Metropolitana de San José, Costa Rica, evolución de la .....	516
Sucrose diets, effect of high, on carcass composition in conventional and germ-free mice .....	539

## — T —

Talla de adultos en el área rural de Bolivia (1829-1986), evolución de la .....	197
Taurina, rol biológico y nutricional de la, y sus derivados en la fisiología orgánica y celular .....	139
Tecnologías apropiadas en alimentos: Marco conceptual para su generación y transferencia en Centro América y Panamá .....	475
Tortilla de maíz, efecto del material de empaque y temperatura de almacenamiento en la calidad de la .....	584

## — V —

Vitamins and minerals, interaction of .....	9
Vitamin K <sub>3</sub> (menadiona), alteraciones hematológicas en ratas tratadas con dosis elevadas de .....	363

## — Y —

Yerba mate ( <i>Ilex paraguariensis</i> St. H.) elementos minerales en la .....	441
---	-----

## INDICE POR AUTORES

Página

## — A —

Acevedo, Enrique (véase Amaya, Herbert) .....	222
Acosta, A. (véase Alarcón, O.M.) .....	363
Aguayo, Marcela (véase Ivanovic, Daniza) .....	499
Aguilera, Ana María (véase Araya, Julia) .....	62
Alarcón, Jorge A. — Diferencias urbano-rurales en la ingesta de alimentos de familias pobres de Guatemala .....	327
Alarcón, O.M. — Alteraciones hematológicas en ratas tratadas con dosis elevadas de vitamina K <sub>3</sub> (menadiona) .....	363
Alviña, Marcela (véase Araya, Héctor) .....	53
Amancio, O.M.S. (véase Hilário, M.O.E.) .....	555
Amaya, Herbert. — Efecto del recalentamiento sobre la disponibilidad del hierro y el valor nutritivo de la proteína del frijol negro ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) cocido .....	222
Andraca, Oyarzún, Isidora de. — Características de la estructura familiar de escolares con antecedentes de desnutrición grave y precoz que presentan actualmente diferente nivel intelectual .....	168
Andrade Contreras, María de la Paz (véase Pérez-Gil Romo, Sara Elena) ....	182
(véase Pérez-Gil Romo, Sara Elena) .....	307
Andrino, Francisco J. (véase Alarcón, Jorge A.) .....	327
Aranda, Rosangela Aparecida (véase Ferreira Jacob Fernando) .....	400
Aráuz, Ana Gladys. — La dieta como factor de riesgo de la enfermedad cardiovascular en habitantes del Area Metropolitana, San José, Costa Rica ....	350
Araya, Héctor. — Valores recomendables de densidad energética en preparaciones de consistencia tipo sopa o crema espesa, destinadas a la alimentación del preescolar .....	53
Araya, Julia. — Influencia del contenido de ácidos grasos poliinsaturados Omega 6 dietéticos en la actividad de enzimas asociadas a la función de la membrana mitocondrial de hígado y placenta de ratas .....	62
Arellano, Mirta (véase Cid, José Antonio) .....	421
Azevedo Mello Romani, Sylvia de. — Anemias em pre-escolares: diagnostico, tratamento e avaliação, Recife-PE, Brasil .....	159

## — B —

Ballester, Digna (véase Ivanovic, Daniza) .....	499
Basflico, Juan C. (véase Carrasco de Mendoza, Marta S.) .....	72
Batista Filho, Malaquias (véase Azevedo Mello Romani, Sylvia de) .....	159
Bello, R.A. (véase Guevara, Y.J.) .....	246
Beristain, C.I. — Obtención de jugos de piña en polvo por el método de secado por espuma .....	238
Blanco, Adriana. — Biodisponibilidad de aminoácidos en el frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) .....	38
Bonilla, Ana Ruth. — Efectos de la cocción tradicional sobre los factores antinutricionales de los frijoles negros ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) de Costa Rica .....	609

Bosco, Cleofina (véase Araya, Julia) .....	62
Bressani, Ricardo. — Evaluación de dos métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que éstos provocan en la digestibilidad de la proteína .....	569
(véase Blanco, Adriana) .....	38
(véase Amaya, Herbert) .....	222
Burguera, J.L. (véase Alarcón, O.M.) .....	363
Burguera, M. (véase Alarcón, O.M.) .....	363

## — C —

Cabral de Lira, Pedro Israel (véase Azevedo Mello Romani, Sylvia de) .....	159
Calzada, Cecilio (véase Bonilla, Ana Ruth) .....	609
Camacho, Lavinia. — Aplicación de tecnologías apropiadas para elevar la calidad sanitaria y los rendimientos del queso de cabra de minifundios ..	79
Cañas, Patricio E. — Rol biológico y nutricional de la taurina y sus derivados en la fisiología orgánica y celular .....	139
Casillas, M.A. (véase Beristain, C.I.) .....	238
Cassis Nosthas, Ma. Lorena (véase Morales de León, Josefina) .....	375
Cid, José Antonio. — Valor biológico de la proteína foliar de <i>Atriplex suberecta</i> .....	421
Cooke, Rodney (véase Bonilla, Ana Ruth) .....	609
Cortés, R. (véase Beristain, C.I.) .....	238
Cuevas, Roberto. — Tecnologías apropiadas en alimentos: Marco conceptual para su generación y transferencia en Centro América y Panamá .....	475
Cumplido, Luis Germán (véase Nieblas, José Manuel) .....	584

## — D —

Desai, Idrajit D. (véase Ferreira, Jacob Fernando) .....	400
Díaz, R. (véase Beristain, C.I.) .....	238
dos Santos, B.R.M. (véase Hilario, M.O.E.) .....	555
Dutra de Oliveira, José Eduardo (véase Ferreira, Jacob Fernando) .....	400

## — E —

Egaña M., Juan I. — Efecto de la extrusión sobre la aceptabilidad y digestibilidad de dietas para perros en crecimiento .....	111
Estrada Lugo, E. (véase Vásquez Carrillo, M.G.) .....	620

## — F —

Félix, Camilo (véase Weigel, M. Margaret) .....	21
Fernández, J.J. — Precocción de harina de soya y maíz por microonda, y su uso en la preparación de arepas .....	409
Ferreira, Jacob Fernando. — Utilização da agua potável como veiculo de nutrientes: Estudos experimentais com ferro .....	400
Ferreira, Sila Mary R. — Obtenção de leite condensado a partir de uma mistura com extrato hidrossolúvel de soja em pó en leite de vaca .....	92
Obtenção de macarrão tipo espaguete a partir de uma mistura com farinha de trigo e farinha de milho pre-gelatinizada .....	102

Flores-Huerta, Samuel (véase Villalpando, Salvador) .....	293
Flores, Rafael (véase Bressani, Ricardo) .....	569
Freitas, Clara Lucía Caiaffo de (véase Azevedo Mello Romani, Sylvia de) .....	159

## — G —

García-Quintero, Zaferino H. (véase Ulloa, José Armando) .....	595
Gazzinelli, R.T. — Effect of high sucrose diets on carcass composition in conventional and germ-free mice .....	539
Gómez-Brenes, Roberto (véase Bressani, Ricardo) .....	569
González López, Beatriz (véase Andraca Oyarzún, Isidora de) .....	168
Guerra, M.J. (véase Fernández, J.J.) .....	409
Guevara, Y.J. — Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos en engorde ..	246

## — H —

Higuera-Ciapara, Inocencio (véase Nieblas, José Manuel) .....	584
Hilario, M.O.E. — Effects of nutritional copper deficiency on adult non-pregnant and pregnant rats and their newborns .....	555

## — I —

Ivanovic, Daniza. — Nutrition and Education. II. Educational achievements and nutrient intake of Chilean elementary and high-school graduates ... (véase Ivanovic, Rodolfo) .....	499
Ivanovic, Rodolfo. — Sources of nutrition information of Chilean schoolers, Metropolitan Region, Chile survey 1986-1987 .....	527
Izquierdo, M.R. (véase Martínez, J.A.) .....	153

## — J —

Jarpa, Jorge (véase Camacho, Lavinia) .....	79
---	----

## — L —

Laure, Joseph. — Evolución de la talla de adultos en el área rural de Bolivia (1829-1986) .....	197
Estado de la dentición en Bolivia según la altitud, el sexo y la edad .....	336
López, Amparo (véase Weigel, M. Margaret) .....	21
López, Patricio (véase Weigel, M. Margaret) .....	21
López V., Alejandro (véase Egaña M., Juan I.) .....	111

## — M —

Marambio, Maximiliano (véase Ivanovic, Daniza) .....	499
Martínez, J.A. Schizophrenia incidence on clinical aspects of nutritional status .....	153
Mendoza, Marta S. Carrasco de. — Estudio del valor biológico de la proteína unicelular de <i>Kluyveromyces marxianus</i> var. <i>lactis</i> .....	72

Monge, Rafael. — Evolución de la situación alimentaria nutricional del Area Metropolitana de San José, Costa Rica .....	516
(véase Aráuz, Ana Gladys) .....	350
Montealegre, J. Ramiro. — Information systems design for development projects in Central America .....	257
Montilla, J.J. (véase Guevara, Y.J.) .....	246
Mora, Deidania R. (véase Bressani, Ricardo) .....	569
Moraes-Santos, T. — A method for a steam-sterilizing semi-solid diets for germ-free mice research .....	546
(véase Gazzinelli, R.T.) .....	539
Morales de León, Josefina C. — Elaboración de un producto seco-salado y ahumado utilizando especies de acuacultivo .....	375
Chemical, microbiological, and sensory evaluation of a dried-salted product produced from sardines ( <i>Sardinops caerula</i> ) and cereals .....	428
Morrisey, Michael (véase Morales de León, Josefina) .....	428
Mucciarelli, Sara L. de (véase Cid, José Antonio) .....	421
Muñoz, Leda (véase Aráuz, Ana Gladys) .....	350
(véase Monge, Rafael) .....	516
Muzaberg, Jorge (véase Cid, José Antonio) .....	421

## — N —

Narvaez W., Marcelo (véase Weigel, M. Margaret) .....	21
Naspitz, C.K. (véase Hilario, M.O.E.) .....	555
Nicoli, J.R. (véase Gazzinelli, R.T.) .....	539
(véase Moraes-Santos, T.) .....	546
Nieblas, José Manuel. — Efecto del material de empaque y temperatura de almacenamiento en la calidad de la tortilla de maíz .....	584
Nieto C., Carlos. — Estudios agronómicos y bromatológicos en jícama ( <i>Polymnia sonchifolia</i> , Poepp et Endl.) .....	213

## — O —

Olivares, Manuel (véase Ivanovic, Rodolfo) .....	527
Ortega Delgado, M.L. (véase Vásquez Carrillo, M.G.) .....	620
Ortega L., S.Y. (véase Alarcón, O.M.) .....	363

## — P —

Pak, Nelly (véase Araya, Héctor) .....	53
Pascual Aguirre, Modesta (véase Morales de León, Josefina C.) .....	375
Pérez-Gil Romo, Sara Elena. — Principales aspectos socioculturales relacionados con la lactancia en Malinalco, Edo. de México .....	182
Conducta de lactancia y atención del parto en un grupo de mujeres de una comunidad rural mexicana .....	307
Petennatti, Elisa (véase Cid, José Antonio) .....	421
Pirés Bianchi, María de Lourdes (véase Ferreira, Jacob Fernando) .....	400

## — Q —

Quezada M., Quesner (véase Egaña M., Juan I.) .....	111
---	-----

## — R —

Racca, E. (véase Fernández, J.J.) .....	409
Ramírez Toro, Cristina (véase Ferreira, Sila Mary R.) .....	102
Retamal, Eliana (véase Camacho, Lavinia) .....	79
Rojas, Marco T. (véase Aráuz, Ana Gladys) .....	350
Rueda Arroniz, Fabiola (véase Pérez-Gil Romo, Sara Elena) .....	182
(véase Pérez-Gil Romo, Sara Elena) .....	307

## — S —

Salas Aliaga, Isabel (véase Andraca Oyarzún, Isidora de) .....	168
Sánchez, Armida (véase Nieblas, José Manuel) .....	584
Santiago, Soledad de (véase Villalpando, Salvador) .....	293
Scarinci, Hugo E. (véase Mendoza, Marta S. Carrasco de) .....	72
Serpe, Eliane Rose (véase Ferreira, Sila Mary R.) .....	92
(véase Ferreira, Sila Mary R.) .....	102
Sierra, Cecilia (véase Camacho, Lavinia) .....	79
Silva, M.E. (véase Gazzinelli, R.T.) .....	539
(véase Moraes-Santos, T.) .....	546
Souza Sequeira, Leopoldina Augusta de (véase Azevedo Mello Romani, Sylvia de) .....	159

## — T —

Tenorio Sanz, María Dolores. — Elementos minerales en la yerba mate ( <i>Ilex paraguariensis</i> St. H.) .....	441
Torija Isasa, María Esperanza (véase Tenorio Sanz, María Dolores) .....	441

## — U —

Ulloa, José Armando. — Obtención de un concentrado proteínico de garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> ) por ultrafiltración .....	595
Umansky, Graciela (véase Mendoza, Marta S. Carrasco de) .....	72
Urbistondo, M.D. (véase Martínez, J.A.) .....	153

## — V —

Valencia, Mauro E. (véase Ulloa, José Armando) .....	595
Vallín, Ma. Elena (véase Morales de León, Josefina C.) .....	428
Valenzuela, Alfonso (véase Cañas, Patricio E.) .....	139
Vannucchi, Helio. — Interaction of vitamins and minerals .....	9
Vásquez Carrillo, M.G. — Harina de frijol endurecido ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en la preparación de pan .....	620
Vásquez, Magaly (véase Ivanovic, Daniza) .....	499
Vásquez R., F. (véase Alarcón, O.M.) .....	363

Velasco, J.J. (véase Martínez, J.A.) .....	153
Vera, Gloria (véase Araya, Héctor) .....	53
Vieira, S. (véase Gazzinelli, R.T.) .....	539
(véase Moraes-Santos, T.) .....	546
Villalpando, Salvador. — Maternal nutritional status and milk volume. Is there a cause-effect relationship? .....	293

## — W —

Wasczynsky, Nina (véase Ferreira, Sila Mary) .....	102
Weigel M., Margaret. — Prenatal diet, nutrient intake and pregnancy outcome in urban Ecuadorian primiparas .....	21

## — Y —

Ysunza-Ogazón, Alberto (véase Pérez-Gil Romo, Sara Elena) .....	182
(véase Pérez-Gil Romo, Sara Elena) .....	307

## — Z —

Zacarías, Isabel (véase Ivanovic, Daniza) .....	499
---	-----

## INFORMACION PARA LOS AUTORES

### A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. *Los Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. *Los Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los trabajos de *Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de nuestras poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

### B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las diversas contribuciones deben ser originales, a máquina, a doble espacio y en triplicado.
2. Los trabajos serán remitidos al Editor General de la Revista después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.
3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés, según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio del Editor General, ocupen desproporcionado espacio.

### C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

### 1. *Título*

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

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

Este 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/100 g ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.

h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y 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 permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de RESULTADOS Y DISCUSION. Lo expresado en los incisos a) a h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

## 7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, francés o portugués. Si el trabajo es en inglés, este resumen debe presentarse en español. El título del trabajo también debe redactarse en inglés.

## 8. *Agradecimiento* (si lo hubiere)

## 9. *Citas bibliográficas y Bibliografía*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la Sección *Bibliografía*, al final del trabajo, aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

### a) De revistas:

Liendo Coll, P. & J.M. Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. *Arch. Venez. Nutr.*, 5: 39-50, 1954.

### b) De libros:

Gómez, P., F. Silvio & R. Gámora. **Los Aminoácidos en Alimentos**. Caracas, Ed. Futura, 1972, p. 30.

## c) De libros sin autor individual:

Asociacion of Official Agriculturas Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975, p. 30.

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

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

## e) De cita de compendios:

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

## 10. *Notas al pie de la página*

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

## 11. *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 las del idioma original del artículo, por ej., DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

## 12. *Nomenclaturas*

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán caloría (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

## 13. *Resultados numéricos*

Al consignar números se usará el punto (.) para indicar decimales, p. ej. 35.7; 389.9, y la coma (,) para indicar miles, millones, etc.

**D. SEPARATAS**

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US\$3.00 por página de 50 separatas. El autor(es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

**E. CARGO POR PAGINA**

La Revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de la SLAN ha creado un cargo de US\$12.00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud expresa dirigida en ese sentido por el autor(es). Tan pronto como su factura sea cancelada, se les proporcionará 25 separatas libres de costo.

## **SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)**

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

Dr. Jaime Ariza – Presidente  
Dr. Eleazar Lara Pantín – Vicepresidente  
Prof. Hilda Díaz – Secretaria  
Lic. María de los Angeles Díaz – Tesorera  
Dr. Sergio Valiente – Presidente saliente  
Lic. María Teresa Menchú – Vocal  
Dr. José María Bengoa – Vocal  
Dr. José Maguiña – Vocal  
Dr. Helio Vannucchi – Vocal  
Dra. Sara Josefina Ciosa – Presidente Capítulo Argentino  
(Consejo Directivo 1989–1991)

Dirección actual hasta el 31 de diciembre de 1991:

Facultad de Ciencias Biosociales y Escuela Graduada de Salud Pública  
Universidad de Puerto Rico  
Recinto de Ciencias Médicas  
G.P.O. Box 2156  
San Juan, Puerto Rico 00936

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

Integrado por miembros de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición  
Editor General: Dr. Ricardo Bressani  
Jefe, Oficina Editorial y de Publicación: Sra. Amalia G. de Ramírez  
Encargada de Asuntos Administrativos: Srta. Carmen Noemi Castro

## **MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL – PERIODO 1989–1991**

Dr. Juan Alvarado	Dr. J.E. Dutra de Oliveira
Dr. Héctor Araya	Dr. Wener G. Jaffé
Dra. Julia Araya	Dr. Franco M. Lajolo
Lic. Adriana Blanco	Dr. Alfredo Lam-Sánchez
Dr. José Belizán	Dr. Reynaldo Martorell
Lic. Concha M. de Bosque	Dr. Luis A. Mejía
Dr. Héctor Bourges	Dra. Josefina Morales
Dr. Adolfo Chávez	Dra. Nelly Pak
Dr. José Félix Chávez	Dr. Nelson de Souza
Dr. Hernán Delgado	Dr. Emilio Vargas

# ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

## CONTENIDO

Página

EDITORIAL .....	471
<b>ARTICULOS GENERALES</b>	
Tecnologías apropiadas en alimentos: Marco conceptual para su generación y transferencia en Centro América y Panamá. — <i>Roberto Cuevas</i> .....	475
<b>TRABAJOS DE INVESTIGACION</b>	
<b>NUTRICION HUMANA</b>	
Nutrition and education. II. Educational achievements and nutrient intake of Chilean elementary and high-school graduates. — <i>Daniza Ivanovic, Magaly Vásquez, Maximiliano Marambio, Digna Ballester, Isabel Zacartas and Marcela Aguayo</i> ..	499
Evolución de la situación alimentaria nutricional del Area Metropolitana de San José, Costa Rica. — <i>Rafael Monge y Leda Milena Muñoz</i> .....	516
Sources of nutrition information of Chilean schoolers, Metropolitan Region Chile survey 1986-1987. — <i>Rodolfo Ivanovic, Manuel Olivares and Daniza Ivanovic</i> .....	527
<b>NUTRICION EXPERIMENTAL</b>	
Effect of high sucrose diets on carcass composition in conventional and germ-free mice. — <i>R.T. Gazzinelli, M.E. Silva, T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli and S. Vieira</i> .....	539
A method for steam-sterilizing semi-solid diets for germ-free mice research. — <i>T. Moraes-Santos, J.R. Nicoli, M.E. Silva and S. Vieira</i> .....	546
Effects of nutritional copper deficiency on adult non-pregnant and pregnant rats and their newborns. — <i>M.O.E. Hilário, O.M.S. Amancio, B.R.M. dos Santos and C.K. Naspitz</i> .....	555
<b>CIENCIAS DE ALIMENTOS</b>	
Evaluación de dos métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que éstos provocan en la digestibilidad de la proteína. — <i>Ricardo Bressani, Deidania R. de Mora, Rafael Flores y Roberto Gómez-Brenes</i> .....	569
Efecto del material de empaque y temperatura de almacenamiento en la calidad de la tortilla de maíz. — <i>José Manuel Nieblas, Armida Sánchez, Luis Germán Cumplido e Inocencio Higuera-Ciapara</i> .....	584
Obtención de un concentrado proteínico de garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> ) por ultrafiltración. — <i>José Armando Ulloa, Zaferino H. García-Quintero y Mauro E. Valencia</i> .	595
Efectos de la cocción tradicional sobre los factores antinutricionales de los frijoles negros ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) de Costa Rica. — <i>Ana Ruth Bonilla, Cecilio Calzada y Rodney Cooke</i> .....	609
Harina de frijol endurecido ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en la preparación de pan. — <i>MG. Vásquez Carrillo, M.L. Ortega Delgado y E. Estrada Lugo</i> .....	620
NUEVOS LIBROS .....	631
NOTAS .....	633
ENTIDADES PATROCINANTES .....	635
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN XLI, 1991 .....	636
INDICE POR MATERIA .....	641
INDICE POR AUTORES .....	644
INFORMACION PARA LOS AUTORES .....	650